WALLONIE-BRUXELLES ENSEIGNEMENT

Administration générale de l'Enseignement

Service général de l'Enseignement
organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles

PROGRAMME D'ÉTUDES

SCIENCES GÉNÉRALES

473/2017/240

Enseignement secondaire ordinaire
Humanités générales et technologiques
2e degré

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1. Cadre légal

Le présent programme découle de l'application du décret du 4 décembre 2014 portant confirmation des ***compétences terminales et savoirs requis à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques en mathématiques, en sciences de base et en sciences générales et déterminant les compétences terminales et savoirs communs à l'issue de la section de qualification des humanités techniques et professionnelles en éducation scientifique, en français, en sciences économiques et sociales ainsi qu'en formation historique et géographique,*** modifié par le **Décret du 14 juin 2018 instituant un enseignement expérimental aux 2e et 3e degrés de l'enseignement secondaire qualifiant en ce qui concerne la certification par unités d'acquis d'apprentissage (CPU), et aux 2e et 3e degrés de l'enseignement de transition en ce qui concerne le dépassement du nombre maximum de périodes hebdomadaires, et portant diverses dispositions en matière d'enseignement obligatoire, d'organisation du jury délivrant le certificat d'aptitudes pédagogiques et de concertation avec les pouvoirs organisateurs et les organisations syndicales (Section XI)** (les dispositions concernant les modifications du référentiel lui ont été annexées).

Destiné aux établissements de Wallonie-Bruxelles Enseignement (WBE), le contenu de ce programme respecte la charte que le réseau offre à chacun de ses élèves et à sa famille, à savoir la possibilité de vivre et de partager les valeurs essentielles que sont :

DÉMOCRATIE

WBE forme les élèves et les étudiants au respect des Libertés et des Droits fondamentaux de l'Homme, de la Femme et de l'Enfant. Il suscite l'adhésion des élèves et des étudiants à l'exercice de leur libre arbitre par le développement de connaissances raisonnées et l'exercice de l'esprit critique.

OUVERTURE & DÉMARCHE SCIENTIFIQUE

WBE forme des citoyens libres, responsables, ouverts sur le monde et sa diversité culturelle. L'apprentissage de la citoyenneté s'opère au travers d'une culture du respect, de la compréhension de l'autre et de la solidarité avec autrui.

Il développe le goût des élèves et des étudiants à rechercher la vérité avec une constante honnêteté intellectuelle, toute de rigueur, d'objectivité, de rationalité et de tolérance.

RESPECT & NEUTRALITÉ

WBE accueille chaque élève et chaque étudiant sans discrimination, dans le respect du règlement de ses établissements scolaires. Il développe chez ceux-ci la liberté de conscience, de pensée, et la leur garantit. Il stimule leur attachement à user de la liberté d'expression sans jamais dénigrer ni les personnes, ni les savoirs.

ÉMANCIPATION SOCIALE

WBE travaille au développement libre et graduel de la personnalité de chaque élève et de chaque étudiant. Il vise à les amener à s'approprier les savoirs et à acquérir les compétences pour leur permettre de prendre une place active dans la vie économique, sociale et culturelle.

Actif face aux inégalités sociales, WBE soutient les moins favorisés afin qu'aucun choix ne leur soit interdit pour des raisons liées à leur milieu d'origine.

Confiants en eux, conscients de leurs potentialités, l'élève et l'étudiant construisent leur émancipation intellectuelle, gage de leur émancipation sociale.

2. Aspects novateurs

Ces aspects novateurs résident tant dans les référentiels que dans ce programme lui-même dont il décline le « comment enseigner ».

2.1. Les référentiels

Les référentiels élaborés entre 1997 et 1999, dans la foulée de l'adoption de l'enseignement par compétences, laissaient une grande latitude aux pouvoirs organisateurs tant en termes de contenus d'apprentissage que d'approche méthodologique. Par contre, il n'en va pas de même pour ceux rédigés après 2014. En effet, les contenus – compétences ET ressources – y sont listés de manière exhaustive, homogénéisés et répartis en Unités d'Acquis d'Apprentissage (UAA). De plus, ces référentiels précisent les processus (connaître – appliquer – transférer) à activer ainsi que les attendus en termes de productions tant pendant les apprentissages que lors de l'évaluation.
Enfin, ils précisent les attendus au terme de l'étape intermédiaire dans le cursus que représente la fin du deuxième degré.
Pour toutes ces raisons, le référentiel est repris intégralement dans le présent programme.

2.2. Le programme

Le balisage des contenus évoqués ci-dessus laisse néanmoins suffisamment de champs aux pouvoirs organisateurs pour y développer leur spécificité.
Wallonie-Bruxelles Enseignement a souhaité imprimer la sienne en dotant tous les programmes, à partir de 2014, d'un canevas commun, décliné en un volet **orientation**, un volet **structure** et un volet **formel**.

Orientation

- Afin de répondre au découpage du référentiel mais également dans un souci d'aide à la planification des apprentissages, le programme en tant qu'entité couvre ***un ou plusieurs degré(s)***, dans sa forme (un seul document) comme dans son contenu.
- Une fois découpés en degrés, les apprentissages doivent s'insérer dans le continuum plus vaste que constitue l'ensemble des Humanités. Ainsi, ce programme organise les contenus de sorte qu'ils s'arriment à ce que l'élève est censé maîtriser tant en amont qu'en aval – lorsqu'aval il y a. De même, il respecte une gradation dans la difficulté des types d'activités proposés.
- Par-delà la dichotomie obligatoire-facultatif, ce programme cible certains contenus comme prioritaires ou ***incontournables***. Cette différenciation peut s'opérer selon la forme d'enseignement où ces contenus sont enseignés ou encore selon la manière dont ils sont abordés.
- Ce programme envisage un redécoupage de l'année scolaire avec l'aménagement de périodes « tampon ». Contrairement aux pratiques habituelles en termes de remédiation et dans un souci d'excellence, ces périodes seront réservées à ***TOUS*** les élèves afin qu'ils améliorent leurs performances quelles qu'elles soient. Ces périodes poursuivent un triple but : ***remédier*** aux lacunes, ***consolider*** les acquis et offrir des activités de ***dépassement (RCD)***. Le programme fait donc apparaître clairement que les évaluations sommatives se pratiquent ***idéalement*** en deux temps suivant le schéma : ***SOMMATIVE 1 – RCD – SOMMATIVE 2.***

- Conformément aux référentiels qui préconisent d'évaluer chacun des trois processus à mettre en œuvre (connaître, appliquer et transférer), le présent programme propose une pondération minimale entre ces trois processus qui réservera, au fil des degrés, une part croissante au processus de transfert.
- Les référentiels interréseaux fixant clairement des attendus identiques à l'issue des Humanités professionnelles et techniques, il est apparu cohérent de rédiger ***un même programme*** pour l'ensemble de l'enseignement qualifiant. Cette option n'empêche cependant pas à l'intérieur du programme une certaine différenciation selon la forme d'enseignement, les chemins empruntés pour atteindre l'attendu ou via un recalibrage des proportions d'essentiel et d'accessoire.
- Le présent programme met en exergue l'importance du **respect de la norme linguistique** dans les productions attendues.

Structure

- Dans la perspective de donner sens aux apprentissages mais également pour assurer leur pérennité, il apparaît incontournable de leur donner ***une dimension métacognitive***. Celle-ci propose à l'élève un retour sur la démarche qu'il a adoptée mais va plus loin que la simple explicitation de cette dernière. Il s'agit plutôt pour l'élève d'analyser le pourquoi et le comment des choix opérés dans la résolution d'un problème et d'ainsi installer une relation réellement pérenne au savoir. C'est pourquoi ce programme prévoit des phases visant à faire émerger une dimension métacognitive dans les apprentissages.
- Plutôt que des exemples de grilles critériées d'évaluation, ce programme contient des indications méthodologiques permettant aux enseignants d'élaborer leurs propres grilles.

Forme

- Le présent programme se présente sous la ***forme évolutive de classeurs*** contenant plusieurs cahiers parmi lesquels la présente introduction générale et le référentiel interréseaux.
- De même, au-delà de la charte graphique en vigueur pour toutes les publications de l'AGE, ***une présentation commune*** aux programmes est d'application.

CORPUS

CORPUS

Avertissement

Le présent programme est d'application dans l'enseignement secondaire général et de transition selon le schéma suivant :

- 2016-2017 pour les 3e années,
- dès 2017 pour les deux années du degré

Il abroge et remplace les programmes 219-2003-240, 125-2001-240 et 220-2003-240.

Introduction

Pour faciliter la lecture du présent programme, il est judicieux de prendre connaissance de l'arrêté du Gouvernement déterminant les compétences terminales et savoirs requis à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques en sciences générales à consulter sur le site http://www.gallilex.cfwb.be/document/pdf/40140_001.pdf.

Cette introduction se veut être un éclairage pour une lecture et une application efficaces des programmes.

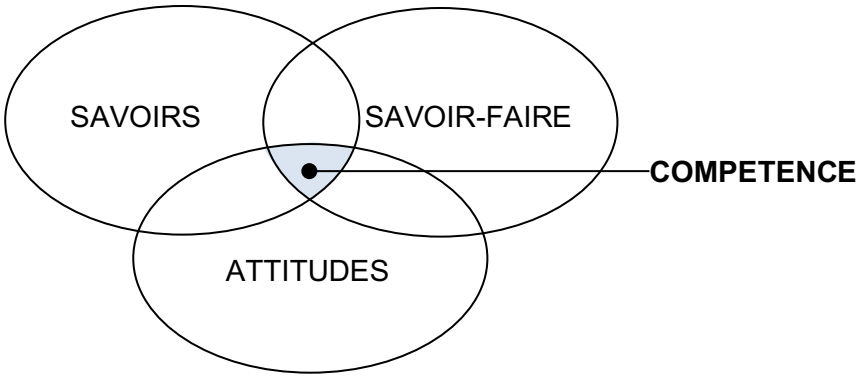
1. Les référentiels

Les référentiels se basent sur le décret « Missions » du 21 juillet 1997 adopté par la Communauté française qui définit la notion de compétence en ces termes :

« *aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches* ».

L'accent est mis sur l'action de l'élève (*mettre en œuvre*…). Cette action s'appuie sur un ensemble de composantes : « *un ensemble de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes* ». Enfin, il s'agit d'une action finalisée (*permettant d'accomplir* …).

Il en ressort qu'une compétence ne peut être appréhendée comme étant une juxtaposition, une somme de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes : il n'y a développement et acquisition de compétences que s'il y a **complexité** c'est-à-dire **mise en œuvre dynamique, organisée et finalisée de ces composantes !**



Ces référentiels (décret du 17/04/2014), téléchargeables sur le site http://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2014/04/17_1_2.pdf , :

- sont approuvés par un décret ;
- s'inscrivent dans la perspective d'une future évaluation externe et sont donc obligatoirement organisés par degré ;
- sont construits en **U**nités[1] d'**A**cquis d'**A**pprentissage[2] (UAA).

2. Programme

Ce programme couvre le 2e degré de l'enseignement de transition, dans sa forme (un seul document) et dans son contenu.
Cette organisation en degré présente l'avantage d'offrir aux enseignants une vision claire du continuum pédagogique et de ses objectifs finaux (certification) ainsi qu'une possibilité de planification.
Soulignons enfin, dans le cas du deuxième degré, que l'utilisation d'un programme couvrant le degré rendra nécessaire une concertation renforcée entre enseignants des degrés inférieur et supérieur.

La chronologie des UAA, prescrite dans le référentiel et donc à respecter, permet d'assurer le caractère spiralaire des apprentissages.
Les processus spécifiques des référentiels sont tous intégrés en italique dans le programme.
Tous doivent être enseignés et entraînés mais aussi maîtrisés par les élèves.
Cependant l'ordre des processus présentés est donné à titre indicatif et peut donc être envisagé en suivant une organisation différente.
Chaque processus est susceptible d'être certifié dans le cadre des évaluations externes.
Les contenus ne figurant pas explicitement dans le référentiel et clairement identifiés par une note spécifique sont en « dépassement » et donc facultatifs.

Dans les programmes, chaque unité s'intègre dans la chronologie du référentiel et comprend :

- la partie correspondante du référentiel,
- des considérations pédagogiques,
- des exemples de situation d'apprentissage,
- des ressources bibliographiques.

Un glossaire disciplinaire commun aux sciences est présenté en ANNEXE III.

Des outils spécifiques (Fiches labo – Modes d'emploi du matériel spécifique – Banque d'outils d'évaluation – Grilles critériées …) compléteront chaque UAA et seront disponibles pour tous les enseignants du réseau WBE.

[1] UAA : désigne « un ensemble cohérent d'acquis d'apprentissage susceptible d'être évalué »
[2] AA : désigne « ce qu'un élève sait, comprend, est capable de réaliser au terme d'un processus d'apprentissage ».

Les considérations pédagogiques sont présentées sous forme d'un tableau détaillant la méthodologie.

Les lignes

- ✓ L'ordre des lignes du tableau est indicatif. Il s'agit d'une proposition de planification des processus.
- ✓ Les dernières lignes du tableau indiquent la nécessité de planification de moments d'évaluation durant l'unité.
- ✓ Dans certaines unités, la dernière ligne donne un cadre limite afin de ne pas outrepasser les exigences du référentiel.

Les colonnes

- ✓ La première colonne intitulée « processus explicités » reprend les processus du référentiel (*en italique*) ainsi que des processus destinés à être développés par les enseignants ou par les élèves. Les exemples sont donnés à titre indicatif.

  Les savoir-faire du référentiel sont mentionnés dans cette colonne quand il viennent en articulation de différents processus.
- ✓ La deuxième colonne reprend des savoirs qui viennent en appui des processus à maîtriser par les élèves ; elle constitue le cadre théorique de l'unité. Les exemples sont donnés à titre indicatif.
- ✓ La colonne des mots-clés indique le vocabulaire relatif au contenu. Il ne s'agit pas d'une liste de mots dont les définitions sont à restituer textuellement par l'élève.
- ✓ La colonne outils-liens suggérés propose des documents, des outils, du matériel et des références à actualiser.
- ✓ Dans la dernière colonne, le timing suggéré propose une planification des activités de l'unité en considérant vingt-cinq semaines « utiles » (y compris les évaluations intermédiaires) par année scolaire, ce qui laisse une place à des périodes « tampon »[3].

Notes de bas de page

- ✓ Les notes sont destinées exclusivement au professeur à titre d'éclaircissement.

[3] Voir introduction générale

3. Considération méthodologique : démarche scientifique

L'application de ces programmes privilégie la démarche scientifique à des moments choisis par le professeur en fonction des rythmes d'apprentissage. Cette démarche doit être entraînée dans chaque UAA à partir de situations d'apprentissage.
L'apprentissage des sciences vise au développement de compétences et propose une méthodologie pour amener les jeunes à se les approprier de manière durable. La construction, par les élèves, de leurs savoirs et de leurs savoir-faire doit être au centre de leur apprentissage.
Les cours de sciences doivent ouvrir les jeunes à leur environnement naturel et développer dans ce cadre l'observation, la manipulation, l'expérimentation …

Par la construction progressive de leurs savoirs et de leurs savoir-faire, les élèves, quels que soient leur âge et leur niveau d'études, sont les premiers acteurs de leurs apprentissages. En partant d'une situation de recherche, la méthode proposée sollicite la créativité des élèves, intègre leurs acquis antérieurs, favorise le travail en équipe et l'interdisciplinarité et ouvre à de nouvelles perspectives. Les sciences doivent être construites, mises en question et reconstruites sous un regard critique.
En cela, l'apprentissage s'inscrit dans une démarche d'éducation globale et prépare les jeunes à devenir des citoyens à part entière, capables de s'intégrer dans de nouveaux groupes de travail, de s'adapter à de nouvelles tâches et d'affronter les problèmes qui se présenteront.

La démarche scientifique comprend trois étapes importantes constituées de plusieurs phases. Dans toute démarche de construction des savoirs, ces trois étapes apparaissent nécessairement ; certaines des phases qui les composent peuvent cependant ne pas être développées lors de chaque séquence d'apprentissage.

Première étape : appropriation du problème

Phase 1 : émergence de la situation à résoudre

Faire preuve de curiosité et avoir envie de se poser des questions pour :

- expliquer un phénomène interpellant,
- identifier une situation qui pose problème.

Phase 2 : rechercher des indices et dégager des pistes

Mobiliser ses ressources pour :

- émettre une hypothèse,
- avancer des explications plausibles.

Phase 3 : confronter les pistes et sélectionner celles à suivre

Sélectionner et trier les hypothèses sur base :

- de leur possibilité de vérification expérimentale,
- de la cohérence face au questionnement de départ.

Deuxième étape : recueil des informations

Phase 4 : investiguer chaque piste retenue

Confronter les hypothèses à la réalité pour :

- élaborer et décrire une expérience, mener une recherche,
- manipuler, réaliser des mesures et/ou exploiter des documents.

Troisième étape : traitement et communication des informations

Phase 5 : regrouper les résultats et les communiquer

Constater des faits pour :

- communiquer les résultats de l'expérience et/ou de la recherche.

Phase 6 : vérifier si la situation d'apprentissage est résolue et s'interroger

Interpréter les résultats en analysant et argumentant pour :

- trouver un lien entre les facteurs mis en évidence,
- confronter les résultats réels aux prévisions,
- résoudre la situation d'apprentissage.

Phases 7 et 8 : valider la solution et conclure provisoirement

Valider ou non l'hypothèse de départ pour :

- tirer une définition, une loi, une représentation,
- confirmer ou infirmer les pistes suivies,
- reconnaître les limites de la recherche.

Remarque

La démarche scientifique permet :

- à l'élève de :
  - ✓ se tromper,
  - ✓ recommencer,
  - ✓ modifier ses hypothèses,
- au groupe classe, d'effectuer des allers-retours entre les différentes étapes de la démarche.

4. Expérimentation

Les programmes soulignent l'importance de l'expérimentation en sciences générales.

En fonction des processus spécifiés dans le référentiel, plusieurs modalités seront mises en œuvre :

- ✓ l'élève manipule ;
- ✓ la classe est divisée en groupes et chaque groupe réalise une expérience, éventuellement différente ;
- ✓ le professeur, assisté par quelques élèves, réalise lui-même la manipulation.

Les expériences nécessitant des manipulations interdites en classe doivent être illustrées par la présentation d'un film, par une simulation sur ordinateur ou par une visite à l'extérieur.

L'équipe de professeurs se charge de réunir et/ou de faire acquérir par l'école, le matériel et les conditions nécessaires à l'expérimentation. Les normes d'encadrement sont précisées en ANNEXE I.

Les manipulations décrites dans ce programme sont à réaliser par tous les élèves puisqu'elles sont prévues pour satisfaire aux processus exigés par le référentiel.
Ces manipulations font partie intégrante du cours.
L'expérimentation faisant partie intégrante des référentiels, l'évaluation des processus mis en œuvre est évidemment requise.

5. Évaluation

L'évaluation certificative se fera toujours sur base des processus du référentiel.

Un exemple d'évaluation de compétence accompagné d'une grille critériée d'évaluation est proposé en ANNEXE II.

La répartition des questions « ressources » et « compétences » dans les bilans globaux (en fin d'UAA) se répartit comme suit : pour le 2e degré, les ressources (savoirs, savoir-faire et combinaison savoirs & savoir-faire exercés) doivent être comprises entre 60 % et 70 %. Les 30 % à 40 % restants sont consacrés aux questions dites de compétences au sens du décret[4].

L'évaluation doit aussi être envisagée pour les travaux de groupe lors de tâches expérimentales.

La planification dans chaque unité inclut des temps d'évaluation formative et sommative. De ce fait, elle envisage un découpage de l'année scolaire avec l'aménagement de périodes « tampon » dédiées à la **R**emédiation, à la **C**onsolidation et/ou au **D**épassement (RCD).

[4] Aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches (avec situation nouvelle mais pas de démarche fournie ni de savoir fourni).

ANNEXE I

CIRCULAIRES

I. Circulaire générale relative à l'Organisation de l'enseignement secondaire ordinaire et à la Sanction des études

Les normes régissant la taille des classes applicables au 2e et 3e degré sont données au chapitre 7 de cette circulaire qui est mise à jour à chaque rentrée scolaire.
Pour consulter les circulaires émises pour le réseau WBE :
http://www.enseignement.be/index.php?page=26822

II. Circulaire 5078 - Sécurité/hygiène : dissections d'animaux ou d'organes
http://www.enseignement.be/index.php?page=26823&do_id=5302

III. Circulaire « Produits dangereux WBE » en cours de rédaction

IV. Cadre législatif wallon portant sur les déchets

Coordination Environnement, Gestion environnementale et développement durable
http://www.coren.be/activities/activities_detail.php?langue=fr&cat=114

http://environnement.wallonie.be/legis/dechets/degen019.htm

V. Mémento « Gérer les déchets dangereux et les risques en milieu scolaire » à télécharger
https://www.globalcube.net/clients/corenv2/content/medias/images/activites/EDDE/MEMENTODECHETSDANGEREUXWEB.pdf

ANNEXE II

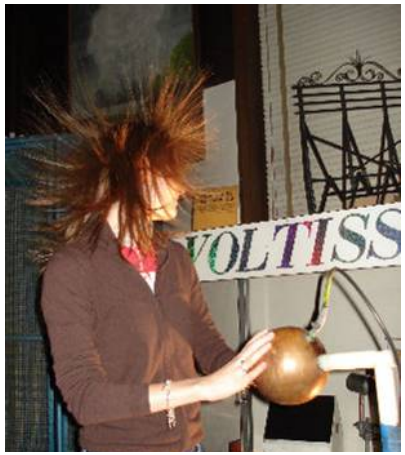
Ex. : évaluation de compétence + grille critériée

Comment expliques-tu ce qui arrive aux cheveux de l'expérimentateur sachant qu'il est monté sur un tabouret isolé du sol ?

Justifie ton explication scientifiquement.



Boule de cuivre reliée au générateur éteint



Boule de cuivre reliée au générateur en fonctionnement

Nom & prénom du professeur : Cours : Classe : Date :		**Logo de l'établissement**	
Compétence sollicitée	**Critères**	**Indicateurs**	**Niveaux de maîtrise[5]**
Processus activé(s) Décrire une expérience (de contact, et pas d'influence) mettant en évidence l'existence de deux types de charge électrique et les attractions/répulsions qui en résultent.	Qualité du raisonnement	Quatre étapes : ❑ Boule de cuivre chargée ❑ Contact ❑ Personne électrisée ❑ Cheveux légers et chargés de même signe se repoussent Justification avec un lien logique attendu	Tous les indicateurs sont rencontrés … indicateurs sont rencontrés … indicateurs ne sont pas satisfaits. Aucune production OU aucun indicateur n'est rencontré.
	Qualité de la production - niveau scientifique - niveau communication	L'élève utilise le vocabulaire scientifique spécifique (contact – charge électrique – électrisation). La production est structurée dans sa forme et soignée dans sa présentation. Respect strict des règles et usages de la langue française	Tous les indicateurs sont rencontrés … indicateurs sont rencontrés … indicateurs ne sont pas satisfaits. Aucune production OU travail bâclé
Bilan *compétence	Ex. : V/R A/NA >50%/<50%	**Conditions de réussite de la compétence** Ex. : Le critère 1 est réussi au niveau 2 au minimum et le critère 2 au niveau 3 au minimum.	

[5] Le degré de réalisation de chaque critère est défini selon quatre niveaux de maîtrise :
- maximum à attendre de l'élève à ce stade de l'apprentissage ;
- minimum à attendre de l'élève à ce stade de l'apprentissage ;
- minimum exigible non atteint ;
- production inadéquate ou quasiment aucune production.

Les deux premiers niveaux correspondent à la réussite.

Question de compétence si oui à toutes les colonnes

Caractère nouveau	Processus	Démarche non fournie
Oui - Non	**Oui** - Non	**Oui** - Non

ANNEXE III

GLOSSAIRE	
Abréger : rendre plus court, réduire	Convention : accord réciproque, règle acceptée
Analyser : décomposer en ses éléments	Correct : qui respecte les règles, exact
Appliquer : mettre en pratique	Critère : point commun observable chez tous les éléments à trier
Argumenter : sélectionner et organiser des éléments pour étayer une thèse	Décomposer : séparer, diviser en éléments
Calculer : déterminer par le calcul (opération numérique)	Décrire : représenter dans son ensemble, par écrit ou oralement, énumérer les caractères
Caractéristique : marque essentielle qui distingue une chose d'une autre Caractéristique scientifique : aspect particulier présent chez certains éléments d'un ensemble	Déduire : conclure en partant des propositions prises pour des faits d'où découle une conséquence
Cause : événement antécédent, action qui produit un effet (= facteur) ; ce par quoi un événement, une action … arrive	Définir : déterminer le sens en énumérant les qualités propres
Clarifier : faire une opération ou donner des informations susceptibles de rendre quelque chose plus compréhensible	Déterminer : indiquer, délimiter avec précision
Classer : regrouper de façon scientifique en fonction d'un critère commun	Distinguer : permettre de reconnaître une personne ou une chose d'une autre, en parlant d'une différence, d'un trait caractéristique
Comparer : envisager les rapports de ressemblance et de différence	Élaborer : combiner, construire, faire, former
Concevoir : créer un nouveau concept, créer par imagination	Émettre : exprimer
Conclure : tirer une conséquence de prémisses données	Énoncer : exprimer en termes clairs et simples ce qu'on a à dire
Conséquence : suite qu'une action, un fait entraîne	Estimer : déterminer approximativement
Constater : se rendre compte, remarquer	Établir : fonder sur des arguments solides, sur des preuves

Évaluer : fixer approximativement une valeur	Phénomène : fait, événement qui semble surprenant avant d'être expliqué
Expliquer : faire connaître la raison de quelque chose, être rendu intelligible	Prouver : faire apparaître comme vrai au moyen d'un raisonnement, d'une démonstration, d'arguments pertinents
Exprimer : faire connaître par le langage	Qualifier : exprimer la qualité, attribuer une qualité, un titre à …
Identifier : reconnaître, discerner, déterminer	Repérer : marquer, indiquer ce qui sert à se retrouver
Imaginer : se représenter dans l'esprit, inventer	Représenter : décrire, évoquer un objet et/ou un concept, soit par le langage, soit par une image
Indiquer : faire voir par un signe, un repère, un signal ; représenter en s'en tenant aux traits essentiels, sans s'attacher aux détails	Résumer : rendre plus court, présenter brièvement ; présenter, montrer en une seule chose un ensemble d'éléments
Interpréter : expliquer, rendre clair ce qui est obscur dans un texte, donner du sens à quelque chose, tirer une signification de …	Schématiser : dessiner en supprimant le superflu et en insistant sur l'aspect à mettre en évidence
Justifier : Montrer par des arguments, des preuves, des faits scientifiques	Synthétiser : rassembler des éléments de connaissance en un ensemble cohérent (vue d'ensemble)
Mesurer : évaluer, par comparaison, avec une grandeur de référence	Trier : répartir tous les éléments dans deux ensembles en fonction d'une caractéristique choisie
Modéliser : représenter d'une façon simplifiée un processus, un système en référence à un modèle connu	Vérifier : examiner la valeur et rechercher si elle est telle qu'elle doit être ou qu'on l'a déclarée.
Montrer : faire constater, mettre en évidence	
Observer : constater attentivement des faits tels qu'ils se produisent, sans volonté de les modifier	N.B. Un **modèle** ne décrit pas nécessairement la réalité telle qu'elle est mais telle qu'on s'imagine qu'elle pourrait être ! Il est considéré comme valable aussi longtemps qu'il aide à expliquer des phénomènes et à en prévoir d'autres. Construire un modèle aide à comprendre, à expliquer, à interpréter mais aussi à prévoir.
Organiser : doter d'une structure, soumettre à une méthode	

BIOLOGIE

BIOLOGIE

Biologie

Sciences générales

2e degré

UAA1

« Nutrition et production d'énergie chez les hétérotrophes »

Durée prévue pour l'UAA1 (25 périodes) : de septembre à décembre en 3e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 1

« Nutrition et production d'énergie chez les hétérotrophes »

Compétences à développer

- **Expliquer les mécanismes de digestion des aliments, d'absorption des nutriments et de production d'énergie chez les hétérotrophes.**
- **Expliquer les bases qualitative et quantitative d'une alimentation « équilibrée ».**

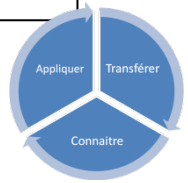
Processus

Appliquer

- A partir d'expériences,
  - identifier les principales molécules organiques présentes dans quelques aliments (par exemple : pain, lait,…) à l'aide de tests d'identification ;
  - mettre en évidence l'action chimique de quelques sucs digestifs sur la décomposition des aliments, ainsi que quelques paramètres qui influencent cette action (par exemple : température, acidité du milieu,…).
- A partir de documents (règles simples de diététiques, tables,…),
  - analyser le menu d'une journée ;
  - choisir et calculer un régime équilibré en fonction de différents paramètres (par exemple : l'âge, les activités sédentaires, les activités sportives, …)

Transférer

- Expliquer, à partir d'une démarche d'investigation, que la respiration n'est pas la seule réaction possible pour produire de l'énergie (par exemple : la fermentation alcoolique, l'apparition de crampes suite à la fermentation lactique).
-
- Réaliser une recherche documentaire sur les troubles du comportement alimentaire (par exemple : obésité, boulimie, « malbouffe », …) afin de relier « déséquilibre entre apports et dépenses énergétiques » et « problèmes de santé ».



Ressources

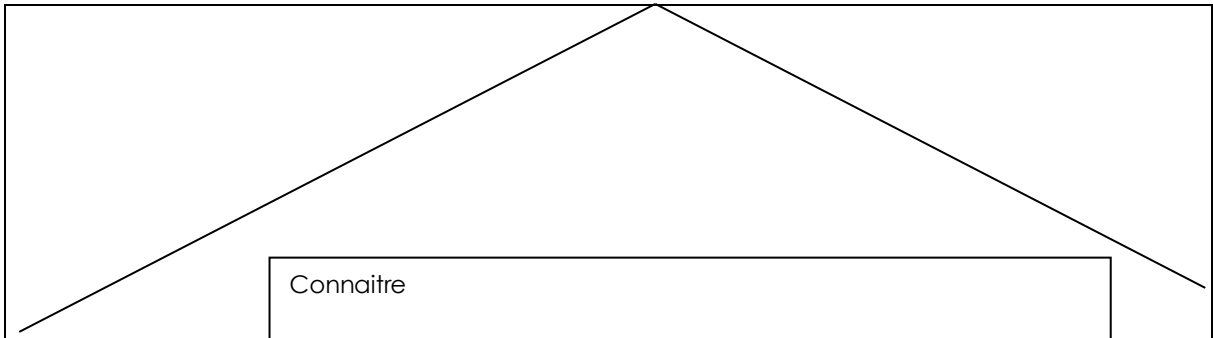
Pré-requis

- Producteurs et consommateurs
- Système digestif

Savoirs disciplinaires

- Hétérotrophes
- Rôles des nutriments (énergétique, plastique et fonctionnel)
- Absorption des nutriments
- Rôles des glucides, des protéines, des lipides, des vitamines, des sels minéraux et de l'eau
- Enzyme digestive
- Suc digestif
- Respiration cellulaire[1]
- Fermentation
- Règles simples de diététique
- Ration alimentaire

[1] Pour la respiration, se limiter à la transformation chimique, les équations chimiques seront vues dans l'UAA 2 de chimie.



Connaitre

- Caractériser les trois rôles essentiels et complémentaires des nutriments.
- Décrire la transformation chimique qui traduit la respiration cellulaire chez les hétérotrophes.
- Expliquer à partir de documents, l'action des enzymes et des sucs digestifs sur la digestion des glucides, des protéines et des lipides au cours de la digestion.
- Expliquer l'absorption des nutriments, à partir de documents
- Définir les règles de base d'une alimentation équilibrée.

Savoir-faire disciplinaires

Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.

Réaliser un bilan fonctionnel.

Considérations pédagogiques

Remarque préalable : les contenus de la colonne « développement suggéré » sont donnés dans un certain ordre à titre d'exemple. Dans la construction de sa propre séquence d'apprentissage, chaque enseignant conserve la liberté pédagogique de leur articulation au sein de chaque unité.

Processus explicité	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés.	Timing suggéré
Élève *A partir d'expériences, identifier les principales molécules organiques présentes dans quelques aliments (par exemple : pain, lait,…) à l'aide de tests d'identification.* **Professeur** Sur base de l'analyse d'étiquettes de produits alimentaires, faire rechercher les différentes molécules organiques et minérales et les faire ranger, par exemple par ordre d'importance quantitative. Demander par exemple de présenter les résultats sous forme de tableau. Faire réaliser par les élèves des tests de mise en évidence des différents constituants des aliments (liqueur de Fehling, Lugol…)	**1. Alimentation humaine** Les aliments sont constitués de molécules organiques[2] dont les principales sont : - les **glucides ;** - les **lipides ;** - les **protides ;** - les **vitamines**, substances organiques nécessaires, en petites quantités, au bon fonctionnement de l'organisme peuvent avoir une action préventive dans de nombreuses pathologies. Notre corps ne peut pas les fabriquer ; elles sont donc apportées par notre alimentation. Les aliments sont également constitués	Glucides Lipides Protides Vitamines	Delvigne, M., (2011). p.64 à 71. Delvigne, M., (2008). p. 95, 99. http://www.didier-pol.net/3ftlait.htm (analyse des constituants chimiques du lait) http://www.pieron.fr/ressource	2 P

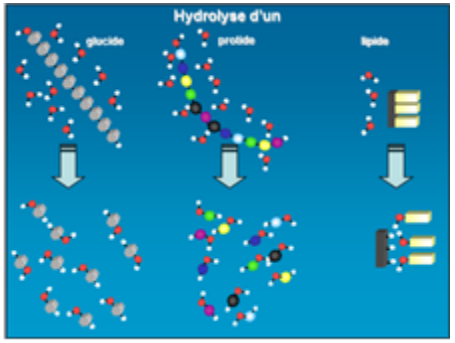
[2] Une molécule organique est une molécule contenant au moins un atome de carbone (à part quelques exceptions comme le CO_2)

	de molécules minérales : l'eau et les sels minéraux. Différents tests permettent de mettre en évidence certains constituants des aliments.		s/fichestp/6eme_svt/Fiche_Constituants_fromage.pdf (constituants du fromage) https://www.agroparistech.fr/IMG/pdf/fiche8_patesbrisee_sablee_PC.pdf (constituants de pâte sablée ou brisée)	
Élève *Caractériser les trois rôles essentiels et complémentaires des nutriments.* *A partir de documents (règles simples de diététiques, tables,…),* ➢ *analyser le menu d'une journée ;* ➢ *choisir et calculer un régime équilibré en fonction de différents paramètres (par exemple : l'âge, les activités sédentaires, les activités sportives, …)* *Définir les règles de base d'une alimentation équilibrée.* *Réaliser une recherche documentaire sur les troubles du comportement alimentaire (par exemple : obésité,*	**2. Alimentation équilibrée** Une alimentation équilibrée respecte **des règles simples de diététique.** Pour s'alimenter, il faut tenir compte à la fois : a) des exigences de l'organisme : • fonctionnement et activités cellulaires = **rôle fonctionnel** (vitamines, sels minéraux, eau) ; • croissance et régénération de l'organisme = **rôle plastique** (protides, lipides, sels minéraux,	Règles simples de diététique Rôle fonctionnel Rôle plastique	Delvigne, M., (2011). p.81 à 84.	5 P

boulimie, « malbouffe », …) afin de relier « déséquilibre entre apports et dépenses énergétiques » et « problèmes de santé ». **Professeur** Présenter (ou faire apporter par les élèves) des articles de revues de conseils diététiques par exemple, et demander aux élèves de dégager les rôles des nutriments. Faire calculer l'apport énergétique d'une ration alimentaire (à partir d'exemples fournis par le professeur ou de menus proposés par les élèves). A partir de ces analyses et de tableaux de besoins en fonction des activités, de l'âge, du sexe, amener les élèves à établir les règles de base d'une alimentation équilibrée. Utiliser par exemple la situation d'apprentissage détaillée en fin d'unité	eau) ; • besoins énergétiques de l'organisme en fonction de différents paramètres (âge, sexe, activités physiques, stress…) = **rôle énergétique** (glucides, lipides, protéines). b) des aliments ingérés : • de leur variété : chaque groupe alimentaire doit être présent chaque jour (boissons, féculents, viandes-poissons, produits laitiers, fruits-légumes, matières grasses et sucres) ; • de leur quantité : respecter au mieux les proportions de chaque groupe alimentaire au sein de la pyramide nutritionnelle ; • de leur qualité : privilégier les produits frais, respecter la chaîne du froid… c) du rythme des repas : 3 repas (petit déjeuner essentiel) et collation(s). Une **ration alimentaire** équilibrée implique notamment :	Rôle énergétique Ration alimentaire	Delvigne, M., (2011) p.85, 86.	

	- d'adapter les apports énergétiques aux besoins de l'organisme pour éviter, par exemple l'obésité ; - de varier les apports alimentaires de manière à éviter les carences (ex : anémie par carence en fer…) et les excès (ex : maladies cardio-vasculaires par excès de lipides et de sel…).			
Élève *A partir d'expériences, mettre en évidence l'action chimique de quelques sucs digestifs sur la décomposition des aliments ainsi que quelques paramètres qui influencent cette action (par exemple : température, acidité du milieu,…).* *Expliquer à partir de documents, l'action des enzymes et des sucs digestifs sur la digestion des glucides, des protéines et des lipides au cours de la digestion.* **Professeur** Proposer quelques expériences de digestion par exemple comme l'action de la salive sur l'amidon du pain. Faire visualiser une simulation du trajet des aliments dans le tube digestif afin d'amener	**3. Mécanismes de la digestion** Le système digestif permet, grâce à plusieurs organes, de fragmenter les aliments en **nutriments**. Cette fragmentation porte le nom de digestion. Pour que la digestion se fasse, plusieurs conditions doivent être remplies dont : a) la présence d'eau ; b) la présence d'**enzymes** contenues dans les différents **sucs digestifs** ; c) une marge de température limitée : les enzymes humaines agissent de manière optimale entre 35 et 40 °C. Une enzyme accélère le déroulement d'une réaction chimique. Dans le cas présent, les enzymes vont favoriser les réactions d'hydrolyse[4]. Son action est spécifique (une enzyme ne peut agir que	Nutriment Enzyme Suc digestif	http://www.monanneeaucollege.com/5.svt.chap5.htm# (approvisionnement du sang en nutriments) Delvigne, M. (2011). p.72 à 76. Delvigne, M., (2008). p. 111, 112, 107 à 110. http://www.dailymotion.com/video/xg77bp_parcours-d-une-	11 P

[4] Se limiter à définir l'hydrolyse comme l'action de « casser » des molécules sous l'action des molécules d'eau.

progressivement les élèves à découvrir les étapes de la digestion détaillées dans la colonne « essentiel ». Faire commenter un document, par exemple celui fourni en annexe 1, pour expliquer les étapes de l'hydrolyse enzymatique Annexe 1 UAA1 SG – F1[3]  	sur la transformation d'un seul type d'aliment = spécificité enzyme/substrat). Tout au long du tube digestif, des phénomènes mécaniques et chimiques interviennent : a) au niveau de la bouche, les aliments sont broyés par les dents, mouillés et ramollis par la salive. Ils forment une pâte qui est poussée par la langue vers le pharynx puis dans l'œsophage après déglutition. La **salive** renferme de l'**amylase**, enzyme qui accélère le début de la digestion de l'amidon ; b) au niveau de l'œsophage, les muscles de la paroi créent des mouvements péristaltiques qui font progresser les aliments vers l'estomac ; c) dans l'estomac, les aliments s'accumulent : ils sont brassés avec le **suc gastrique** grâce aux contractions musculaires ; le suc gastrique contient des **protéases** qui accélèrent la digestion des protéines en petites chaînes d'acides aminés ; d) au niveau du duodénum, • la bile (qui ne contient pas d'enzymes donc n'est pas un suc digestif) sécrétée par le foie et éjectée par la	Salive Amylase Suc gastrique Protéases	bouchee-de-brocolis-dans-notre-tube-digestif_tech, http://www.dailymotion.com/video/xc7t6m_alimentation-cycle-3_lifestyle (trajet des aliments, radiographie) http://www.dailymotion.com/video/xc7t6m_alimentation-cycle-3_lifestyle http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/spip.php?article30 (digestion in vitro de l'amidon) http://le_corps_humain.juniorw	

[3] http://www.sciences-wbe.be

	vésicule biliaire émulsionne les lipides en les fractionnant en gouttelettes ; • le **suc pancréatique**, déversé dans le duodénum, renferme : - de l'amylase, qui accélère la suite de la digestion de l'amidon ; - des **lipases**, qui accélèrent le début de la digestion des lipides en glycérol et en acides gras ; - des protéases, qui accélèrent la poursuite de la digestion des protéines en chaînes d'acides aminés de plus en plus courtes ; e) le **suc intestinal** renferme des enzymes qui participent à l'achèvement des différentes digestions : des sucrases (enzymes spécifiques aux sucres), des protéases et des lipases. Au cours de leur passage dans le tube digestif, seules les **macromolécules** des aliments organiques vont être progressivement simplifiées : - la digestion des glucides les transforme principalement en molécules de glucose ; - la digestion des lipides aboutit à la libération de molécules de glycérol et d'acides gras ; - la digestion des protéines libère des molécules d'acides aminés. Le glucose, les acides gras, le glycérol et	Suc pancréatique Lipases Suc intestinal Macromolécules	ebaward.ch/expose%20individuel/la%20digestion/parcours.html, (parcours d'un morceau de chocolat dans l'organisme) http://www.proftnj.com/alimchim.htm (action chimique des sucs digestifs) http://www.restode.cfwb.be/sctech/digest.html, (Chimie de la digestion. Modélisation de l'hydrolyse des macromolécules organiques) Delvigne, M., (2011). p.77 à 80. Delvigne, M.,	

Élève *Expliquer l'absorption des nutriments, à partir de documents.* **Professeur** Utiliser un tableau de synthèse de la digestion par exemple celui de l'annexe 2 et le faire commenter par les élèves.	acides aminés mais aussi l'eau et les substances minérales vont pouvoir nourrir les cellules de l'organisme d'où leur nom de **nutriments.** L'intestin grêle n'est pas seulement l'organe où s'achève la digestion des aliments, c'est aussi un lieu où les nutriments traversent la paroi du tube digestif et pénètrent réellement dans le milieu intérieur de l'organisme. Ce passage des nutriments porte le nom d'**absorption** intestinale. Quelle que soit l'efficacité de la digestion, la simplification moléculaire des aliments n'est jamais totale : il reste à la fin de la digestion des aliments mal digérés ou pas digérés du tout (ex. : cellulose des végétaux ou fibres). Ces résidus pénètrent dans le côlon qui, sans produire d'enzymes digestives, est le siège de plusieurs actions notamment l'absorption d'une grande partie de l'eau non absorbée au niveau de l'intestin grêle. Les organismes vivants qui ont la nécessité de se nourrir de constituants organiques préexistants car ils sont incapables de les fabriquer eux-mêmes sont appelés organismes **hétérotrophes.**	Nutriment Absorption Hétérotrophes	(2008), p.114, 115.	

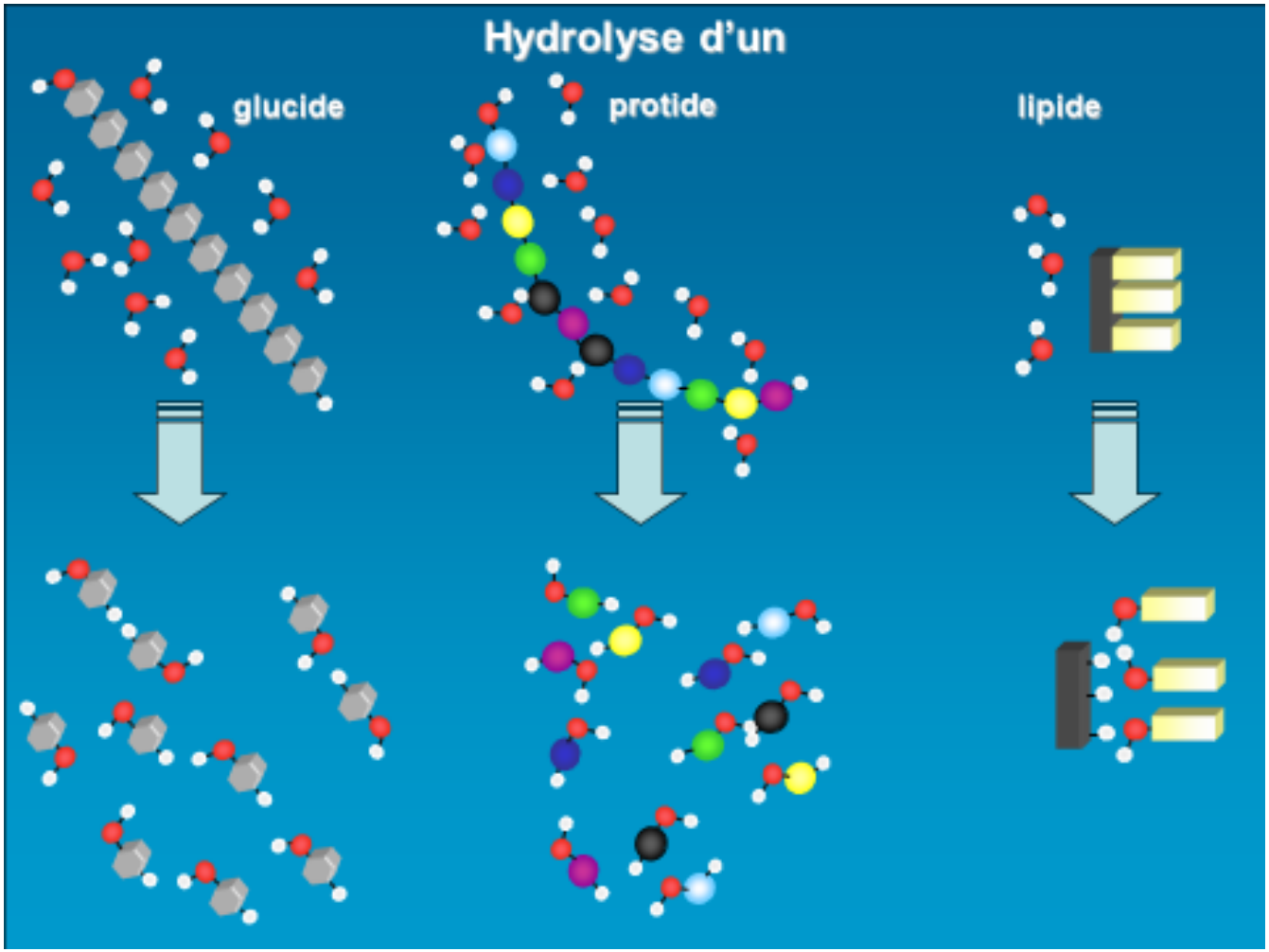
Élève *Décrire la transformation chimique qui traduit la respiration cellulaire chez les hétérotrophes.* **Professeur** Mettre en évidence expérimentalement la respiration cellulaire chez les hétérotrophes (expériences avec l'eau de chaux, voir outil-lien proposé par exemple). *Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.* *Réaliser un bilan fonctionnel.*	**4. Respiration cellulaire** Les nutriments, provenant de la digestion, sont amenés aux cellules par la circulation sanguine. Ils fournissent de l'énergie disponible pour les besoins cellulaires et les matériaux indispensables à la construction et à l'entretien des cellules. La **respiration cellulaire** est une dégradation complète du glucose en présence de dioxygène, permettant une libération totale de son énergie. Ce mécanisme libère, en plus de l'énergie, du dioxyde de carbone et de l'eau. Dioxygène + glucose → eau + dioxyde de carbone + énergie chimique	Respiration cellulaire	Delvigne, M., (2009), p.115. Delvigne, M., (2011). p.80. http://perso.fundp.ac.be/~clefebvr/biologie/Fichesderevision/revision2%20fonctionnement/respiration.htm (la respiration cellulaire)	2 P
Élève *Expliquer, à partir d'une démarche d'investigation, que la respiration n'est pas la seule réaction possible pour produire de l'énergie (par exemple : la fermentation alcoolique, l'apparition de crampes suite à la fermentation lactique).* **Professeur** Introduire la matière par des expériences de fermentations, des documents présentant les différents types de fermentations ainsi que leurs exploitations. Par exemple, faire réaliser une fermentation alcoolique (voir outil-lien proposé).	**5. Fermentation** En absence de dioxygène, la dégradation des nutriments est toujours possible, mais elle est incomplète, c'est la **fermentation**. La fermentation est une réaction chimique qui libère moins d'énergie que la respiration. Toutefois les déchets produits lors de la fermentation (acide lactique, éthanol…) interviennent dans de nombreuses transformations biologiques (fabrication du yaourt, bière, pain…).	Fermentation	Delvigne, M. (2011), p.80. http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dico/d/biologie-fermentation-6817/ (fermentations)	3 P

	La fermentation lactique intervient dans la fabrication des yaourts (laits fermentés), la préparation de la choucroute, la production de saucissons etc. Dans le cas des laits fermentés, c'est le lactose (sucre du lait), qui est transformé en acide lactique sous l'action de micro-organismes spécifiques appelés bactéries lactiques. Autre exemple : lors d'un effort violent, les cellules musculaires peuvent manquer de dioxygène et la production d'énergie se fera via la fermentation lactique qui libère de l'acide lactique dont l'accumulation dans le muscle peut provoquer des crampes. Il existe d'autres types de fermentations comme la fermentation alcoolique utilisée dans la fabrication de la bière, du vin et du pain. Les sucres contenus dans les fruits ou les grains sont transformés, sous l'action de levures (champignons unicellulaires), en alcool (éthanol) et en dioxyde de carbone (qui permet à la pâte de lever) avec libération d'énergie. Des levures d'espèces différentes se trouvent à l'état de spores sur la peau des fruits. Ces spores sont entraînées dans les jus de fruits après pressage et assurent ainsi la fermentation.		http://www.didier-pol.net/1LEVURE.html (expérience sur la fermentation alcoolique)	

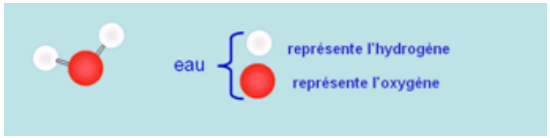
Évaluation formative **RCD**	1 P[5]
Évaluation sommative **RCD**	1 P

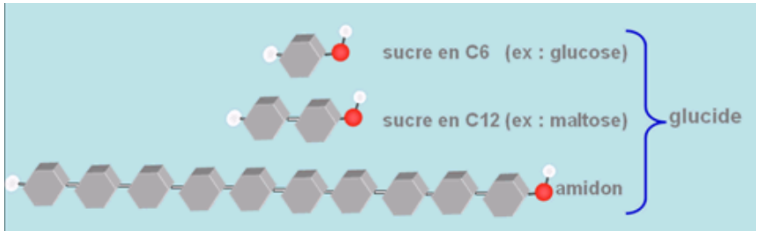
[5] Le nombre et le moment des évaluations restent du domaine de la liberté pédagogique du professeur et sont indiqués ici à titre indicatif.

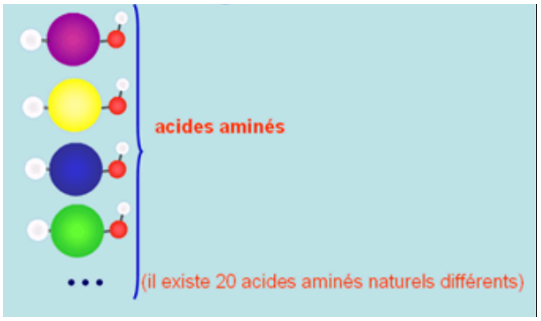
Annexe 1

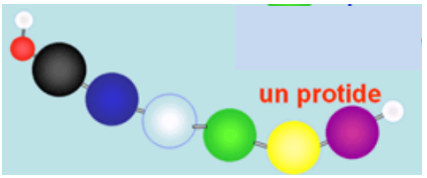


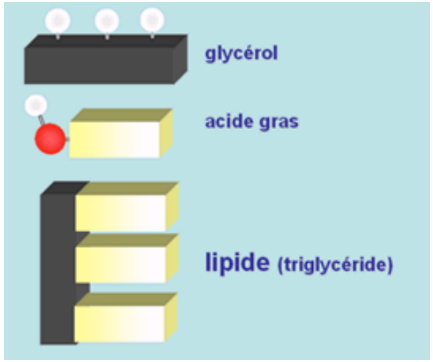
Modélisations des molécules











Annexe 2

Tableau de synthèse de la digestion.

Organe du tube digestif	Suc digestif déversé	Enzyme(s)	Digestion		
			de l'amidon	des protéines	des lipides
Bouche	*SALIVE*	*Amylase*	*Maltose*		
Estomac	*SUC GASTRIQUE*	*Protéase*		*Petites chaînes d'acides aminés*	
Duodénum	*SUC PANCREATIQUE*	*Amylase*	*Maltose*		
		Protéase		*Chaînes d'a.a. de + en + courtes*	
		Lipase			*Glycérol + acides gras (début)*
Intestin grêle	*SUC INTESTINAL*	*Sucrase (maltase)*	*Glucose*		
		Protéase		*Acides aminés*	
		Lipase			*Glycérol + acides gras.(fin)*

Exemple de situation d'apprentissage

Depuis le début de cette année scolaire, Sophie, 14 ans, éprouve des difficultés à se concentrer en classe et se sent souvent fatiguée, surtout le matin.
Elle se demande si elle n'est pas victime d'une infection et veut aller consulter le médecin. Sa maman lui dit qu'auparavant, elle ferait bien de déjeuner le matin et de manger un peu plus de pommes de terre et de pain aux repas au lieu de tant surveiller sa ligne.
Sophie se demande si sa maman a raison et se met à noter ce qu'elle mange.
La façon dont Sophie s'alimente peut-elle expliquer son état ? Justifie ta réponse.

Ce que j'ai mangé	
Heure	**Nourriture et boissons**
7h30	Une tasse de thé (250 mL) avec un sucre (5g), une orange
11h00	Une pomme (250 g), une canette de soda light (250 mL)
13h00	Un potage aux tomates en sachet (dans 200 mL d'eau), une tranche de pain blanc (50 g), 10 g de beurre, un œuf, une tranche de saumon fumé (50 g) un yaourt « light » (125 g), deux verres d'eau (400 mL), une poire
16h00	Une canette de soda light (250 ml), une barre protéinée
19h00	Une assiette de salade verte (100g) avec 20 g de mayonnaise, 150 g de filet de poulet, 30 g de ketchup, deux verres d'eau (400 mL)
20h00	Chips (30 g)
21h00	Raisin (100 g)
Dépenses énergétiques	
14h20	Cours d'éducation physique : 30 minutes de tennis
16h30	20 minutes de marche

Doc. : quelques étiquettes

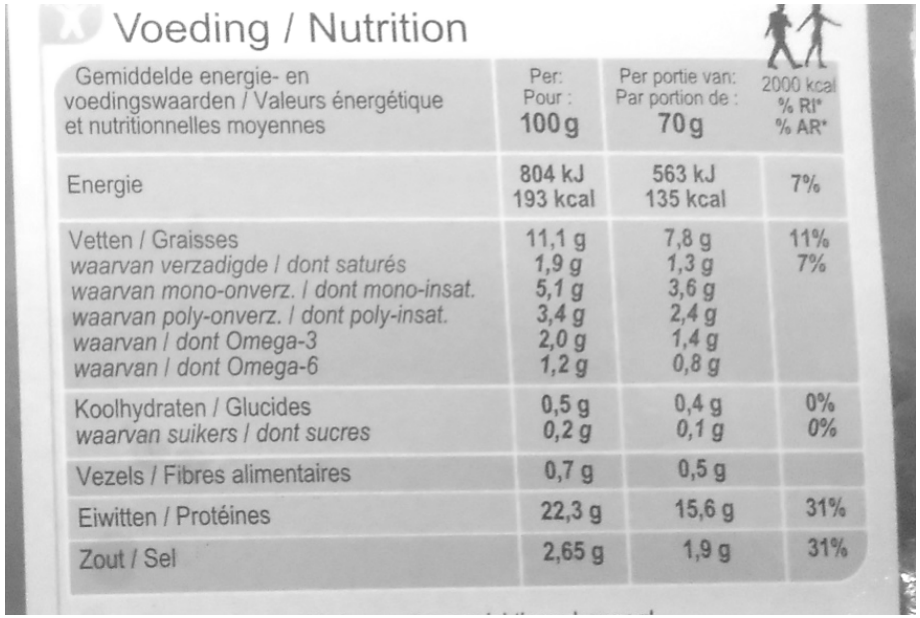
Potage aux tomates en sachet



Gemiddelde voedingswaarde van het bereid product / Valeur nutritive moyenne du produit préparé

	Per Par 100ml	Per portie Par portion 200ml	GDA*
Energie	135 kJ 32 kcal	270 kJ 64 kcal	3%
Eiwitten Protéines	0,5 g	1,0 g	2%
Koolhydraten Glucides	5,8 g	11,6 g	4%
waarvan suikers dont sucres	2,7 g	5,4 g	6%
Vetten Matières grasses	0,7 g	1,4 g	2%
waarvan verzadigde vetzuren dont acides gras saturés	0,5 g	1,0 g	5%
Voedingsvezels Fibres alimentaires	0,3 g	0,7 g	3%
Natrium/Sodium	0,34 g	0,67 g	28%

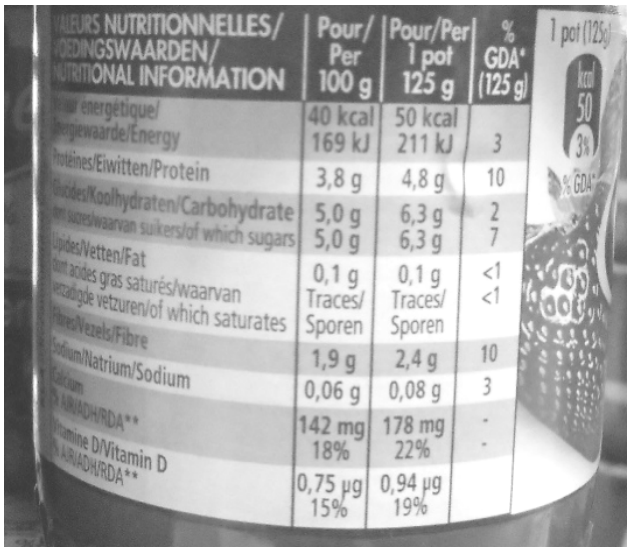
Saumon fumé



Voeding / Nutrition

Gemiddelde energie- en voedingswaarden / Valeurs énergétique et nutritionnelles moyennes	Per: Pour : 100 g	Per portie van: Par portion de : 70 g	2000 kcal % RI* % AR*
Energie	804 kJ 193 kcal	563 kJ 135 kcal	7%
Vetten / Graisses	11,1 g	7,8 g	11%
waarvan verzadigde / dont saturés	*1,9 g*	*1,3 g*	*7%*
waarvan mono-onverz. / dont mono-insat.	*5,1 g*	*3,6 g*	
waarvan poly-onverz. / dont poly-insat.	*3,4 g*	*2,4 g*	
waarvan / dont Omega-3	*2,0 g*	*1,4 g*	
waarvan / dont Omega-6	*1,2 g*	*0,8 g*	
Koolhydraten / Glucides	0,5 g	0,4 g	0%
waarvan suikers / dont sucres	*0,2 g*	*0,1 g*	*0%*
Vezels / Fibres alimentaires	0,7 g	0,5 g	
Eiwitten / Protéines	22,3 g	15,6 g	31%
Zout / Sel	2,65 g	1,9 g	31%

Yaourt « light »



VALEURS NUTRITIONNELLES/ VOEDINGSWAARDEN/ NUTRITIONAL INFORMATION	Pour/ Per 100 g	Pour/Per 1 pot 125 g	% GDA* (125 g)
Valeur énergétique/ Energiewaarde/Energy	40 kcal 169 kJ	50 kcal 211 kJ	3
Protéines/Eiwitten/Protein	3,8 g	4,8 g	10
Glucides/Koolhydraten/Carbohydrate dont sucres/waarvan suikers/of which sugars	5,0 g 5,0 g	6,3 g 6,3 g	2 7
Lipides/Vetten/Fat dont acides gras saturés/waarvan verzadigde vetzuren/of which saturates	0,1 g Traces/ Sporen	0,1 g Traces/ Sporen	<1 <1
Fibres/Vezels/Fibre	1,9 g	2,4 g	10
Sodium/Natrium/Sodium	0,06 g	0,08 g	3
Calcium % AJR/RDA**	142 mg 18%	178 mg 22%	- -
Vitamine D/Vitamin D % AJR/RDA**	0,75 µg 15%	0,94 µg 19%	

1 pot (125g)
kcal 50
3%
% GDA*

Soda « light »



Barre protéinée



	Per / par 100 g	Per reep Par barre	% ADH* % AJR *
Energiewaarde / Valeur énergétique			
kcal	370	210	
kJ	1555	902	
Voedingswaarde / Valeur nutritive			
Eiwitten / Protéines	24,5	14,2 g	
Koolhydraten / Glucides	40,9	23,7 g	
waarvan suikers / dont sucres	29,5	17,1 g	
Vetten / Lipides	10,7	6,2 g	
waarvan verzadigd / dont saturés	4,5	2,6 g	
Voedingsvezels / Fibres alimentaires	6,0	3,5 g	
Natrium / Sodium	0,3	0,2 g	

Mayonnaise



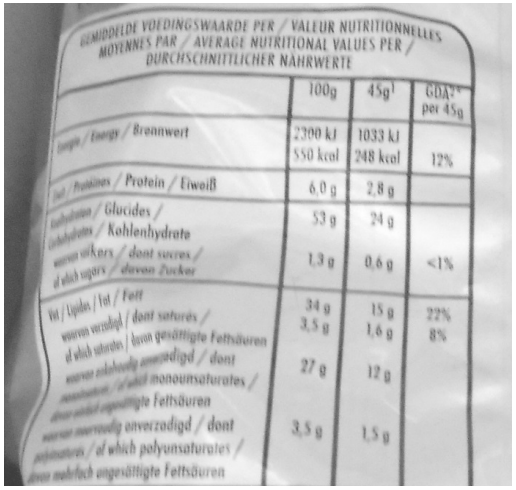
Gemiddelde voedingswaarde Valeur nutritive moyenne Typical nutritional values	per 100g par 100g per 100g	per 15g par 15g per 15g	GDA*
Energetische waarde/ Valeur énergétique/Energetic value	3054 kJ 742 kcal	458 kJ 112 kcal	6%
Eiwitten/Protéines/Proteins	1,2 g	0,2 g	0%
Koolhydraten/Glucides/ Carbohydrates	1,6 g	0,2 g	0%
waarvan suikers/dont sucres/of which sugars	1,4 g	0,2 g	0%
Vetten/Lipides/Lipids	81,1 g	12,2 g	17%
waarvan verzadigde/dont saturés/of which saturates	6,3 g	0,9 g	5%
Voedingsvezels/Fibres alimentaires/Fibres	0,0g	0,0g	0%
Natrium/Sodium	0,48 g	0,07g	3%

* van de dagelijkse voedingsrichtlijn op basis van 2000 kcal.
* des repères nutritionnels journaliers à base de 2000 kcal.
* of the guideline daily amounts based on 2000 kcal.

Ketchup



Chips



Valeurs nutritionnelles moyennes pour	
	100g
Energie	2300 kJ
Protéines	6g
Glucides	53g
Lipides	34g

Valeurs énergétiques de quelques aliments (kJ/100g)

Beurre sans sel	3 000
Œuf de poule entier	598
Pain blanc commercial	1 109
Pomme crue avec pelure	218
Poire	243
Salade sans assaisonnement	67
Filet de poulet cru	778
Raisin	289
Sucre blanc de table	1 700

Apports énergétiques journaliers conseillés

Individus	En kJ par jour
Adolescente 13/15 ans	10 700
Adolescent 13/15 ans	11 600
Femme adulte –activité moyenne	9 100
Femme adulte – activité intense	10 800
Homme adulte – activité moyenne	11 400
Homme adulte – activité intense	14 300

Valeur de la dépense énergétique en fonction des activités sportives pratiquées

Activités sportives	Dépense énergétique par heure
Marche rapide	1 500 kJ
Aviron Boxe Patinage Ski alpin Tennis	2 500 kJ
Cyclisme Football Marathon	3 000 kJ
Course de demi-fond	3 700 kJ
Ski de fond	4 200 kJ

Sources : http://www2.cndp.fr/themadoc/besoins/specifiques.htm
Autre exemple de tableau exploitable: http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=2477
En ligne, consulté le 14.06.15

À partir de documents (règles simples de diététiques, tables), analyser le menu d'une journée.
Choisir et calculer un régime équilibré en fonction de différents paramètres (par exemple : l'âge, une vie sédentaire, les activités sportives…).

Réaliser une recherche documentaire sur les troubles du comportement alimentaire (par exemple : obésité, boulimie, « malbouffe »…) afin de relier « déséquilibre entre apports et dépenses énergétiques » et « problèmes de santé ».

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Campbell.N. & Reece.J. (2007). Biologie 7e édition, Paris : France, Pearson Education.

Ouvrages pédagogiques

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2011) Bio 3 Référentiel Officiel. Louvain la Neuve : Van In.

Delvigne ,M., Faway,M., Marchesini,RC., Verhaeghe,P., &Walravens.E. (2015) Bio 3 pour tous, Louvain-la Neuve: Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2008) Bio 3 cahier d'activités Officiel. Wommelgem: Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC. Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2009) Bio 4 cahier d'activités Officiel. Wommelgem: Van In.

Sitographie

(s.d.). *Action chimique des sucs digestifs*. http://www.proftnj.com/alimchim.htm,
[en ligne], consulté le 20/10/ 2013.

Analyse des constituants d'une pâte.
https://www.agroparistech.fr/IMG/pdf/fiche8_patesbrisee_sablee_PC.pdf, [en ligne], consulté le 21/11/14.

CAF-Oblinger. (2004). *Chimie de la digestion. Modélisation de l'hydrolyse des macromolécules organiques.* Site Restode
http://www.restode.cfwb.be/sctech/digest.html,
[en ligne], consulté le 20/10/2013.

Cité des Sciences. (s.d.) *La photosynthèse- animation.*
http://archives.universcience.fr/francais/ala_cite/expo/tempo/planete/portail/labo/carbone/photosyntese.html , [en ligne], consulté le 20/10/ 2013.

(s.d.). *Comment l'organisme est-il approvisionné en nutriments ?* http://www.monanneeaucollege.com/5.svt.chap5.htm#, [en ligne], consulté le 20/10/2013.
Digestion in vitro de l'amidon
http://www.dailymotion.com/video/xc7t6m_alimentation-cycle-3_lifestyle
http://www2.ac-lyon.fr/enseigne/biologie/spip.php?article30, [en ligne], consulté le 13/11/14.

Enseignement.be : *outil d'évaluation*. http://www.enseignement.be/index.php?page=25938&id=5005, [en ligne], consulté le 21/11/14.

(s.d.). *Expériences et siège de la photosynthèse.* Site de Ac-Grenoble http://www.ac-grenoble.fr/lycee/elie.cartan/spip/IMG/pdf_TP7Bilan.pdf, [en ligne], consulté le 15/05/2014.

Futura-Sciences. (s.d.). *La fermentation.* http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dico/d/biologie-fermentation-6817/, [en ligne], consulté le 20 /10/ 2013.

Health and Food. (s.d.). *Composition des aliments via la pyramide alimentaire, Institut Paul Lambin, 1998.*
http://www.healthandfood.be/html/fr/pyramide/liste_compo.htm,
[en ligne], consulté le 20/10/2013.

C. Lefebvre. (s.d.). *La respiration cellulaire*. En ligne
http://perso.fundp.ac.be/~clefebvr/biologie/Fichesderevision/revision2%20fonctionnement/respiration.htm, [en ligne], consulté le 20/10/2013.

(s.d) *Petite leçon d'anatomie-le long parcours d'un morceau de chocolat dans notre organisme.*
http://le_corps_humain.juniorwebaward.ch/expose%20individuel/la%20digestion/parcours.html, [en ligne], consulté le 20/10/2013.

Pierron, analyse des constituants du fromage, http://www.pierron.fr/ressources/fichestp/6eme_svt/Fiche_Constituants_fromage.pdf, [en ligne], consulté le 21/11/14.

Pol, D., *Analyse des constituants chimiques du lait*, http://www.didier-pol.net/3ftlait.htm, [en ligne], consulté le 21/11/14.

Pol, D., *Expérience sur la fermentation alcoolique*, http://www.didier-pol.net/1LEVURE.html, [en ligne], consulté le 21/11/14.

Tableau des dépenses énergétique en fonction des activités sportives
http://www2.cndp.fr/themadoc/besoins/specifiques.htm
http://svt.ac-dijon.fr/schemassvt/article.php3?id_article=2477
[en ligne], consulté le 31/12/14.

Yannick Maubareigt. (2010). *Parcours d'une bouchée de brocolis dans notre tube digestif*. Site de Dailymotion
http://www.dailymotion.com/video/xg77bp_parcours-d-une-bouchee-de-brocolis-dans-notre-tube-digestif_tech, [en ligne], consulté le 20/10/2

Biologie

Sciences générales

2e degré

UAA2

« Importance des végétaux verts à l'intérieur des écosystèmes »

Durée prévue pour l'UAA2 (25 périodes) : de janvier à juin en 3e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré — Troisième année - Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« Importance des végétaux verts à l'intérieur des écosystèmes »

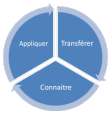
Compétences à développer

- **Décrire et modéliser la nutrition et la production d'énergie chez les végétaux verts.**
- **Décrire et modéliser de manière simple une cellule végétale.**
- **Expliquer les relations qui interviennent dans un écosystème en état d'équilibre dynamique.**

Processus

Appliquer

- Rechercher des facteurs susceptibles de favoriser la photosynthèse (par exemple : lumière (intensité, couleur), gaz carbonique, eau, chlorophylle), à l'aide d'une démarche expérimentale.
- Comparer les quantités d'oxygène produites lors de la photosynthèse et consommée lors de la respiration d'un végétal vert.
- A l'aide d'observations au microscope optique :
  - identifier les principaux constituants et réaliser des croquis d'observation de différentes cellules végétales ;
  - déterminer l'ordre de grandeur de la dimension d'une cellule végétale.
- A partir de documents (photographies, vidéos, …), retrouver et caractériser dans un écosystème donné :
  - des relations intraspécifiques entre les êtres vivants ;
  - relations interspécifiques entre les êtres vivants
  - des relations entre les êtres vivants et leur biotope
- Montrer à l'aide de différents réseaux trophiques le lien entre la diversité des espèces et la stabilité d'un écosystème.



Transférer

- Par le biais d'une approche expérimentale, analyser un écosystème simple (par exemple : la haie, la mare, le chêne, l'aquarium,...) et expliquer comment l'écosystème tend vers un état d'équilibre.

Ressources

Pré-requis

- Réseau trophique
- Uaa 1 de chimie
- Uaa 1 de biologie

Savoirs disciplinaires

- Espèce
- Biotope
- Biocénose
- Ecosystème
- Facteurs biotiques et abiotiques
- Autotrophes / hétérotrophe
- Rôles des glucides (glucose, amidon, cellulose)
- Sève minérale / sève brute
- Sève organique / sève élaborée
- Photosynthèse (équation bilan)
- Respiration (équation bilan)
- Cellule végétale (noyau, plastes, vacuole, membrane cytoplasmique, paroi cellulosique, cytoplasme)

Connaitre

- Distinguer à partir de l'observation d'un milieu de vie, les notions de biotope, de biocénose et d'écosystème.
- Construire un modèle simple de la photosynthèse à partir de l'interprétation d'expériences avec des végétaux verts (par exemple : production de dioxygène, présence de carbone, besoin d'eau, besoin de substances minérales, besoin de lumière,…).
- Schématiser des cellules végétales, sur base de l'observation au microscope optique.
- A partir d'expériences, décrire les phénomènes de diffusion et d'osmose.
- Mettre en évidence l'équivalence de la fonction de respiration chez les végétaux verts et chez les animaux.
- Schématiser les transferts de matière et les flux d'énergie dans un réseau trophique simple.
- Représenter le cycle bio-géo-chimique du carbone.

- Osmose, diffusion
- Relations interspécifiques entre les vivants (par exemple, parasitisme, commensalisme, symbiose, mutualisme, prédation)
- Relations intraspécifiques entre les vivants (par exemple, compétition, coopération)
- Transferts de matière et flux d'énergie
- Cycle du carbone

Savoir-faire disciplinaires

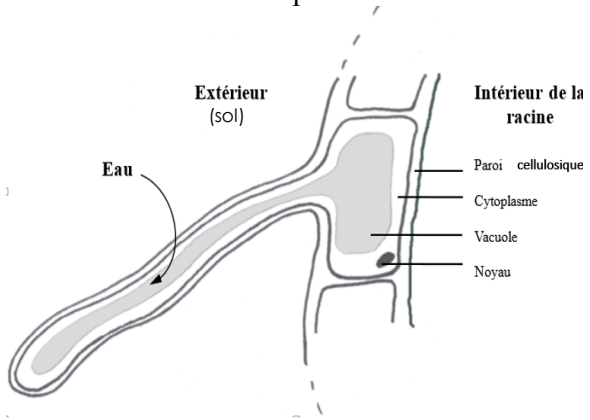
- Utiliser un microscope optique.
- Calculer un grossissement.
- Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.
- Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.
- Utiliser une technique de coloration afin de réaliser une préparation microscopique.
- Réaliser un bilan fonctionnel.

Considérations pédagogiques

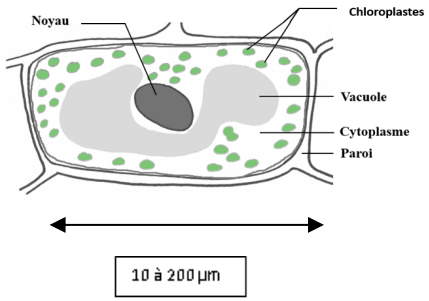
Remarque préalable : les contenus de la colonne « développement suggéré » sont donnés dans un certain ordre à titre d'exemple. Dans la construction de sa propre séquence d'apprentissage, chaque enseignant conserve la liberté pédagogique de leur articulation au sein de chaque unité.

Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Élève *A partir d'expériences, décrire les phénomènes de diffusion et d'osmose.* **Professeur** Réaliser devant les élèves ou faire réaliser par les élèves des expériences sur l'osmose.	Les plantes sont capables de convertir l'énergie lumineuse en énergie utilisable pour fabriquer leurs propres molécules organiques, principalement le glucose (glucide), au cours d'un processus appelé **photosynthèse**. Les plantes échangent avec leur environnement : **A. Au niveau des racines** Les racines absorbent de l'eau et des sels minéraux du sol qui interviendront dans la formation de la **sève brute** ou **sève minérale**. L'absorption de ces substances est dépendante des caractères de la périphérie racinaire, comme la présence de poils absorbants chez de nombreux végétaux. Vus au microscope, ces « poils » sont des prolongements de cellules de la couche	Photosynthèse Sève brute Sève minérale	UAA2SG F1[1] http://www.didier-pol.net/1OSMOSE.html (Expériences sur l'osmose) http://tpe-osmose.e-monsite.com/pages/i-l-	8 P

[1] http://www.sciences-wbe.be

Professeur Faire découvrir l'utilisation du microscope par les élèves. **Élève** *Utiliser une technique de coloration afin de réaliser une préparation microscopique.*	superficielle de la racine (cellules épidermiques). Un poil absorbant est une **cellule végétale** allongée de 0,1 à 10 mm de long sur 10 µm de diamètre, entourée d'une **paroi cellulosique**. La **membrane (cyto) plasmique** délimite le **cytoplasme** qui contient plusieurs organites dont un **noyau** et une **vacuole**. Schéma d'un poil absorbant  La vacuole contient de l'eau et des substances dissoutes. Le poil absorbant est en contact, par sa face externe, avec l'eau du milieu extérieur (Ex. : sol) qui contient des substances dissoutes. La concentration en solutés du suc vacuolaire est supérieure à celle du milieu extérieur. Au niveau des poils absorbants, l'eau du milieu extérieur migre vers la vacuole. En effet, lorsque deux solutions séparées par une membrane semi-perméable présentent	Cellule végétale Paroi cellulosique Membrane (cyto) plasmique Cytoplasme Noyau Vacuole	osmose-chez-les-etres-vivants.html (Osmose et diffusion) Annexe 1	

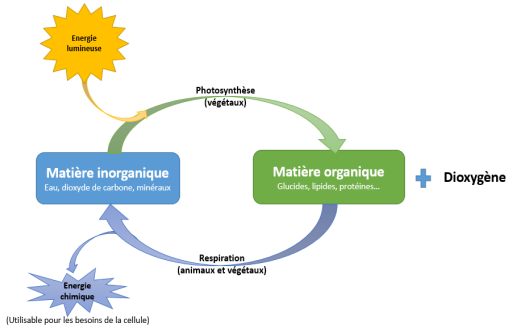
	des concentrations inégales en solutés, l'eau tend à diffuser à travers cette membrane semi-perméable de la solution la moins concentrée (milieu extérieur **hypotonique**) vers la solution la plus concentrée (milieu intérieur **hypertonique**) : c'est le phénomène d'**osmose**. L'eau pénètre donc dans les poils absorbants par osmose. Ainsi, par osmoses successives, l'eau passe de la périphérie de la racine vers les vaisseaux conducteurs situés dans la partie centrale de la racine. Cependant, les sels minéraux passent du milieu extérieur vers la racine par d'autres mécanismes (**diffusion**). Ils seront acheminés vers les vaisseaux conducteurs où avec l'eau, ils formeront la sève brute qui se déplacera vers les parties aériennes de la plante et tout particulièrement les feuilles. B. **Au niveau des feuilles** Les cellules foliaires contiennent des **chloroplastes**, organites renfermant des pigments verts comme la chlorophylle. Ils sont le siège de la **photosynthèse** et sont observables au microscope optique. La cellule végétale a une taille généralement comprise entre 10 et 200 µm.	Hypotonique Hypertonique Osmose Diffusion Chloroplastes Photosynthèse	Delvigne, M., (2009). p. 124 à 126. (cahier d'activités) Delvigne, M., (2008), p.15. Delvigne, M., (2009). p.86. (référentiel officiel)	
Élève *Schématiser des cellules végétales, sur base de l'observation au microscope optique.* *A l'aide d'observations au microscope optique :*				

➢ *identifier les principaux constituants et réaliser des croquis d'observation de différentes cellules végétales ;* ➢ *déterminer l'ordre de grandeur de la dimension d'une cellule végétale.* **Professeur** Faire observer par les élèves des feuilles d'Elodée, des cellules d'épiderme d'oignon au microscope optique (voir outil-lien proposé). Remarque : pour toutes les observations microscopiques, faire calculer le grossissement. ***Élève*** *Rechercher des facteurs susceptibles de favoriser la photosynthèse (par exemple : lumière (intensité, couleur), dioxyde de carbone, eau, chlorophylle), à l'aide d'une démarche expérimentale.* *Construire un modèle simple de la photosynthèse à partir de l'interprétation d'expériences avec des*	 Les chloroplastes des cellules : - captent l'énergie lumineuse ; - utilisent l'eau de la sève brute ; - utilisent du dioxyde de carbone (CO_2 atmosphérique) ; et produisent du glucose et du dioxygène (O_2). Ce phénomène chimique s'appelle la photosynthèse. La **sève organique ou élaborée** qui circule dans toute la plante est constituée de molécules organiques issues de la photosynthèse, d'eau et de sels minéraux. Par ailleurs, les plantes utilisent du glucose et des sels minéraux pour fabriquer d'autres substances organiques (protides, lipides,	Sève organique Sève élaborée	UAA2SG F2[2]	

[2] http://www.sciences-wbe.be

végétaux verts (par exemple : production de dioxygène, présence de carbone, besoin d'eau, besoin de substances minérales, besoin de lumière,…). **Professeur** Travailler à partir de documents ou d'expériences à interpréter : par exemple, proposer des expériences mettant en évidence le prélèvement de CO_2 en utilisant le bleu de bromothymol, le dégagement d' O_2 en utilisant le bleu de méthylène, visualiser le trajet de l'eau dans un pétiole de céleri (voir outil-lien proposé). **Élève** *Comparer les quantités de dioxygène produites lors de la photosynthèse et consommées lors de la respiration d'un végétal vert.*	autres glucides…).De même, elles peuvent stocker ces substances sous diverses formes. La plante utilise une partie de ses réserves pour sa croissance et son fonctionnement. Croissance et fonctionnement nécessitent une dépense d'énergie couverte par la dégradation de molécules de glucose en présence de dioxygène. Cette réaction chimique, la **respiration** cellulaire, se déroule dans des organites spécialisés appelés mitochondries. La respiration se produit de jour comme de nuit. **En présence de lumière** **<u>Équation nominative de la photosynthèse</u>** ✓ Eau + dioxyde de carbone + énergie lumineuse → dioxygène + glucose **<u>Équation nominative de la respiration</u>** ✓ Dioxygène + glucose → eau + dioxyde de carbone + énergie chimique **En absence de lumière** **<u>Équation nominative de la respiration</u>** ✓ Dioxygène + glucose → eau + dioxyde de carbone + énergie chimique	Respiration	Delvigne, M., (2009), p. 92 à 111. UAA2SG F3[3] http://www.svtauclairjj.fr/elodee_ps/exao.htm (Échanges gazeux photosynthétiques et respiratoires) http://www.ac-grenoble.fr/lycee/elie.cartan/spip/IMG/pdf_TP7Bilan.pdf (Siège de la photosynthèse et expériences)	

[3] http://www.sciences-wbe.be

Professeur Faire visualiser par les élèves une animation sur la photosynthèse et leur demander de décrire les phases importantes sous forme d'un texte structuré.	Les végétaux chlorophylliens sont les principaux producteurs de dioxygène.			
Élève *Mettre en évidence l'équivalence de la fonction de respiration chez les végétaux verts et chez les animaux* **Professeur** Mettre en évidence expérimentalement la respiration cellulaire chez les autotrophes et les hétérotrophes (expériences avec l'eau de chaux, voir outil-lien proposé par exemple). À partir de l'analyse des résultats des expériences, faire réaliser un schéma-bilan de relation entre la photosynthèse et la respiration cellulaire.	Grâce à la photosynthèse, les végétaux fabriquent de grandes quantités de molécules organiques. Une partie est utilisée pour leur croissance, leur nutrition et l'excédent est mis en réserve. Ce sont des organismes **autotrophes**. Les animaux et les champignons ne peuvent réaliser la photosynthèse et doivent donc se procurer les molécules organiques, soit en les absorbant dans le milieu (champignons), soit après digestion d'aliments (animaux). Ce sont des **hétérotrophes**.  	Autotrophe Hétérotrophe	http://stao.ca/res2/demo/fr-9AP-B1.pdf (Photosynthèse et respiration, processus complémentaires : expériences) Delvigne, M., (2009), p.115. Annexe 2	2 P
Élève *Distinguer à partir de l'observation d'un milieu de vie, les notions de biotope, de biocénose et d'écosystème.*	Les êtres vivants qui peuplent un milieu physique dépendent non seulement les uns des autres mais aussi des facteurs de ce milieu. L'ensemble des êtres vivants en relation entre eux forme la **biocénose**.	Biocénose	http://jedonnevieamaplanete.enclasse.be/fr/enclasse/---secondaire/sur-la-biodiversité/les-cosystmes_470.aspx (Les écosystèmes)	4P

A partir de documents (photographies, vidéos, …), retrouver et caractériser dans un écosystème donné : - *Des relations entre les êtres vivants et leur biotope.* **Professeur** Le thème peut être abordé au moyen de documents mais aussi sur place au sein d'un écosystème (forêt, mare, souche d'arbre…) Faire recenser par les élèves tous les éléments qui interviennent dans le milieu de vie choisi et demander d'établir une classification sous forme de tableau à deux colonnes : êtres vivants - autres éléments. Faire analyser le tableau et relever les différents éléments « non vivants », les classer en facteurs physiques ou chimiques.	Le milieu physique qui dispose des ressources assurant les besoins des êtres vivants qui y habitent constitue le **biotope**. Il se caractérise par un ensemble de facteurs physico-chimiques appelés **facteurs abiotiques** (Ex : température, humidité, teneur en dioxygène, teneur en dioxyde de carbone, acidité, luminosité, vent, précipitations…) Une biocénose et un biotope en fonctionnement forment un **écosystème.** Les écosystèmes sont en évolution constante. En effet, ils sont sensibles aux changements de facteurs abiotiques susceptibles de se produire (sécheresse, réchauffement anormal…) mais aussi aux variations de **facteurs biotiques** (interactions entre les êtres vivants qui peuplent l'écosystème). Les écosystèmes sont de tailles variables (de la mare à l'océan ; de l'arbre à la forêt…).	Biotope Facteur abiotique Écosystème Facteur biotique	Delvigne, M., (2011). p. 87 à 96. Raven, (2007). p. 1172. http://www.cheneliere-education.ca/Sciences_Terre-Neuve/7e_annee/Feuilles_reproductibles/FR_Module_1.pdf (Les interactions au sein d'un écosystème résumés et exercices)	
Professeur Définir la notion d'espèce. Préciser les différents types de relations entre les espèces différentes. Demander aux élèves d'illustrer, à l'aide d'une recherche documentaire, ces différents types de relations par des exemples concrets.	Dans une biocénose, toutes les **espèces** exercent les unes sur les autres des actions qui établissent de multiples relations (deux individus appartiennent à la même espèce[4] s'ils sont capables de se reproduire entre eux	Espèce	Delvigne, M., (2011). p. 87 à 96. Raven., (2007).	2P

[4] Définition biologique la plus communément admise

Élève *A partir de documents (photographies, vidéos, …), retrouver et caractériser dans un écosystème donné :* - *des relations intraspécifiques entre les êtres vivants ;* - *relations interspécifiques entre les êtres vivants.*	et de donner naissance à des individus fertiles). ➢ Les **relations interspécifiques** (entre espèces différentes) : 1. la **prédation** La prédation est une relation de type alimentaire au cours de laquelle un prédateur se nourrit d'une proie. 2. les associations **ou symbioses** Lorsque des rapports étroits entre deux espèces différentes s'établissent, on parle d'association ou de symbiose[5] En fonction des conséquences de cette relation pour chacun des partenaires, on distingue trois types d'associations : - le **parasitisme** est une association entre deux êtres vivants dans laquelle l'un (le parasite) vit aux dépens de l'autre (l'hôte) en lui portant préjudice sans entraîner nécessairement sa mort (exemples de parasites externes : tique du chien, de parasites internes : le ténia (ver solitaire) ou le toxoplasme chez l'Homme…). Chez les plantes, on distingue :	Relations interspécifiques Prédation Symbiose Parasitisme	p. 1172. http://www.cefoscim.be/ressources/documents-a-telecharger/CDS2010culot (Quand le peuple de l'herbe s'invite) CEFOSCIM. (2010).	

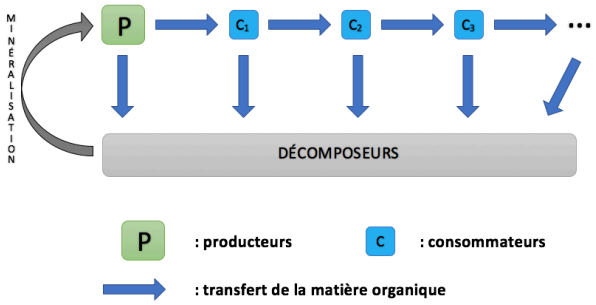
[5] Dans certains ouvrages, le terme « symbiose » est utilisé comme synonyme de mutualisme obligatoire.

	• les parasites complets : inaptes à la photosynthèse car leur feuillage est inexistant ou réduit et/ou dépourvu de chlorophylle. Ils doivent prélever chez leurs hôtes, non seulement de l'eau et des sels minéraux (sève brute), mais aussi des substances organiques (sève élaborée) (Ex : la cuscute européenne (*Cuscuta europea*)) ; • les hémiparasites : ce sont des plantes vertes capables de photosynthèse qui prélèvent chez leurs hôtes essentiellement des sels nutritifs et de l'eau et très peu de substances organiques. Certains parasitent les racines, d'autres des parties aériennes de l'hôte (Ex : le gui (*Viscus album*). - le **commensalisme** est une association entre deux êtres vivants dans laquelle l'un tire profit de l'autre sans lui porter préjudice (Ex : poisson-pilote, lépisme des fourmis, épiphytes…) ; - le **mutualisme** est une association qui profite aux deux espèces qui y participent (Ex : poisson-clown et anémone…) ; lorsque deux espèces ne peuvent pas vivre séparément, on parle de mutualisme obligatoire (Ex : lichens, nodosités des fabacées, mycorhizes…).	Commensalisme Mutualisme		

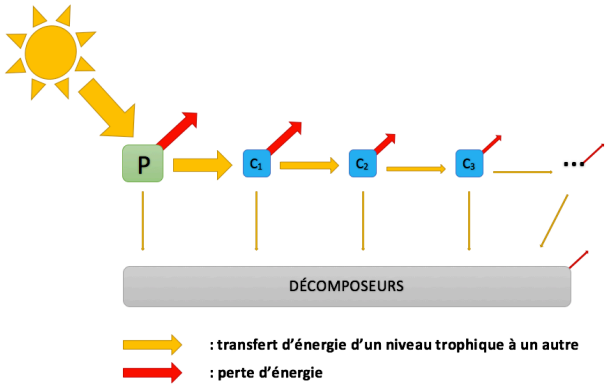
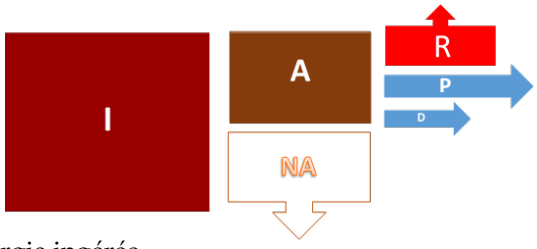
Professeur Montrer des progrès technologiques issus de l'étude des animaux sociaux (par exemple intelligence artificielle)	➢ Les **relations intraspécifiques** (au sein de la même espèce) : 1. la recherche d'un partenaire sexuel (Ex : cerf) ; 2. la **coopération** (Ex. : la formation de sociétés d'individus avec, éventuellement, la mise en place d'une hiérarchie entre individus (rangs sociaux) comme les insectes sociaux, rats-taupes, araignées sociales, chimpanzés…) ; 3. la relation parent-enfant (Ex : soins aux jeunes chez les manchots, les loups…) ; 4. la **compétition** : par définition, les individus appartenant à la même espèce utilisent les mêmes ressources (nourriture, lumière, eau…) et entrent en compétition. répartition de l'espace les amène à occuper des zones différentes). Les principaux facteurs de compétition sont : - chez les végétaux : a. l'accès à la lumière ; b. l'accès à l'eau et aux substances minérales ; c. l'espace disponible ; - chez les animaux : a. l'accès à la nourriture et à l'eau ; b. l'occupation d'un territoire.	Relations intraspécifiques Coopération Compétition		

Professeur Rappeler les notions de « niveaux occupés par les êtres vivants » abordées au 1er degré. Proposer, sur base d'un écosystème étudié sur le terrain (forêt, mare, souche d'arbre…), différents réseaux trophiques et faire schématiser les transferts de matière dans chacun des réseaux trophiques étudiés. Faire construire, par les élèves, un schéma de synthèse des transferts de matière entre les différents niveaux trophiques (UAA2 F.01). **Élève** *Schématiser les transferts de matière et les flux d'énergie dans un réseau trophique simple.*	Dans quasiment tous les écosystèmes, les êtres vivants à la base de chaque chaîne alimentaire sont des organismes autotrophes. Dans un réseau trophique, les organismes autotrophes se nomment les producteurs primaires. Les plantes vertes en milieu terrestre et le phytoplancton en milieu marin constituent les principaux producteurs primaires (P). Les niveaux trophiques suivants sont occupés par les êtres vivants hétérotrophes. Ils sont représentés par : • les animaux herbivores : les consommateurs primaires (C_1) ; • les animaux carnivores : les consommateurs secondaires (C_2) (il peut y avoir plusieurs niveaux d'animaux carnivores) ; • les organismes consommant des cadavres et des déchets organiques : les décomposeurs (détritivores et transformateurs). Ils assurent leur recyclage en matière minérale. Les détritivores fractionnent cette matière organique (cadavres et détritus d'animaux et de végétaux) en fragments plus petits. Les transformateurs (bactéries,		Activités spécifiques élaborées dans les CDPA (Centres de Dépaysement et de Plein Air W-BE). http://www.restode.cfwb.be/cdpa/ Ex. : http://www.chateaularoseraie.net/index3.htm UAA2 F1[6] Ex. : écosystème, la mare http://www.urban-ecology.be/wp-content/uploads/2013/05/la-mare.pdf Delvigne, M., (2011). p. 97 à 103.	2 P

[6] http://www.sciences-wbe.be

	champignons…) transforment cette matière organique morcelée en matière minérale. La minéralisation de la matière organique par les décomposeurs permet de fournir aux autotrophes les éléments minéraux dont ils ont besoin. Il existe donc un **transfert de la matière.**  C'est en consommant de la matière organique que les organismes hétérotrophes trouvent les matériaux et l'énergie qui leur sont nécessaires. La matière organique produite par les organismes autotrophes est donc transformée le long des chaînes trophiques. Le passage de la matière organique d'un niveau trophique à un autre s'accompagne d'un **flux d'énergie** qui se fait avec des pertes considérables, principalement sous forme de chaleur. Il en résulte que les chaînes	Transfert de matière Flux d'énergie	UAA2 F1[7]	

[7] http://www.sciences-wbe.be

Professeur Demander aux élèves de compléter le schéma des transferts de matière à l'aide de flèches correspondant aux flux d'énergie sur le (UAA2 F.01).	trophiques ne peuvent pas être très longues (cinq à six niveaux maximum). Flux d'énergie au sein d'un réseau trophique simple  Flux d'énergie au sein d'un organisme  I : énergie ingérée A : énergie assimilée NA : énergie non assimilée R : énergie utilisée lors de la respiration P : énergie fixée dans la production D : énergie utilisée lors la digestion des aliments		http://www.ecosociosystemes.fr/ecosysteme.html (Écosystème) UAA2 F1[8] http://genie.edumedia-sciences.com/fr/a687-flux-d-energie-dans-un-ecosysteme (Animation sur le flux d'énergie dans un écosystème) http://lamaisondalzaz.wordpress.com/la-foret-son-role-vu-par-les-citoyens/la-foret-de-la-chaine-alimentaire-au-transfert-de-matiere/ (Étude de l'écosystème forêt)	

[8] http://www.sciences-wbe.be

Professeur Par le biais d'une approche expérimentale envisagée, par exemple, dans un CDPA, CRIE[9], universités…, souligner le fait que l'équilibre est dynamique en mettant en évidence tous les facteurs qui interviennent au sein de l'écosystème choisi. Faire un recensement de la biodiversité de l'écosystème. Mettre en évidence les perturbateurs de l'écosystème. **Élève** *Par le biais d'une approche expérimentale, analyser un écosystème (par exemple : la haie, la mare, le chêne, l'aquarium...) et expliquer comment l'écosystème tend vers un état d'équilibre.* **Professeur** Aborder la notion de successions écologiques par différentes activités (Ex. : étude des terrils, réalisation d'une mare, installation d'un jardin sauvage…). **Élève** *Montrer à l'aide de différents réseaux trophiques le lien entre la diversité des espèces et la stabilité d'un écosystème.* À l'aide de documents, montrer[10] que la disparition d'un maillon dans un réseau peu	**Équilibre d'un écosystème** Les écosystèmes tendent à évoluer vers un stade « stable » appelé climax (ou stade climacique). En effet, après une série de successions de stades écologiques, les écosystèmes arrivent à un état d'équilibre spécifique aux conditions climatiques et géologiques du moment (Ex : les forêts de chênes et de hêtres dans nos contrées, les pessières dans le Jura…). Toutefois un changement des conditions environnementales provoquera une évolution de l'écosystème vers un nouvel état d'équilibre. Dans des conditions environnementales instables, l'état d'équilibre est donc rarement atteint. Plus la biodiversité est grande dans un écosystème, plus les liens établis, que ce soit au sein de la biocénose mais aussi entre la biocénose et le biotope, sont nombreux. La disparition ou l'apparition d'un maillon dans le réseau trophique d'un écosystème présentant une multitude de liens influencera moins le stade climacique de ce dernier que pour un réseau présentant peu de liens. Ainsi, dans les écosystèmes locaux (Ex. : une mare pédagogique), les communautés sont plus sujettes aux changements qu'à un stade		Campbell N., (2012). p.1293. Jalajel, J., (2012). p. 194. http : //biodiversitesan.blogspot.be/2011/03/quelles-sont-les-causes-du-desequilibre.html (Causes des déséquilibres des écosystèmes) http://jedonnevieamaplanete.enclasse.be/fr/enclasse/---secondaire/sur-la-biodiversit/les-cosystmes_470.aspx (Exemples de deux écosystèmes : pelouse-prairie fleurie)	3 P

[9] Centre de Dépaysement et de Plein Air, Centre Régional d'Initiation à l'Environnement

[10] Cette constatation peut être formulée à partir de l'étude de l'écosystème étudié précédemment.

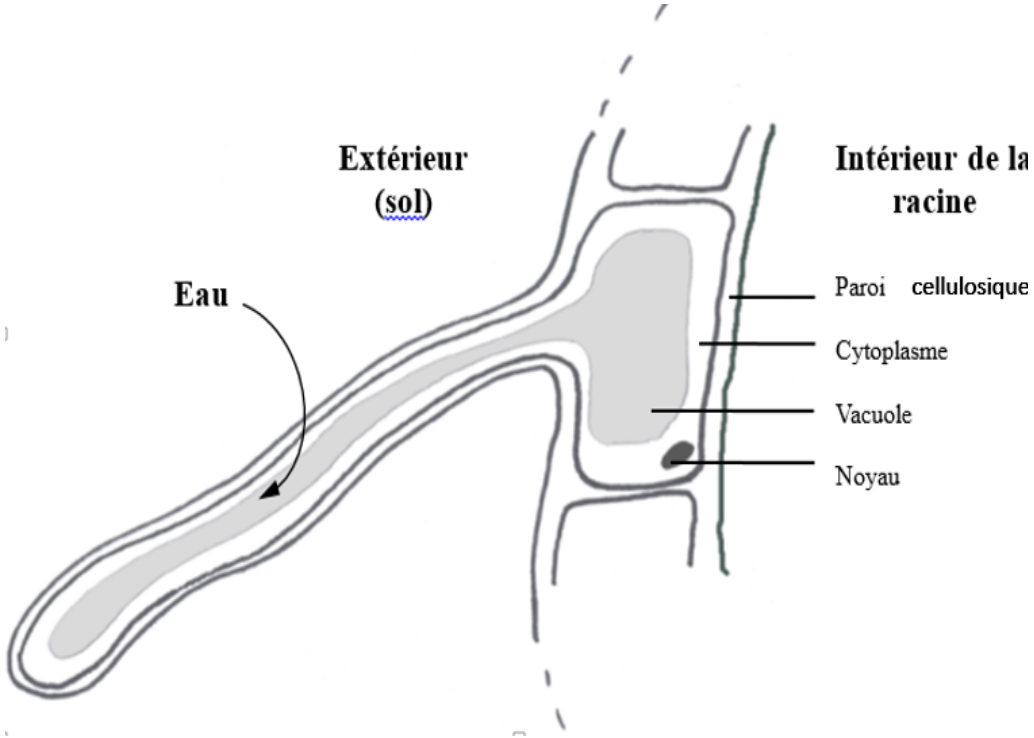
diversifié aura plus d'impact sur la stabilité de l'écosystème.	« en équilibre » (Ex. : apparition de lentilles d'eau ou d'algues dans un plan d'eau et eutrophisation).			
Élève *Représenter le cycle bio-géo-chimique du carbone.* À partir de documents, de textes, d'animations … (voir outils-liens) reconstruire un cycle de carbone.	**Le cycle du carbone** Le carbone est présent dans les êtres vivants, les océans, l'air et l'écorce terrestre. Il circule en permanence et sous différents états chimiques entre l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère[11]. Les océans sont les principaux puits de carbone de la planète. Le carbone contenu dans l'atmosphère, présent sous forme de CO_2, provient surtout de la respiration des êtres vivants, animaux et végétaux, qui rejettent du CO_2 lors de leur respiration. Le CO_2 atmosphérique est absorbé en partie par les végétaux et le phytoplancton des océans au cours de la photosynthèse, ce qui contribue à le recycler. La teneur en CO_2 de l'atmosphère est renforcée par certaines activités générées par les humains (transports, industries, etc.) consommatrices de combustibles fossiles contenus dans l'écorce terrestre, ainsi que par la dégradation des êtres vivants.	Cycle du carbone	http://www.larousse.fr/encyclopedie/animations/Cycle_du_carbone/1100559 (Le cycle du carbone) http://files.meteofrance.com/files/education/animations/cycle_du_carbone/highres/popup.html (Le cycle du carbone) http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/page-carbone.htm (Le cycle du carbone et de l'oxygène et le flux d'énergie dans la biosphère)	2 P

[11] La biosphère comprend l'ensemble des êtres vivants et les environnements dans lesquels ils vivent. La lithosphère est la partie solide, rocheuse de l'écorce terrestre, l'hydrosphère est constituée des zones de la planète occupées par de l'eau ou de la glace.

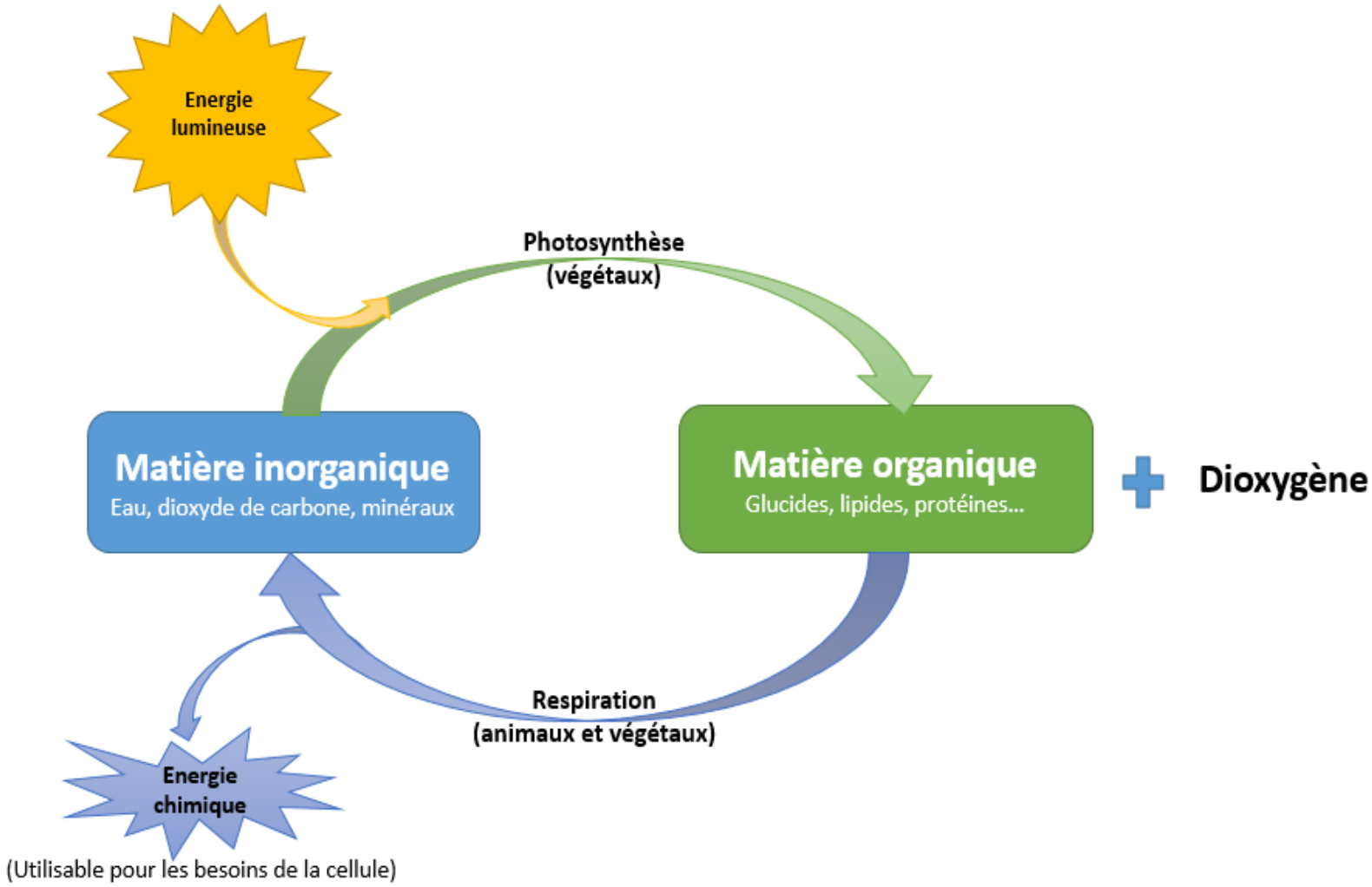
	Depuis deux siècles, l'usage des combustibles fossiles s'étant fortement accru, la concentration en CO_2 dans l'atmosphère s'en trouve d'autant plus augmentée qu'il n'est pas plus absorbé par l'hydrosphère et la lithosphère ».			
Évaluations formatives **RCD**				1 P[12]
Évaluation sommative **RCD**				1 P

[12] Le nombre et le moment des évaluations restent du domaine de la liberté pédagogique du professeur et sont indiqués ici à titre indicatif.

Annexe 1


Extérieur
(sol)
Intérieur de la
racine
Eau
Paroi cellulosique
Cytoplasme
Vacuole
Noyau

Annexe 2


Energie lumineuse
Photosynthèse (végétaux)
Matière inorganique
Eau, dioxyde de carbone, minéraux
Matière organique
Glucides, lipides, protéines...
Dioxygène
Respiration (animaux et végétaux)
Energie chimique
(Utilisable pour les besoins de la cellule)

Exemple de mise en situation

1er partie de l'exploitation

Cas particulier : la plante carnivore

On appelle **plante carnivore** tout végétal chlorophyllien (plante verte) capable d'attirer et de capturer des proies (insectes, acariens et autres) puis d'en assimiler tout ou partie afin de subvenir (partiellement) à ses propres besoins. Il en existe de nombreuses espèces.

Les plantes carnivores du genre *Nepenthes* sont des lianes tropicales qui possèdent un piège en forme d'urne. La partie supérieure de l'urne constitue la zone d'attraction dont les bords glissants permettent la chute dans l'urne de proies potentielles (insectes, arachnides, petits lézards, etc.) tandis que la partie inférieure constitue la zone digestive où la plante sécrète et stocke un liquide sucré riche en enzymes digestives notamment des protéases, des chitinases.

Ce dispositif permet un apport azoté à la plante étant donné que, dans les sols souvent inondés ou détrempés des forêts humides où elle pousse, l'azote est difficilement absorbable par les racines.

Introduire la notion d'hétérotrophie en mettant en évidence que le cas de la plante carnivore est un cas particulier.
Pour rappel, les hétérotrophes sont des êtres vivants consommant de la matière organique car ils sont incapables de produire leur matière organique à partir de matières exclusivement minérales comme les autotrophes.
Ici : la plante carnivore est autotrophe mais aussi hétérotrophe.

2e partie : notion de relation interspécifique : mutualisme

Des chercheurs ont constaté que certains spécimens de *Nepenthes bicalcarata* peuvent grimper jusqu'à 20 mètres de haut. D'autres, en revanche ont une croissance moins importante. La différence tient dans la présence d'une espèce de fourmi. Cette fourmi, contrairement à d'autres insectes, est capable de nager dans le suc produit par la plante. Elle se délecte du nectar riche en sucres et se nourrit d'autres insectes piégés dans l'urne. D'autres scientifiques ont estimé que la fourmi joue un rôle de décomposeur : en débarrassant la plante d'un excès de cadavres de proies, elle la protège de la putréfaction.



Urne avec fourmi Urne sans fourmi

Lorsque la fourmi n'est pas dans l'urne, la surface foliaire est plus réduite, donc il se déroule moins de photosynthèse et moins de croissance. Il s'agit d'une relation interspécifique de mutualisme.

Pour poursuivre la séquence, présenter par exemple d'autres exemples de relations entre les êtres vivants.

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Campbell.N. & Reece.J. (2007). Biologie 7e édition, Paris : France, Pearson Education.

Raven, P., Johnson.G., Losos.J. & Singer.S (2007).Biologie, Bruxelles : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Verhaeghe, P., &Walravens.E. (2015) Bio 3 pour tous, Louvain-la Neuve: Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC.,Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2009) Bio 4 Référentiel Officiel. Louvain la Neuve : Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC.,Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E.(2009)Bio 4 Cahier d'activités Officiel. Louvain la Neuve : Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC.,Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2009) Bio 4 Référentiel Libre. Louvain la Neuve : Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC. Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens, E., (2008). Bio 3 Référentiel Officiel. Louvain la Neuve : Van In.

Jalajel, J., Lex, M., Noce, D. & Bonhomme, C. (2012). Les cahiers du développement durable. Namur : Delbeuck.

« Allons pêcher dans un ruisseau »
« Ecologie de la forêt »
« Etude d'un étang périurbain »
« Evaluation biologique et typologique des cours d'eau »
« Extrait de « Aperçu sur l'écologie du sol » - La faune du sol »
« Le sol, milieu vivant »
« Le microscope : aspects méconnus – principes »
« Expérimentation en physiologie végétale »

« Guide écologique - Forêt de la Vecquée – Seraing », Publications du Centre technique et pédagogique- Frameries

Sitographie

Activités spécifiques élaborées dans les CDPA (Centres de Dépaysement et de Plein Air W-BE). http://www.restode.cfwb.be/cdpa/ Ex. : http://www.chateaularoseraie.net/index3.htmj [en ligne] , consulté le 01/03/17.

Animation http://genie.edumedia-sciences.com/fr/a687-flux-d-energie-dans-un-ecosysteme, [en ligne] , consulté le 23/11/13.

CEFOSCIM. (2010). Congrès des Sciences – quand le peuple de l'herbe s'invite dans les tâches et compétences en biologie. Site de l'Université de Namur http://www.cefoscim.be/ressources/documents-a-telecharger/CDS2010culot, [en ligne], consulté le 20/03/14.

Enseignement.be : *outil d'évaluation*. http://www.enseignement.be/index.php?page=25938&id=5005, [en ligne], consulté le 21/11/14.

Exemples de deux écosystèmes : http ://jedonnevieamaplanete.enclasse.be/fr/enclasse/---secondaire/sur-la-biodiversit/les-cosystmes_470.aspx, [en ligne], consulté le 23/11/13.

http ://biodiversitesan.blogspot.be/2011/03/quelles-sont-les-causes-du-desequilibre.html, [en ligne], consulté le 23/11/13.

http://www.cheneliere-education.ca/Sciences_Terre-Neuve/7e_annee/Feuilles_reproductibles/FR_Module_1.pdf (Les interactions au sein d'un écosystème résumés et exercices, consulté le 28/02/17.

http://lamaisondalzaz.wordpress.com/la-foret-son-role-vu-par-les-citoyens/la-foret-de-la-chaine-alimentaire-au-transfert-de-matiere/[en ligne], consulté le 21/11/14.

http://www.cheneliere-education.ca/Sciences_Terre-Neuve/7e_annee/Feuilles_reproductibles/FR_Module_1.pdf, [en ligne], consulté le 23/11/13.

http://lamaisondalzaz.wordpress.com/2010/05/01/les-facteurs-ecologiques-biotiques/, [en ligne], consulté le 23/11/13.

http ://files.meteofrance.com/files/education/animations/cycle_du_carbone/highres/popup.html , [en ligne], consulté le 23/11/13.

http://tpe-osmose.e-monsite.com/pages/i-l-osmose-chez-les-etres-vivants.html, [en ligne], consulté le 21/11/14.

http://stao.ca/res2/demo/fr-9AP-B1.pdf, [en ligne], consulté le 4/11/14.

http://www.academie-en-ligne.fr/Ressources/7/SN12/AL7SN12TEPA0013-Sequence-07.pdf, [en ligne], consulté le 26/11/14.

http://www.academie-en-ligne.fr/Ressources/7/SN12/AL7SN12TEPA0211-Sequence-06.pdf, [en ligne], consulté le 23/11/13.

http : //www.larousse.fr/encyclopedie/animations/Cycle_du_carbone/1100559 , [en ligne], consulté le 23/11/13.

http ://www.snv.jussieu.fr/bmedia/Photosynthese-cours/page-carbone.htm, [en ligne], consulté le 23/11/13.

Pol, D., http://www.didier-pol.net/1OSMOSE.html, [en ligne], consulté le 4/11/14.
Siège de la photosynthèse et expériences. http://www.ac-grenoble.fr/lycee/elie.cartan/spip/IMG/pdf_TP7Bilan.pdf, [en ligne], consulté le 24/11/13.

Respirer dans des milieux de vie différents : http://jeanvilarsciences.free.fr/?page_id=641

Exemple d'écosystème, la mare : http://www.urban-ecology.be/wp-content/uploads/2013/05/la-mare.pdf, [en ligne], consulté le 23/11/13.

Biologie

Sciences générales

2e degré

UAA3

« Unité et diversité des êtres vivants »

Durée prévue pour l'UAA (18 périodes) : de septembre à mars en 4e année

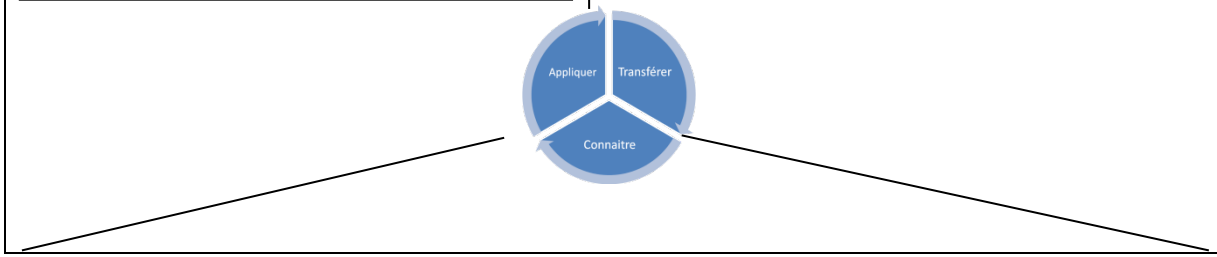
Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré — Quatrième année – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 3

« Unité et diversité des êtres vivants »

Compétences à développer

- **Malgré leur extraordinaire diversité, mettre en évidence les ressemblances (moléculaires, cellulaires) entre les êtres vivants.**
- **Expliquer que la molécule d'ADN contient l'information génétique.**
- **Expliquer l'universalité et la variabilité de l'ADN.**

Processus	Ressources
Appliquer • Comparer les tailles relatives de molécules et de cellules (par exemple : d'une cellule animale, d'une cellule végétale, d'une bactérie, d'une mitochondrie, d'une macromolécule organique, d'une molécule d'eau, d'un atome de carbone,…). • A partir de l'analyse de documents décrivant une mutation (par exemple : individus d'une même espèce avec un pelage de couleur différente, drépanocytose, …), expliquer les conséquences de la variabilité de l'ADN au sein d'une espèce. • Comparer la mitose et la méiose sur base d'images de coupe de microscope optique. • Comparer des photographies de caryotypes provenant de cellules différentes. • Résoudre un problème simple de monohybridisme. **Transférer** • A partir de photographies réalisées au microscope (optique ou électronique), identifier et schématiser la cellule photographiée (animale, végétale ou bactérienne). • A partir de l'analyse de résultats expérimentaux montrant les variations de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire, interpréter un graphique de l'évolution de la quantité d'ADN au cours du temps. 	**Prérequis** • UAA 1 & 2 de Biologie **Savoirs disciplinaires** • Cellule végétale • Cellule animale • Cellule bactérienne • Structure et ultrastructure cellulaire (mitochondries, lysosomes, REG, Golgi, ribosomes, noyau, membrane plasmique, paroi cellulosique, chloroplastes) • Macromolécules organiques (glucides, protéines, lipides, ADN). Représentation schématique. • Information génétique (ADN – chromosomes- chromatine) • Gène (unité d'information) et allèles • Nucléotide • Mutation • Cycle cellulaire (réplication de l'ADN, mitose) • Caryotype • Méiose • Monohybridisme

Connaitre

- Sur base de l'observation d'images de microscopie optique et électronique, modéliser la structure et l'ultrastructure cellulaire.
- A partir de documents, identifier les éléments chimiques caractéristiques (C, H, O, N) des molécules qui constituent les êtres vivants (eau et macromolécules organiques (protéines, glucides, ADN, lipides)).
- Réaliser une représentation schématique de la molécule d'ADN (échelle torsadée), à partir de documents.
- Décrire une expérience de transgénèse montrant que l'ADN est une molécule contenant une information universelle.
- Etablir le lien entre chromosomes, ADN et information génétique.
- Identifier les origines des mutations.
- Décrire les phases du cycle cellulaire et expliquer le rôle de la mitose.
- Expliquer les rôles de la méiose et de la fécondation quant à la diversité génétique.
- Mettre en parallèle les observations de Mendel (expérience de monohybridisme) et la formation des gamètes lors de la méiose.

Savoir-faire disciplinaires

- Utiliser un microscope optique.
- Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.
- Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.
- Extraire des informations de photographies réalisées au microscope (utiliser l'échelle du document, identifier les organites,…).
- Comparer des schémas de cellules,…

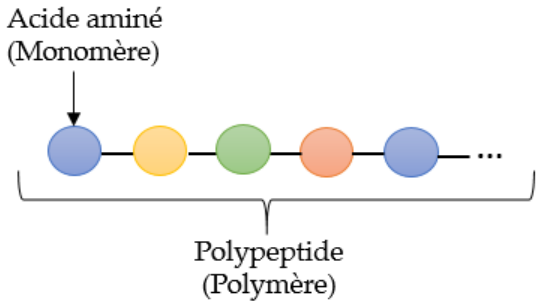
Considérations pédagogiques

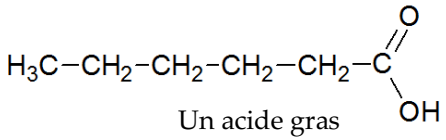
Remarque préalable : les contenus de la colonne « développement suggéré » sont donnés dans un certain ordre à titre d'exemple. Dans la construction de sa propre séquence d'apprentissage, chaque enseignant conserve la liberté pédagogique de leur articulation au sein de chaque unité.

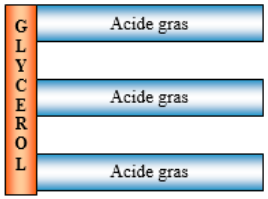
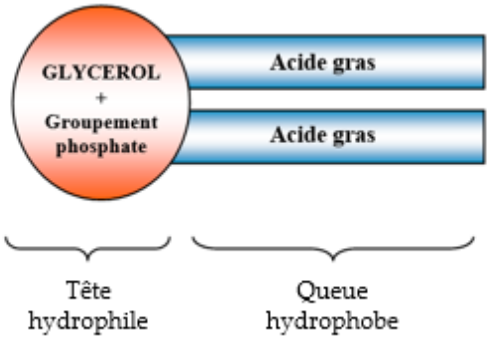
Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Professeur Rappeler brièvement aux élèves les niveaux d'organisation du vivant en partant des atomes et molécules pour arriver aux cellules. **Élève** *A partir de documents, identifier les éléments chimiques caractéristiques (C, H, O, N) des molécules qui constituent les êtres vivants (eau et macromolécules organiques (protéines, glucides, ADN, lipides).* **Professeur** Montrer des molécules organiques (acide aminé, triglycéride, phospholipide, glucose…), leur faire déduire les éléments qui les constituent et mettre en évidence qu'elles ont toutes un squelette carboné.	**I. Les éléments et molécules du vivant** Les principaux éléments qui servent de « briques » constitutives des molécules du vivant sont : C : carbone H : hydrogène O : oxygène N : azote Toutes nos molécules sont faites à partir de ces éléments qui sont par conséquent très abondants dans notre corps, ce sont des éléments majeurs. Parmi les éléments majeurs, on trouve également le calcium, le soufre…		Cornet.M., (2008). p. 14 à 25. Delvigne.M., (2011). p. 14 à 20.	2P

Faire analyser par les élèves des étiquettes alimentaires pour déduire les différents groupes de composés organiques (voir la référence proposée dans la colonne outil-lien par exemple). Rappeler aux élèves le rôle de l'eau (hydrolyses) lors de la digestion. Montrer un tableau comparatif du pourcentage en eau contenu dans différents organismes (voir la référence proposée dans la colonne outil-lien, par exemple).	D'autres éléments sont également présents mais en moindre quantité (teneur inférieure à 1 mg/kg de masse corporelle), ce sont les oligo-éléments. Par exemple : le fer qui entre dans la composition de l'hémoglobine pour le transport de l'oxygène dans le sang, le zinc, le cuivre.... Les substances constituant les êtres vivants sont de deux types : • les substances minérales (eau et sels minéraux) ; • les **molécules organiques : les protéines, les lipides, les glucides** et les acides nucléiques qui constituent les quatre principales classes de composés organiques dans les cellules. Certaines de ces molécules sont des **macromolécules**. **A. L'eau** L'eau est une molécule inorganique indispensable à la vie. Elle constitue entre 60 à 70% de la masse corporelle chez l'Homme en fonction de l'âge et du sexe. L'eau est le milieu réactionnel du vivant. C'est un solvant, un transporteur de substances et toutes les réactions chimiques au niveau cellulaire se font dans l'eau.	Molécules organiques (protéines, glucides, lipides) Macromolécules	Cornet.M., (2008). p. 26 à 29.	

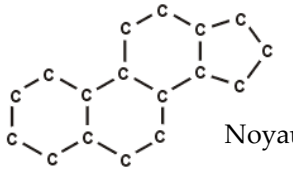
Montrer aux élèves les formules développées de quelques acides aminés, leur faire entourer les parties identiques et celles qui diffèrent pour leur faire déduire la formule générale d'un acide aminé. Voir situation d'apprentissage 1 proposée en fin d'UAA. Par exemple, faire visualiser la structure de l'insuline (constituée de deux chaînes polypeptidiques) et/ou de l'hémoglobine (constituée de quatre chaînes polypeptidiques).	**B. Les protéines** Ce sont les substances organiques les plus abondantes dans la matière vivante. Elles renferment toujours du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Parfois, du soufre s'ajoute à ces quatre éléments. Une protéine est une molécule complexe formée par une chaîne d'acides aminés. Il existe un grand nombre d'acides aminés différents dans la nature mais seulement 20 d'entre eux sont présents dans les protéines du vivant. On distingue des acides aminés essentiels (qui ne peuvent être synthétisés par l'organisme) ou qui le sont à une vitesse insuffisante. On les trouve dans l'alimentation (au nombre de huit). Les acides aminés présentent une fonction amine ($-NH_2$) et une fonction acide carboxylique (-COOH) mais aussi un groupe chimique ou chaîne latérale, variable appelé radical. Les acides aminés s'unissent par des liaisons peptidiques dans un ordre déterminé, constituant une chaîne appelée polypeptide. Les polypeptides sont des polymères c'est-à-dire des molécules constituées d'une chaîne de molécules semblables appelées monomères (ici, les acides aminés). Les polypeptides		http://beaussier.mayans.free.fr/IMG/pdf/compo.chimique_cours.pdf (Tableau % eau)	

Mettre en évidence l'importance de la structure tridimensionnelle de la protéine sur sa fonction. Citer quelques exemples de protéines en demandant aux élèves leur rôle respectif ou en le rappelant si nécessaire. Exemples : hémoglobine (protéine de transport du dioxygène des globules rouges), kératine (protéine de soutien dans les cheveux, les ongles…), enzymes digestives (protéines qui accélèrent la vitesse des réactions chimiques)…	différent les uns des autres par la nature, le nombre et la séquence des acides aminés. Annexe 1  Le terme polypeptide réfère uniquement à l'enchaînement d'acides aminés alors que le terme protéine s'applique à une chaîne d'acides aminés (plus de 100 a.a) après son reploiement : la séquence en acides aminés détermine la forme tridimensionnelle de la protéine, celle-ci sera liée à sa fonction. Une protéine est constituée d'un ou plusieurs polypeptides parfois accompagnés d'autres molécules et d'ions métalliques. L'organisme contient des milliers de protéines différentes qui assurent de nombreux rôles dans la cellule : catalyse de réactions, transport de molécules, mouvement, fixation de molécules...			

Montrer aux élèves la structure de la membrane plasmique d'une cellule animale et insister sur sa disposition en double couche pour mettre en évidence le caractère amphipathique des phospholipides et éventuellement parler des protéines membranaires.	**C. Les lipides** Les lipides renferment toujours du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. Parfois, du phosphore s'ajoute à ces éléments. Les lipides peuvent être regroupés en trois catégories : les graisses, les phospholipides et les stéroïdes. - Les **graisses** sont des macromolécules formées d'une petite molécule de glycérol (voir UAA 1) liée avec de un à trois acides gras. Un acide gras est une molécule formée d'une chaîne de carbones, plus ou moins longue, liée à des hydrogènes et terminée par un groupement acide carboxylique (-COOH).  Un acide gras Les triglycérides (Glycérol + 3 acides gras) constituent une grande partie des graisses. Ce sont surtout des réserves d'énergie dans le monde animal. Les réserves peuvent servir également de coussins amortisseurs pour certains organes et d'isolant thermique.	Lipides Graisse	Pascal Bourbonnais http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/fya/chimcell/notesmolecules/index.htm (les molécules de la vie)	

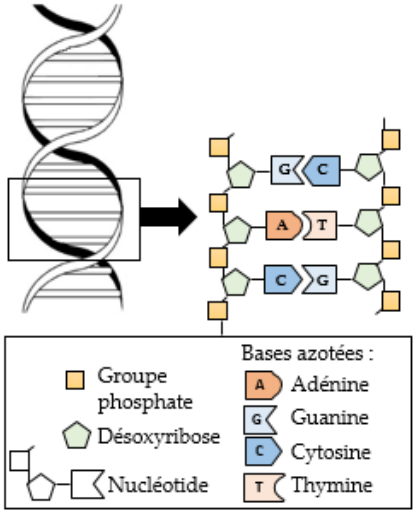
Reprendre la structure de la membrane plasmique de la cellule animale pour mettre en évidence la présence de cholestérol et introduire les stéroïdes (les formules semi-développées des molécules organiques ne sont pas à faire retenir aux élèves).	Schéma simplifié d'un triglycéride[1]  - Les phospholipides forment les membranes des cellules. Ce sont des molécules amphipathiques, c'est-à-dire que chaque phospholipide possède deux pôles : une tête polaire hydrophile (qui aime l'eau) en contact avec les liquides cytoplasmiques ou extracellulaires et une queue, non polaire, hydrophobe (qui n'aime pas l'eau). Schéma d'un phospholipide  			

[1] Il est préférable de montrer également les molécules sous leur forme semi-développée sans la faire mémoriser par les élèves.

Donner la formule de plusieurs glucides (glucose, fructose, galactose, saccharose, maltose, lactose, cellulose, amidon, glycogène) et demander aux élèves de les classer en fonction de leur structure et arriver à la notion de mono, di et polysaccharide.	- Les stéroïdes sont des lipides caractérisés par la présence d'un noyau stérol (4 cycles de carbones accolés). Différents groupes chimiques peuvent se fixer sur ce noyau stérol donnant ainsi différents stéroïdes.  Noyau stérol Ex : le cholestérol, certaines hormones sexuelles, la cortisone… **D. Les glucides** Les glucides sont constitués de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Ce sont des hydrates de carbone. Ils sont appelés communément «sucres[2]». On en distingue plusieurs types. • Les monosaccharides : monomères de glucides. Exemples : le glucose, le galactose et le fructose. • Les disaccharides : deux monomères de glucides liés ensemble.			

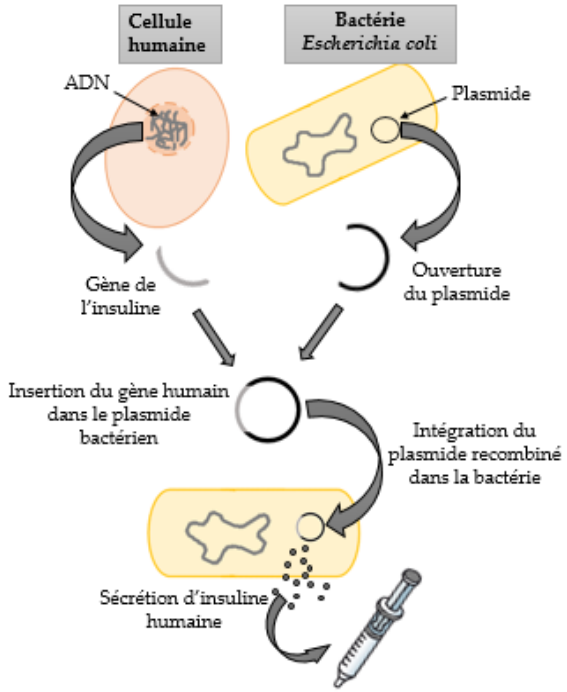
[2] Les glucides sont des sucres mais insister sur le fait que toute substance à pouvoir sucrant n'est pas forcément un glucide (ex : aspartame-édulcorant).

	Exemples : saccharose = glucose + fructose maltose = glucose + glucose lactose = glucose + galactose • Les polysaccharides : polymères de glucides **E**xemples : amidon, glycogène, cellulose. - La paroi cellulosique des végétaux chlorophylliens contient de la **cellulose** (polysaccharide non digestible par l'Homme). - Le **glycogène** : réserve glucidique des animaux. Les humains et les autres vertébrés emmagasinent le glycogène surtout dans les cellules du foie (qui stockent le glucose sous forme de glycogène quand la glycémie > 1g/L ou qui libèrent du glucose dans le sang par hydrolyse du glycogène quand la glycémie < 1g/L). - L'**amidon** : réserve glucidique des végétaux. Ceux-ci emmagasinent l'amidon sous forme de granules dans des structures comme les chloroplastes.			
Élève *Réaliser une représentation schématique de la molécule d'ADN (échelle torsadée), à partir de documents.*	**D. Les acides nucléiques** **L'ADN** est formé de deux brins enroulés en une double hélice. Chaque brin est un	ADN		

Professeur Montrer la représentation de la molécule d'ADN (avec les molécules reliées entre elles) – vidéo et/ou modèle par exemple. Utiliser la règle de Chargaff pour faire déduire la complémentarité des bases azotées. Demander à chaque élève d'écrire, à	polymère composé d'une succession de **nucléotides** dont l'ordre d'enchaînement est très précis et correspond à l'information génétique. La variabilité de l'ADN contribue à la diversité génétique des individus. Annexe 2 **Schéma de la double hélice**  **Nucléotide** = phosphate + sucre (désoxyribose) + base azotée Les nucléotides peuvent être de quatre types en fonction de leur constituant appelé base azotée. On symbolise chaque base azotée par une lettre :	Nucléotide	http://www.youtube.com/watch?v=l-hrLs03KjY (structure de l'ADN) http://www.youtube.com/watch?v=IusU0OjAuEI (en anglais-structure de l'ADN)	

son choix, une séquence de quelques nucléotides au tableau ou sur sa feuille puis mettre en commun les résultats et demander aux élèves de les comparer pour mettre en évidence ce qui les différencie (nombre, nature et ordre des nucléotides). **Élève** *Etablir le lien entre ADN, chromosomes et information génétique.* **Professeur** Exploiter les résultats des expériences historiques de Griffith, Avery… pour déduire que l'ADN est le support de l'information génétique. Utiliser par exemple la deuxième situation d'apprentissage proposée en fin d'UAA**.**	A : adénine ; T : thymine ; C : cytosine et G : guanine Les deux brins d'une molécule d'ADN sont reliés l'un à l'autre sur toute leur longueur par leurs bases azotées (liaisons faibles). A est toujours associé à T et C à G. C'est pourquoi les brins sont dits complémentaires (on peut déduire la structure d'un brin d'ADN si on connaît la structure du 2e brin). Une molécule d'ADN se caractérise par sa séquence, c'est-à-dire le nombre, la nature et l'ordre dans lequel les nucléotides s'agencent. L'ADN est la molécule qui contient **l'information génétique** nécessaire à la construction des organismes et de leurs molécules. La présence d'ADN comme support des caractères héréditaires chez tous les êtres vivants permet la réalisation d'une transgénèse.			
Élève *Décrire une expérience de transgénèse montrant que l'ADN est une molécule contenant une information universelle.*	**II. Universalité de la molécule d'ADN** La transgénèse consiste à transférer une portion d'ADN appelée gène, contenant une information génétique particulière, d'un être vivant vers un autre être vivant d'espèce différente. L'organisme transformé est appelé		http://blog.crdp-versailles.fr/cahiertextesvt208/public/TP7-transgenese.pd	1P

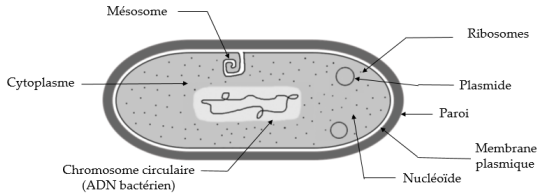
	organisme génétiquement modifié (OGM) ou organisme transgénique. Par exemple l'insuline est une hormone (messager chimique produit dans le corps humain à partir d'une information contenue dans l'ADN), qui participe à la régulation de la glycémie c'est-à-dire de la quantité de glucose dans le sang. Certaines personnes produisent trop peu d'insuline (ce qui peut engendrer des problèmes de santé importants : diabète de type I). Les laboratoires pharmaceutiques fabriquent de l'insuline en cultivant des bactéries transgéniques. Pour cela, on a introduit le gène humain responsable de la fabrication de l'insuline dans le plasmide (portion d'ADN distincte de l'ADN chromosomique, facilement intégrable dans une autre bactérie et capable de réplication autonome) de bactéries. Les bactéries modifiées (transgéniques), placées dans des bonnes conditions de culture, produisent des quantités importantes d'insuline qui peut alors être utilisée comme médicament.		f, (la transgénèse) http://www.univ-oran.dz/fcsdp/Cours/synthese%20insuline.pdf,(production et sécrétion de l'insuline)	

	Annexe 3  Le fait que la bactérie produise de l'insuline humaine montre que : - le fragment d'ADN humain intégré contient bien l'information permettant de fabriquer l'insuline ; - la bactérie est capable de lire du matériel génétique humain montrant ainsi l'universalité de l'information contenue dans la molécule d'ADN.			

Élève *Sur base de l'observation d'images de microscopie optique et électronique, modéliser la structure et l'ultrastructure cellulaire.* *A partir de photographies réalisées au microscope (optique ou électronique), identifier et schématiser la cellule photographiée (animale, végétale ou bactérienne).* Différencier des micrographies observées au microscope optique et/ou au microscope électronique.	**III. Quelques grands types cellulaires** **A. La cellule bactérienne** La **cellule bactérienne** a une taille généralement comprise entre 1 et 10 µm. Observée au microscope électronique, on distingue : ▪ une **membrane plasmique** qui limite le **cytoplasme** de l'extérieur de la cellule. La membrane peut s'invaginer pour former un ou des mésosome(s)[3] qui joueraient un rôle dans la division de la bactérie ; ▪ l'ADN bactérien qui se présente généralement comme un chromosome [4] unique et circulaire replié dans une région nucléaire : le nucléoïde. Le cytoplasme bactérien renferme également de petites molécules d'ADN circulaires : les **plasmides** ; ▪ des **ribosomes** répartis dans le cytoplasme. Ce sont de véritables petits « ateliers » intervenant dans la synthèse des protéines (qui sera vue dans l'UAA 8).	Cellule bactérienne Structure et ultrastructure cellulaire Membrane plasmique Cytoplasme Ribosomes	Cornet.M., (2008). p. 42à 49, 53, 54.	3P

[3] Ce terme ne doit pas être forcément vu par les élèves.

[4] Cette utilisation du terme « chromosome » ne correspond pas à la conception historique. Dans la conscience de cet état de fait, un choix a été établi en référence à une utilisation de plus en plus étendue. Les sources bibliographiques scientifiques qui motivent ce choix sont notamment le Campbell édition 2012 et le Raven édition 2011 (voir bibliographie en fin de document).

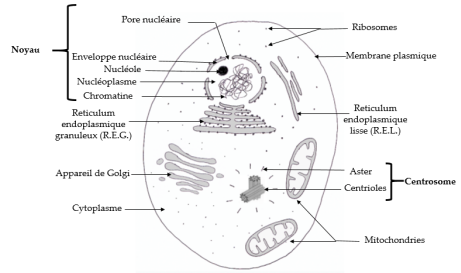
	▪ une **paroi** rigide qui entoure la cellule (présente chez la plupart des bactéries). Annexe 4 Schéma général d'une bactérie  Certaines bactéries possèdent des flagelles ou des cils (organites locomoteurs). Ils permettent la mobilité des bactéries et seules les espèces qui en sont pourvues sont mobiles. **B. Les cellules eucaryotes** Cellules dont l'ADN est contenu dans le noyau, organite délimité par une enveloppe. **1. La cellule animale** La **cellule animale** a une taille généralement comprise entre 10 et 100 µm en moyenne ; mais il existe des cellules beaucoup plus petites, tels certains unicellulaires ou certaines cellules du tissu nerveux. En revanche, quelques cellules atteignent plusieurs centimètres de diamètre (ovules d'oiseaux) ou	Cellule animale	D. Bresnick S., (2004). p.76 à 81.	

Professeur Montrer aux élèves un schéma de la membrane plasmique.	de longueur (certaines cellules nerveuses). Observée au microscope électronique la cellule est constituée essentiellement par : ▪ une **membrane plasmique,** mince ($\approx 7{,}5$ nm d'épaisseur), qui délimite le cytoplasme du milieu extracellulaire. Elle possède une perméabilité sélective : seules certaines substances peuvent la traverser. La membrane présente une structure en mosaïque fluide : assemblage de protéines diverses insérées dans une bicouche phospholipidique fluide. Le feuillet externe, faisant face au milieu extracellulaire, présente des glucides membranaires s'unissant aux lipides ou aux protéines. La membrane d'une cellule animale diffère de celle de la cellule végétale par la présence de cholestérol, incorporé dans sa bicouche, qui réduit la fluidité de celle-ci et empêche sa solidification à basse température. ▪ Le cytoplasme de la cellule comprend toute la région située à l'extérieur du noyau. Les organites et structures cytoplasmiques sont en suspension dans un liquide gélatineux, le cytosol. ▪ un **noyau** contenant le(s) nucléole(s) et	Membrane plasmique Noyau		

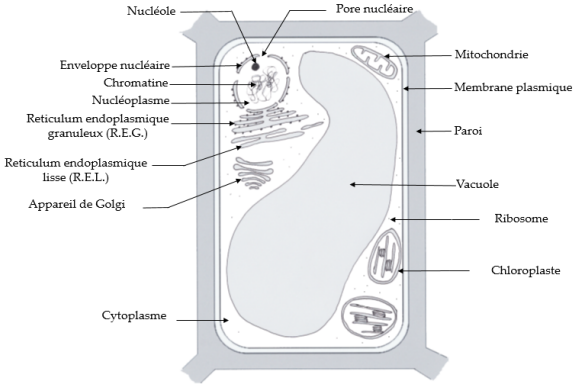
Professeur Faire interpréter par les élèves une expérience de transplantation nucléaire (expérience de John Gurdon par exemple) et en déduire que l'information génétique c'est-à-dire l'ADN se trouve dans le noyau des cellules eucaryotes.	l'ADN, sous forme d'un enchevêtrement de filaments linéaires appelé chromatine[5] (dans les cellules qui ne sont pas en cours de division). Il est entouré par une enveloppe nucléaire qui est constituée d'une double membrane : l'une interne, lisse, en contact avec le nucléoplasme, région située à l'intérieur du noyau, et l'autre externe, parsemée de ribosomes fixés, en contact avec le cytoplasme. Les échanges de molécules, entre le noyau et le cytoplasme, se font au travers des pores de l'enveloppe nucléaire. ▪ Le **reticulum endoplasmique** comprend un réseau de tubules et de sacs membraneux appelés citernes. Il se divise en deux régions : - Le reticulum endoplasmique granuleux (**R.E.G**.), connecté à l'enveloppe nucléaire, qui doit son nom aux ribosomes parsemant la face cytoplasmique de ses membranes. Cette association est impliquée dans la synthèse des protéines. - Le reticulum endoplasmique lisse (**R.E.L**.) dont la face cytoplasmique est nue. Il est principalement impliqué dans la synthèse des lipides (phospholipides, triglycérides et stéroïdes). Il participe également à la	Reticulum endoplasmique REG REL	Delvigne.M., (2009). p. 40, 41.	

[5] Chez l'Homme 46 molécules enchevêtrées qui correspondent à 2×23 = 46 chromosomes sous leur forme décondensée

Montrer aux élèves un schéma illustrant l'exocytose. . Montrer deux micrographies de mitochondries issues de cellules différentes (ex : mitochondrie d'une cellule du foie et mitochondrie d'une	détoxication en facilitant l'élimination de certaines substances comme les médicaments, les drogues, l'alcool… particulièrement dans les cellules du foie. ▪ L'**appareil de Golgi** est constitué d'un ensemble de sacs membranaires (citernes) empilés et aplatis. C'est le centre de triage, de stockage et d'expédition des molécules nouvellement synthétisées comme les protéines provenant du R.E.G. À leur sortie, les molécules sont « étiquetées » pour leur transport vers une destination bien précise. Elles sont enfermées dans des vésicules qui bourgeonnent et se séparent de l'appareil de Golgi puis sortiront de la cellule par exocytose (sortie de molécules par fusion de vésicules avec la membrane plasmique). ▪ **Les mitochondries** sont des organites clos possédant leur propre matériel génétique (ADN) et limités par deux membranes superposées. La membrane externe est lisse tandis que la membrane interne présente de nombreux replis, les crêtes, qui cloisonnent l'intérieur de l'organite appelé la matrice. Elles sont le site principal de la respiration cellulaire (processus vu dans l'UAA1). ▪ **Les lysosomes** sont des vésicules délimitées par une membrane se formant	Appareil de Golgi Mitochondries Lysosomes		

cellule musculaire), demander aux élèves de les comparer et d'en déduire une relation entre le nombre de crêtes et l'activité énergétique de la cellule.	dans l'appareil de Golgi. Ils contiennent des enzymes hydrolytiques qui digèrent les protéines, les polysaccharides, les lipides et les acides nucléiques (leur rôle sera mis en évidence dans l'UAA 5 lors de la phagocytose). ▪ Le **centrosome,** souvent à proximité du noyau, constitué d'une paire de structures cylindriques, les centrioles, disposés perpendiculairement. Sur une micrographie, les centrioles se reconnaissent par leur structure de 9 triplets de microtubules disposés en cercle. Un faisceau de microtubules en forme d'étoile, appelé aster, entoure la paire de centrioles. Le centrosome joue un rôle lors de la division de la cellule (voir plus loin). Annexe 5 Schéma général d'une cellule animale  	Centrosome		

	2. La cellule végétale La **cellule végétale** a une taille généralement comprise entre 10 et 200 µm en moyenne. Elle possède les mêmes constituants que ceux observés chez la cellule animale hormis le centrosome et les lysosomes, mais possède également plusieurs constituants qui lui sont propres : ▪ La **paroi cellulaire (pecto-cellulosique)**, épaisse, rigide et perméable, qui entoure la membrane plasmique. Elle renferme des protéines comme la pectine et de la **cellulose** (polysaccharide non digestible par l'Homme) chez les végétaux chlorophylliens. ▪ Les **chloroplastes** sont des organites caractéristiques des cellules chlorophylliennes. Ils sont constitués d'un stroma (cytoplasme) enveloppé par une double membrane contenant de nombreux sacs aplatis, qui, empilés, forment les granas. Les chloroplastes sont le siège de la photosynthèse. De plus, comme les mitochondries, ils possèdent leur propre matériel génétique (ADN). ▪ Une grande **vacuole** renfermant le suc vacuolaire est délimitée par une membrane.	Cellule végétale Paroi cellulosique Chloroplaste Vacuole		

Professeur : Montrer aux élèves des images (photos, vidéos) et/ou faire observer par les élèves des cellules végétales en plasmolyse et des cellules végétales en turgescence.	La fonction et l'importance de la vacuole varient selon le type de cellule dans lesquelles elle est présente. C'est un compartiment polyvalent qui sert à emmagasiner des composés organiques de réserve, certains pigments ou encore des molécules de défense. La vacuole remplace bien souvent les lysosomes (généralement absents du cytoplasme des cellules végétales) et sert surtout au maintien de l'équilibre hydrique : elle détermine les mouvements d'eau entre le milieu et la cellule végétale (applique l'osmose pour entrer en turgescence et en plasmolyse). Annexe 6 Schéma général d'une cellule végétale  		http://www.academie-en-ligne.fr/Ressources/7/SN03/AL7SN03TEPA0013-Sequence-02.pdf (rôle des chloroplastes : p.11 à 15)	

À partir des observations, faire construire par les élèves un tableau comparatif reprenant les caractéristiques de ces trois types de cellules (voir par exemple annexe 7).

Élève

Comparer les tailles relatives de molécules et de cellules (par exemple : d'une cellule animale, d'une cellule végétale, d'une bactérie, d'une mitochondrie, d'une macromolécule organique, d'une molécule d'eau, d'un atome de carbone,…).

Professeur

Donner les tailles relatives et demander aux élèves de les placer sur un axe.(voir par exemple annexe 8).

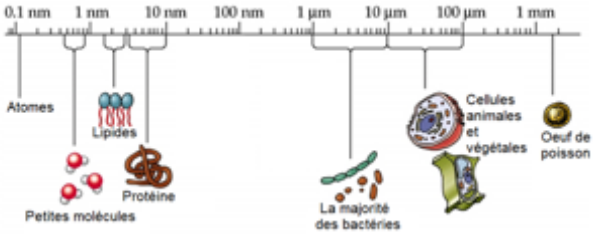
Résumé : Annexe 7

Structures cellulaires observées	Sont-elles présentes dans les cellules bactériennes ?	Sont-elles présentes dans les cellules animales?	Sont-elles présentes dans les cellules végétales?
Paroi	oui (autour de la bactérie)	non	oui (autour de la cellule)
Membrane plasmique	oui	oui	oui
Noyau	non	oui	oui
Appareil de Golgi	non	oui	oui
Réticulum endoplasmique	non	oui	oui
Chloroplastes	non	non	oui
Mitochondries	non	oui	oui
Grande vacuole	non	non	oui
Centrosome	non	oui	non

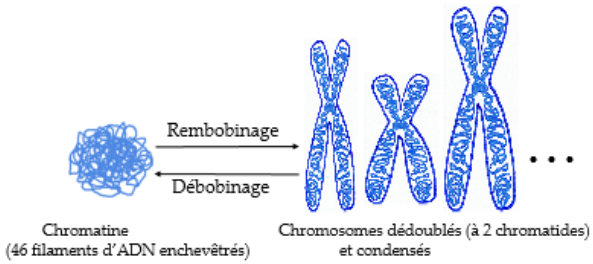
Comparaison de tailles relatives

De nombreuses structures cellulaires, trop petites pour être visibles au microscope optique, ont été découvertes au microscope électronique. De même, cet instrument a aussi permis de visualiser plus précisément des structures déjà visibles au microscope optique.

Annexe 8

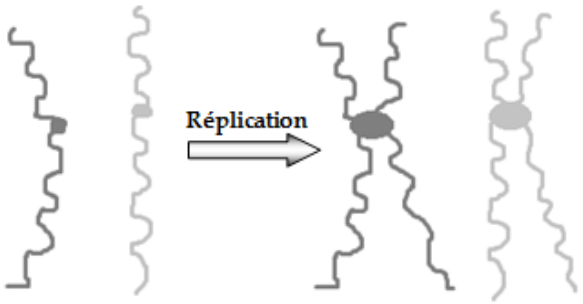


http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0081-1 (l'échelle d'observation du vivant)

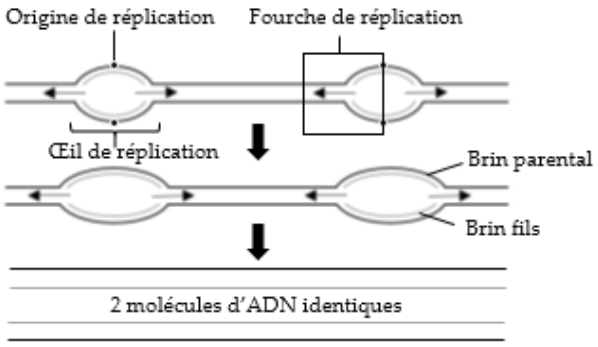
Élève *Etablir le lien entre ADN, chromosomes et information génétique.* **Professeur** À partir d'une micrographie de chromatine observée au MET, faire schématiser sa structure par les élèves. Partir de l'observation (microscopie ou image) d'un méristème d'oignon, par exemple, pour montrer aux élèves les différents aspects du noyau et des chromosomes. **Élève** *Décrire les phases du cycle cellulaire.*	**IV. Le cycle cellulaire** Au cours du **cycle cellulaire**, l'ADN présente des aspects différents. Dans le noyau d'une cellule eucaryote, les molécules d'ADN sont enroulées autour de protéines spécifiques (les histones qui jouent le rôle de « bobines ») pour former la **chromatine**. Cette association permet différents niveaux de condensation variables au cours de la vie cellulaire. Le niveau de condensation le plus élevé est atteint lorsque la cellule se divise. L'ADN présente alors une structure typique en forme de X qui correspond à un **chromosome** dédoublé à deux chromatides-sœurs. Annexe 9  Le cycle cellulaire comprend : - l'interphase, phase généralement la plus longue, durant laquelle se fait la majorité de la croissance cellulaire et la	Cycle cellulaire Chromatine Chromosome Réplication de		5P

Professeur Faire construire un graphique montrant les variations de la quantité d'ADN (annexe 14) au cours du cycle cellulaire à partir de données expérimentales et montrer sur le graphique que la 1ère variation correspond à un doublement de la quantité d'ADN.	**réplication de l'ADN** ; - la **mitose**, processus de division du noyau; - la division de la cellule qui permet d'obtenir deux cellules-filles, dont l'information génétique est conservée, à partir d'une cellule-mère. **A. L'interphase** L'interphase se déroule en 3 étapes : ➢ la phase G_1 qui correspond à une croissance de la cellule et à une stabilisation du volume de la cellule. Durant cette phase la quantité d'ADN est constante (quantité Q) ; ➢ la phase S correspond à la réplication de l'ADN : la cellule double son stock d'ADN. La réplication de chaque molécule d'ADN donne 2 molécules d'ADN identiques[6] (on passe de Q à 2Q) qui restent solidaires en leurs centromères ;	l'ADN Mitose	Delvigne, M., (2009). P.58, 59. (Graphique de l'évolution de la quantité d'ADN au cours du temps)	

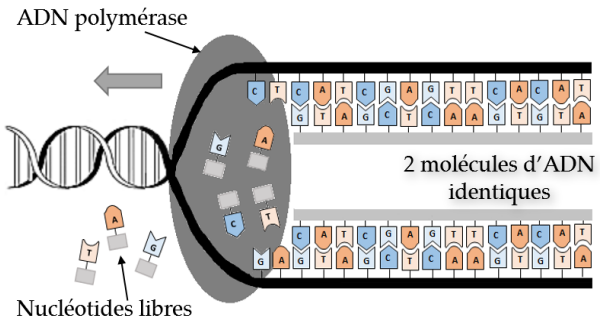
[6] Les 2 molécules ne sont pas toujours rigoureusement identiques mais la notion de mutation sera abordée ultérieurement.

	Annexe 10  ➢ la phase G_2 correspond à la poursuite de la croissance cellulaire (la quantité d'ADN reste constante à 2Q). **Déroulement du mécanisme de la réplication :** La réplication débute en de multiples endroits appelés origines de réplication [7] chez les eucaryotes ; ce qui permet une synthèse rapide de l'ADN. À chaque origine de réplication se forme une structure appelée « œil de réplication ». Au sein de cette structure, les deux brins d'ADN s'écartent l'un de l'autre : deux fourches de réplication progressent en sens opposé en étirant l'œil de réplication qui finit par fusionner avec le suivant, et ainsi de suite, ce qui met fin à la synthèse des nouveaux brins. On dit que la réplication de l'ADN est bidirectionnelle.			

[7] Il existe une seule origine de réplication sur le chromosome circulaire *d'E. Coli* (bactérie).

Professeur Montrer aux élèves une micrographie représentant un œil de réplication.	Annexe 11  Lorsque les deux brins de la molécule d'ADN s'écartent au niveau d'un œil de réplication, une enzyme spécifique[8], l'ADN polymérase, catalyse la formation de chaque nouveau brin. Par le jeu de complémentarité des bases, des nucléotides libres (fournis par l'alimentation ou synthétisés dans la cellule) viennent se placer en face des bases azotées correspondantes. L'ADN se réplique selon un mode semi-conservatif : chacun des brins d'origine se retrouve apparié à un brin nouvellement formé. `		http://www.dailymotion.com/video/xj7ihn_replication-de-adn_tech (réplication de l'ADN) http://www.lesbonsprofs.com/notion/svt-1e-s/expression-stabilite-et-variation-du-patromoine-genetique/analyse-des-resultats-de-l-experience-de-meselson-stahl http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/	

[8] Il s'agit en fait d'un complexe enzymatique.

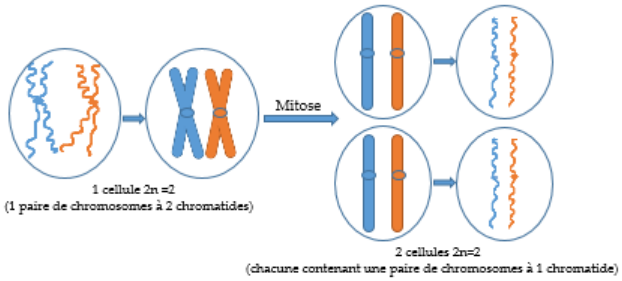
Faire interpréter, par exemple, l'expérience de Meselson et Stahl pour faire déduire aux élèves le mode semi-conservatif de la réplication. **Élève** *Identifier les origines des mutations.* **Professeur** Montrer aux élèves un exemple d'erreur qui peut survenir lors de la réplication et qui aboutit à une mutation.	Annexe 12 Schéma de la réplication de l'ADN au sein d'une fourche de réplication  Les molécules d'ADN sont relativement stables. Cependant, il arrive, en particulier au cours de la réplication, que des erreurs se produisent (ajout, disparition, mauvais appariement de bases azotées…) et échappent aux mécanismes de contrôle existant au sein des cellules. Ce sont des **mutations** qui seront transmises au cours des divisions cellulaires suivantes. Certains facteurs augmentent la fréquence des mutations. L'ADN est soumis en permanence à des facteurs intra, extracellulaires (certains virus) ou environnementaux qui peuvent l'endommager. Les facteurs environnementaux appelés aussi agents mutagènes sont de deux types : les agents physiques (rayons X, gamma, UV…) et	Mutation	serveur/lycee/gueraut/replication/ http://www.youtube.com/watch?v=tHzoQbMiap4 (« Blabla SVT » -Agents mutagènes au temps 4 min 16s)	

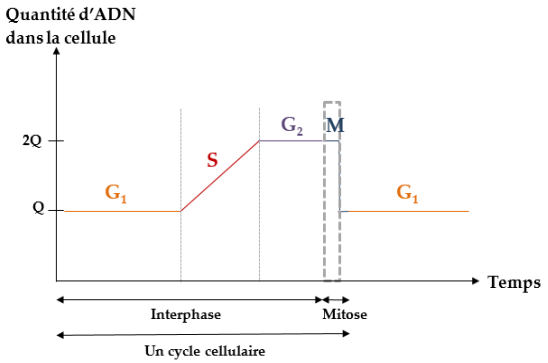
Élève *Expliquer le rôle de la mitose.* **Professeur** À partir de différents documents (ex : 1er étapes de la segmentation), faire déduire aux élèves les rôles de la mitose. À partir d'observations de coupes ou d'une vidéo/animation (voir outil-lien), demander aux élèves de décrire les étapes de la mitose. **En dépassement**	agents chimiques (benzène, acide nitreux, alcool…). **B. La mitose** La mitose permet : - la formation de l'embryon puis du fœtus à partir de la cellule-œuf (zygote) ; - la croissance durant l'enfance et l'adolescence ; - le renouvellement des cellules mortes (épithélium cutané, intestinal…) ; - la réparation des tissus (cicatrisation) ; - la reproduction asexuée de certains eucaryotes. **Les étapes de la mitose**[9] ➢ **La prophase** L'enveloppe nucléaire se démantèle progressivement et finit par disparaître ainsi que le nucléole : il n'y a plus de démarcation entre le contenu du noyau et le cytoplasme. La chromatine, formée des molécules d'ADN répliquées, s'organise en filaments de plus en	**Mitose** Prophase	http://www.youtube.com/watch?v=nPG6480RQo0 (Animation mitose – cellule animale) http://www.youtube.com/watch?v=Wy3N5NCZBHQ (animation cycle cellulaire)	

[9] Les différentes étapes de la mitose sont envisagées ici pour une cellule animale. Le professeur peut également les développer pour une cellule végétale.

	plus condensés, de plus en plus courts, épais et colorables : les chromosomes typiques à deux chromatides. Ils sont enchevêtrés et de ce fait difficiles à compter. Les centrosomes qui se sont dédoublés avant l'entrée en prophase, migrent chacun vers un pôle de la cellule. C'est à partir des centrosomes que s'édifient des fibres[10]. ➢ **La métaphase** Jusqu'alors disposés en vrac dans la cellule, les chromosomes dédoublés deviennent visibles individuellement au microscope et s'alignent dans un plan au milieu de la cellule. Les fibres chromosomiques sont imbriquées entre les fibres polaires formant ainsi le fuseau mitotique qui s'étend jusqu'aux pôles de la cellule. ➢ **L'anaphase** Les fibres chromosomiques se raccourcissent entraînant, par clivage des centromères, les chromatides-sœurs de chaque chromosome dédoublé qui se séparent et migrent vers les pôles de la cellule. ➢ **La télophase**	Métaphase Anaphase Télophase		

[10] Ces fibres sont astériennes, chromosomiques et polaires.

Élève *A partir de l'analyse de résultats expérimentaux montrant les variations de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire, interpréter un graphique de l'évolution de la quantité d'ADN au cours du temps.* **Professeur** Reprendre le graphique de la variation de la quantité d'ADN au cours du temps (annexe 14) et faire placer par les élèves les différentes phases du cycle.	Les chromatides se décondensent, deviennent indistinctes et reforment de la chromatine. Une enveloppe nucléaire se forme autour de la chromatine. Le nucléole se reforme également. ➢ **La cytocinèse** Il s'agit de la séparation des deux cellules-filles après formation d'un sillon de division qui étrangle la cellule-mère. En fin de division mitotique chaque cellule-fille a hérité de chromosomes simples. Comme chaque chromosome dédoublé était formé de deux molécules d'ADN identiques, chaque cellule-fille possède la même information génétique que la cellule-mère dont elle est issue. 1 cellule 2n —Mitose→ 2 cellules 2n Annexe 13  	Cytocinèse		

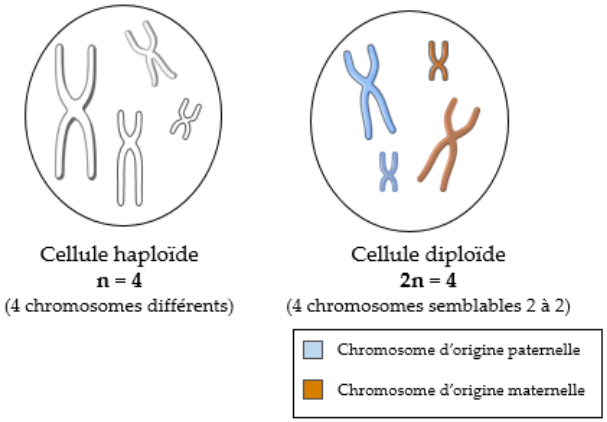
	Le processus de réplication permettra aux cellules de préparer la mitose suivante. Annexe 14 **Graphique de la variation de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire**  			
	V. Caryotype et degré de ploïdie Chez la plupart des êtres vivants les chromosomes dédoublés (prélevés au stade métaphasique de la mitose) peuvent être regroupés par paires selon leur taille et la position des centromères[11]. L'image ou la photographie qui en résulte constitue le **caryotype.** Le caryotype caractérise chaque espèce. Dans l'espèce humaine, le caryotype contient 23 paires de chromosomes : 22 paires de chromosomes semblables pour les 2 sexes (autosomes) et une paire de chromosomes	Caryotype	http://www.youtube.com/watch?v=F-09QMVhGeU ou http://www.youtube.com/watch?v=lpAJngh_SpE (caryotype)	1P

[11] Dans un chromosome dédoublé, les deux chromatides sont associées au niveau de leurs centromères respectifs

Élève *Comparer des photographies de caryotypes provenant de cellules différentes.* **Professeur** Faire comparer par les élèves des caryotypes de cellules somatiques chez des espèces différentes (exemple comparaison Homme - chimpanzé) et, au sein d'une même espèce, des caryotypes de cellules somatiques avec des caryotypes de gamètes pour introduire la notion de ploïdie.	sexuels (gonosomes) appelés XX chez la femme et XY chez l'homme. Tous les mammifères possèdent une paire de chromosomes sexuels mais un nombre variable de paires d'autosomes. Les deux chromosomes d'une paire sont appelés chromosomes homologues (sauf X et Y qui ont une taille différente). Le nombre de chromosomes des cellules d'une espèce donnée est généralement constant. ▪ « n » désigne le nombre haploïde de chromosomes (si la cellule possède un seul jeu de chromosomes différents les uns des autres). ▪ « 2n » désigne le nombre diploïde (si la cellule possède deux jeux de chromosomes, semblables deux à deux[12] c'est-à-dire des paires de chromosomes). Les deux chromosomes d'une même paire sont qualifiés de chromosomes homologues (l'un provient du père de l'individu, l'autre provient de sa mère). Exemple pour deux espèces différentes : une cellule haploïde et une cellule diploïde[13] en cours de division.		http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/svt/file/ancien_site/log/t_s/ts_genome/TS_genome_act4.htm (caryotype de gamète)	

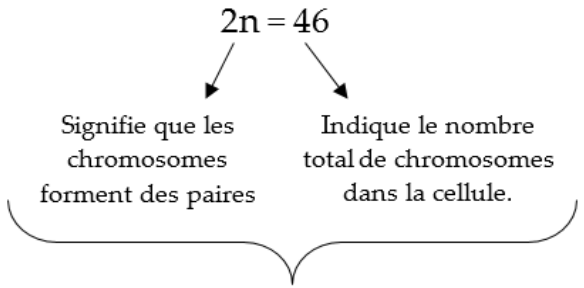
[12] Les gonosomes chez les mâles de mammifères ne sont que partiellement semblables.
[13] Quelques algues et la plupart des champignons possèdent un nombre haploïde de chromosomes (n =…).

Annexe 15



La formule chromosomique d'une espèce diploïde est exprimée par une formule conventionnelle.

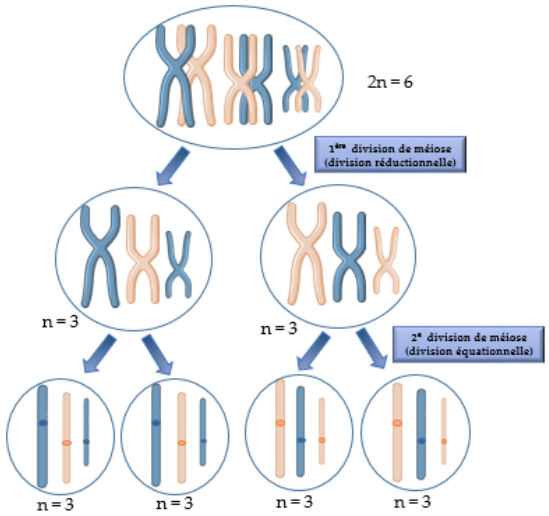
Ex : chez l'Homme

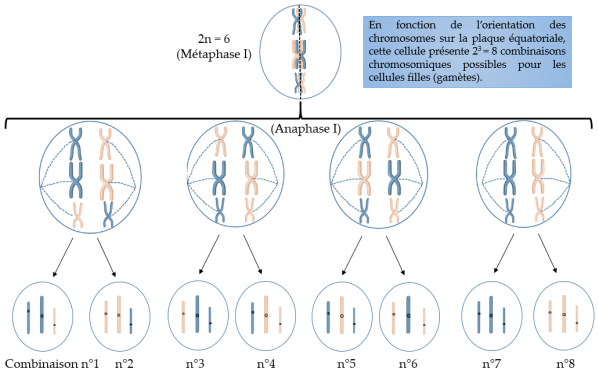


La cellule contient donc 46 chromosomes formant des paires (23 paires de chromosomes)

Chez l'Homme, les gamètes (cellules reproductrices) ne contiennent que 23

	chromosomes (un des chromosomes de chaque paire d'homologues). Ils sont haploïdes. Les cellules somatiques sont diploïdes.			
Élève *Comparer la mitose et la méiose sur base d'images de coupe de microscope optique.* **Professeur** Demander aux élèves de réaliser un tableau comparatif mitose/méiose (voir annexe 17). Faire visualiser par les élèves une animation ou une vidéo montrant les différentes étapes d'une méiose.	**VI. La méiose** Les gamètes sont les seules cellules haploïdes de notre organisme. Elles sont formées lors d'un processus appelé **méiose** commun à toutes les espèces sexuées. Cette méiose est précédée par une réplication d'ADN et consiste en deux divisions successives (méiose I et méiose II) qui comme dans la mitose, comprennent une prophase (I et II), une métaphase (I et II), une anaphase (I et II) et une télophase (I et II). • À l'issue de la première division de méiose aussi appelée division réductionnelle, les chromosomes dédoublés d'une même paire (chromosomes homologues), qui s'étaient appariés en prophase I, se séparent ; chacune des deux cellules formées (cellules filles) reçoit un chromosome dédoublé de chaque paire. La répartition se fait aléatoirement : chaque cellule-fille héritant pour chaque paire de chromosomes, soit du chromosome d'origine paternelle, soit du chromosome d'origine maternelle. Cela se répète pour chaque paire, entrainant une grande diversité génétique des gamètes.	Méiose		2P

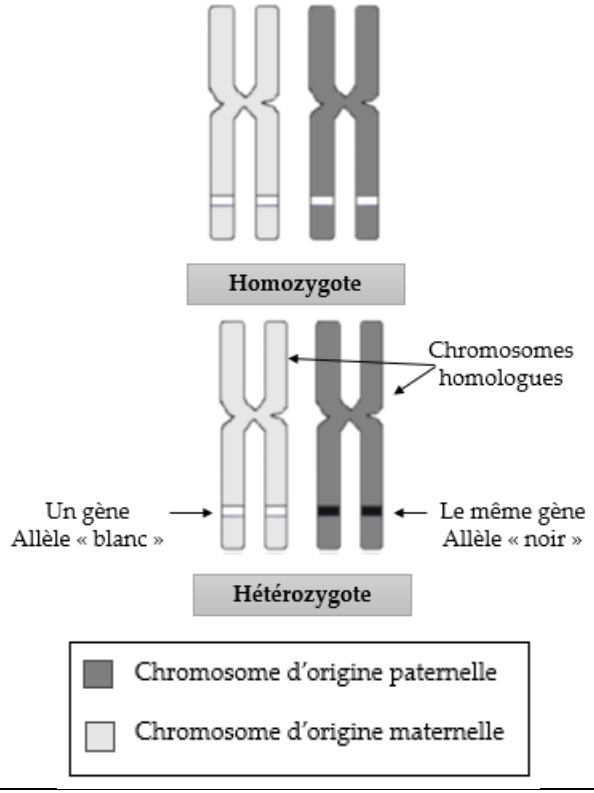
	On passe d'une cellule initiale diploïde (2n chromosomes) à deux cellules haploïdes à n chromosomes : le nombre de chromosomes dédoublés est réduit de moitié par rapport à la cellule mère d'où l'appellation de division réductionnelle. • À l'issue de la seconde division de méiose (division équationnelle), les chromatides de chaque chromosome se séparent ce qui permet d'obtenir, à partir des deux cellules haploïdes issues de la première division, quatre cellules à n chromosomes à une chromatide (ou chromosomes simples). Annexe 16 Schéma simplifié de la méiose pour une cellule 2n=6  			

Élève *Expliquer les rôles de la méiose et de la fécondation quant à la diversité génétique.*	Grâce aux répartitions aléatoires des chromosomes réalisées au cours de la méiose, chacun des deux parents peut produire un très grand nombre de gamètes différents (2^n). Ex : une cellule 2n = 6 a 2^3 possibilités de répartition chromosomique. Chez l'Homme (n = 23), le nombre de combinaisons possibles des chromosomes maternels et paternels dans les gamètes qui en résultent est donc de 2^{23}, ou environ 8,4 millions. Chaque gamète que l'on produit au cours de votre vie contient l'une des quelques 8,4 millions de combinaisons possibles des chromosomes hérités de notre mère et de notre père. Annexe 18  La fécondation va amplifier encore la diversité génétique des descendants potentiels car le hasard s'y exprime également : la rencontre		http://www.youtube.com/watch?v=CVErWAxXMfc (animation brassage génétique au cours de la méiose)	

	des gamètes est aléatoire et aboutit à différentes « combinaisons chromosomiques » de la cellule-œuf. Du point de vue chromosomique, la fécondation est l'union des noyaux haploïdes des gamètes pour former le noyau diploïde de la cellule-œuf. Elle rétablit le nombre de chromosomes diploïde de l'espèce dans la cellule œuf.			
	VII. Génétique : le monohybridisme Un **gène** [14] est une portion d'ADN qui détermine un caractère (couleur des grains de maïs, forme du lobe de l'oreille chez l'Homme…) Au sein d'une espèce, un gène peut présenter de multiples variantes appelées **allèles.** Leur diversité est due aux mutations. Un caractère est héréditaire lorsqu'il est déterminé par les gènes. La génétique étudie l'hérédité, c'est-à-dire la transmission des caractères d'un être vivant à ses descendants. L'étude de la transmission d'un caractère, dû à l'expression d'un seul gène, est le **monohybridisme**. Dans une cellule diploïde, un gène existe en deux exemplaires[15] occupant la même position sur chacun des deux chromosomes d'une paire	Gène Allèles Monohybridisme	Gilliquet, V., (2009).p. 10 à 23. Delvigne.M., (2012). p. 12 à 17.	2P

[14] Cette définition se limite au gène de structure.

[15] Sauf dans le cas de la paire de gonosomes XY (ce point sera vu en 6e).

	d'homologues. Pour ce gène, un individu peut posséder deux informations identiques c'est-à-dire deux allèles identiques (on dit qu'il est homozygote) ou deux informations différentes c'est-à-dire deux allèles différents (on dit qu'il est hétérozygote). Annexe 19 Chromosomes homologues métaphasiques  		Gilliquet, V., (2009). p. 18, 19. Delvigne, M., (2012). p. 12 à 15.	

Élève *Mettre en parallèle les observations de Mendel (expérience de monohybridisme) et la formation des gamètes lors de la méiose.* **Professeur** Partir des expériences de Mendel et faire schématiser aux élèves les différents gamètes formés au cours de la méiose en plaçant les allèles sur les chromosomes. Voir annexes 20 et 21.	**A. Expériences de Mendel** Johann Gregor Mendel, moine et botaniste autrichien du 19e siècle, est reconnu comme le père fondateur de la génétique. Il découvrit les principaux mécanismes de l'hérédité en cultivant des lignées pures de pois, obtenues par autofécondation [16], dont les caractères étudiés (couleur de la fleur, forme de la graine, couleur du fruit…), facilement observables, sont bien fixés et ne se modifient pas au cours des générations successives (aux mutations près). Il nota ses résultats en les soumettant à une analyse statistique rigoureuse. Il est à l'origine des lois de Mendel qui définissent la manière dont les allèles se transmettent de génération en génération. Deux des variétés de pois cultivées par Mendel se montrèrent pures quant à la forme de la graine. Il utilisa donc ces variétés pour une partie de ses expériences. 1ère expérience : Une pollinisation croisée entre individus (P = parents) de deux lignées pures de pois, l'une à graines lisses et l'autre à graines ridées, donne en première génération (F1) 100 % de graines lisses (voir annexe 20).		Giannini A., »Mendel ; les prémices de la génétique », in Les génies de la science, n°35, mai-juillet 2008, dossier complet.	

[16] L'autofécondation est l'union de deux gamètes produits par le même individu.

Méthode - Nommer et écrire les allèles (représenter les allèles d'un même gène par une même lettre en utilisant une majuscule pour l'allèle dominant et une minuscule pour l'allèle récessif). - Représenter les phénotypes en utilisant l'abréviation de l'allèle qui s'exprime et que l'on met entre crochets. - Construire un échiquier de Punnett ou de croisement.	2e expérience Mendel sème ensuite les graines lisses issues de la F1 qui donnent des plantes dont les fleurs s'autofécondent (F1×F1) pour donner la génération F2. Cette génération est constituée de 75 % de graines lisses et 25 % de graines ridées (voir annexe 21). Dans le cas de croisement de lignées pures, l'allèle sera qualifié de récessif s'il ne se manifeste plus en F1 (l'allèle récessif ne s'exprime pas face à l'allèle dominant) mais réapparaît en F2 ; l'allèle dominant est celui qui se manifeste à chaque génération. Les allèles n'ont donc pas la même force d'expression. L'expression d'un caractère[17] présenté par un organisme constitue le phénotype alors que les allèles correspondant à ce caractère constituent le génotype. Les allèles dominants sont notés par une lettre majuscule et les allèles récessifs par la même lettre minuscule. Les lois de Mendel s'appliquent également aux animaux. Si on étudie l'hérédité de la couleur du pelage (allèle gris : G et allèle blanc : g) chez la souris par exemple, les résultats peuvent			

[17] La définition du phénotype se limite ici au caractère visible à l'œil nu (phénotype macroscopique) et non à l'étude microscopique (phénotype cellulaire) ou biochimique (phénotype moléculaire).

Élève *Résoudre un problème simple de monohybridisme.*	être interprétés de la manière suivante : P : $\frac{G}{G} \times \frac{g}{g}$ génotypes[18] [G] [g] phénotypes (respectivement gris et blanc) ↓ F1 : $\frac{G}{g}$ [G] Les individus F1 produisent deux types de gamètes : G ou g ; la combinaison de ceux-ci lors de la fécondation donne des zygotes de plusieurs types. Les «échiquiers de croisement » ou tableaux de Punnett facilitent l'analyse de ces croisements. La première ligne et la première colonne représentent les gamètes possibles produits par d'une part le mâle et d'autre part la femelle. Dans les cases blanches, on indiquera le génotype des zygotes issus de la fécondation. On déduira ensuite du tableau les différents phénotypes possibles ainsi que leurs proportions attendues.		http://www.alezim.ch/biologie/biologie_fichiers/Exercices_monohybridisme.pdf Delvigne.M., (2012). p. 44.	

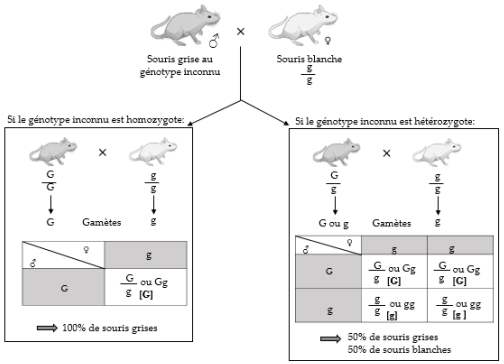
[18] Le choix d'utilisation de notation (par exemple $\frac{G}{g}$ ou Gg) reste de la liberté pédagogique du professeur. Néanmoins, l'élève devra être informé de la possibilité de rencontrer les deux notations dans la littérature.

Professeur

En s'inspirant de l'exercice sur les souris, on peut introduire le test-cross, par exemple, en posant la situation suivante: « Imaginons qu'une souris grise de la F2 s'échappe d'une cage de laboratoire, comment pourrions-nous déterminer son génotype par croisement ? » .

Voir annexe 22

Résultats possibles du test-cross



Élève

A partir de l'analyse de documents

F1 X F1 : F2

♂ \ ♀	G	g
G	$\frac{G}{G}$ ou GG **[G]**	$\frac{G}{g}$ ou Gg **[G]**
g	$\frac{G}{g}$ ou Gg **[G]**	$\frac{g}{g}$ ou gg **[g]**

⇒ ¾ [G]

¼ [g]

B. Le croisement-test ou test-cross

Le test-cross (ou croisement test) est un croisement entre un individu au génotype inconnu et un individu homozygote récessif pour le caractère analysé.

Lorsque les descendants de ce croisement présentent une uniformité, on en déduit que l'individu au génotype inconnu est homozygote. Par contre, si deux phénotypes apparaissent dans des proportions égales, l'individu au génotype inconnu est hétérozygote.

C. Étude d'une maladie : la drépanocytose

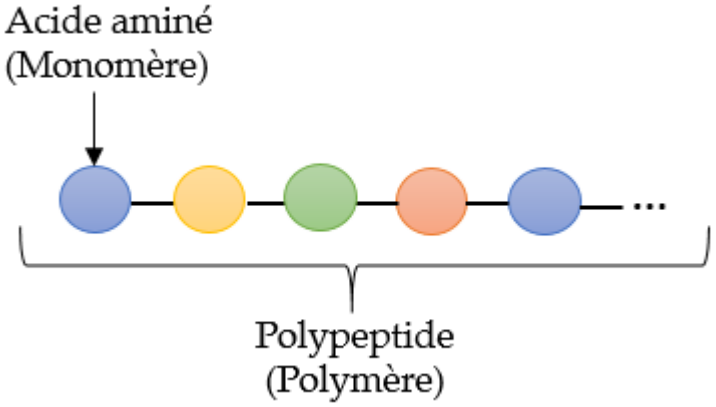
La drépanocytose est une maladie qui provoque divers symptômes dont une grave anémie (teneur du sang réduite en hémoglobine). Elle atteint un nouveau-né sur 2000 en Belgique. C'est un gène porté par le chromosome 11 qui est atteint. La maladie se

Gilliquet, V., (2009). p. 68, 69.

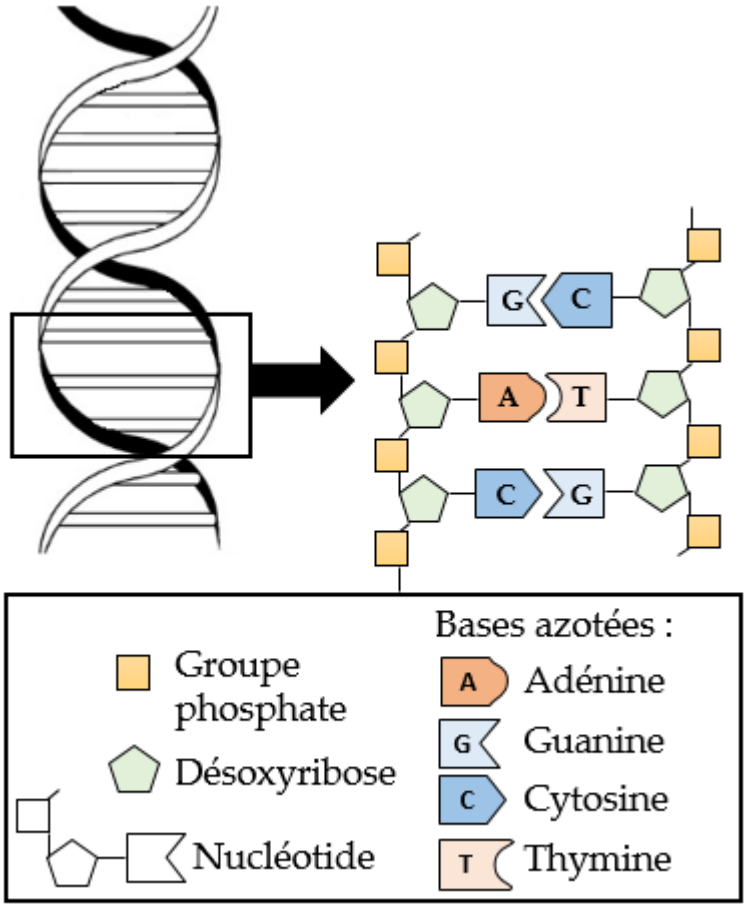
décrivant une mutation (par exemple : individus d'une même espèce avec un pelage de couleur différente, drépanocytose, …), expliquer les conséquences de la variabilité de l'ADN au sein d'une espèce. **Professeur** Faire comparer par les élèves, par exemple une séquence d'ADN des allèles Bêta A (individu sain) et Bêta S (individu drépanocytaire) à l'aide du logiciel Anagène (voir outil-lien proposé). Faire déduire aux élèves l'apparition d'une mutation. Comparer des images de globules rouges normaux avec des images de globules rouges possédant une hémoglobine anormale. Fournir un texte expliquant les conséquences de l'apparition de globules rouges à hémoglobine anormale	manifeste par la formation d'une protéine d'hémoglobine anormale (S) qui donne aux globules rouges la forme d'une faux. Ces globules rouges sont fragiles et se rompent plus facilement, ce qui explique l'anémie. Comme ils ont perdu leur élasticité, ils peuvent obstruer les capillaires, entraîner une baisse d'oxygénation des tissus et des crises douloureuses. La maladie est due à une mutation du gène qui code la chaîne Bêta de l'hémoglobine. La substitution d'une adénine par une thymine dans la séquence de nucléotides du gène de la chaîne Bêta de l'hémoglobine est responsable de la formation d'une protéine d'hémoglobine anormale appelée hémoglobine S ou HbS. L'hémoglobine normale est dénommée hémoglobine A ou HbA. La version mutée de ce gène est récessif, un individu hétérozygote ne subit donc aucun ou peu de symptômes. Un individu drépanocytaire doit donc être homozygote pour être atteint de la drépanocytose.		http://a398.idata.over-blog.com/5/13/60/16/Drepanocytose-anagene---alleles-copie-1.jpg	
Évaluation formative RDC				**1P**[19]
Évaluation certificative RDC				**1P**

[19] Le nombre et le moment des évaluations restent du domaine de la liberté pédagogique du professeur et sont indiqués ici à titre indicatif

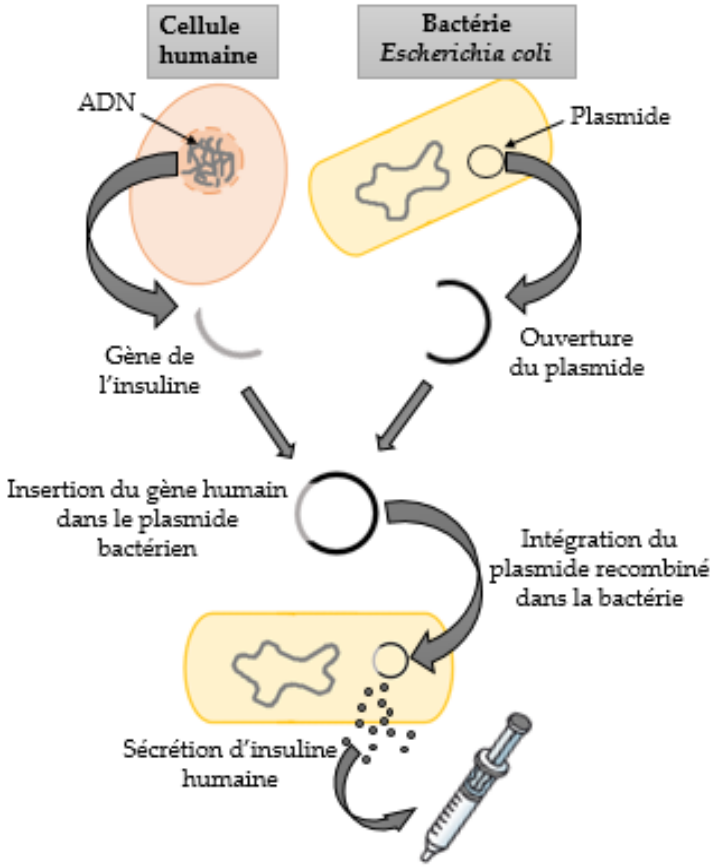
Annexe 1



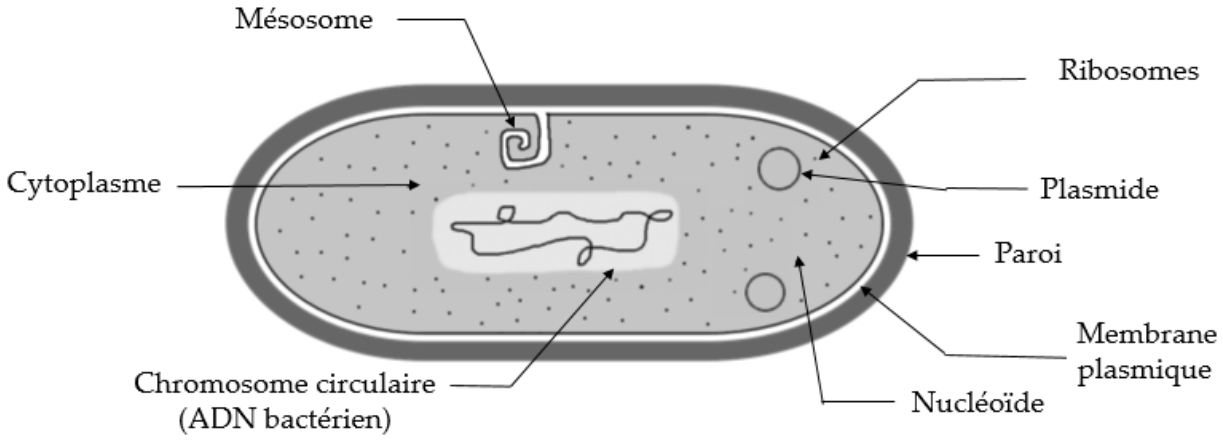
Annexe 2



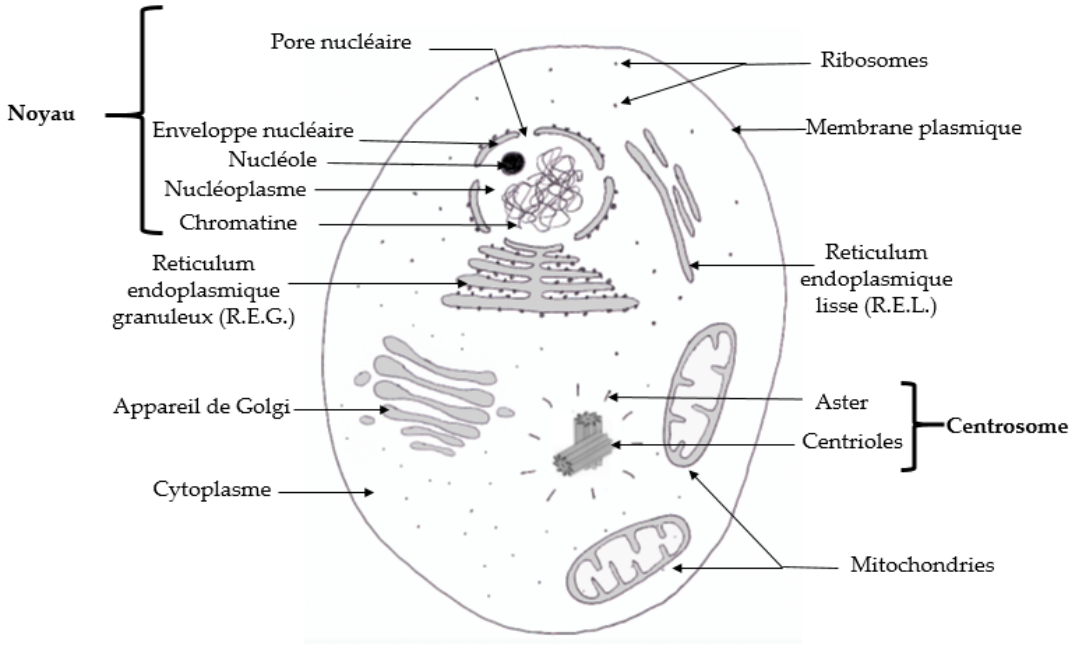
Annexe 3



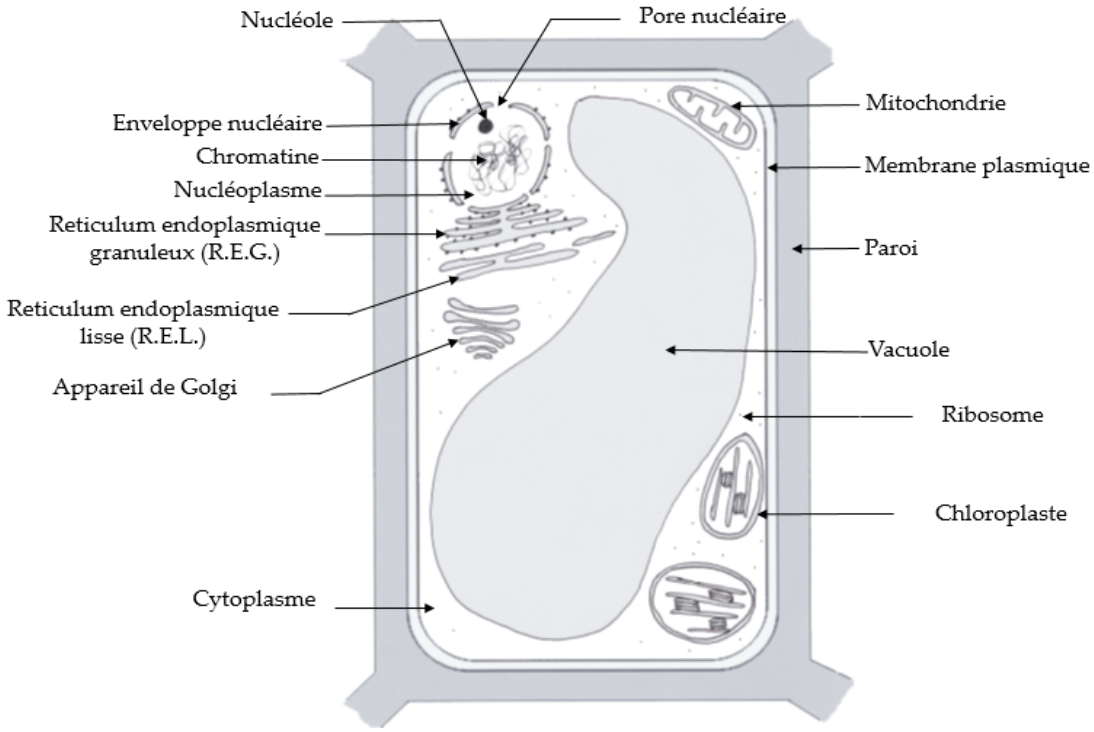
Annexe 4



Annexe 5



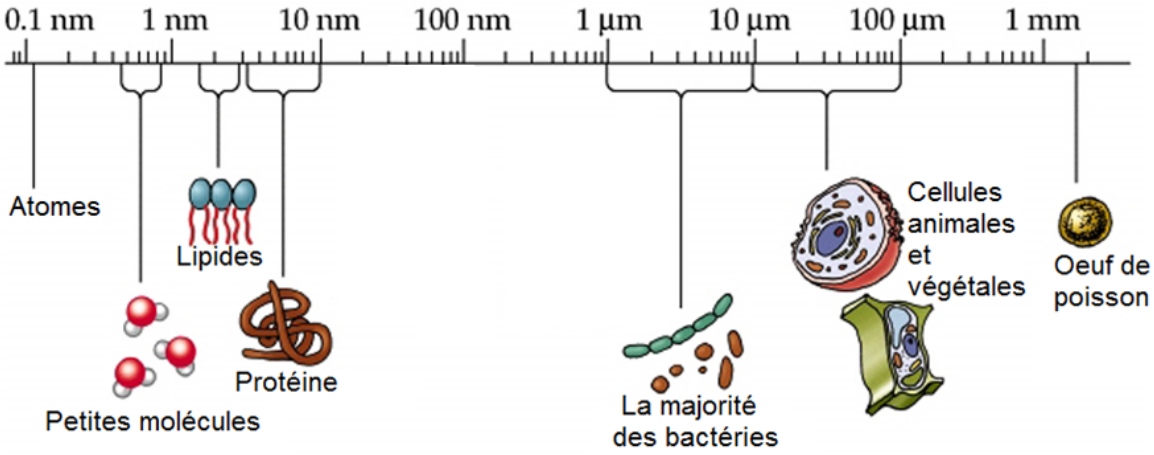
Annexe 6



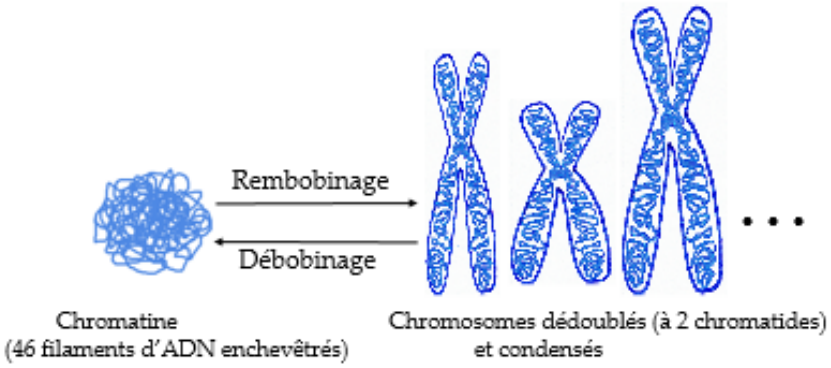
Annexe 7

Structures cellulaires observées	Sont-elles présentes dans les cellules bactériennes ?	Sont-elles présentes dans les cellules animales?	Sont-elles présentes dans les cellules végétales?
Paroi	oui (autour de la bactérie)	non	oui (autour de la cellule)
Membrane plasmique	oui	oui	oui
Noyau	non	oui	oui
Appareil de Golgi	non	oui	oui
Réticulum endoplasmique	non	oui	oui
Chloroplastes	non	non	oui
Mitochondries	non	oui	oui
Grande vacuole	non	non	oui
Centrosome	non	oui	non

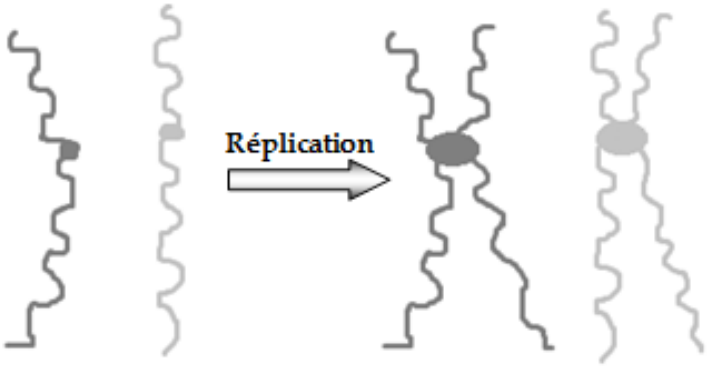
Annexe 8



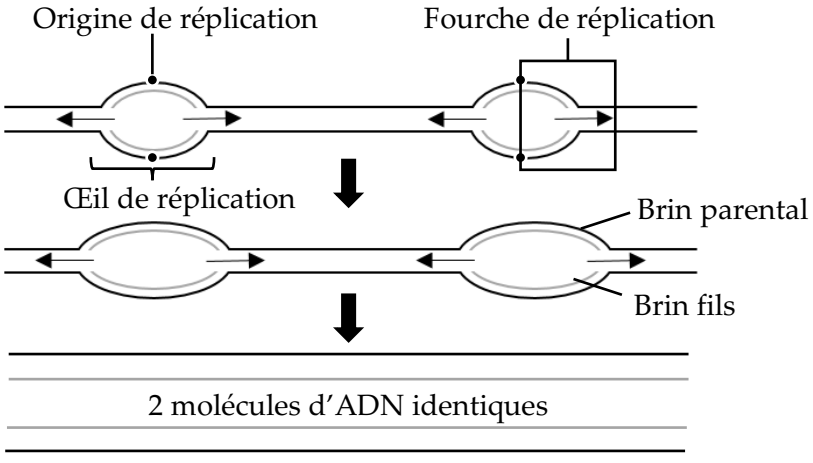
Annexe 9



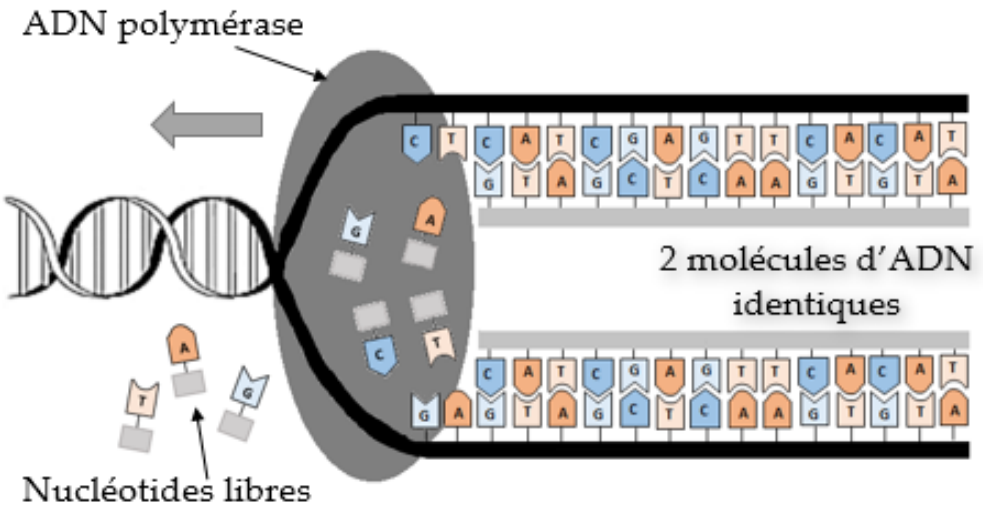
Annexe 10



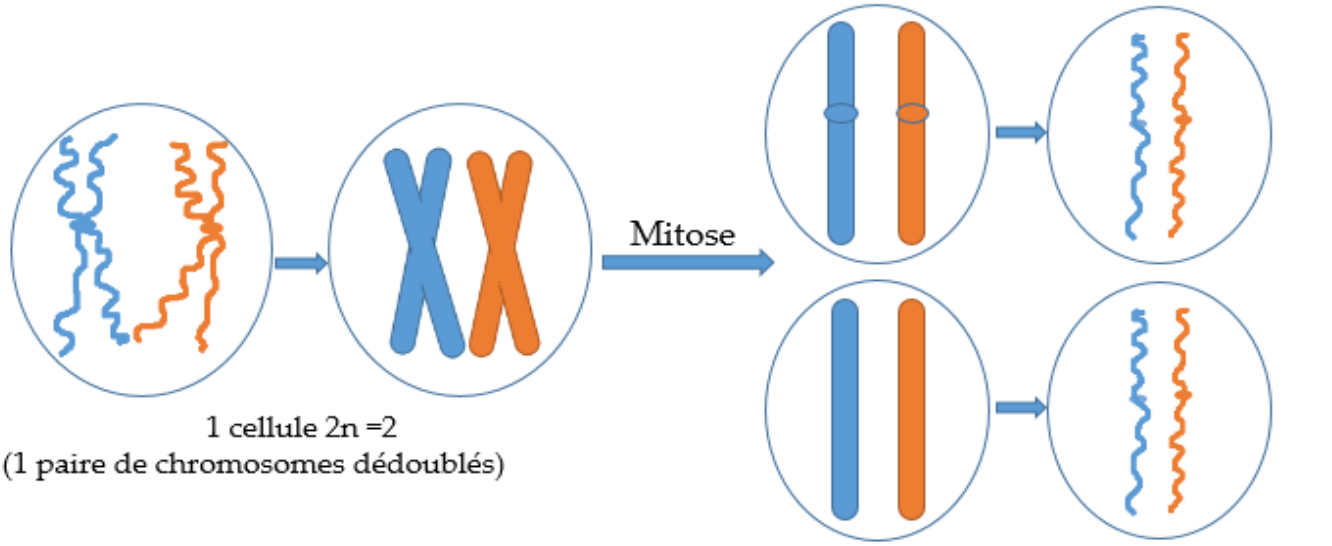
Annexe 11



Annexe 12

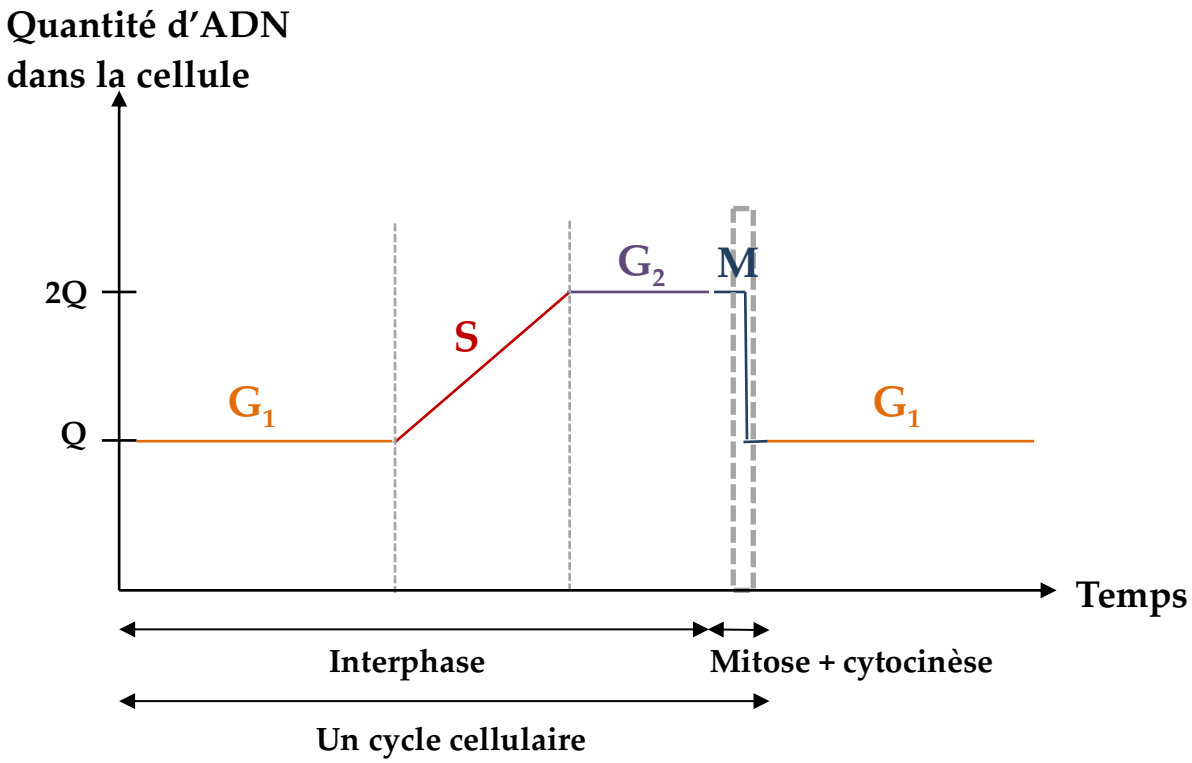


Annexe 13

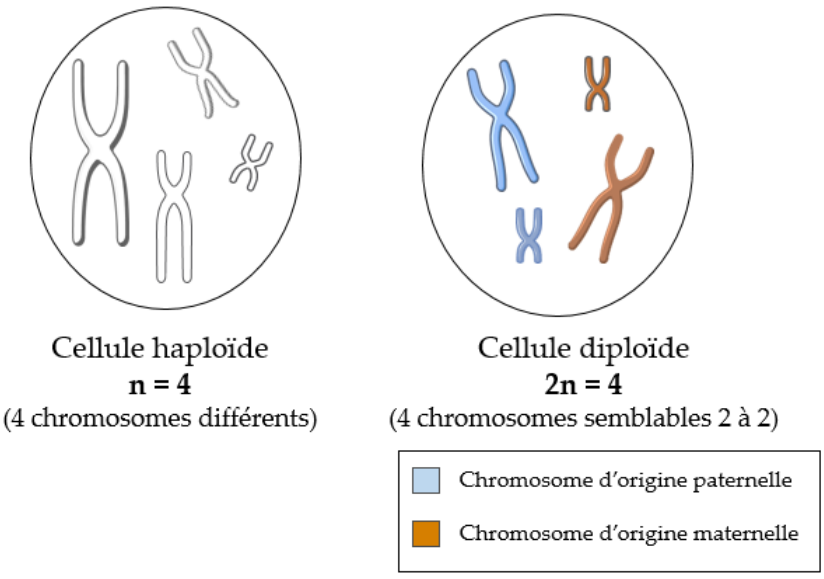


Annexe 14

Graphique de la variation de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire

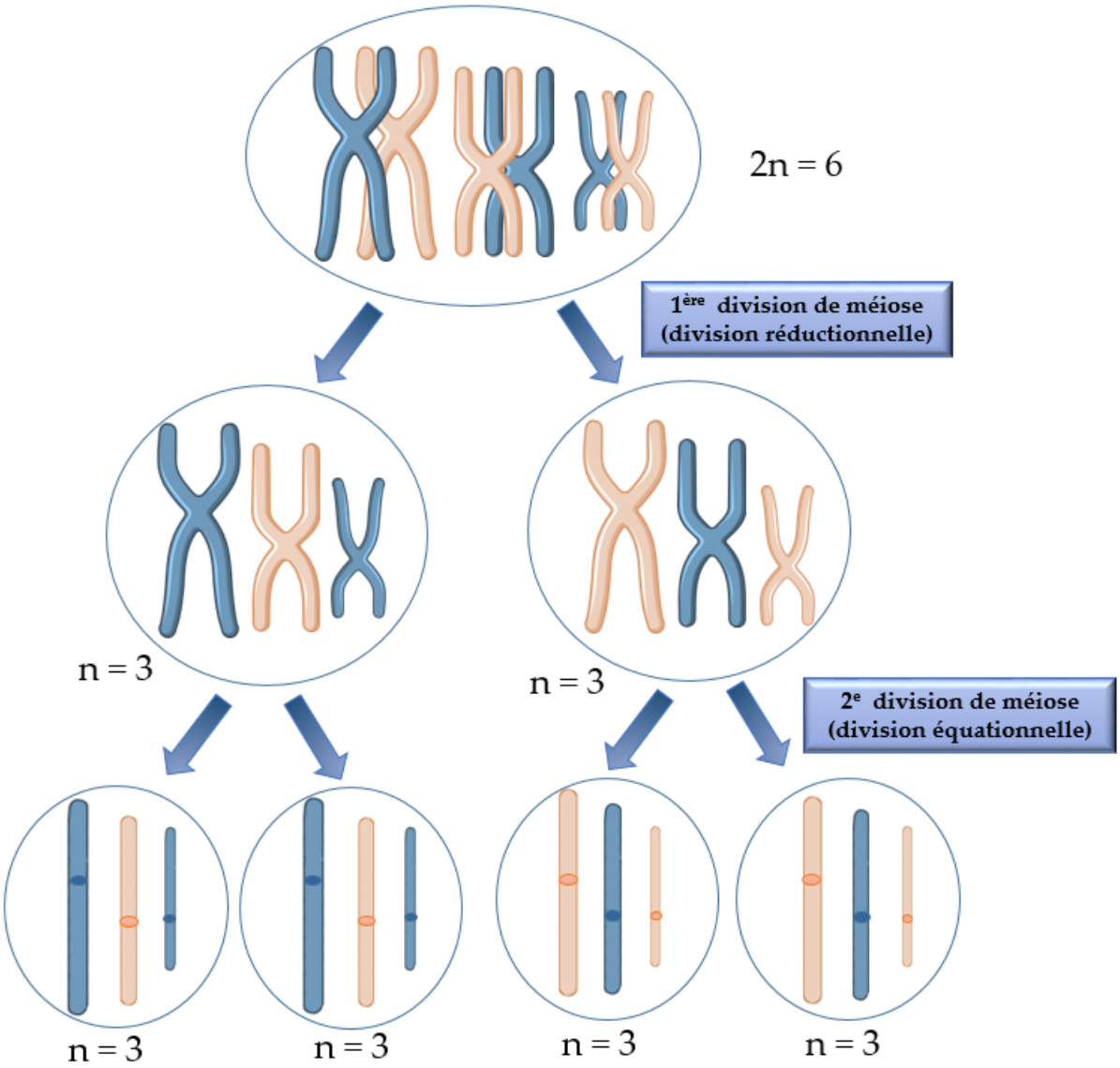


Annexe 15



Annexe 16

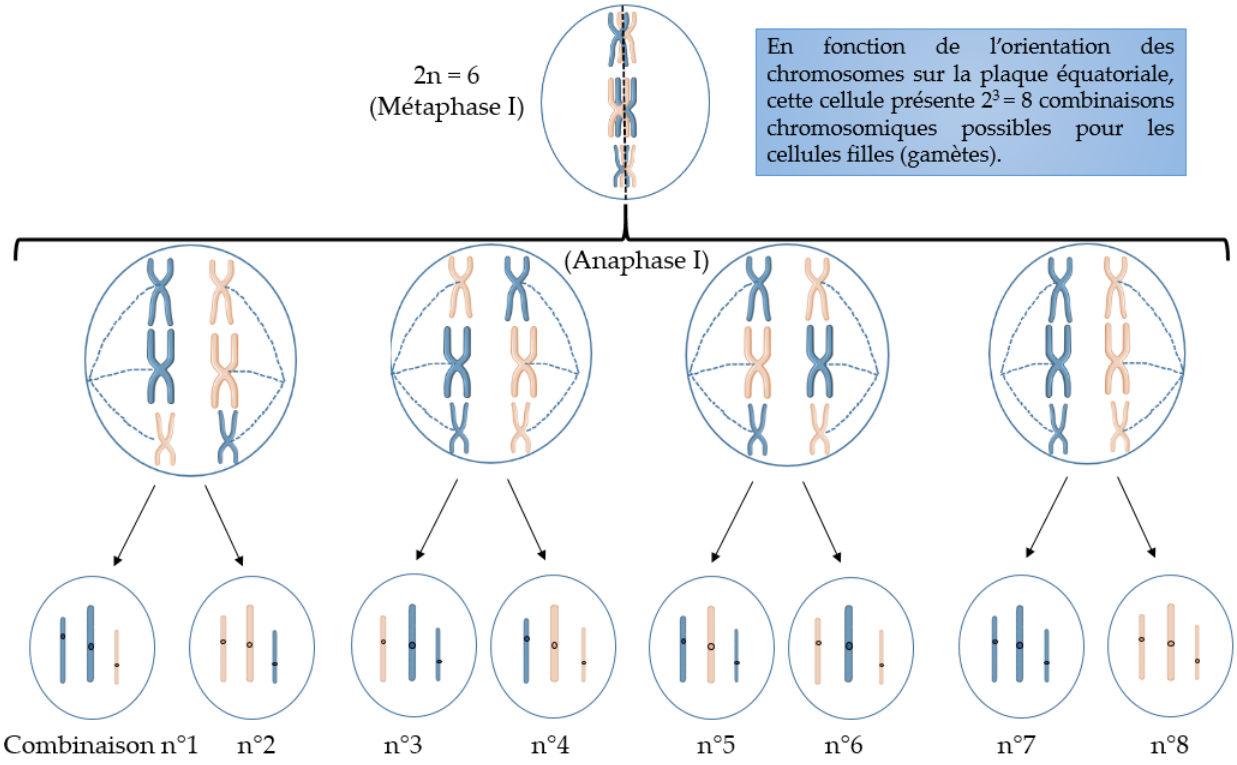
Schéma simplifié de la méiose pour une cellule 2n = 6



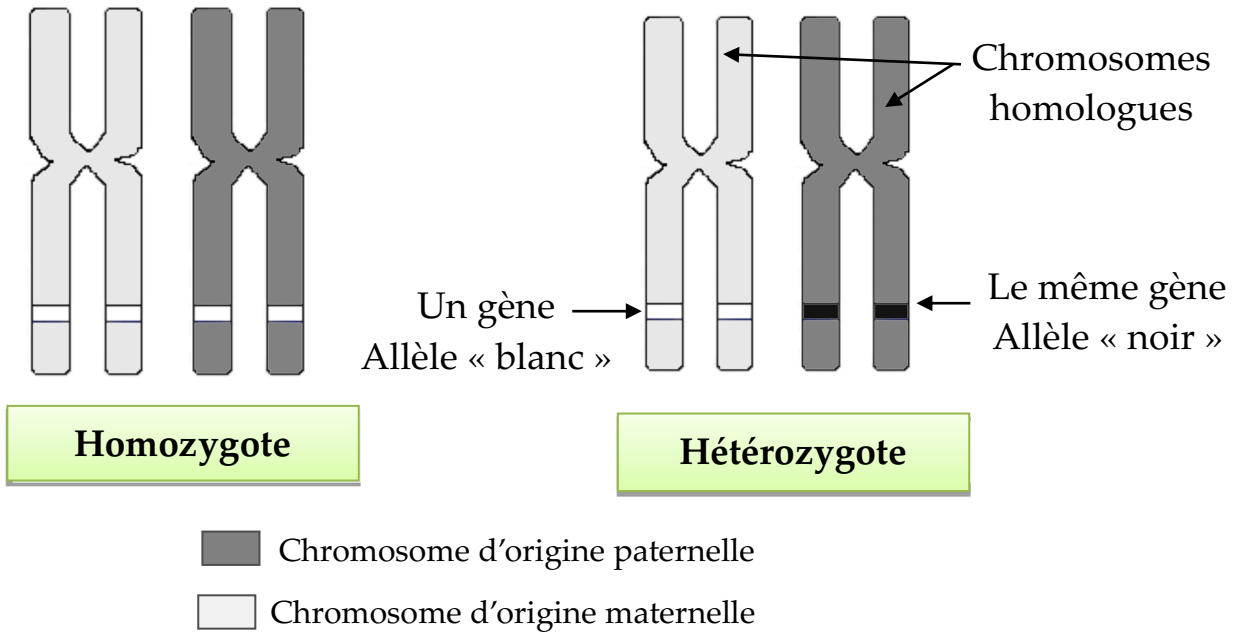
Annexe 17

	Mitose	Méiose
Cellules concernées	Cellules somatiques	Cellules germinales
Nombre de divisions	**Une seule division** comprenant une prophase, une métaphase, une anaphase et une télophase (Pas de réduction chromatique)	**Deux divisions successives (**à réduction chromatique), chacune comprenant une prophase, une métaphase, une anaphase et une télophase (pas de réplication de l'ADN entre les deux). Pendant la prophase I jusqu'à l'anaphase I, **les chromosomes homologues s'apparient** et forment des bivalents ou tétrades. Ce phénomène est propre à la méiose.
Nombre de cellules filles et degré de ploïdie	Deux cellules filles, chacune étant diploïde (2n), elles contiennent le même nombre de chromosomes présents dans la cellule mère.	Quatre cellules filles haploïdes (n), chacune contenant la moitié du nombre de chromosomes présents dans la cellule mère. (1 chromosome de chaque paire de départ)
Rôle dans l'organisme animal	Développement d'un adulte pluricellulaire à partir du zygote, production de cellules pour la croissance et la régénération des tissus.	Production des gamètes

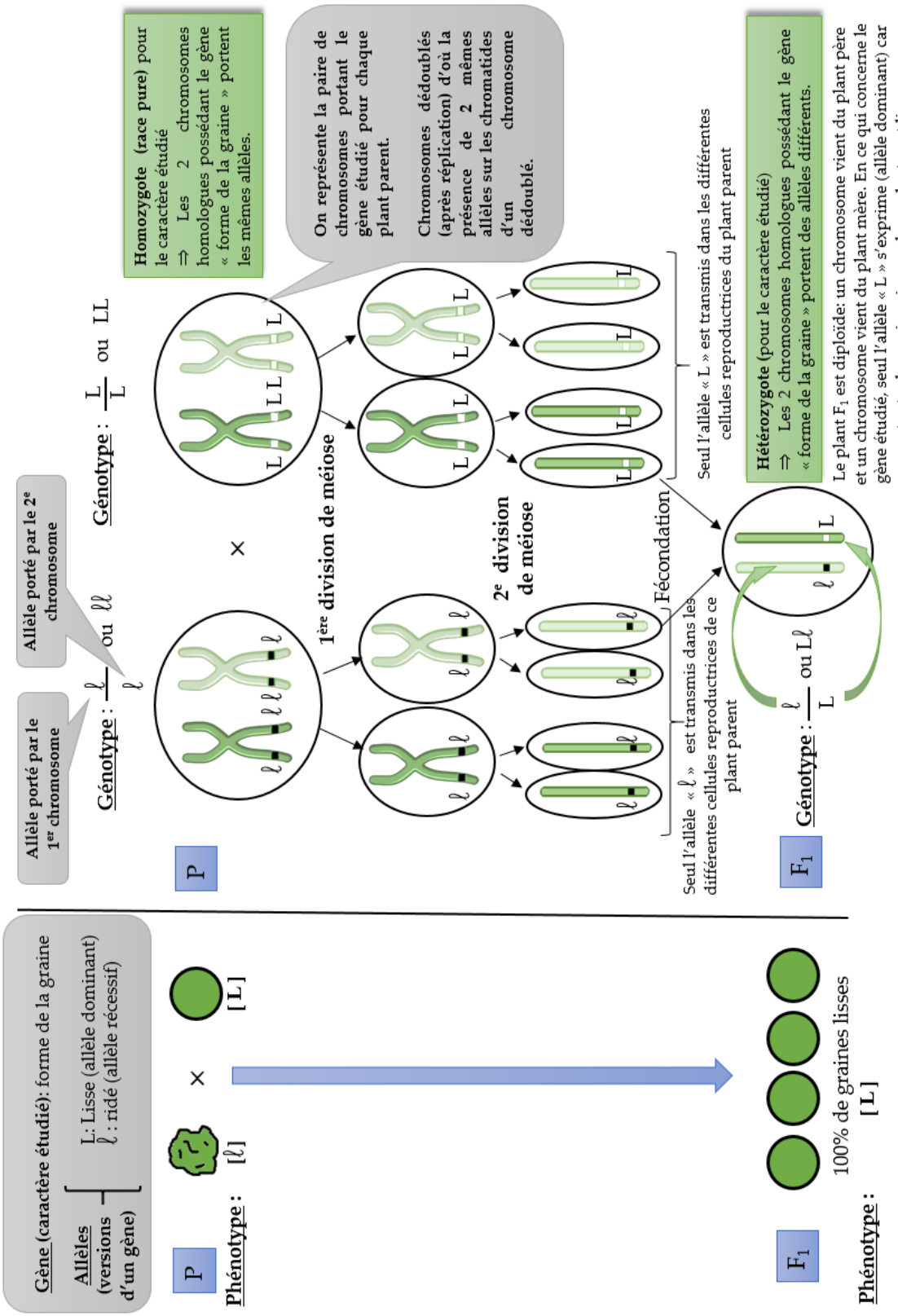
Annexe 18

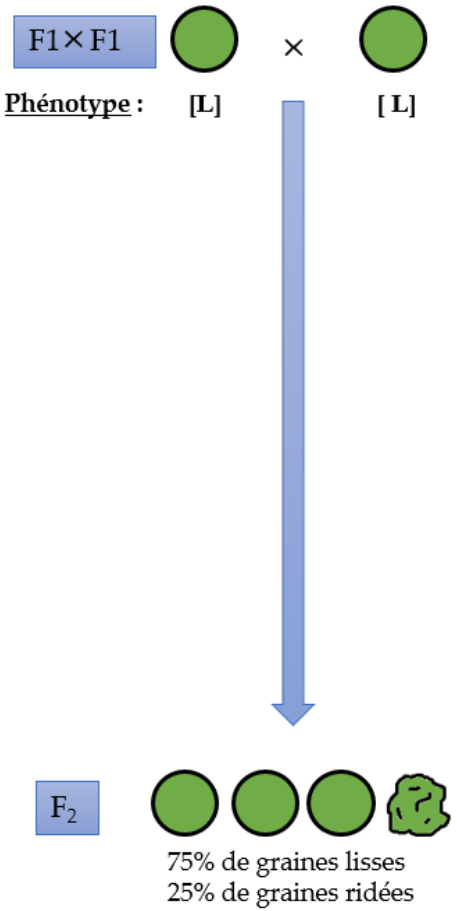


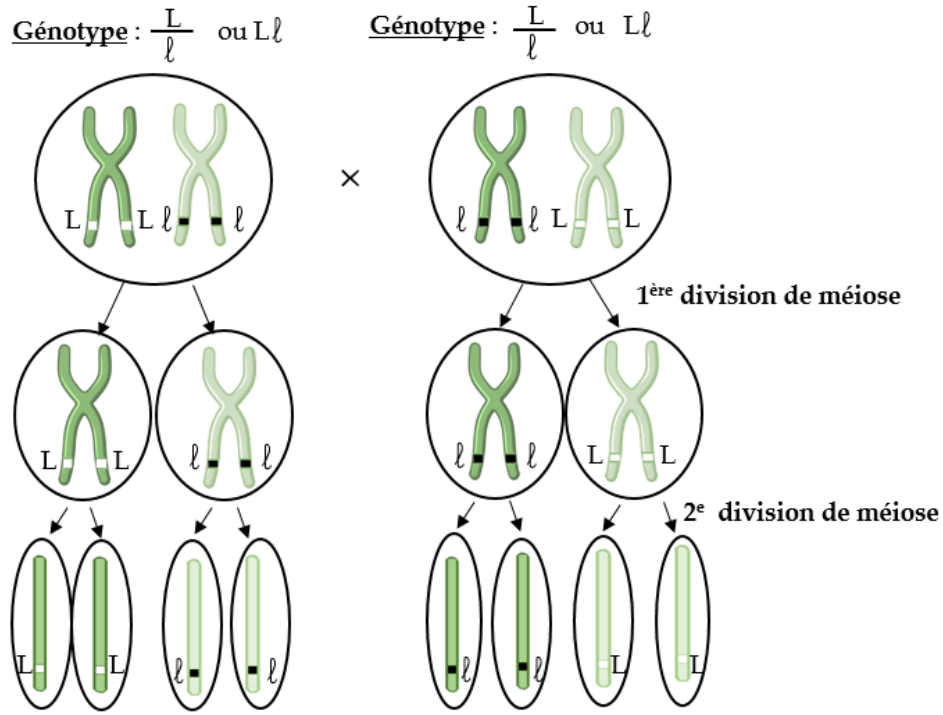
Annexe 19



Annexe 20


Gène (caractère étudié): forme de la graine
Allèles (versions d'un gène)
L: Lisse (allèle dominant)
ℓ : ridé (allèle récessif)
P
Phénotype : [ℓ] × [L]
F1
100% de graines lisses
Phénotype : [L]
Allèle porté par le 1er chromosome
Allèle porté par le 2e chromosome
Génotype : ℓ/ℓ ou ℓℓ × Génotype : L/L ou LL
P
1ère division de méiose
2e division de méiose
Fécondation
Homozygote (race pure) pour le caractère étudié
⇒ Les 2 chromosomes homologues possédant le gène « forme de la graine » portent les mêmes allèles.
On représente la paire de chromosomes portant le gène étudié pour chaque plant parent.
Chromosomes dédoublés (après réplication) d'où la présence de 2 mêmes allèles sur les chromatides d'un chromosome dédoublé.
Seul l'allèle « ℓ » est transmis dans les différentes cellules reproductrices de ce plant parent
Seul l'allèle « L » est transmis dans les différentes cellules reproductrices du plant parent
F1
Génotype : ℓ/L ou Lℓ
Hétérozygote (pour le caractère étudié)
⇒ Les 2 chromosomes homologues possédant le gène « forme de la graine » portent des allèles différents.
Le plant F1 est diploïde: un chromosome vient du plant père et un chromosome vient du plant mère. En ce qui concerne le gène étudié, seul l'allèle « L » s'exprime (allèle dominant) car toutes les graines issues de ce plant sont lisses.





Chaque plant parent de la génération F1 transmet dans ses cellules reproductrices soit l'allèle « graine lisse », soit l'allèle « graine ridée ».
Les croisements possibles lors de la fécondation sont résumés dans un tableau (tableau de Punett ou échiquier de croisement) :

F2

♂ \ ♀	L	ℓ
L	L/ℓ ou Lℓ [L]	L/ℓ ou Lℓ [L]
ℓ	L/ℓ ou Lℓ [L]	ℓ/ℓ ou ℓℓ [ℓ]

¾ de graines lisses (75%)

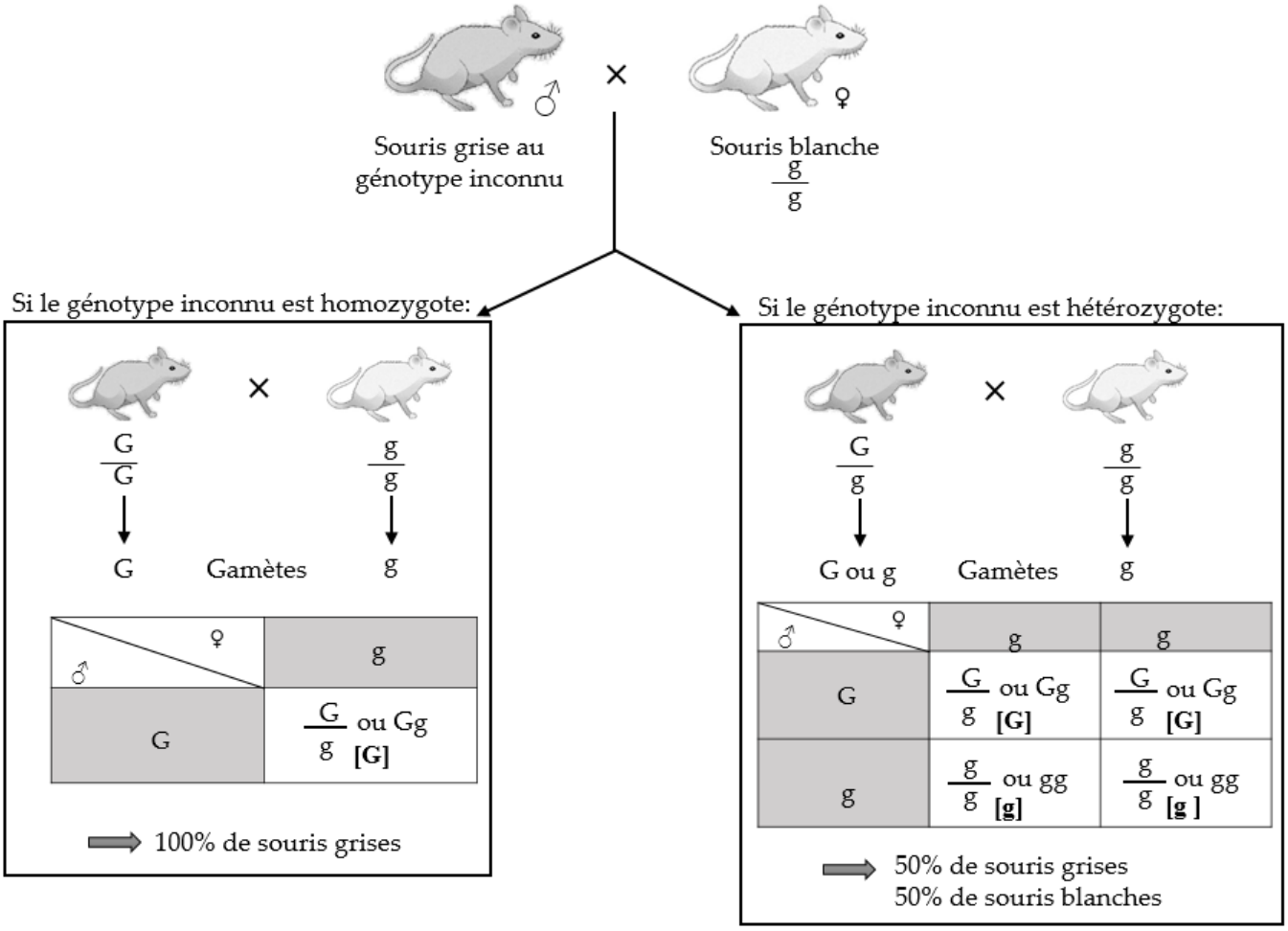
¼ de graines ridées (25%)

Annexe 22

Pour déterminer le génotype de la souris grise (homozygote ou hétérozygote), on peut réaliser un croisement test ou test-cross qui consiste à croiser cette souris avec une souris homozygote récessive pour le caractère étudié (ici couleur du pelage).
Il y a ainsi deux possibilités, soit :

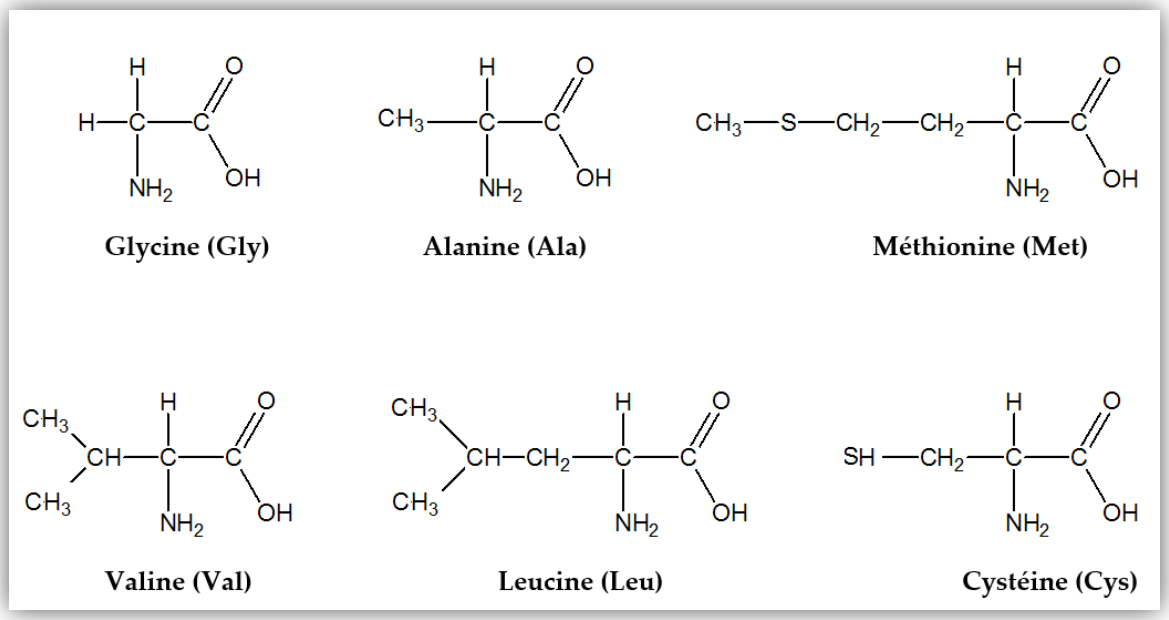
- Tous les descendants sont identiques, à pelage gris. Dans ce cas, la souris grise au génotype inconnu est homozygote (GG) ;
- Statistiquement, la moitié des descendants est à pelage gris et l'autre moitié à pelage blanc. Dans ce cas, la souris grise au génotype inconnu est hétérozygote (Gg).

Résultats possibles du test-cross :



Exemple de mise en situation

Voici les formules de 6 acides aminés :





- Entourez en bleu les parties communes et en rouge celles qui diffèrent.
- En déduire la formule générale d'un acide aminé :

Exemple de situation d'apprentissage

Quel est le support de l'information génétique au sein du vivant ?

Expérience 1 : Expérience de Griffith (1928)

Le microbiologiste anglais Frederick Griffith travaillait sur le pneumocoque *Diplococcus pneumoniae,* la bactérie responsable de la pneumonie chez les Mammifères. Le pneumocoque existe sous deux formes :

- Une forme virulente[20] qui possède une capsule (enveloppe protégeant la bactérie contre les attaques du système immunitaire). Les colonies de bactéries virulentes montrent un aspect lisse ; on les désigne par la lettre S *(Smooth* = lisse).

Schéma d'une bactérie S

- Une forme non virulente dépourvue de capsule. Griffith observa que dans ses cultures, il se formait parfois une variété de bactéries différente de la variété courante ; elles forment des colonies d'aspect mat, rugueux ; on les désigne par la lettre R *(Rough* = rugueux).

L'expérience de Griffith consiste à inoculer à des souris différents types de pneumocoques. Les expériences sont résumées dans le document 1 (tableau de la page suivante).

Expérience 2 : Expérience d'Avery, MacLeod et McCarty (1944)

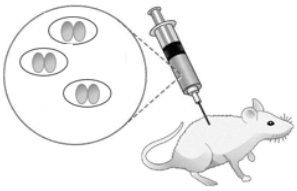
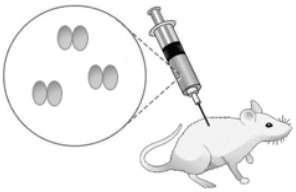
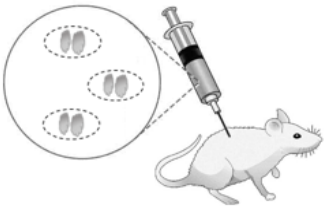
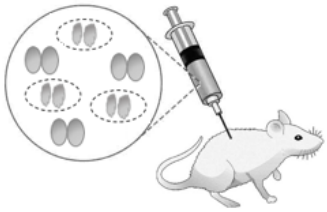
Ces trois chercheurs (Avery et MacLeod étaient canadiens et McCarty américain) ont repris l'expérience de Griffith avec une légère variante. Les bactéries S mortes étaient broyées (on les brise en morceaux en les passant au mixeur) et traitées avec une enzyme digestive avant de les mélanger aux R vivantes (document 2).

- si l'enzyme utilisée était une protéase (enzyme qui digère les protéines), les bactéries R se transformaient quand même en bactéries S virulentes.
- si l'enzyme utilisée était une DNase (enzyme qui détruit l'ADN), alors la transformation des R en S ne se faisait pas. La souris survivait.

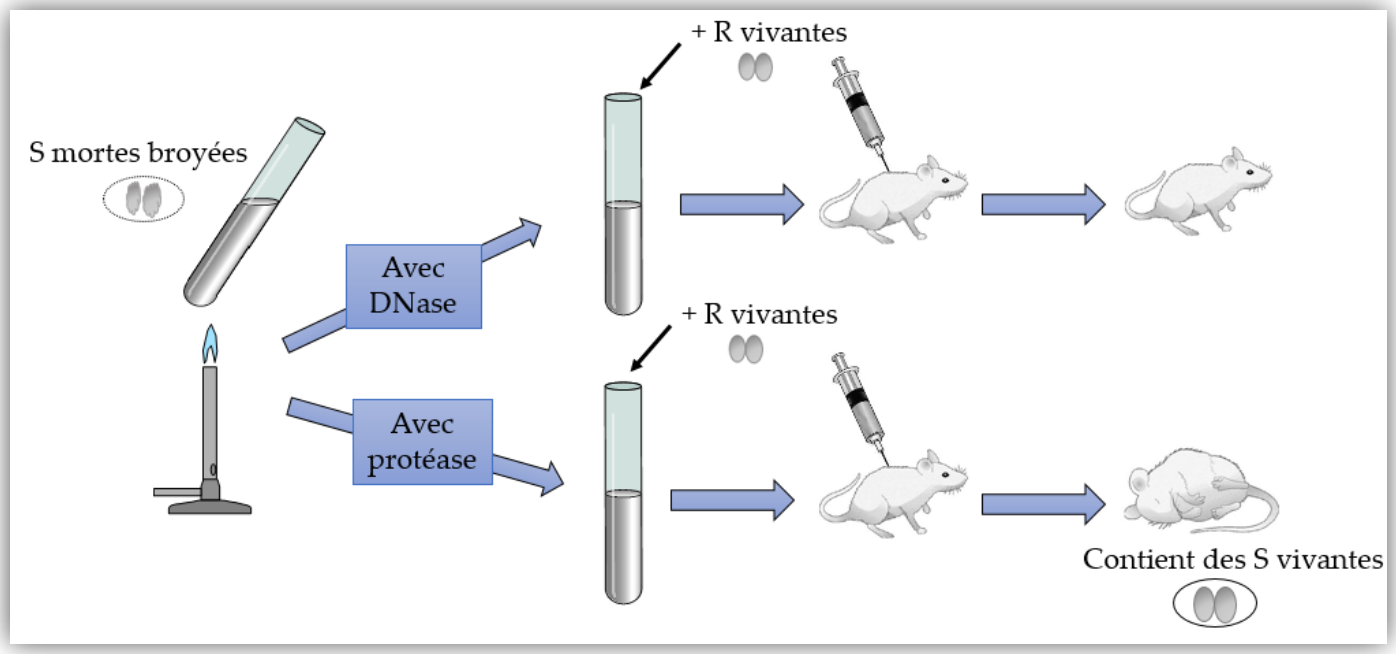
[20] On appelle virulence, le pouvoir que possèdent certaines bactéries (ou virus) de se multiplier dans un organisme animal.

À partir des expériences décrites dans le tableau ci-dessous, interpréter les résultats, proposer une explication au changement de nature des souches R puis conclure.

Document 1

Expériences	**État de la souris**	**Analyse de sang de la souris** (après l'expérience)
a) Injection de bactéries vivantes de type S (virulentes). 	Mort (pneumonie) 	Présence de très nombreux pneumocoques S vivants
b) Injection de bactéries vivantes de type R (non virulentes). 	Survie 	Absence de tout pneumocoque
c) Griffith détruit par la chaleur la capsule des bactéries de type S (virulentes). Il injecte ces bactéries tuées à des souris. 	Survie 	Absence de tout pneumocoque
d) Griffith injecte un mélange de bactéries S (virulentes) tuées et de bactéries R vivantes (non virulentes) à des souris. 	Mort 	Présence de très nombreux pneumocoques S vivants (Les souches R se sont transformées en souches S et se reproduisent en donnant d'autres bactéries S)

Document 2



<u>Considérations pédagogiques pour le professeur</u> :

On peut conclure des expériences de Griffith que si au contact des bactéries S mortes, des bactéries R se sont transformées en bactéries S mortelles bien vivantes c'est que quelque chose, une *information* de S, est passée dans les R et les a transformées en bactéries S. Ce quelque chose se transmet de façon héréditaire puisque les S ainsi formées se reproduisent en donnant d'autres bactéries S.

Quelle est l'information contenue dans la bactérie S qui a été transmise à la bactérie R ?

Ce sont les expériences d'Avery et de ses collègues qui nous fournissent la réponse. L'ADN est donc le support de l'information génétique.

Ceci montre que des transferts d'ADN sont possibles entre bactéries (espèces identiques), que les morceaux d'ADN transmis sont reconnus et que l'information qu'ils véhiculent est bien exprimée dans la cellule receveuse.

Est-ce possible de transférer de l'ADN à une autre espèce ? ⇒ Transgénèse

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Campbell, N. & Reece, J. (2007). Biologie 7e édition, Paris : France, Pearson Education.

Raven, P., Johnson.G.,, Losos.J. & Singer.S (2007).Biologie, Bruxelles : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques

Cornet, M., (2008). Biologie 4e, Bruxelles : De Boeck.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2009) Bio 4 Cahier d'activités- Libre. Louvain-la Neuve : Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2011) Bio 5 Référentiel Officiel. Louvain-la Neuve : Van In.

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, RC., Simon, X., Verhaeghe, P. & Walravens E. (2012) Bio 6 Référentiel Officiel. Louvain-la Neuve : Van In.

D.Bresnick S., (2004), En bref…Biologie, Bruxelles : De Boeck

Gilliquet, V. (2009). Biologie 6e Sciences générales, Bruxelles : De Boeck

Revue scientifique

Giannini A. , »Mendel ; les prémices de la génétique », in Les génies de la science, n°35, mai-juillet 2008, dossier complet.

Sitographie

Animation : brassage génétique au cours de la méiose
http://www.youtube.com/watch?v=CVErWAxXMfc, [en ligne], consulté le 03/01/15

Animation cycle cellulaire
http://www.youtube.com/watch?v=Wy3N5NCZBHQ, [en ligne], consulté le 03/01/15

Animation mitose cellule animale
http://www.youtube.com/watch?v=nPG6480RQo0, [en ligne], consulté le 03/01/15

Bourbonnais,P., Les molécules de la vie
http://www.cegep-ste-foy.qc.ca/profs/gbourbonnais/pascal/fya/chimcell/notesmolecules/index.htm[en ligne], consulté le 24/06/14

Caractères homologues et recherche de parenté
http://maitres.snv.jussieu.fr/agreginterne/2-enseignement/Caracthomolrech3103.pdf, [en ligne] , consulté le 24/02/14

Caryotype
http://www.youtube.com/watch?v=F-09QMVhGeU
ou
http://www.youtube.com/watch?v=lpAJngh_SpE, [en ligne], consulté le 03/01/15

Caryotype de gamète
http://www.ac-grenoble.fr/disciplines/svt/file/ancien_site/log/t_s/ts_genome/TS_genome_act4.htm, [en ligne], consulté le 03/01/15

Exercices de monohybridisme
http://www.alezim.ch/biologie/biologie_fichiers/Exercices_monohybridisme.pdf, [en ligne], consulté le 03/01/15

Expérience de Meselson et Stahl
http://www.lesbonsprofs.com/notion/svt-1e-s/expression-stabilite-et-variation-du-patromoine-genetique/analyse-des-resultats-de-l-experience-de-meselson-stahl, [en ligne], consulté le 03/01/15

http://www.youtube.com/watch?v=tHzoQbMiap4
(« Blabla SVT » -Agents mutagènes au temps 4 min 16s), [en ligne], consulté le 03/01/15

http://a398.idata.over-blog.com/5/13/60/16/Drepanocytose-anagene---alleles-copie-1.jpg,[en ligne], consulté le 03/01/15

L'échelle d'observation du vivant, http://www.biologieenflash.net/animation.php?ref=bio-0081-1, [en ligne], consulté le 12/02/15

Pierron, Etablir une relation de parenté entre les espèces
http://www.pierron.fr/ressources/fichestp/3eme_svt/CSVT66- , [en ligne] , consulté le 24/02/14

Production et sécrétion de l'insuline
http://www.univ-oran.dz/fcsdp/Cours/synthese%20insuline.pdf,(production et sécrétion de l'insuline) [en ligne] , consulté le 24/06/14

Réplication de l'ADN
http://www.dailymotion.com/video/xj7ihn_replication-de-adn_tech
, [en ligne], consulté le 03/01/15
http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/lycee/gueraut/replication/, [en ligne], consulté le 03/01/15

Rôle des chloroplastes
http://www.academie-en-ligne.fr/Ressources/7/SN03/AL7SN03TEPA0013-Sequence-02.pdf
[en ligne], consulté le 13/02/15.

Structure de l'ADN
http://www.youtube.com/watch?v=IusU0OjAuEI, [en ligne], consulté le 03/01/15

Tableau de pourcentage en eau
http://beaussier.mayans.free.fr/IMG/pdf/compo.chimique_cours.pdf, [en ligne], consulté le 03/01/15

Transgénèse
http://blog.crdp-versailles.fr/cahiertextesvt208/public/TP7-transgenese.pdf, [en ligne] , consulté le 24/02/14

Vilars, J., Evolution des espèces et diversité du vivant
http://jeanvilarsciences.free.fr/?page_id=667, [en ligne] , consulté le 24/02/14

Biologie

Sciences générales

2e degré

UAA4

« Une première approche de l'évolution »

Durée prévue pour l'UAA (environ 7 périodes) : de mars à juin en 4e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré — Quatrième année – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« Une première approche de l'évolution »

Compétences à développer

- **A partir des ressemblances entre les êtres vivants, induire que ces êtres vivants, malgré leur extraordinaire diversité, ont une origine commune.**
- **A partir de l'observation des modifications de la biodiversité au cours du temps, émettre une première explication sur la manière dont les espèces évoluent (sélection naturelle sur les différents types d'allèles).**

Processus

Appliquer

- Comparer l'organisation de membres antérieurs de vertébrés et décrire les caractéristiques probables du membre antérieur de leur ancêtre commun.
- Etablir les correspondances entre un tableau simple de caractères relatifs à différentes espèces et l'arbre phylogénétique correspondant.
- Repérer, sur une ligne du temps, les 5 grandes crises subies par la biodiversité et rechercher pour quelques-unes les causes supposées.

Transférer

- Sur base de l'analyse de documents, expliquer comment évoluent les espèces (par exemple : les pinsons des îles Galápagos, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère ….).
- Comparer différentes séquences moléculaires (ADN, protéines, …) et sérier en justifiant, leur ordre probable d'apparition.



Connaitre

- Relever des ressemblances (cellulaires, moléculaires, anatomiques,…) entre êtres vivants.
- Expliquer comment on caractérise une espèce.
- Interpréter un arbre phylogénétique.
- Décrire les trois niveaux de biodiversité (niveaux de la génétique, des espèces et des écosystèmes), à partir de différentes observations.
- A partir d'une approche historique (Darwin), expliquer comment la sélection naturelle influence l'évolution d'une espèce.

Ressources

Prérequis

UAA 1 à 3 de Biologie

Savoirs disciplinaires

- Espèce
- Biodiversité
- Chronologie de l'évolution
- Ancêtre commun hypothétique
- Innovation évolutive
- Sélection naturelle
- Arbre phylogénétique
- Structures analogue et homologue

Savoir-faire disciplinaires

- Comparer des schémas, des planches anatomiques, des séquences moléculaires,….
- Lire et interpréter un arbre phylogénétique.

Considérations pédagogiques

Remarque préalable : les contenus de la colonne « développement suggéré » sont donnés dans un certain ordre à titre d'exemple. Dans la construction de sa propre séquence d'apprentissage, chaque enseignant conserve la liberté pédagogique de leur articulation au sein de chaque unité.

Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Élève *Expliquer comment on caractérise une espèce.* *Décrire les trois niveaux de biodiversité (niveaux de la génétique, des espèces et des écosystèmes), à partir de différentes observations.* **Professeur** La matière de la colonne « développement suggéré » sera acquise grâce à l'analyse des différents exemples proposés par le professeur. Par exemple, chez des espèces domestiquées comme la vache, une diversité génétique importante	**I. Les trois niveaux de biodiversité** **A. La biodiversité au niveau génétique** Tous les individus d'une même **espèce**[1] possèdent les mêmes gènes mais les versions de ces gènes, appelées allèles, sont différentes. Si on prend deux individus de la même espèce, l'ensemble de leur ADN n'est pas identique : ils ne possèdent pas exactement la même séquence nucléotidique. Cela peut leur conférer des aptitudes différentes à s'adapter aux éventuels changements de leur environnement. Il existe donc une **biodiversité** génétique au niveau d'une espèce, elle est basée sur la diversité des allèles des différents gènes.	Espèce	Delvigne, M., (2012). p. 101. http://www2.cnrs.fr/journal/2884.htm (inventaire de la biodiversité) http://biodiversite.wallonie.be/fr/accueil.html?IDC=6 (portail biodiversité en Wallonie)	½ P

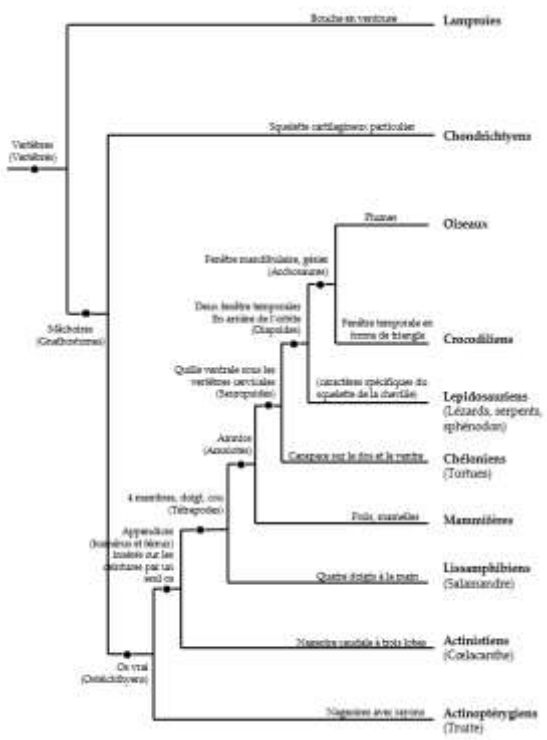
[1] La notion d'espèce jusqu'ici utilisée était celle de l'UAA1

permet à l'Homme de sélectionner les individus qui lui permettront de répondre le mieux à ses besoins (production de lait, de viande…) Montrer, par exemple, des images d'individus mettant en évidence leurs différences : couleur des yeux, des cheveux, couleur de peau… Montrer une vidéo sur la biodiversité ou des tableaux comparant la richesse spécifique de différentes régions (forêt tropicale/ tempérée par exemple). Montrer les différents biomes terrestres et en donner quelques caractéristiques.	B. **La biodiversité au niveau des espèces** Environ 1,8 million d'espèces animales et végétales ont été nommées et décrites. Les scientifiques considèrent que 70 à 95 % du vivant n'est pas encore répertorié. En Belgique on estime à 35 000 le nombre d'espèces animales et à 18 500 le nombre d'espèces végétales, d'algues et de champignons. Ces valeurs illustrent la diversité des espèces. C. **La biodiversité au niveau écologique** La variété d'écosystèmes dans un endroit déterminé (région…) crée la diversité écologique. En Belgique, par exemple, on peut identifier de nombreux écosystèmes différents (écosystème marin, écosystème forestier, écosystème des tourbières hautes, écosystème des pelouses calcaires…). Selon leur stade de développement, les individus d'une espèce peuvent passer d'un écosystème à un autre (par exemple certains amphibiens…). Différents facteurs de changement peuvent intervenir au sein d'un écosystème (facteurs climatiques, catastrophes naturelles …)	Biodiversité	http://www.especes.be/fr/index.php, (inventaire taxonomique des espèces de Belgique) http://acces.ens-lyon.fr/acces/terre/paleo/paleobiomes/comprendre/quest-ce-quun-biome/	

Élève *Repérer, sur une ligne du temps, les 5 grandes crises subies par la biodiversité et rechercher pour quelques-unes les causes supposées.*	**II. Les crises biologiques** La biodiversité peut être menacée et est déjà passée par des périodes durant lesquelles, à l'échelle du globe, un grand nombre d'espèces ont disparu simultanément ; ces périodes ont été appelées **crises biologiques.** Pour être définie comme une crise, il faut que la période concernée rassemble les caractéristiques suivantes : - la disparition concerne un nombre important d'espèces ; - elle a une durée relativement brève à l'échelle des temps géologiques (quelques millions d'années maximum) ; - elle s'étend à toute la planète et à différents écosystèmes. Au cours des 540 derniers millions d'années, une vingtaine de crises se sont succédé. Certaines extinctions ont été massives, ayant entraîné la disparition d'une majorité d'espèces. On distingue classiquement cinq crises biologiques majeures.	Crises biologiques	http://assoplongezbio.free.fr/conf_museum_crises_biodiversite.pdf (les crises de la biodiversité) http://geologie.mnhn.fr/biodiversite-crises/page4.htm (biodiversité et crises) http://jeanvilarsciences.free.fr/?page_id=665 (histoire de la vie au cours du temps) http://www.notre-planete.info/environnement/biodiversite/extinctions_massives.php (les extinctions massives de la biodiversité)	1P

Professeur Les dates des extinctions ainsi que le pourcentage des espèces disparues ne sont pas à mémoriser par les élèves. Ils permettent de se situer dans le temps ainsi qu'une prise de conscience de l'importance de la partie de la population touchée.	- 1ère extinction, -443 millions d'années : 57% des genres de la biodiversité marine disparaissent ; - 2e extinction, -364 millions d'années : 50% des genres de la biodiversité marine disparaissent ; - 3e extinction, -251 millions d'années : disparition de 83% des genres de la biodiversité marine ; - 4e extinction, -206 millions d'années : disparition de 43% des genres marins, pour le milieu terrestre, disparition de presque tous les dinosaures herbivores ; - 5e extinction, -65 millions d'années : disparition de 50% des genres marins, de tous les vertébrés terrestres de plus de 25 kg. Les dinosaures constituent un groupe de vertébrés terrestres qui a connu un succès évolutif considérable, dominant les faunes continentales. L'extinction massive d'il y a environ 65 millions d'années concerne environ trois-quarts des espèces et pas uniquement les dinosaures.			

À partir de documents (articles, vidéos…), débattre avec les élèves des hypothèses suivantes : - ils sont inadaptés donc voués à l'extinction (le groupe est « vieux » au niveau évolutif) ; - ils ont subi la concurrence des mammifères ; - ils ont été victimes de changements climatiques ; - ils ont été victimes d'une éruption volcanique ; - ils ont disparu suite à la chute « d'objets célestes » ; - ils ont souffert de la variation du niveau des mers.	Plusieurs causes semblent être à l'origine de cette extinction : le volcanisme intense, la collision avec une météorite et les variations du niveau des mers.			
Élève *Interpréter un arbre phylogénétique.* *Etablir les correspondances entre un tableau simple de caractères relatifs à différentes espèces et l'arbre phylogénétique correspondant.*	**III. Arbre phylogénétique** Annexe 2 Arbre phylogénétique des vertébrés	Arbre phylogénétique	Gilliquet, V., (2009). p. 167. Delvigne, M., (2012). pp. 76 à 78.	1P½

Professeur Utiliser par exemple l'arbre simplifié des vertébrés proposé ainsi que la matrice associée.	 Un arbre phylogénétique est une figure (représentation graphique) qui permet de représenter les liens de parenté entre des espèces différentes (qui est proche parent de qui) en appliquant le principe de partage des états dérivés des caractères (**innovations évolutives**). Chaque branchement d'un arbre phylogénétique est justifié par une ou plusieurs innovations évolutives. Les	Innovation évolutive		

	nœuds de l'arbre phylogénétique représentent des populations d'ancêtres communs à partir desquelles vont émerger deux groupes différant par leurs caractéristiques (formation de nouvelles espèces). Lire un arbre phylogénétique permet de: 1) Préciser le degré de parenté entre différentes espèces : par exemple dans la faune actuelle, le groupe le plus apparenté aux oiseaux est, actuellement, celui des crocodiles : tous possèdent en commun plusieurs caractères qui leur sont propres (gésier, membrane nictitante, différents caractères génétiques…) ; 2) définir des clades ou groupes monophylétiques qui seront utilisés pour établir la classification phylogénétique du vivant ; 3) donner certaines caractéristiques du plus récent ancêtre commun à partir des états des caractères partagés par ses descendants.			

	Les **ancêtres communs** représentés sur les arbres phylogénétiques sont **hypothétiques**. Leur portrait-robot peut être établi à partir des caractères partagés par les descendants ; ils ne correspondent pas forcément à des espèces fossiles précises. Un fossile ne se place donc pas à un nœud, on le place comme les autres taxons, à l'extrémité d'une branche qui s'est éteinte. La comparaison des caractères morphologiques ou moléculaires homologues n'est pas simple car, au cours de l'évolution, ces caractères peuvent avoir changé à plusieurs reprises. Ils ont connu plusieurs états : un état ancestral et un état dérivé. Par exemple, l'arbre simplifié des vertébrés (voir annexe) a été construit grâce aux informations apportées par une matrice ou tableau d'état des caractères[2]. Au cours de l'évolution, un caractère peut se transformer, c'est-à-dire passer d'un état (dit ancestral) à un autre (dit dérivé). L'état dérivé est donc une innovation évolutive			

[2] Voir définition du caractère dans l'UAA3

	qui, si elle confère un avantage à son porteur, se répandra dans sa descendance. L'innovation évolutive est donc une modification génétique (mutation) fixée dans une population ou une espèce parce qu'elle se manifeste par une modification d'un caractère (phénotype) qui apporte un avantage à son porteur par rapport à l'état de caractère ancestral. Le partage de cette innovation évolutive par différents organismes est une signature de parenté. Par exemple, l'écaille est un état ancestral qui a évolué soit vers la plume chez les oiseaux soit vers le poil chez les mammifères. Le fait de posséder des poils est donc une innovation évolutive signifiant que tous les organismes possédant des poils sont plus proches parents entre eux qu'avec ceux qui n'en portent pas. Un clade (ou groupe monophylétique) regroupe un ancêtre commun avec tous ses descendants. La matrice fournie en annexe 1 montre quelques innovations évolutives majeures des vertébrés qui peuvent être replacées dans l'arbre correspondant.			

Élève *Comparer l'organisation de membres antérieurs de vertébrés et décrire les caractéristiques probables du membre antérieur de leur ancêtre commun.* **Professeur** Les exemples proposés dans la colonne « développement suggéré » sont repris dans les ressources les plus fréquentes. Néanmoins, d'autres possibilités existent et restent de l'ordre de la liberté pédagogique du professeur. **Élève** *Relever des ressemblances (cellulaires, moléculaires, anatomiques,…) entre êtres vivants.* **Professeur** Montrer les squelettes du membre antérieur de quelques vertébrés : ailes des chauves-souris, bras de l'Homme, palette natatoire de la baleine. Comparer des schémas, des planches anatomiques.	Une structure commune à tout un ensemble d'espèces (par exemple les glandes mammaires chez les mammifères…) constitue un argument pour penser que ces espèces possèdent un **ancêtre commun hypothétique** chez lequel une telle structure existait et a été transmise aux descendants de cet ancêtre. Certains caractères peuvent présenter des ressemblances entre espèces même si leurs fonctions peuvent se révéler très différentes. Par exemple les membres antérieurs des vertébrés sont des **structures homologues**, c'est-à-dire qu'elles peuvent différer d'apparence et de fonction mais qu'elles dérivent toutes de la même partie du corps d'un ancêtre commun car les mêmes os de base se retrouvent et sont agencés de la même manière. Lorsque des structures se ressemblent (et remplissent éventuellement la même fonction) mais ont deux origines évolutives complètement distinctes au lieu de dériver d'une même structure ancestrale, on parle de **structures analogues**. L'aile des Oiseaux et celle des Insectes Ptérygotes sont analogues : elles remplissent des fonctions identiques mais ont deux origines totalement distinctes.	Ancêtre commun hypothétique Structures homologues Structures analogues	Campbell, N., (2007) p. 535-536. https://www.youtube.com/watch?v=Edcz_MzM5qc (Homologie et analogie- vidéo en anglais)	1P

Élève *Comparer différentes séquences moléculaires (ADN, protéines, …) et sérier en justifiant, leur ordre probable d'apparition.* **Professeur** Reprendre le tableau construit avec les élèves (annexe 6 UAA 3) pour insister sur les similitudes cellulaires. Faire comparer aux élèves des séquences protéiques et des séquences d'ADN pour des espèces plus ou moins apparentées. Par exemple, l'hémoglobine. Les similitudes de la chaîne β de l'hémoglobine sont plus grandes entre certaines espèces (chimpanzés, gorilles, orangs outangs, Homme) que celles observées entre d'autres espèces (chiens et chimpanzé).	Les ressemblances héritées d'un ancêtre commun peuvent également être décelées à l'échelle moléculaire : séquences protéiques et d'ADN. La convergence entre les similitudes observées aux niveaux morphologique et moléculaire est un argument fort en faveur de la parenté et de l'évolution des êtres vivants à partir d'un ancêtre commun.			

Élève *À partir d'une approche historique (Darwin), expliquer comment la sélection naturelle influence l'évolution d'une espèce.* **Professeur** Par exemple, lors de son voyage dans l'archipel des Galápagos, Darwin a l'occasion d'observer de nombreuses espèces. Notamment, il étudie de petits oiseaux, les « pinsons ». Pour Darwin, ils sont tous issus d'une espèce d'origine. En fonction des îles sur lesquelles on les trouve, ils sont un peu différents. Par exemple, sur les îles où les arbres donnent de grosses graines, les pinsons sont pourvus de plus gros becs. **Élève** *Sur base de l'analyse de documents, expliquer comment évoluent les espèces (par exemple : les pinsons des îles Galápagos, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère ….).* **Professeur**	**IV. La sélection naturelle** Charles Darwin (1809-1882) est très tôt passionné par les sciences naturelles. En 1831, il embarque sur le Beagle pour un voyage d'exploration qui durera environ cinq ans. Au cours de ce voyage, il relève des informations et prélève des échantillons. Darwin publie en 1859 "On the Origin of Species by Means of Natural Selection" explicitant les concepts principaux de sa théorie : - les espèces d'organismes peuplant la Terre descendent d'espèces ancestrales ; - il existe une variabilité naturelle au sein des espèces et ces variations sont héritables ; - l'évolution s'effectue par sélection naturelle et adaptation. La **sélection naturelle** est le phénomène par lequel certains caractères héréditaires plus favorables que d'autres à la survie et à la reproduction des individus qui les portent sont transmis préférentiellement de génération en génération. Elle modifie donc la fréquence des allèles dans les	Sélection naturelle	Campbell., (2007).p . 484-485. Gilliquet, V., (2009). p. 187 à 188. Delvigne, M., (2012). p. 62. http://www.youtube.com/watch?v=rDjrYKuOD2g (« Blabla SVT » - Moustique du métro	1P

Par exemple, utiliser la vidéo dont le lien est donné dans la colonne « outils liens » pour expliquer l'évolution des moustiques du métro de Londres.	populations au cours des générations. La sélection naturelle constitue un mécanisme de « tri » des individus et donc des caractères qu'ils portent par l'environnement. Les ressources étant limitées (alimentaires, spatiales…), tous les individus ne peuvent pas survivre. Certains individus laissent plus de descendants que d'autres (ils atteignent la maturité sexuelle et se reproduisent davantage), car ils possèdent par hasard des caractères qui les rendent mieux adaptés au milieu dans lequel ils vivent. Comme les milieux ne sont pas tous les mêmes et peuvent se modifier au cours du temps, certaines conditions peuvent se révéler défavorables pour certains individus et favorables pour d'autres. (exemple : phalène du bouleau). La sélection naturelle constitue une force évolutive qui contribue à la modification des êtres vivants au cours du temps.		de Londres)	
Évaluation formative RCD				1P[3]
Évaluation sommative RCD				1P

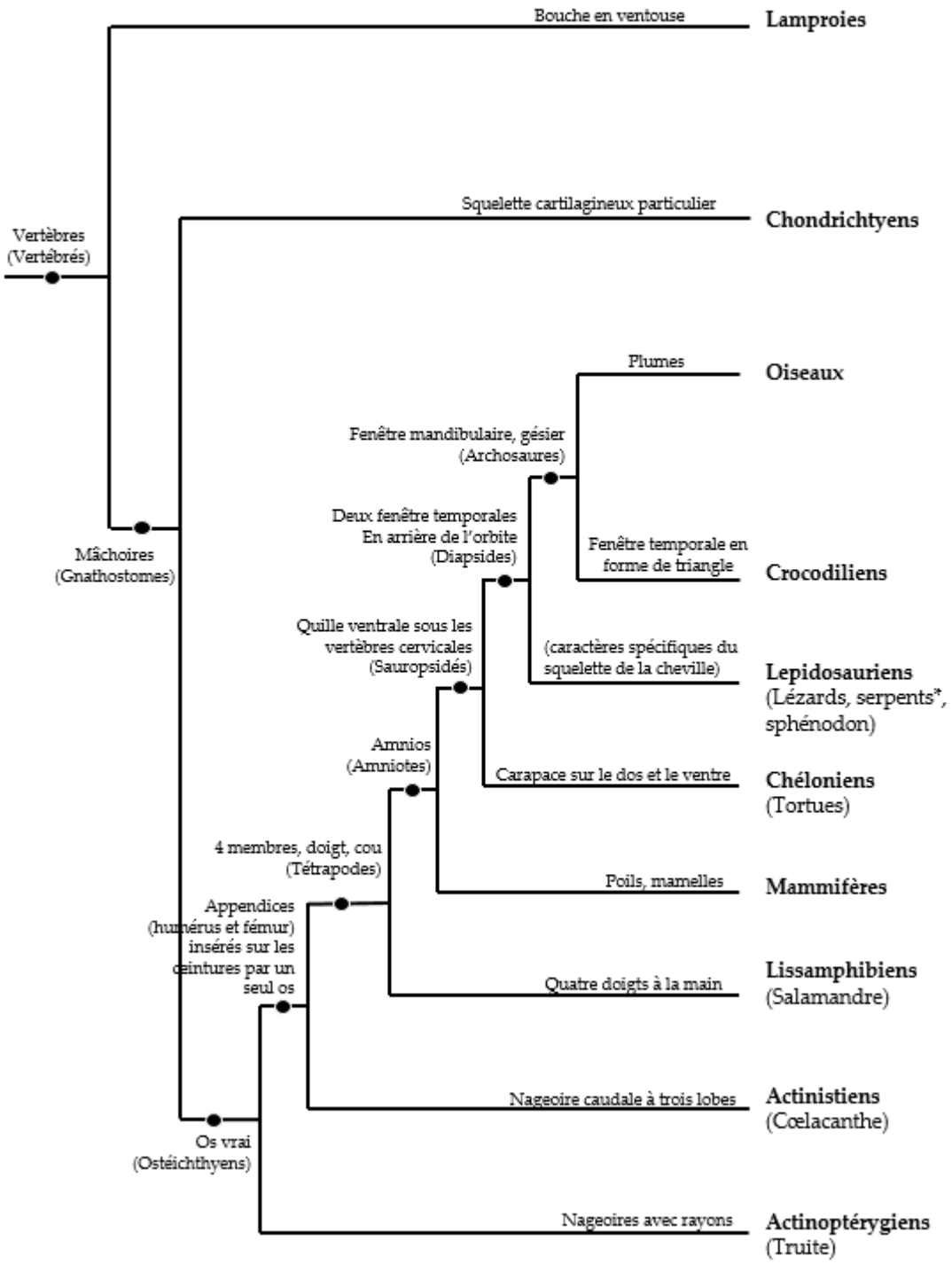
[3] Le nombre et le moment des évaluations restent du domaine de la liberté pédagogique du professeur et sont indiqués ici à titre indicatif.

Annexe 1

	Lamproies	Chondrichtyens	Actinoptérygiens	Actinistiens	Lissamphibiens	Mammifères	Chéloniens	Lépidosauriens	Crocodiliens	Oiseaux
Vertèbres	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Mâchoires		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Os			X	X	X	X	X	X	X	X
Appendices pairs (humérus et fémur) insérés sur les ceintures par un seul os				X	X	X	X	X	X	X
4 membres					X	X	X	X	X	X
Amnios						X	X	X	X	X
Quille[4] ventrale sous les vertèbres cervicales							X	X	X	X
Deux fenêtres temporales en arrière de l'orbite								X	X	X
Fenêtre mandibulaire									X	X

[4] Ou hypapophyse. Proposer une observation de squelettes ou de documents (photos,…)

Annexe 2



* Certains fossiles comme celui d'*Eupodophis discouensi* témoignent de l'existence passée de serpents « à pattes ».

Exemple de situation d'apprentissage

Grâce à l'analyse des documents suivants, montrer l'existence d'une adaptation croisée, produit d'une coévolution, entre des plantes zoogames comme les orchidées et des animaux pollinisateurs comme les papillons.

La zoogamie est un processus de pollinisation au cours duquel des animaux participent à la reproduction des plantes.

Film à visionner :

http://www.youtube.com/watch?v=OMVN1EWxfAU (en anglais), [en ligne], consulté le 21/11/14.

Doc 1

Pollinisation de l'orchidée par le papillon sphinx :

Le papillon enfonce sa trompe dans l'éperon nectarifère. Quand il arrive au bout, il est alors posé sur la fleur. La pollinie (amas de pollen, chez les orchidées, se collant sur l'insecte visiteur) s'accroche alors sur le papillon. Quand ce dernier visite une autre fleur, cette pollinie entre en contact avec son stigmate, d'où pollinisation.

Doc 2

Charles Darwin a publié en 1862 un ouvrage dans lequel il explique diverses observations et résultats d'expériences réalisées chez les orchidées. En voici un extrait :

« *Angraecum sesquipetale* dont les grandes fleurs à six pointes, telles des étoiles en cire blanche comme neige, ont forcé l'admiration des voyageurs à Madagascar. Un nectaire* vert en forme de fouet d'une longueur surprenante pend sous le labelle**. Sur plusieurs fleurs que m'a envoyées Mr Bateman, j'ai mesuré des nectaires de 30 cm de long, avec seulement la partie terminale de 4 cm de long remplie d'un nectar très sucré. Quel pourrait être le rôle, pourrait-on se demander, d'un nectaire d'une longueur aussi disproportionnée ? […] à Madagascar, il doit exister des papillons nocturnes avec des trompes susceptibles d'avoir une longueur comprise entre 25 et 27 cm ! ».

*le nectaire est un organe qui fabrique le nectar ; ici il s'agit de l'extrémité d'un éperon en forme de tube.

**le labelle est une des six pièces florales d'une fleur d'orchidée, en général dirigée vers le bas et d'une forme différente des autres.

Source: Fortin, C., Guillot, G., Le Rouarn-Bonnet M-L. &Lecointre. (2009). Guide critique de l'évolution- Paris : Belin

Doc 3

Alfred Wallace précise entre 1867 et 1871 le mécanisme supposé de la pollinisation d'*Angraecum sesquipetale* : le papillon doit forcer l'entrée de l'éperon et toucher la base de la fleur avec la tête pour atteindre le nectar […] « *qu'un tel papillon nocturne existe à Madagascar peut être prédit avec confiance* ». Wallace dessine même le papillon hypothétique en s'appuyant sur l'exemple d'un grand sphinx africain.

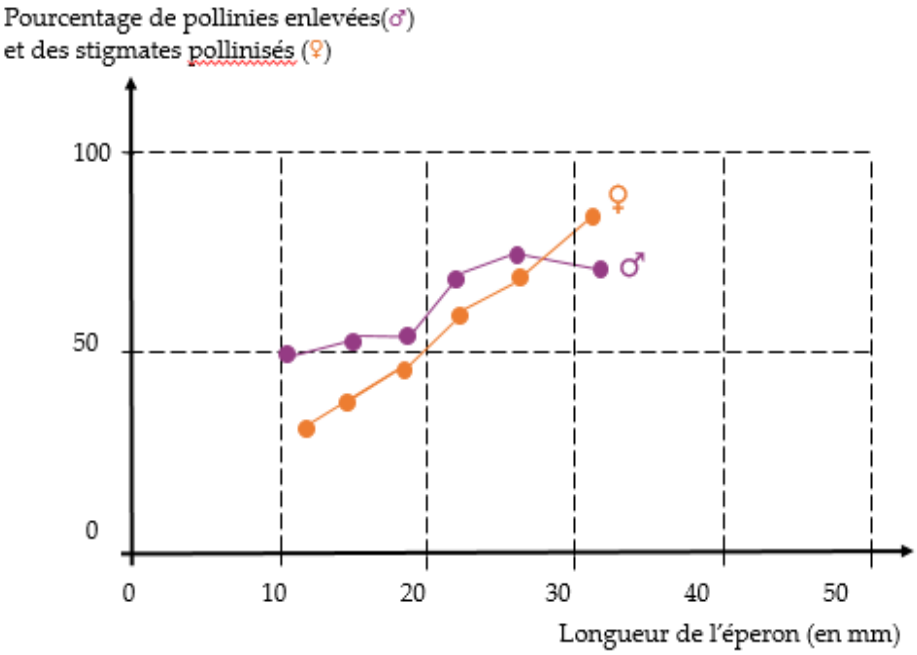
Fortin, C., Guillot, G., Le Rouarn-Bonnet M-L. & Lecointre. (2009).Guide critique de l'évolution - Paris : Belin

Doc 4

En 1903, L.W. Rotschild et K. Jordan découvrent à Madagascar un papillon de nuit, un sphinx *Xanthopan morgani praedicta*. Sa trompe mesure 27 cm de long et serait capable d'aller prélever le nectar de l'orchidée.

Doc 5

En 1988, le botaniste Nillson teste l'hypothèse de l'existence d'une coévolution entre une orchidée européenne (la phalantère à deux feuilles) et un sphinx potentiellement pollinisateur. Il pratique de petites ligatures à différents niveaux pour faire varier la longueur de l'éperon. Des mesures du nombre de pollinies enlevées et du nombre de stigmates pollinisés sont ensuite réalisées :



Plus la longueur de l'éperon est importante, plus le pourcentage de pollinies enlevées augmente. Parallèlement, le pourcentage de stigmates pollinisés s'élève aussi avec la longueur de l'éperon.

Doc 6

En 1997 sont publiés des clichés par G. Kritsky de scènes de pollinisation.

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Campbell. & Reece.J., (2007), Biologie 7e édition, Paris : Pearson Education

Ouvrages pédagogiques

Delvigne, M., Faway, M., Marchesini, R-C., Verhaeghe, P. & Walravens., (2012) Bio 6 officiel, Louvain-la Neuve : Van In.

Gilliquet, V., (2009). Biologie 6e, collection Bio sciences générales. Bruxelles : De Boeck.

« Etude comparative du squelette de membres antérieurs de Vertébrés » (à paraître), Centre technique et pédagogique- Frameries.

Sitographie

Billet, G., Bonnefoy, B., dans le cadre du monitorat MNHN 2006-2007
Sous la direction de Patrick De Wever, Professeur, MNHN
http://geologie.mnhn.fr/biodiversite-crises/page4.htm,[en ligne], consulté le 27/02/14.

Blabla SVT » -Moustique du métro de Londres
http://www.youtube.com/watch?v=rDjrYKuOD2g, [en ligne], consulté le 12/11/14.

Conférence par Didier Néraudeau, Paléontologue, professeur à l'université de Rennes.
http://assoplongezbio.free.fr/conf_museum_crises_biodiversite.pdf,[en ligne], consulté le 27/02/2014.

Histoire de la vie au cours du temps
http://jeanvilarsciences.free.fr/?page_id=665, [en ligne], consulté le 20/04/2014.

Homologie et analogie- vidéo en anglais
https://www.youtube.com/watch?v=Edcz_MzM5qc, [en ligne], consulté le 03/01/15.

http://acces.ens-lyon.fr/acces/terre/paleo/paleobiomes/comprendre/quest-ce-quun-biome/, [en ligne], consulté le 03/01/15.

Inventaire de la biodiversité

http://www2.cnrs.fr/journal/2884.htm, [en ligne] , consulté le 24/02/14.

Inventaire taxonomique des espèces de Belgique
http://www.especes.be/fr/index.php, [en ligne] , consulté le 24/02/14.

Magdelaine, C.,
http://www.notreplanete.info/environnement/biodiversite/extinctions_massives.php, [en ligne], consulté le 20/04/14.

Portail biodiversité en Wallonie
http://biodiversite.wallonie.be/fr/accueil.html?IDC=6, [en ligne] , consulté le 12/11/14.

CHIMIE

CHIMIE

Chimie

Sciences générales

2e degré

UAA1

« Constitution et classification de la matière »

Durée prévue pour l'UAA1 (14 périodes) : de septembre à janvier en 3e année

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 1

« Constitution et classification de la matière »

Compétences à développer

- **Décrire et modéliser les différents niveaux d'organisation de la matière.**
- **Analyser le tableau périodique des éléments pour en extraire des informations pertinentes.**
- **Décrire les qualités, les limites et le caractère évolutif d'une théorie scientifique.**

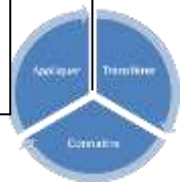
Processus	**Ressources**

Appliquer

- Schématiser un atome et un ion monoatomique selon un modèle atomique déterminé.
- Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour :
  - estimer la masse atomique relative d'un élément (atome, ion) ;
  - modéliser la répartition des particules subatomiques selon le modèle de Bohr.
- Distinguer un métal d'un non-métal sur base de caractéristiques macroscopiques (conductivité, éclat, ductilité).
- Distinguer le caractère métallique/non métallique d'un élément en fonction de sa place dans le tableau périodique des éléments. Prévoir la charge attendue de l'ion correspondant.
- Préparer une solution de concentration massique connue.

Transférer

- Mener une expérience de conductivité pour déceler la présence d'ions dans un milieu naturel (par exemple : eau de mer, engrais liquide, liquide physiologique, eau minérale…).
- Construire un protocole expérimental visant à séparer les constituants d'un mélange et le mettre en œuvre.



Savoirs disciplinaires

Objets macroscopiques

- Corps pur, simple, composé
- Mélange
- Solvant, solution, soluté
- Métaux, non-métaux
- Elément
- Gaz noble

Objets microscopiques

- Espèce chimique
- Molécule
- Atome (modèles de Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford – Chadwick, Bohr)
- Ion, cation, anion
- Charge[1], proton, neutron, électron

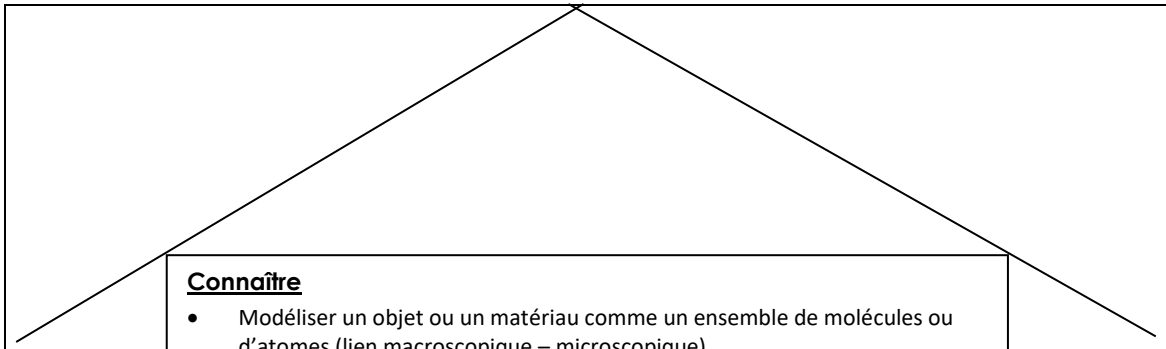
Atomes, éléments, familles

- Masse atomique relative
- Nombre atomique
- Symbolisme
- Nomenclature atomique
- Electronégativité
- Nom des familles a.

Phénomène chimique

Concentration massique

[1] Notion de charges électriques (vue dans l'UAA 1 en physique)



Connaître

- Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).
- Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.
- Décrire le concept de modèle à partir de l'histoire du modèle atomique.
- Décrire les qualités, les limites et le caractère évolutif d'une théorie scientifique à partir de l'histoire de la théorie atomique.
- Connaître les symboles des éléments rencontrés lors du cours de chimie (pas d'étude exhaustive).
- Décrire des corps purs simples et des corps purs composés, choisis pour représenter chacun des états de la matière. Fournir des exemples d'utilisation de ces corps dans la vie courante.
- A partir de la visualisation de réactions (observées, filmées…), classer les éléments d'une même famille sur base de propriétés chimiques analogues.
- Illustrer le concept d'ion au travers de situation expérimentale et d'une situation quotidienne.
- Relier l'électronégativité d'un ensemble d'éléments à leur caractère métallique. Associer l'inertie des gaz nobles à l'absence d'électronégativité.

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer la concentration massique d'une solution.
- Distinguer un métal d'un non-métal à l'aide du tableau périodique des éléments.
- Extraire les informations (nombre de protons, de neutrons, d'électrons, électronégativité, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments.
- Mesurer une masse et préciser l'incertitude
- Mesurer un volume et préciser l'incertitude en fonction du récipient choisi.
- Nommer les principales pièces de verrerie
- Filtrer, distiller, décanter, séparer par chromatographie.

Stratégie transversale

- Percevoir les limites d'un modèle (sur base de l'histoire de la théorie atomique).

Considérations pédagogiques

Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Professeur[2] Proposer différents mélanges. **Élève** *Construire un protocole expérimental visant à séparer les constituants d'un mélange et le mettre en œuvre.* Construire un protocole expérimental visant à séparer les constituants de différents mélanges préparés par le professeur par : - filtration, - distillation, - décantation, - chromatographie, en nommant les principales pièces de verrerie. Mettre en œuvre ce protocole.	**Composition de la matière** **1. Distinction mélange - corps pur**[3] La matière est constituée d'un ou de plusieurs **corps pur**(s). Un **mélange** est un ensemble de plusieurs corps purs. Un mélange peut être **homogène** ou **hétérogène**[4]. Une **solution** est un mélange homogène constitué d'un **solvant**, constituant majoritaire, et de un ou plusieurs **solutés**, constituant(s) minoritaire(s). Une **solution aqueuse** est une solution dont le solvant est l'eau. Les méthodes de séparation des constituants d'un mélange sont des **procédés physiques** où des corps purs sont triés en fonction de leurs propriétés physiques. Un corps pur est un ensemble de	Corps pur Mélange homogène Mélange hétérogène Solution Solvant Soluté Solution aqueuse Procédé physique	UAA1 F1[9]	**6 P**

[2] L'idée du référentiel étant de partir du monde macroscopique pour aller vers le monde microscopique, la dissolution sera d'abord abordée à l'échelle macroscopique et donc envisagée comme étant un phénomène physique. C'est dans l'UAA2 que la dissolution sera envisagée à l'échelle microscopique comme un phénomène chimique.

[3] Les chimistes ont utilisé pendant longtemps l'acception « forme pure de la matière » pour substance. Pour éviter toute ambiguïté, à ce stade, nous emploierons uniquement l'expression corps pur. Le terme substance sera utilisé dans l'UAA5, pour désigner les substances ioniques et les substances covalentes polaires et apolaires (voir organigramme évolutif de la matière UAA1 F1).

[4] Un mélange homogène est un mélange dont les constituants ne sont visibles ni à l'œil nu, ni au moyen d'un appareil grossissant (loupe, microscope optique). Un mélange hétérogène est un mélange dont les constituants sont visibles à l'œil nu, à la loupe ou au microscope optique.

	molécules[5] identiques. Les molécules sont des **espèces chimiques**[6]. Un corps pur est donc un ensemble d'espèces chimiques identiques[7]. Une espèce chimique est une entité microscopique susceptible d'intervenir dans un **phénomène chimique** [8] , phénomène auquel s'intéresse le chimiste.	Molécule Espèce chimique Phénomène chimique		
Professeur Comparer la conductibilité électrique de l'eau pure et, par exemple, de l'eau acidifiée[10]. Réaliser une électrolyse de l'eau[11]. Mettre en évidence les propriétés et les applications du dioxygène (respiration cellulaire, comburant), du dihydrogène (voiture au dihydrogène) et les volumes relatifs des gaz produits[12]. **Élève** *Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.*	**2. Les molécules et les atomes** L'électrolyse de l'eau est un phénomène chimique. Un phénomène chimique est un processus au cours duquel un ou plusieurs corps purs se transforment. L'**électrolyse** est la transformation de corps purs au moyen du courant électrique. La molécule d'eau est sécable. L'électrolyse de l'eau produit du	Électrolyse		-

[9] http://www.sciences-wbe.be

[5] Notion introduite au 1er degré

[6] Les différentes espèces chimiques (molécules – atomes – ions – radicaux – électrons – protons) feront l'objet d'une découverte progressive au cours de l'UAA1. Cependant, les radicaux ne seront pas abordés.

[7] Dans le cas des corps purs ioniques, cette définition n'est pas rigoureuse. Les corps ioniques seront abordés au 3e degré.

[8] « Phénomène chimique » est l'acception générique qui comprend :

- au niveau macroscopique, la transformation chimique,
- au niveau microscopique, la réaction chimique,
- au niveau symbolique, l'équation chimique pondérée.

[10] Les pictogrammes de sécurité pourront déjà être introduits à ce stade mais devront être obligatoirement introduits à l'UAA2.

[11] On utilise, par exemple, une solution aqueuse de H_2SO_4 (acide de batteries de voitures, déboucheur) à 10% en masse ou une solution aqueuse de H_3PO_4 (acide des boissons au cola) à 10% en masse.

[12] Le rapport des volumes des gaz sera utilisé dans l'UAA3.

Expliciter la composition d'une molécule. *Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).* Observer les expériences et interpréter les résultats. Modéliser les atomes et les molécules à l'aide de modèles moléculaires et modéliser l'électrolyse de l'eau. **Professeur** Réaliser la synthèse de l'eau à partir du dihydrogène et du dioxygène[13]. **Élève** *Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.* Expliciter la composition d'une molécule. *Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).* Observer l'expérience et interpréter les résultats. Modéliser les atomes et les molécules à l'aide de modèles moléculaires et modéliser la synthèse de l'eau.	dioxygène et du dihydrogène dont les propriétés sont différentes. Une molécule est constituée d'**atomes**. La molécule d'eau est constituée de deux atomes d'hydrogène et d'un atome d'oxygène. Les atomes sont modélisés par des sphères. Au cours d'un phénomène chimique, les atomes se réarrangent. L'atome est la plus petite partie d'un corps pur qui intervient dans un phénomène chimique.	Atome	1er modèle des atomes et des molécules (la bille devient l'atome et n'est plus la «molécule» comme vu au 1er degré)	
Élève *Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.* Expliciter la composition d'une molécule. *Connaître les symboles des éléments rencontrés lors du cours de chimie (pas d'étude exhaustive).*	Les atomes ont un nom et un **symbole**[14] : - symbole de l'atome d'oxygène : **O** - symbole de l'atome d'hydrogène : **H**	Symbole O H		

[13] Faire observer la buée formée lors de la réaction entre le dihydrogène et le dioxygène.

[14] À ce stade, on utilise le terme atome et non élément. La notion d'élément sera introduite après la notion d'ion.

Connaître les symboles des atomes d'oxygène et d'hydrogène.	Les molécules ont un nom respectant des **règles de nomenclature** et une **formule moléculaire**[15] : - l'eau : H_2O - le dioxygène : O_2 - le dihydrogène : H_2 Dans une formule moléculaire, figurent dans un ordre déterminé[16] : - le ou les symboles des atomes constituant la molécule ; - un ou plusieurs nombres appelés **indices**. Par convention, l'indice est placé derrière et au bas du symbole de l'atome dont il donne le nombre. Lorsqu'il est égal à 1, il ne s'écrit pas.	Règles de nomenclature Formule moléculaire Indice[17]		
Professeur Réaliser des expériences pour mettre en évidence les différentes propriétés physiques des métaux et des non-métaux (conductibilité électrique, conductibilité thermique, aspect brillant-mat, caractère malléable ou non…). **Élève** *Distinguer un métal d'un non-métal sur base de caractéristiques macroscopiques (conductivité, éclat, ductilité).*	**3. Métaux et non-métaux** Les **corps purs métalliques (métaux)**, les **corps purs non métalliques (non-métaux)** et les **gaz nobles** se distinguent par des propriétés physiques et chimiques différentes.	Corps purs métalliques (Métaux) Corps purs non métalliques (Non-métaux[21]) Gaz noble	Tableau périodique (À ce stade, utilisation par le professeur pour les applications) à commander par mail : events-essenscia@essenscia.be version numérique sur le site : www.essenscia.be/fr/jeunes_formation	

[15] L'expression « formule chimique » s'applique à tous les corps purs tandis que l'expression « formule moléculaire » est uniquement réservée aux corps purs de type covalent (moléculaire). Elle ne s'applique donc pas aux corps ioniques.
[16] L'ordre d'écriture sera vu dans l'UAA2.
[17] Introduit à ce moment mais à développer dans l'UAA2.
[21] On écrit non-métal (tiret) mais non métallique (pas de tiret).

Décrire des corps purs simples et des corps purs composés, choisis pour représenter chacun des états de la matière. Fournir des exemples d'utilisation de ces corps dans la vie courante. Décrire des corps purs simples (métaux, non-métaux). Fournir des exemples d'utilisation de ces corps dans la vie courante. *À partir de la visualisation de réactions (observées, filmées…), classer les éléments d'une même famille sur base de propriétés chimiques analogues.* À partir de la visualisation de réactions observées, classer les éléments d'une même famille sur base de propriétés chimiques analogues. *Connaître les symboles des éléments rencontrés lors du cours de chimie (pas d'étude exhaustive).* À partir d'expériences réalisées par le professeur (conductibilité électrique, conductibilité thermique, aspect brillant-mat, caractère malléable ou non …), classer les corps purs en corps purs métalliques ou non métalliques. Relier certains corps purs à des usages de la vie courante (Ex. : diiode et iso-Betadine, antiseptique ; graphite et mines de crayon, carbone et charbon de bois[18] ; cuivre et câbles électriques ; fer et clous ; octasoufre et pommade contre l'acné (car propriétés antiseptique et anti-sébum) ou vulcanisation du caoutchouc … ; plomb et batteries de voitures ; magnésium et	Les métaux d'usage courant sont le fer (**Fe**), le zinc (**Zn**), l'argent (**Ag**), l'or (**Au**), l'aluminium (**Al**), le plomb (**Pb**), le cuivre (**Cu**) … Il existe d'autres métaux (Ex. : le sodium (**Na**), le magnésium (**Mg**), le calcium (**Ca**), le potassium (**K**) …) qui, vu leurs propriétés chimiques et physiques différentes, n'entrent pas dans les mêmes applications. Quelques atomes non métalliques : l'iode (**I**), le carbone (**C**), le soufre (**S**) … Gaz nobles : l'hélium (**He**), le néon (**Ne**)…	Fe Cu Al Zn Pb Ag Au Na Mg Ca K I C S He Ne		

[18] Utiliser le charbon de bois plutôt que le graphite dans les expériences de comparaison des propriétés des métaux et des non-métaux. Le graphite est conducteur de l'électricité tandis que le charbon de bois ne l'est pas.

flash des appareils photographiques à pellicule …). Connaître[19] les symboles de métaux et de non-métaux courants. **Professeur** Réaliser des expériences pour : - comparer les propriétés physiques des métaux d'usage courant et des métaux tels que Na, Ca, Mg et K (Ex. : dureté, ductilité, éclat métallique, malléabilité …) ; - comparer la réactivité chimique de métaux, d'usage courant ou non, vis-à-vis du dioxygène et de l'eau[20]. **Élève** À partir d'expériences réalisées par le professeur, comparer le comportement vis-à-vis de l'eau et du dioxygène des métaux d'usage courant et des métaux tels que Na, Ca, Mg et K. Mettre en relation les propriétés des métaux avec leur utilisation dans la vie courante.				
Élève *Illustrer le concept d'ion au travers de situation expérimentale et d'une situation quotidienne.* Illustrer le concept d'ion au travers d'une situation quotidienne. Analyser la composition chimique d'eaux	**4. Les ions**			

[19] Pas d'étude exhaustive

[20] Pour les expériences avec Na et K, verser du détergent dans l'eau pour éviter l'explosion du verre de la cuve. Utiliser des morceaux de potassium et de sodium de la taille d'un cube d'environ 2 mm de côté.

minérales à partir des étiquettes de bouteilles d'eau (Ex.[22] : Vichy Célestins, Chaudfontaine, Spa, Hépar…) et trier les solutés en fonction : - de leur formulation[23], - du nombre de « symboles »[24], - de leur charge électrique … **Élève** *Illustrer le concept d'ion au travers de situation expérimentale et d'une situation quotidienne.* *Mener une expérience de conductivité pour déceler la présence d'ions dans un milieu naturel (par exemple : eau de mer, engrais liquide, liquide physiologique, eau minérale…).* À partir d'expériences menées en classe, comparer la conductibilité[25] électrique de l'eau déminéralisée et d'une eau fortement minéralisée avec mention d'ions sur l'étiquette. Classer les ions en fonction du nombre de symboles de leur formule chimique et en fonction de leur charge électrique. Comparer ensuite avec une eau d'origine belge[26] : - pour vérifier si la formulation des solutés est correcte ; - pour mettre en évidence la relation entre la masse de résidu sec et la conductivité électrique.	Les solutés des eaux minérales sont des **ions**. Les ions sont des espèces chimiques électriquement chargées. Une eau minérale est une solution aqueuse d'ions. Une solution aqueuse d'ions contient à la fois des ions positifs et des ions négatifs. Une solution aqueuse est électriquement neutre. Un **cation** est un ion dont la charge électrique est positive. Un **anion** est un ion dont la charge électrique est négative. On distingue : - les **ions monoatomiques** (cations et anions), - les **ions polyatomiques** (cations et anions). Les ions sont responsables de la conductibilité électrique des eaux minérales. Les espèces chimiques constituant la	Ion Cation Anion Ion monoatomique Ion polyatomique	Les ions monoatomiques peuvent être modélisés par des sphères sur lesquelles est mentionnée la charge électrique de l'ion.	

[22] Échantillon comprenant des bouteilles d'eaux belges (sans mention de charges électriques pour les solutés) et d'eaux étrangères (avec mention de charges électriques pour les solutés). Certaines étiquettes d'eaux minérales font mention de l'ion ammonium NH_4^+ mais la plupart des eaux minérales n'en contiennent pas.

[23] La formulation est parfois mentionnée en toutes lettres, sous forme symbolique avec ou sans charges électriques, correctement ou incorrectement placées.

[24] La notion d'élément est développée dans l'activité suivante.

[25] Il est conseillé d'utiliser une lampe d'intensité nominale de 50 mA- 6V, des électrodes de graphique (mines de crayons) et de l'eau de Vichy.

[26] L'eau d'origine belge (Ex. : Chaudfontaine) est moins minéralisée que l'eau de Vichy.

	matière peuvent être les atomes, les molécules et les ions. 1er approche de l'**élément chimique** Nous avons rencontré : - le sodium sous sa forme atomique Na et sous sa forme ionique Na^+ ; - le calcium sous sa forme atomique Ca et sous sa forme ionique Ca^{2+} ; - … L'atome Na et l'ion Na^+ sont deux formes aux propriétés différentes de l'élément chimique sodium. De même, l'atome Ca et l'ion Ca^{2+} sont deux formes aux propriétés différentes de l'élément chimique calcium. Un élément chimique peut se rencontrer sous forme d'atome, d'ion(s) monoatomique(s) [28] ou entrer dans la composition d'une molécule ou d'un ion polyatomique. On parle également d'éléments chimiques pour les non-métaux. L'électrolyse permet de déterminer le signe des charges électriques des ions. Une **cathode** est une électrode reliée à la borne négative d'un générateur de courant	Élément chimique Cathode		
Professeur Tester la conductibilité électrique d'une solution aqueuse de chlorure de cuivre (II).				

[28] (s) s'explique par l'existence possible de plusieurs ions. Ex. : le fer (Fe^{2+} et Fe^{3+}).

Réaliser l'électrolyse de cette solution aqueuse pour déterminer, de manière expérimentale, le signe des charges des ions. **Élève** Décrire les phénomènes qui se produisent à la surface des électrodes[27]. En déduire le signe des charges des ions. **Professeur** Reprendre les formules chimiques des ions positifs et des ions négatifs rencontrés sur les étiquettes d'eaux minérales et dans la solution aqueuse de $CuCl_2$. **Élève** Associer le caractère métallique d'un élément à la charge électrique positive de l'ion monoatomique correspondant. Associer le caractère non métallique d'un élément à la charge électrique négative de l'ion monoatomique correspondant. **Professeur** À partir de l'analyse des étiquettes d'eaux minérales, introduire la notion de concentration massique.	continu. Une **anode** est une électrode reliée à la borne positive d'un générateur de courant continu. Les anions sont les ions attirés par l'anode au cours d'une électrolyse. Les cations sont les ions attirés par la cathode au cours d'une électrolyse. Les cations monoatomiques sont des ions d'éléments métalliques[29]. Les anions monoatomiques sont des ions d'éléments non métalliques. La **concentration massique** d'une solution est la masse de soluté dissoute dans un litre de solution. Elle est exprimée en g/L[30].	Anode Concentration massique	Tolérance pour du matériel de classe A à 20 °C Volume 5 L précision +/- 1,2 mL Volume 2 L précision +/- 0,60mL Volume 1 L précision +/- 0,40mL Volume 500 mL précision +/- 0,25mL Volume 250 mL précision +/- 0,15 mL Volume 100 mL précision +/- 0,10 mL Volume 50 mL précision	

[27] Sans écrire les équations des réactions se produisant aux électrodes ni l'équation chimique de la réaction !

[29] Les ions H^+ n'existent pas en solution aqueuse. En réalité, il s'agit d'ions H_3O^+.

[30] Dans un laboratoire de chimie, les unités SI sont rarement utilisées au profit d'unités plus fonctionnelles. Pour la concentration massique, on utilise aussi le g/dm³ sachant que la norme SI est le kg/m³. Le symbole γ sera introduit dans l'UAA3.

Élève *Préparer une solution de concentration massique connue.* Préparer un volume d'une solution de concentration massique connue. Mesurer une masse de soluté et préciser l'incertitude. Préparer un volume de solution de concentration massique donnée, en suivant un protocole expérimental, en nommant la verrerie jaugée utilisée pour réaliser cette solution et en précisant l'incertitude liée au récipient choisi.			+/- 0,06 mL Volume 25 mL précision +/- 0,04 mL	
Professeur Présenter des modèles de structures microscopiques de différents corps purs simples et de corps purs composés, choisis pour représenter chacun des états de la matière. **Élève** *Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).* *Décrire des corps purs simples et des corps purs composés, choisis pour représenter chacun des états de la matière. Fournir des exemples d'utilisation de ces corps dans la vie courante.* À partir des modèles de structures microscopiques de différents corps purs, classer ceux-ci en corps simples et en corps composés (l'objectif étant d'être cohérent avec l'état physique modélisé au 1er degré).	**5. Classement des corps purs** Il existe deux grandes catégories de corps purs : - les **corps purs simples**, constitués d'un seul élément chimique ; Les corps purs simples sont les métaux, les non-métaux, les gaz nobles et le dihydrogène. - les **corps purs composés**, constitués de plusieurs éléments chimiques.	Corps pur simple Corps pur composé	UAA1 F2[31] UAA1 F1a[31]	

[31] http://www.sciences-wbe.be

Justifier le classement en mentionnant le(s) critère(s) utilisé(s). Fournir des exemples d'utilisation de ceux-ci dans la vie courante (Ex. : CO_2 et boissons gazeuses ou respiration cellulaire; H_2O et boissons ; H_2 et voiture au dihydrogène ; néon et enseignes lumineuses...).				
Élève Au départ, par exemple de la bande dessinée, du jeu de cartes[32], d'étiquettes d'eaux minérales … établir la classification d'une vingtaine d'éléments (familles a). Établir la périodicité des éléments grâce à leur masse atomique relative et à leurs propriétés chimiques (charge de l'ion monoatomique, stœchiométrie de la combinaison avec l'oxygène…). Repérer des propriétés chimiques analogues (par exemple : réactions avec l'eau, avec le dioxygène…) et définir la notion de famille. À partir de la périodicité des éléments, définir la notion de période. Numéroter les 20 premières cases et définir le nombre atomique Z.	**Le tableau périodique des éléments** La **masse atomique relative**[33] **(A_r)** est le rapport entre la masse d'un atome et une masse de référence. Le **tableau** où sont classés les éléments, est dit **périodique** car il est conçu en fonction de la périodicité des propriétés des éléments. Une **famille** est un ensemble d'éléments aux propriétés chimiques semblables. Une ligne du tableau s'appelle une **période**.	Masse atomique relative (A_r) Tableau périodique Famille Période	Depovere, P., Koot, A., (2012), « À la découverte de la chimie », De Boeck p.14-15 Jeu de cartes ULg Laboratoire d'Enseignement Multimédia http://www.ulg.be/lembmonfort@ulg.ac.be	**2 P**

[32] Sur chaque carte figurent, le nom, le symbole, la masse atomique relative de l'élément, la formule chimique d'une combinaison entre l'élément et l'oxygène et éventuellement la formule de l'ion monoatomique.

[33] La définition de la masse atomique relative sera précisée dans l'UAA3.

Élève *Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour :* o *estimer la masse atomique relative d'un élément (atome, ion) ;* o *modéliser la répartition des particules subatomiques selon le modèle de Bohr.* Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour estimer la masse atomique relative d'un élément (atome, ion). *Connaître les symboles des éléments rencontrés lors du cours de chimie (pas d'étude exhaustive).* *Distinguer le caractère métallique/non métallique d'un élément en fonction de sa place dans le tableau périodique des éléments. Prévoir la charge attendue de l'ion correspondant.* Distinguer le caractère métallique/non métallique d'un élément en fonction de sa place dans le tableau périodique des éléments. Comparer le tableau construit par les élèves avec le tableau périodique actuel. Associer les propriétés macroscopiques d'un corps simple à la localisation de l'élément correspondant dans le tableau périodique des éléments. Analyser le tableau périodique actuel pour : - déterminer les règles d'écriture des symboles ; - mettre en évidence les trois groupes de	Le **nombre atomique**[34] est le numéro de rangement pour les vingt premiers éléments du tableau[35]. Le tableau actuel où sont classés les éléments, est dit périodique car il est également conçu en fonction de la périodicité des propriétés des éléments. **Mendeleïev**, chimiste russe (1837-1907), est à l'origine du concept de **tableau périodique**. Une famille est une colonne du tableau périodique[36]. Il existe trois groupes de familles : le groupe a, le groupe b et le groupe c. Les **familles a** ont un nom : - Ia : les **alcalins** - IIa : les **alcalino-terreux** - IIIa : les **terreux** - IVa : les **carbonides** - Va : les **azotides** - VIa : les **sulfurides**	Nombre atomique Tableau périodique de Mendeleïev Nom des différentes familles a	Tableau périodique blanc www.cefochim.be	

[34] La définition du nombre atomique va évoluer au cours de l'UAA1.
[35] Tableau construit par les élèves
[36] Une colonne est une famille pour les éléments des familles a.

familles ; - localiser les métaux, les non-métaux et les gaz nobles en relation avec leurs propriétés chimiques ; - localiser, dans la case des éléments, la masse atomique relative.	- VIIa : les **halogènes** - 0 (anciennement VIIIa) : gaz nobles Une période est désignée par un chiffre arabe. Il y a sept périodes. Au sein du tableau, les propriétés des éléments évoluent de façon périodique. Les métaux sont situés dans la partie gauche du tableau périodique ; les non-métaux sont situés dans la partie droite, avant les gaz nobles. Les gaz nobles, très peu réactionnels, sont situés dans la dernière colonne de droite du tableau périodique. Le symbole de chaque élément comprend une ou deux lettres ; la première est une majuscule, la seconde une minuscule.[37]			
Élève *Décrire le concept de modèle à partir de l'histoire du modèle atomique.* *Décrire les qualités, les limites et le caractère évolutif d'une théorie scientifique à partir de l'histoire de la théorie atomique.* *Schématiser un atome et un ion monoatomique selon un modèle atomique déterminé.* *Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.* Expliciter la composition d'un atome, d'un ion.	**Évolution du modèle atomique jusqu'au modèle de Bohr**			**4 P**

[37] Les symboles à trois lettres sont des symboles temporaires. Ces lettres correspondent à la traduction latine du numéro de la case.

Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour : o *estimer la masse atomique relative d'un élément (atome, ion) ;* o *modéliser la répartition des particules subatomiques selon le modèle de Bohr.* Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour modéliser la répartition des particules subatomiques selon le modèle de Bohr. *Distinguer le caractère métallique/non métallique d'un élément en fonction de sa place dans le tableau périodique des éléments.* *Prévoir la charge attendue de l'ion correspondant.* Au départ de textes historiques ou d'autres documents[38] : - décrire le concept de modèle à partir de l'histoire du modèle atomique ; - décrire le caractère évolutif et les limites du modèle atomique jusque Bohr, y compris le remplissage des couches électroniques. À partir de documents traitant de la découverte des isotopes au moyen du spectromètre de masse et de leur utilisation dans différents domaines (Ex. : médecine, archéologie …), définir la notion d'isotopes d'un élément chimique. Schématiser un atome selon un modèle atomique déterminé. Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour modéliser la répartition	Les **protons**, les **électrons** et les **neutrons** sont des particules constitutives de l'atome. Les protons et les neutrons sont localisés dans la région centrale de l'atome que l'on appelle le **noyau**. Autour du noyau gravitent des électrons. Le proton et le neutron ont approximativement la même masse (ordre de grandeur : ~10^{-27} kg). L'électron est environ deux mille fois plus léger que le proton. La quasi-totalité de la masse de l'atome est concentrée dans son noyau. L'atome d'hydrogène, le plus léger des atomes, a une masse de l'ordre du milliardième de milliardième de milliardième de kilogramme. Le proton est chargé positivement et l'électron est chargé négativement. Le neutron n'a pas de **charge électrique**. La charge électrique du proton est égale en valeur absolue à celle de l'électron. Le nombre atomique Z est le nombre de protons de l'élément considéré. Le proton et le neutron sont des **nucléons** (particules du noyau). Les **isotopes** d'un élément sont des atomes	Proton Électron Neutron Noyau Charge électrique Nucléon Isotope	Tableau de remplissage des couches électroniques des 20 premiers éléments : http://old.iupac.org/didac/Didac%20Fr/Didac03/frame%20Didac03.htm	

[38] Par exemple, la bande dessinée de chez De Boeck « À la découverte de la chimie »

des particules subatomiques selon le modèle de Bohr. À partir de la représentation du modèle de Bohr, d'atomes et d'ions monoatomiques correspondants : a) déduire le lien entre le caractère métallique ou non métallique de l'élément et le signe de la charge de l'ion correspondant ; b) décrire la différence entre un atome et l'ion monoatomique correspondant pour expliciter la composition d'un ion ; c) établir la relation entre le numéro de famille a et le nombre de charges électriques de l'ion monoatomique ; d) établir le lien entre les propriétés chimiques et le nombre d'électrons de la dernière couche ; e) établir le lien entre la structure électronique de l'ion monoatomique et celle du gaz noble le plus proche ; f) définir l'élément chimique.	qui ont le même nombre de protons et d'électrons mais qui se distinguent par leur nombre de neutrons et donc par leur masse. **Le nombre de masse A ou nombre de nucléons** d'un isotope est la somme du nombre de protons et du nombre de neutrons. La valeur de A est égale à la masse atomique relative de l'isotope arrondie à un nombre entier. Le nombre de neutrons d'un isotope est égal à la différence entre le nombre de masse A et le nombre atomique Z. Nombre de neutrons = A – Z Le **symbole** d'un isotope est : ${}^{A}_{Z}X$ Dans le **modèle de Bohr**, les électrons sont répartis sur des **couches électroniques**, en fonction de leur énergie. La **structure (ou configuration) électronique** est la distribution des électrons sur les différentes couches électroniques. Le numéro de famille **a** correspond au nombre d'électrons de la dernière couche électronique occupée par les électrons. Le numéro de période correspond au nombre de couches électroniques occupées par les électrons. Dans un atome, le nombre de protons est égal au nombre d'électrons. Le signe de la charge électrique d'un ion	Nombre de masse (ou nombre de nucléons) (A) Symbole : ${}^{A}_{Z}X$ Modèle de Bohr Couche électronique Structure (ou configuration) électronique		

	dépend du caractère métallique (ion positif) ou non métallique (ion négatif) de l'élément. Dans un cation, le nombre d'électrons est inférieur au nombre de protons. Dans un anion, le nombre d'électrons est supérieur au nombre de protons. Le nombre de charges électriques d'un ion monoatomique dépend de la position de l'élément dans le tableau périodique. Les propriétés chimiques dépendent du nombre d'électrons sur la dernière couche électronique occupée. La stabilité chimique est due à la présence de huit électrons sur la dernière couche électronique occupée (octet électronique[39]). Un ion monoatomique possède la même structure électronique que celle du gaz noble le plus proche. Les isotopes de même nombre atomique *Z* ont les mêmes propriétés chimiques mais pas les mêmes propriétés physiques. La dénomination « élément chimique »[40] correspond à un ensemble de noyaux de même nombre atomique *Z*. Un élément chimique peut exister sous		Collette, 1997, p.80-81	

[39] Cette règle ne s'applique pas aux ions du lithium et du béryllium, stabilisés en acquérant la configuration électronique de He

[40] En général, on peut rencontrer un élément sous différentes formes chimiques : atome - ion(s). Dans chacune de ces formes, différents isotopes peuvent être présents. Dans ces différentes formes, le nombre d'électrons et le nombre de neutrons varient. Par contre, le nombre de protons reste inchangé. On donne le nom d'élément chimique à l'ensemble des espèces chimiques (atome, ion(s), isotopes), ayant le même nombre atomique *Z*. Un élément est donc caractérisé par son nombre atomique *Z*. La réaction chimique ne modifie pas les éléments chimiques car les noyaux ne sont pas transformés. Ils le sont dans les réactions nucléaires.

Élève *À partir de la visualisation de réactions (observées, filmées…), classer les éléments d'une même famille sur base de propriétés chimiques analogues.* *Relier l'électronégativité d'un ensemble d'éléments à leur caractère métallique. Associer l'inertie des gaz nobles à l'absence d'électronégativité.* À partir de la réactivité différente de Na, K, Ca, et Mg dans l'eau, classer ces éléments selon leur facilité à s'ioniser et établir l'échelle d'électronégativité. Comparer l'électronégativité des éléments métalliques, des éléments non métalliques et de l'hydrogène. Associer l'absence l'électronégativité à l'inertie chimique des gaz nobles. Sur le tableau périodique, localiser la frontière entre les métaux et les non-métaux.	forme d'atome, d'ion(s) monoatomique(s) ou entrer dans la composition d'une molécule ou d'un ion polyatomique. L'**électronégativité** [41](χ) est une grandeur qui traduit numériquement la tendance des éléments à attirer un ou plusieurs électrons. En général, - un métal a une électronégativité inférieure à celle de l'hydrogène ; - un non-métal a une électronégativité supérieure à celle de l'hydrogène. Dans chaque période, l'électronégativité est croissante de la gauche vers la droite. Elle varie donc de manière périodique. Dans le tableau périodique, les métaux se situent à la gauche d'une période et les non-métaux à la droite.	Électronégativité (χ)	Lambert, & Al, 2014, pp. 17-18	

[41] Cette notion sera utilisée dans le cadre des liaisons chimiques développées dans l'UAA5.

Élève *Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).*	**Que fait donc le chimiste ?** Il étudie les propriétés de la matière et les met en relation avec la structure microscopique.			
Évaluation formative RCD				**1 P**
Évaluation sommative RCD				**1 P**

Exemples de situation d'apprentissage

1. Manipulation réalisée par le professeur
   Prendre un morceau de sucre et y déposer un peu de cendres de cigarettes. Chauffer avec un briquet ou une allumette. Le sucre brûle avec une flamme visible et se transforme en carbone. La combustion se poursuit même si on le retire de la flamme.
   Émettre une hypothèse quant à la présence de carbone dans le morceau de sucre.

2. Manipulation réalisée par le professeur
   Dans un tube à essais en pyrex, chauffer 1 cm^3 de sucre[42] fin.
   Émettre une hypothèse quant à la composition chimique du sucre fin.

Documents complémentaires

Bracelet en fibres de carbone avec diamants noirs
Raquette en fibres de carbone
Ski en fibres de carbone





La fibre de carbone est une fibre de 5 à 15 micromètres de diamètre. Plusieurs milliers de fibres de carbone peuvent être enroulées ensemble pour former un fil, qui peut être employé tel quel ou tissé.

Le **diamant noir** naturel est sans aucun doute le plus mystérieux de tous les diamants ; d'une rareté et d'un éclat extraordinaire, ce diamant révèle une beauté unique et se marie à merveille avec les métaux précieux, pour donner naissance à de sublimes bijoux en or et diamants noirs.

[42] Saccharose

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Atkins, J., (2017). Principes de chimie. Louvain-La-Neuve : De Boeck

Blackman, A. (2012). Chemistry 2nd EDITION. Milton : Wiley.

Hill, J., Petrucci, R.H., Dion, M., Lamoureux. M., (2011). Chimie générale. Paris : Pearson Education.

Ouvrages pédagogiques

Blender, A., Rabbe, C.(2011). « La chimie est un jeu ». Paris : Libri.

Collette, P. &al. (1997). Chimie 2e fiches professeur. Frameries : CTP.

Depovere, P., Koot, A.(2012). « À la découverte de la chimie », Louvain-La-Neuve : de boeck.

Chimie

Sciences générales

2e degré

UAA2

« La réaction chimique : approche qualitative »

Durée prévue pour l'UAA2 (16 périodes) : de février à juin en 3e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« La réaction chimique : approche qualitative »

Compétences à développer

Réaction chimique

- **A partir de l'observation d'un phénomène chimique, décrire le réarrangement moléculaire et traduire la réaction chimique par une équation pondérée.**

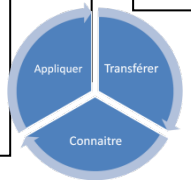
Fonction chimique

- **A partir d'expériences et de propriétés observables, classer les espèces moléculaires selon leur fonction chimique.**
- **Expliquer des propriétés de substances usuelles en lien avec leur fonction chimique.**

Processus

Appliquer

- A partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire.
- Traduire un phénomène d'ionisation par une équation.
- A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes :
  - combustion d'un métal,
  - combustion d'un non-métal,
  - neutralisation,
  - réaction entre un acide et un métal,
  - réaction entre un oxyde et l'eau.
- Associer une formule chimique à une fonction chimique.
- Identifier le risque associé à un pictogramme de danger donné pour des substances usuelles.



Transférer

- Traduire en une équation chimique un phénomène chimique
  - montré,
  - expérimenté,
  - décrit.
- Mener une démarche d'investigation afin d'identifier la fonction chimique d'un composé à partir d'expériences et prévoir son usage dans la vie quotidienne.
- Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.

Ressources

Pré-requis

UAA 1 de chimie

Savoirs disciplinaires

- Phénomène chimique
  - Transformation chimique (observation empirique d'un phénomène chimique)
  - Réaction chimique (interprétation moléculaire, ionique … d'un phénomène chimique)
  - Equation chimique
- Réactifs, produits
- Coefficients stœchiométriques
- Indices
- Fonction chimique (acide, base, sel, oxyde)
- Valence et/ou état d'oxydation
- Indicateur coloré
- Modèle d'Arrhenius
- Electrolyse
- Pictogrammes de danger

Connaître

- Distinguer l'action de mélanger aboutissant à
  - un mélange ;
  - une transformation chimique.
- Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.
- Décrire un phénomène de dissociation ionique sous forme d'une équation.
- Décrire une réaction entre un acide et une base selon le modèle d'Arrhenius.
- Décrire l'électrolyse de l'eau.
- Décrire la respiration cellulaire à l'aide d'une équation chimique pondérée.
- Décrire la photosynthèse à l'aide d'une équation chimique pondérée.

Savoir-faire disciplinaires

- Ecrire une équation chimique.
- Pondérer une équation chimique.
- Recueillir les informations (valence, état d'oxydation) du tableau périodique des éléments.
- Réaliser un mélange.
- Respecter un protocole expérimental décrivant un phénomène chimique.
- Recueillir un gaz.

Considérations pédagogiques

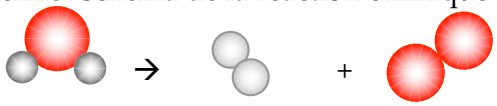
Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Professeur[1] Mélanger intimement, par exemple : - de la limaille de fer et de l'octasoufre puis résoudre le mélange en : a. séparant le fer et l'octasoufre avec un aimant ; b. séparant les corps purs par flottaison dans l'eau. - du sel de cuisine et du sable ; - du chlorure de plomb (II) et de l'iodure de potassium en solution aqueuse (KI administré pour saturer en iode la glande thyroïde en cas d'accident nucléaire) ; - du vinaigre et de l'hydrogénocarbonate de sodium (ou bicarbonate de soude, antiacide gastrique et levure chimique) ; - du chlorure de fer (III) et de l'hydroxyde de sodium en solution aqueuse (déboucheur ménager) ; - … **Élève** *Distinguer l'action de mélanger aboutissant à :* o *un mélange ;* o *une transformation chimique.* *Identifier le risque associé à un pictogramme de*	**Phénomène chimique** Mélanger des corps purs n'implique pas nécessairement une **transformation chimique**. Une transformation chimique est un processus au cours duquel des **réactifs** se transforment en **produits**. Les réactifs sont les corps purs de départ qui seront transformés. Les produits sont les corps purs obtenus par transformation chimique des réactifs. En l'absence de transformation chimique, le **mélange** ne modifie pas les corps purs mélangés. Ils conservent donc leurs propriétés.	Transformation chimique Réactif Produit Mélange	Informations « sécurité produits chimiques » www.sippt.cfwb.be	**1 P**

[1] L'idée du référentiel étant de partir du monde macroscopique pour aller vers le monde microscopique, la dissolution sera ici abordée à l'échelle microscopique et donc envisagée comme étant un phénomène chimique.

danger donné pour des substances usuelles. Trier les phénomènes observés en transformations chimiques ou en mélanges.				
Professeur Réaliser deux expériences (par exemple, entre le fer et l'octasoufre puis entre le chlorure de plomb (II) et l'iodure de potassium en solution aqueuse) pour mettre en évidence les principes (conservation du nombre d'atomes et proportions définies) qui régissent la démarche de pondération des équations chimiques. Expérience 1 : mélanger[2] intimement dans un tube en pyrex du fer et de l'octasoufre puis chauffer. Tester l'action de l'aimant et de l'eau sur le produit obtenu. Expérience 2 : peser[3] des volumes d'une solution aqueuse de $PbCl_2$ (10 g/L) et d'une solution aqueuse de KI (6 g/L) contenus dans des récipients différents. Mélanger ces deux solutions. Peser les produits de la réaction et les récipients. **Élève** *Distinguer l'action de mélanger aboutissant à :* *- un mélange ;* *- une transformation chimique.* *Identifier le risque associé à un pictogramme de danger donné pour des substances usuelles.* Interpréter les deux expériences.	**La réaction chimique et sa symbolisation** **A. Conservation de la masse** Dans une transformation chimique, les réactifs se transforment en produits. Les produits de la réaction ont des propriétés différentes de celles des réactifs. Dans un phénomène chimique, la masse des réactifs est égale à la masse des produits obtenus donc, le nombre d'atomes ne varie pas.			**1 P**

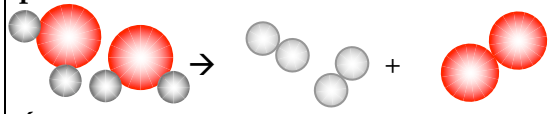
[2] En quantités stœchiométriques (Ex : 5,6 g de fer et 3,2 g d'octasoufre). Chauffer le fond du tube en pyrex jusqu'à ce qu'un point rouge incandescent apparaisse. Laisser l'incandescence se communiquer d'elle-même à toute la masse. Laisser refroidir. Envelopper le tube dans un drap et briser le verre au moyen d'un marteau. Récupérer le sulfure de fer (II).

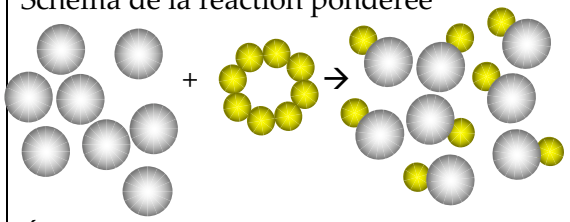
[3] Pour précipiter quantitativement les ions Pb^{2+}, le volume de la solution de KI sera le double de celui de la solution de $PbCl_2$.

Élève *Décrire l'électrolyse de l'eau.* *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* ○ *montré,* ○ *expérimenté,* ○ *décrit.* *Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.* *Identifier le risque associé à un pictogramme de danger donné pour des substances usuelles.*	**B. Écriture d'une équation chimique pondérée**			**2 P**
À partir de l'expérience de l'électrolyse de l'eau, traduire par une phrase la transformation chimique de l'eau. Modéliser les réactifs et les produits de la réaction. Introduire la définition de la réaction chimique. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique.	**1. Électrolyse de l'eau** **Transformation chimique nominative** « Au cours de l'**électrolyse**, l'eau se décompose en dihydrogène et dioxygène». Premier schéma de la réaction chimique [4]  Une **réaction chimique** est un réarrangement des éléments chimiques des réactifs en produits. **Équation nominative** eau → dihydrogène + dioxygène **Équation chimique**[5] $H_2O \rightarrow H_2 + O_2$	Électrolyse Réaction chimique Équation nominative Équation chimique		

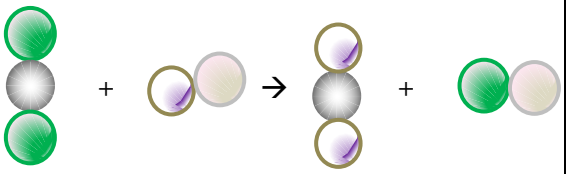
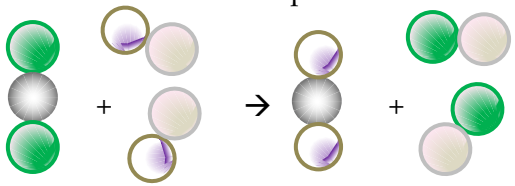
[4] Les tailles relatives des modèles dessinés ne correspondent pas à la réalité.

[5] L'équation chimique est une traduction symbolique de la réaction chimique. Elle exprime le bilan de la réaction. L'ordre d'écriture des différents réactifs et des différents produits importe peu.

Modéliser l'électrolyse à l'aide de modèles moléculaires puis schématiser la réaction pondérée. Symboliser la réaction chimique par une équation chimique pondérée. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	L'indice (Ex. : $_2$) exprime le nombre d'atomes identiques présents dans la molécule. **Schéma de la réaction chimique pondérée**  **Équation chimique pondérée** (ou équation bilan) de la réaction $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ L'équation chimique pondérée est une traduction symbolique de la réaction chimique. État physique des réactifs et des produits $2H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}$ Le **coefficient stœchiométrique** est un nombre entier placé devant une formule moléculaire. Il indique le nombre minimum de molécules pour que la réaction chimique se produise. Quand il est égal à 1, il ne s'écrit pas. Dans une transformation chimique, les réactifs se transforment en produits selon des proportions définies.	Équation chimique pondérée Coefficient stœchiométrique		

Élève À partir de l'expérience de synthèse du sulfure de fer (II), traduire par une phrase la transformation chimique du fer et de l'octasoufre. Modéliser les réactifs et les produits de la réaction. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique. Modéliser la réaction à l'aide de modèles moléculaires puis schématiser la réaction pondérée en mettant l'accent sur le rôle de la chaleur. Symboliser la réaction chimique par une équation chimique pondérée. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	**2. Synthèse du sulfure de fer (II)** Transformation chimique nominative[6] « Le fer réagit avec l'octasoufre pour former un solide gris anthracite appelé sulfure de fer (II). » Premier schéma de la réaction  Équation nominative fer + octasoufre → sulfure de fer (II) Équation chimique $Fe + S_8 \rightarrow FeS$ Schéma de la réaction pondérée  Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $8\ Fe + S_8 \rightarrow 8\ FeS$ Le coefficient stœchiométrique placé devant le symbole d'un atome indique le nombre minimum d'atomes pour que la réaction se produise. État physique des réactifs et des produits $8\ Fe_{(s)} + S_{8(s)} \rightarrow 8\ FeS_{(s)}$			

[6] Rappeler l'usage des réactifs dans la vie courante.

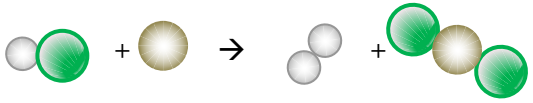
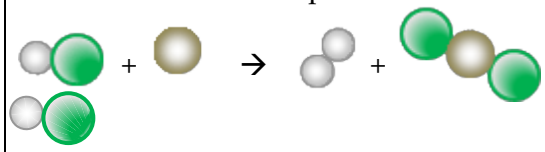
Élève Traduire par une phrase la transformation chimique en solution aqueuse du chlorure de plomb (II) et de l'iodure de potassium. Modéliser les réactifs et les produits de la réaction. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique. Modéliser la réaction à l'aide de modèles moléculaires puis schématiser la réaction pondérée.	**3. Réaction entre $PbCl_2$ et KI** Transformation chimique nominative « En solution aqueuse, le chlorure de plomb (II) réagit avec l'iodure de potassium [7] pour former un précipité d'iodure de plomb (II) et du chlorure de potassium ». Premier schéma de la réaction[8]  Équation nominative Chlorure de plomb (II) + iodure de potassium → iodure de plomb (II) + chlorure de potassium Équation chimique $PbCl_2 + KI \rightarrow PbI_2 + KCl$ Schéma de la réaction pondérée 			

[7] Rappeler l'usage de l'iodure de potassium dans la vie courante.

[8] On a choisi d'adopter la géométrie des molécules AB_2 et celle des molécules AB tout en sachant que les substances sont ioniques.

Symboliser la réaction chimique par une équation chimique pondérée. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $PbCl_2 + 2\ KI \rightarrow PbI_2 + 2\ KCl$ État physique des réactifs et des produits $PbCl_{2(aq)} + 2\ KI_{(aq)} \rightarrow PbI_{2(s)} + 2\ KCl_{(aq)}$ avec (aq) : aqueux, dissous dans l'eau (**solution aqueuse**).	Solution aqueuse		
Professeur Étendre le concept de pondération à d'autres réactions chimiques (Ex. : la réaction entre l'acide chlorhydrique et le magnésium[9]) en partant de l'expérience pour arriver à l'équation chimique pondérée. **Élève** *A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes :* o *combustion d'un métal,* o *combustion d'un non-métal,* o *neutralisation,* o *réaction entre un acide et un métal,* o *réaction entre un oxyde et l'eau.* À partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors de l'expérience suivante : réaction entre un acide et un métal. Effectuer la réaction, par exemple, entre l'acide chlorhydrique (esprit de sel) (1 mol/L) et le magnésium, et identifier le gaz produit.	**4. Réaction entre un acide et un métal**			

[9] Tous les métaux ne sont pas attaqués par l'acide chlorhydrique (voir UAA10)

Traduire par une phrase la transformation chimique de l'acide chlorhydrique et du magnésium. Modéliser les réactifs et les produits de la réaction. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique. Modéliser la réaction à l'aide de modèles moléculaires puis schématiser la réaction pondérée. Symboliser la réaction chimique par une équation chimique pondérée. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	Transformation chimique nominative « L'acide chlorhydrique[10] réagit avec le magnésium pour former notamment du dihydrogène ». Premier schéma de la réaction  Équation nominative Acide chlorhydrique + magnésium → dihydrogène + chlorure de magnésium Équation chimique $HCl + Mg \rightarrow H_2 + MgCl_2$ Schéma de la réaction pondérée  Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $2\ HCl + Mg \rightarrow H_2 + MgCl_2$ État physique des réactifs et des produits $2\ HCl_{(aq)} + Mg_{(s)} \rightarrow H_{2(g)} + MgCl_{2(aq)}$			

[10] Rappeler aux élèves qu'il s'agit de l'acide de l'estomac.

Professeur Faire le lien avec le cours de biologie. **Élève** *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* o *montré,* o *expérimenté,* o *décrit.* Traduire en une équation chimique un phénomène chimique décrit. *Décrire la respiration cellulaire à l'aide d'une équation chimique pondérée.* Traduire par une phrase la transformation chimique correspondant à la respiration cellulaire. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique. Pondérer l'équation chimique. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	**5. La respiration cellulaire** Transformation chimique nominative : « Le glucose réagit avec le dioxygène pour former du dioxyde de carbone et de l'eau ». Équation nominative Glucose + dioxygène → dioxyde de carbone + eau Équation chimique $C_6H_{12}O_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \rightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O$ État physique des réactifs et des produits[11] $C_6H_{12}O_{6\,(aq)} + 6\,O_{2(g)} \rightarrow 6\,CO_{2(g)} + 6\,H_2O_{(l)}$			

[11] L'état physique mentionné correspond à l'état physique au niveau cellulaire.

Élève	6. Photosynthèse			
Traduire en une équation chimique un phénomène chimique : o *montré,* o *expérimenté,* o *décrit.* *Décrire la photosynthèse à l'aide d'une équation chimique pondérée.* Traduire en une équation chimique un phénomène chimique décrit. Traduire par une phrase la transformation chimique correspondant à la photosynthèse. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Traduire l'équation nominative en équation chimique. Pondérer l'équation. Distinguer coefficient stœchiométrique et indice. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	Transformation chimique nominative : « Sous l'action de la lumière, le dioxyde de carbone réagit avec l'eau pour former du glucose et du dioxygène ». Équation nominative Dioxyde de carbone + eau → glucose + dioxygène Équation chimique $CO_2 + H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + O_2$ Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $6\,CO_2 + 6\,H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$ État physique des réactifs et des produits $6CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)} \rightarrow C_6H_{12}O_{6(aq)} + 6O_{2(g)}$			

Élève *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* Trier des solutions aqueuses au moyen des indicateurs colorés[12] : bleu de bromothymol, phénolphtaléine et méthylorange ou teinture de tournesol. Exemples de solutions : ✓ jus de citron ; ✓ ammoniaque (dégraissant utilisé pour les vitres) dilué à 0,1 mol/L ; ✓ déboucheur à base de NaOH dilué à 0,1 mol/L ; ✓ eau salée ; ✓ eau sucrée ; ✓ vinaigre blanc ; ✓ esprit de sel (détartrant) dilué à 0,1 mol/L ; ✓ eau de chaux, solution aqueuse saturée de $Ca(OH)_2$ (réactif de mise en évidence du dioxyde de carbone) ; ✓ solution aqueuse de potasse 0,1 mol/L (décapeur du bois) ; ✓ mélange eau + éthanol (alcool dans boissons alcoolisées) ; ✓ eau déminéralisée ; ✓ acide sulfurique (H_2SO_4) (0,1 mol/L)	**Fonctions chimiques** **1. Les acides, les bases et leurs solutions aqueuses**		Pourcentages massiques Esprit de sel : solution commerciale, par exemple, à 23 % Déboucheur à base de NaOH : solution commerciale, par exemple, à 10 % Ammoniaque solution commerciale, par exemple, à 12 % Vinaigre blanc solution commerciale, par exemple, à 7 % Acide phosphorique Solution commerciale, par exemple, à 85%	**8 P**

[12] En réalité : une solution de bleu de bromothymol : 0,1 g de bleu de bromothymol dans 20 mL d'éthanol à 90% en volume. Amener à 100 mL en ajoutant de l'eau – une solution de phénolphtaléine : 1 g de phénolphtaléine dans 60 mL d'éthanol. Amener à 100 mL en ajoutant de l'eau – une solution de méthylorange : 0,1 % dans l'eau déminéralisée – teinture de tournesol solution à 0,02 % dans l'eau déminéralisée.

(liquide dans des batteries de voitures, déboucheurs) ; ✓ acide nitrique (HNO_3) (0,1 mol/L) (produit utilisé pour la gravure des circuits intégrés) ; ✓ acide phosphorique (acide des boissons au cola) H_3PO_4 (0,1 mol/L). Connaissant le caractère acide du jus de citron et le caractère neutre de l'eau, distinguer le caractère acide – neutre – basique des différentes solutions aqueuses. **Élève** *Mener une démarche d'investigation afin d'identifier la fonction chimique d'un composé à partir d'expériences et prévoir son usage dans la vie quotidienne.* Mener une démarche d'investigation afin d'identifier la fonction chimique d'un composé (acide citrique) à partir d'expériences et prévoir son usage dans la vie quotidienne.	Un **indicateur coloré** est un corps pur qui permet d'identifier le caractère acide, basique ou neutre d'une solution aqueuse. Les solutés des **solutions acides** sont appelés des **acides**. Les solutés des **solutions basiques** sont appelés des **bases**. Les acides et les bases sont des **fonctions chimiques**. Il existe des solutés qui ne sont ni des acides ni des bases et dont les **solutions aqueuses** sont **neutres.**	Indicateur coloré Solution aqueuse acide Acide Solution aqueuse basique Base Fonction chimique Solution aqueuse neutre		
Professeur Tester la conductibilité électrique des solutions aqueuses, par exemple, de HCl, H_2SO_4, HNO_3 et H_3PO_4 (c = 0,1 mol/L). Ajouter du bleu de bromothymol dans les différentes solutions aqueuses acides utilisées.				

Élève *Traduire un phénomène d'ionisation par une équation.* *Associer une formule chimique à une fonction chimique.* *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* À partir des étiquettes d'eaux minérales, du test de conductibilité électrique et de la couleur de l'indicateur coloré, identifier les ions présents dans chaque solution. Traduire par une équation chimique pondérée l'ionisation des différents acides dans l'eau. **Professeur** Mettre en évidence la notion de groupement d'atomes M'O et faire le lien avec les ions polyatomiques. **Élève** À partir des tests réalisés avec l'indicateur coloré et des équations d'ionisation, identifier l'ion responsable de l'acidité des solutions aqueuses et de la couleur des indicateurs colorés.	Un **acide** est un corps pur qui, en solution aqueuse, libère des **ions hydrogène** H^+ (protons) responsables de l'acidité de la solution aqueuse et de la couleur des indicateurs colorés. La **formule générique** d'un acide [13] est **HM' (acide binaire)** ou **HM'O (acide ternaire)** avec M' : non-métal. **Équation d'ionisation**[14] d'un acide dans l'eau $HM'_{(g)}$ [15] $\xrightarrow{H_2O_{(l)}} H^+_{(aq)} + M'^-_{(aq)}$ [16] $HM'O \xrightarrow{H_2O_{(l)}} H^+_{(aq)} + M'O^-_{(aq)}$ [17]	Acide Ion hydrogène (H^+) Formule générique Acide binaire (HM') Acide ternaire (HM'O) Équation d'ionisation		

[13] Les acides carboxyliques seront étudiés dans l'UAA8.
[14] Une ionisation est une réaction au cours de laquelle il y a production d'ions alors qu'une dissociation ionique est une réaction au cours de laquelle il y a séparation d'ions préexistants dans le corps pur composé. Donc, on parlera de dissociation ionique pour les corps composés ioniques et d'ionisation pour les corps composés covalents (moléculaires).
[15] Dans les conditions de température et de pression du laboratoire, les acides binaires HM' sont des gaz. Comme l'état physique de tous les HM'O n'est pas le même, il ne sera pas précisé dans l'équation d'ionisation des acides ternaires.
[16] (aq) = ion hydraté

Déduire la relation entre la formule chimique de l'acide HM'O et le nombre de charges électriques négatives de l'anion polyatomique $M'O^-$.	Le nombre de charges négatives de l'anion $M'O^-$ est égal à l'indice de l'hydrogène dans la formule chimique de l'acide HM'O.			
Professeur Tester la conductibilité électrique des solutions aqueuses, par exemple, de KOH, NaOH (c = 0,1 mol/L) et l'eau de chaux $Ca(OH)_{2(aq)}$. Ajouter du bleu de bromothymol dans les différentes solutions aqueuses basiques utilisées. **Élève** *Associer une formule chimique à une fonction chimique.* *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* À partir des étiquettes d'eaux minérales, du test de conductibilité électrique et de la couleur de l'indicateur coloré, identifier les ions présents dans chaque solution. Traduire par une équation chimique pondérée la dissociation ionique des différentes bases dans l'eau. **Professeur** Mettre en évidence la notion de groupement OH et faire le lien avec les ions hydroxyde OH^-.	Une **base hydroxyde** est un corps pur qui en solution aqueuse libère des **ions hydroxyde OH^-** responsables de la basicité de la solution aqueuse et de la couleur des indicateurs colorés. La formule générique d'une base hydroxyde est **MOH** avec M : métal. Équation de **dissociation ionique** d'une base hydroxyde dans l'eau[18] : $MOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} M^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ L'indice écrit derrière les parenthèses délimitant un groupement d'atomes indique le nombre de groupements d'atomes présents dans la molécule.	Base hydroxyde (MOH) Ion hydroxyde (OH^-) Dissociation ionique		

[17] Les acides H_2CO_3 et H_2SO_3 n'étant pas stables, on évitera d'écrire une équation d'ionisation.

[18] L'état solide (s) des bases hydroxyde sera introduit en montrant la substance avant la mise en solution.

Élève À partir des tests réalisés avec l'indicateur coloré et des équations de dissociation ionique, identifier l'ion responsable de la basicité des solutions aqueuses et de la couleur des indicateurs colorés.				
Professeur[19] Faire identifier, par les élèves, les produits de la réaction entre, par exemple, HCl et NaOH en mélangeant des solutions aqueuses de même concentration dans lesquelles on a ajouté du bleu de bromothymol. Réaliser le test au nitrate d'argent[20] sur les solutions (0,1mol/L) de KCl, NaCl, Na_2SO_4 (par exemple) et la solution obtenue après la réaction entre l'acide et la base. Réaliser le test à la flamme avec le sel de cuisine, le chlorure de potassium (par exemple), le sodium et le solide obtenu après évaporation de la solution contenant les produits de la réaction entre HCl et NaOH. **Élève** *A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes :* o *combustion d'un métal,* o *combustion d'un non-métal,* o *neutralisation,*	**2. Les sels** **a. Synthèse et composition chimique des sels** ***Réaction entre NaOH et HCl (acide binaire)***		Solutions aqueuses Ex. : NaOH et HCl : 0,1 mol/L	

[19] Se limiter à la théorie d'Arrhenius en le citant.

[20] L'argent possède plusieurs N.O. (+I, +II, +III). Les composés où le N.O. est égal à +II ou +III sont très peu nombreux, raison pour laquelle on ne précise pas le N.O. dans le nom du sel d'argent.

○ *réaction entre un acide et un métal,* ○ *réaction entre un oxyde et l'eau.* À partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors de l'expérience de neutralisation. *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* ○ *montré,* ○ *expérimenté,* ○ *décrit.* Traduire en une équation chimique un phénomène chimique montré. *Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.* *Décrire une réaction entre un acide et une base selon le modèle d'Arrhenius.* *Associer une formule chimique à une fonction chimique* *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* Observer l'évolution de la couleur de l'indicateur coloré au fur et à mesure de l'addition d'une solution aqueuse de NaOH dans une solution aqueuse de HCl de même concentration. En déduire l'évolution du caractère acide, basique ou neutre du milieu réactionnel. Observer la réaction entre le nitrate d'argent[21] et les solutions aqueuses (c = 0,1 mol/L) de KCl,	Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction (modèle d'**Arrhenius**) $HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ État physique des réactifs et des produits $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$ La réaction entre NaOH et HCl produit	Arrhenius		

[21] Utilisé pour éliminer les verrues

$NaCl$, Na_2SO_4 et la solution obtenue après la réaction entre HCl et NaOH. En déduire la présence de l'élément chlore dans le produit de la réaction entre HCl et NaOH. Observer la couleur de la lumière émise lorsqu'on chauffe dans la flamme bleue du bec Bunsen : ✓ le résidu obtenu après évaporation[22] de la solution issue de la réaction entre HCl et NaOH ; ✓ du sel de cuisine ; ✓ du chlorure de potassium ; ✓ du sodium. En déduire la présence de l'élément sodium dans le produit de la réaction entre HCl et NaOH. Écrire l'équation chimique pondérée de la réaction selon le modèle d'Arrhenius.	du sel de cuisine NaCl et de l'eau. La réaction entre un acide et une base est appelée **réaction de neutralisation** ou encore réaction de salification.[23] La réaction entre un acide binaire et une base hydroxyde produit un sel binaire et de l'eau. La formule générique d'un **sel binaire** est : **MM'** (avec M' différent de O).	Réaction de neutralisation Sel binaire (MM')		
Professeur Élargir la réaction de neutralisation à la réaction entre les acides ternaires et les bases hydroxyde (sans manipulation). **Élève** *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* ○ *montré,* ○ *expérimenté,* ○ *décrit.*	***Réaction entre NaOH et H_2SO_4 (acide ternaire)*** Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction : $H_2SO_4 + 2\ NaOH \rightarrow$ $Na_2SO_4 + 2\ H_2O$ État physique des réactifs et des produits $H_2SO_{4(aq)} + 2\ NaOH_{(aq)} \rightarrow$ $Na_2SO_{4(aq)} + 2\ H_2O_{(l)}$			

[22] Afin de respecter le timing, le professeur aura préalablement effectué l'évaporation de la solution finale obtenue lors d'une réaction de neutralisation réalisée avant le cours.
[23] Une réaction de salification est une réaction dans laquelle il y a formation d'un sel.

Traduire en une équation chimique un phénomène chimique décrit. *Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.* Traduire en équation chimique pondérée, selon le modèle d'Arrhenius, la réaction en solution aqueuse entre un acide ternaire, par exemple de l'acide sulfurique, et l'hydroxyde de sodium.	La formule générique d'un **sel ternaire** est : **MM'O**.	Sel ternaire (MM'O)		
Professeur Reprendre l'électrolyse de $CuCl_2$ en solution aqueuse. **Élève** *Décrire un phénomène de dissociation ionique sous forme d'une équation.* Écrire l'équation chimique pondérée de la réaction de dissociation ionique de $CuCl_2$ en solution aqueuse en associant la position de l'élément dans le tableau périodique avec la charge des ions monoatomiques correspondants. Traduire en équation chimique pondérée, la dissociation ionique dans l'eau de différents sels binaires. Écrire l'équation générique de la réaction de dissociation ionique dans l'eau d'un sel binaire.	**b. Dissociation ionique des sels binaires dans l'eau** Équation de la réaction de dissociation ionique dans l'eau de $CuCl_2$ $CuCl_{2\,(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} Cu^{2+}_{(aq)} + 2\,Cl^{-}_{(aq)}$ Équation générique de la réaction de dissociation ionique dans l'eau d'un sel binaire $MM'_{(s)} \xrightarrow{H_2O_{(l)}} M^{+}_{(aq)} + M'^{-}_{(aq)}$			
Professeur Reprendre les phénomènes chimiques se produisant aux électrodes lors de l'électrolyse de $CuCl_2$ en solution aqueuse.	**c. Transformation des ions monoatomiques lors de l'électrolyse d'un sel binaire en solution aqueuse**			

Élève En utilisant le bilan des charges électriques (électrons-protons) des atomes et des ions, écrire les équations chimiques pondérées des phénomènes observés à la surface de chaque électrode et mettre en évidence le rôle du générateur de courant continu. **Élève** Traduire par une phrase la transformation chimique de $CuCl_2$ en solution aqueuse. Traduire la transformation chimique en équation nominative. Écrire l'équation chimique pondérée de la réaction d'électrolyse. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction chimique.	Équation chimique pondérée de la réaction à l'anode. $2\ Cl^-_{(aq)} \rightarrow Cl_{2(g)} + 2\ e^-$ Équation chimique pondérée de la réaction à la cathode. $Cu^{2+}_{(aq)} + 2\ e^- \rightarrow Cu_{(s)}$ Transformation chimique nominative : « Au cours de l'électrolyse, le chlorure de cuivre (II) se décompose en cuivre métallique et en dichlore gazeux ». Équation nominative Chlorure de cuivre (II) → cuivre + dichlore Équation chimique pondérée (ou équation bilan) de la réaction $CuCl_2 \rightarrow Cu + Cl_2$ État physique des réactifs et des produits $CuCl_{2(aq)} \rightarrow Cu_{(s)} + Cl_{2(g)}$			

Élève *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* o *montré,* o *expérimenté,* o *décrit.* Traduire en une équation chimique un phénomène chimique montré. *Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.* *Associer une formule chimique à une fonction chimique.* *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* *A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes :* o *combustion d'un métal,* o *combustion d'un non-métal,* o *neutralisation,* o *réaction entre un acide et un métal,* o *réaction entre un oxyde et l'eau.* À partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes : o combustion d'un métal, o réaction entre un oxyde et l'eau. Observer les réactions menées en classe[24], entre :	**3. Les oxydes métalliques et leur réaction avec l'eau** La réaction entre un métal et le dioxygène produit un **oxyde métallique**. Cette réaction est appelée **combustion**[27] des métaux. Une combustion est une réaction entre un corps pur (combustible) et très souvent le dioxygène (comburant).	Oxyde métallique Combustion		

[24] La combustion des métaux sera effectuée dans une cuillère à combustion.
[27] Première approche de la combustion. Elle sera élargie dans l'UAA7.

- le magnésium et le dioxygène de l'air, - le calcium et le dioxygène de l'air. En déduire la fonction oxyde métallique (MgO : magnésie[25], utilisée par les sportifs et CaO : chaux vive, absorbeur de dioxyde de carbone, repas chauds-minute). Écrire l'équation chimique pondérée des deux réactions. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction. Observer les réactions menées en classe entre : ✓ l'oxyde de magnésium et l'eau additionnée de bleu de bromothymol ; ✓ l'oxyde de calcium et l'eau additionnée de bleu de bromothymol. En déduire le caractère basique de la solution et la notion d'oxyde basique.[26] Écrire l'équation chimique pondérée de chaque réaction. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction. $Mg(OH)_2$: antiacide gastrique $Ca(OH)_2$: composant du ciment	Équation chimique pondérée (ou équation bilan) des réactions : $2\,Mg + O_2 \rightarrow 2\,MgO$ $2\,Ca + O_2 \rightarrow 2\,CaO$ État physique des réactifs et des produits $2\,Mg_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,MgO_{(s)}$ $2\,Ca_{(s)} + O_{2\,(g)} \rightarrow 2\,CaO_{(s)}$ La formule générique d'un oxyde métallique est : **MO**. Équation chimique pondérée (ou équation bilan) des réactions : $MgO + H_2O \rightarrow Mg^{2+} + 2\,OH^-$ $CaO + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2\,OH^-$ État physique des réactifs et des produits, $MgO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + 2\,OH^-_{(aq)}$ $CaO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2\,OH^-_{(aq)}$ MgO et CaO sont des **oxydes basiques** car ils réagissent avec l'eau pour former des solutions aqueuses basiques.	MO Oxyde basique		

[25] Les sportifs utilisent le terme magnésie pour désigner, de manière abusive, le carbonate de magnésium.

[26] Les oxydes des métaux de la famille Ia, les oxydes des métaux de la famille IIa (à l'exception de BeO) et les oxydes In_2O_3 et Tl_2O_3 sont des oxydes basiques.

Élève *Traduire en une équation chimique un phénomène chimique :* o *montré,* o *expérimenté,* o *décrit.* Traduire en une équation chimique un phénomène chimique montré. *Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation moléculaire.* *Associer une formule chimique à une fonction chimique.* *Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif.* *A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes :* o *combustion d'un métal,* o *combustion d'un non-métal,* o *neutralisation,* o *réaction entre un acide et un métal,* o *réaction entre un oxyde et l'eau.* À partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes : o combustion d'un non-métal, o réaction entre un oxyde et l'eau. Observer les réactions menées en classe, entre : - l'octasoufre et le dioxygène de l'air ;	**4. Les oxydes non métalliques et leur réaction avec l'eau** La réaction entre un non-métal et le dioxygène produit un **oxyde non métallique**. Cette réaction d'oxydation est appelée combustion des non-métaux.	Oxyde non métallique		

- le carbone[28] et le dioxygène de l'air. En déduire la fonction oxyde non métallique et donner des exemples d'utilisation dans la vie courante (Ex. : ➢ SO_2 : antiseptique utilisé dans l'industrie alimentaire, blanchiment de la pâte à papier ; ➢ CO_2 : gaz dans les boissons pétillantes ; ➢ …). Écrire l'équation chimique pondérée des deux réactions. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction. Observer les réactions menées en classe, entre : ✓ le dioxyde de soufre et l'eau additionnée de bleu de bromothymol ; ✓ le dioxyde de carbone et l'eau additionnée de bleu de bromothymol. En déduire le caractère acide de la solution et la notion d'oxyde acide.[29] Écrire l'équation chimique pondérée de chaque réaction. Écrire les états physiques des réactifs et des produits de la réaction.	Équation chimique pondérée (ou équation bilan) des réactions : $S_8 + 8\,O_2 \rightarrow 8\,SO_2$ $C + O_2 \rightarrow CO_2$ État physique des réactifs et des produits : $C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $S_{8(s)} + 8\,O_{2(g)} \rightarrow 8\,SO_{2(g)}$ La formule générique d'un oxyde non métallique est : **M'O**. Équation chimique pondérée (ou équation bilan) des réactions : $CO_2 + H_2O \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ $SO_2 + H_2O \rightarrow H^+ + HSO_3^-$ État physique des réactifs et des produits : $CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H^+_{(aq)} + HCO^-_{3(aq)}$	M'O	UAA1 F1b[31]	

[28] Utiliser de la poudre de charbon de bois dans une cuillère à combustion.

[29] Tous les oxydes non métalliques ne sont pas des oxydes acides (Ex. : CO n'est pas un oxyde acide).

[31] http://www.sciences-wbe.be

	$SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H^+_{(aq)} + HSO^-_{3(aq)}$ SO_2 et CO_2 sont des **oxydes acides** car ils réagissent avec l'eau pour former des solutions aqueuses acides. Ces réactions sont, entre autres[30], à l'origine des pluies acides.	Oxyde acide		
Professeur Faire associer, par les élèves, la position de l'élément dans le tableau périodique avec la charge des ions monoatomiques correspondants. Rappeler les formules chimiques des ions polyatomiques et insister sur leur charge électrique. **Élève** Extraire du tableau périodique des éléments les informations pour prévoir la formule chimique d'un ion monoatomique. Connaître la formule des ions suivants : • H^+ • NH_4^+ • CO_3^{2-} • OH^- • Cu^+ et Cu^{2+} • NO_3^- • PO_4^{3-} • Fe^{2+} et Fe^{3+} • SO_4^{2-} • Zn^{2+} • Ag^+ **Élève** Pour quelques formules de substances binaires[32] et de sels d'ammonium, déterminer la charge	**Écriture des formules chimiques des corps composés[33]**			**2 P**

[30] Les oxydes d'azote contribuent aussi à l'acidité des pluies.

[32] Éviter les formules chimiques des oxydes non métalliques où les N.O. des non-métaux sont positifs.

électrique des éléments ou du groupement ammonium sous leur forme ionique. Pour quelques formules de substances ternaires et de sels d'ammonium, déterminer la charge de l'élément ou du groupement ammonium sous leur forme ionique (Ex. : Al^{3+}) ainsi que la charge des groupements M'O sous forme ionique (Ex. : SO_4^{2-}). Calculer la somme des charges électriques. **Professeur** Énoncer les règles d'écriture des formules chimiques des corps composés. **Élève** *À partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire.* Écrire des formules chimiques de corps composés binaires et ternaires en utilisant les charges électriques des éléments et des groupements d'éléments sous leur forme ionique.	La **formule chimique** du corps composé débute par le symbole de l'élément ou par la formule chimique du groupement correspondant à un ion de charge positive suivi du symbole de l'élément ou de la formule chimique du groupement correspondant à un ion de charge négative. La formule chimique du corps composé est correcte lorsque la somme algébrique des charges électriques est égale à zéro.	Formule chimique		
Élève Pondérer des équations chimiques impliquant des corps simples et des corps composés binaires et ternaires.				

[33] Pour les enseignants qui choisiront la méthode du chiasme, préciser que cette méthode ne s'applique pas lorsque les charges électriques sont égales en valeur absolue ou sont multiples l'une de l'autre.
Attention : la méthode du chiasme ne s'applique pas à la chimie organique.

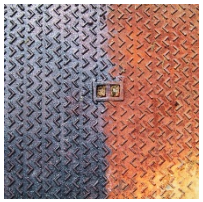
Professeur[34] Introduire la notion de nombre d'oxydation en faisant associer, par les élèves, la position de l'élément métallique dans le tableau périodique avec la charge des ions monoatomiques correspondants. Associer la valeur zéro au nombre d'oxydation d'un élément sous forme atomique. **Élève** Pour quelques corps purs binaires et ternaires comportant un élément métallique, déterminer le nombre d'oxydation du métal.[35]	**Nombre d'oxydation** À tout élément d'un corps pur est associé un **nombre d'oxydation (état d'oxydation)**. La valeur de ce nombre est égale à 0 pour l'élément des corps simples. Elle est différente de 0 pour les éléments constituant les corps composés[36]. Le nombre d'oxydation (N.O.) d'un élément métallique est la valeur algébrique de la charge électrique de l'élément sous sa forme ionique. La valeur numérique du nombre d'oxydation s'écrit en chiffres romains.	Nombre d'oxydation (état d'oxydation)		
Élève Déduire l'activité du chimiste.	**Que fait donc le chimiste ?** Il transforme les espèces chimiques pour en créer de nouvelles. Il transforme la matière.			
Évaluation formative RCD				**1 P**
Évaluation sommative RCD				**1 P**

[34] Seuls les nombres d'oxydation des métaux sont abordés à ce stade puisque les nombres d'oxydation des non-métaux n'interviennent pas dans les règles de nomenclature (UAA3). Le N.O. des non-métaux et les règles de calcul des N.O. seront abordés dans l'UAA5.

[35] Si la méthode du chiasme est choisie pour la construction des formules chimiques, la recherche des N.O. doit impérativement se faire à partir du tableau périodique et non par « décroisement ».

[36] Dans ce cursus, on n'aborde pas les corps composés d'éléments de même électronégativité tels que H_2Te, NCl_3, CS_2, PH_3 …

Exemples de situation d'apprentissage

1. Le professeur présente des objets métalliques oxydés :
   - bijoux en argent ternis 
   - lame de cuivre oxydée 
   - Vert-de-gris[37] sur le toit de certains bâtiments 
   - fer rouillé 

   Émettre une hypothèse quant à la transformation des métaux.

2. A) Mélanger dans un ballon de baudruche du bicarbonate de soude et du vinaigre. Refermez le ballon. Recommencer avec du sel et du vinaigre.
   B) Mélanger dans un berlin du bicarbonate de soude et du vinaigre. Recommencer avec du sel et du vinaigre.
   Phénomène magique ou chimique ?
   Émettre une hypothèse quant aux phénomènes observés.

[37] Le vert-de-gris est du carbonate de cuivre (II) provenant de la réaction entre le dioxyde de carbone et l'oxyde de cuivre (II) produit lors de l'oxydation du cuivre au contact de l'air.

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Atkins, J., (2017). Principes de chimie. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Blackman, A. (2012). Chemistry 2nd EDITION. Milton : Wiley.

Charlot, G. (). Les réactions chimiques en solution- L'analyse qualitative minérale. Paris : Masson&Co.

Hill, J., Petrucci, R.H., Dion, M., Lamoureux. M., (2011). Chimie générale. Paris : Pearson Education.

Hill, J. & Petrucci, R. (2008). Chimie des solutions 2e édition. Paris : Erpi.

Macquarrie, D. (2012). Chimie générale 3e édition. Bruxelles : De Boeck.

MacMurry, J. & Simannek, E. (2007). Chimie organique Les grands principes, Cours et exercices corrigés. Paris : Dunnod.

Ouvrages pédagogiques

Blender, A., Rabbe, C.(2011). « La chimie est un jeu ». Paris : Libri.

Collette, P. &al. (1997). Chimie 2e fiches professeur. Frameries : CTP.

Depovere, P., Koot, A.(2012). « À la découverte de la chimie », Louvain-La-Neuve : de boeck.

Chimie

Sciences générales

2e degré

UAA3

« La réaction chimique : approche quantitative »

Durée prévue pour l'UAA3 (43 périodes) : de septembre à fin avril en 4e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 3

« La réaction chimique : approche quantitative »

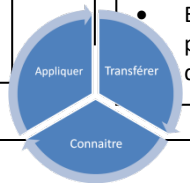
Compétences à développer

- **Déterminer expérimentalement les coefficients stœchiométriques d'une réaction complète.**
- **Résoudre des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes.**

Processus

Appliquer

- Préparer une solution de concentration molaire déterminée.
- Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique.
- Calculer une concentration massique à partir d'une concentration molaire
- Calculer une quantité de matière (un nombre de moles) à partir d'un volume de gaz.
- Déterminer expérimentalement une quantité de matière (un nombre de moles) de gaz produit par une réaction chimique.
- A partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire et nommer la substance correspondante.



Transférer

- Suivre un protocole expérimental pour comparer deux situations : une réaction chimique où les réactifs sont en quantités stœchiométriques et la même réaction où ils ne le sont pas.
- Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec
  - les réactifs en quantités stœchiométriques ;
  - les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;
  - les réactifs en solution.
- Elaborer un protocole et mener une expérience permettant de déterminer la stœchiométrie d'une réaction chimique.

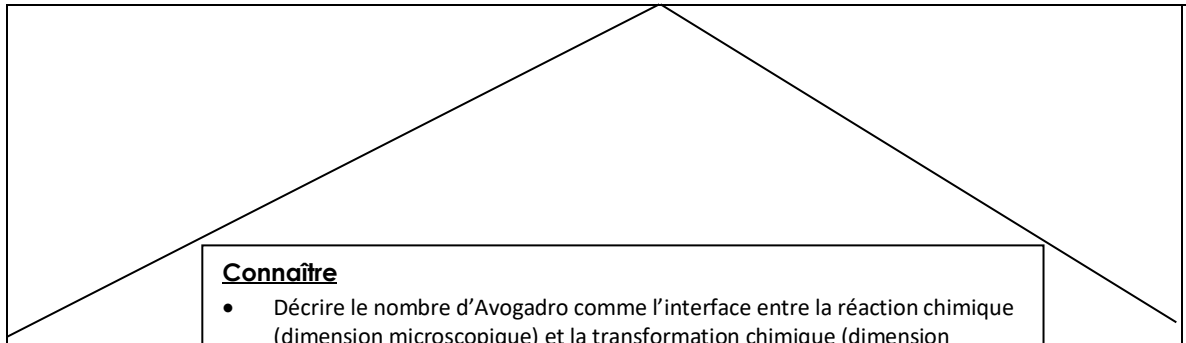
Ressources

Pré-requis

- UAA 1 & 2 de Chimie
- Pondérer une équation chimique

Savoirs disciplinaires

- Loi de Lavoisier
- Masse moléculaire relative
- Mole
- Masse molaire
- Nombre d'Avogadro
- Unités de masse et de volume
- Volume molaire d'un gaz (CNTP)
- Concentration molaire
- Nomenclature des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes, groupements ioniques
- Réactif en excès
- Réactif limitant



Connaître

- Décrire le nombre d'Avogadro comme l'interface entre la réaction chimique (dimension microscopique) et la transformation chimique (dimension macroscopique).
- Décrire la mole comme un outil permettant au chimiste de lier les champs macroscopique et microscopique.

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer une masse molaire.
- Mesurer un volume de gaz.
- Respecter un protocole expérimental permettant de quantifier une réaction chimique.
- Utiliser la loi des gaz parfaits.
- Extraire les informations (valence, état d'oxydation, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments.
- Utiliser la règle de trois dans le cadre de problèmes de stœchiométrie.
- Identifier la fonction chimique d'une substance usuelle sur base de son nom.
- Associer une formule chimique à une fonction chimique et à un nom.
- Appliquer les règles de nomenclature.
- Nommer une molécule sur base de sa formule chimique.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (masse, volume, quantité de matière,…).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, volume, quantité de matière,…).

Considérations pédagogiques

Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggéré
Professeur Proposer, sous forme d'une activité ludique, une liste de formules chimiques correspondant à des corps simples et à des corps composés binaires, ternaires et quaternaires. Ex : Pb, He, S_8, MgO, KNO_3, HCl, $Ca(OH)_2$, CO_2, HNO_3, Al_2O_3, CO, $CuSO_4$, Na_2O, NaClO, $FeCl_2$, HClO, Cl_2O, P_4, H_2S, NaCl, H_2SO_4, Fe_2O_3, $HClO_3$, Cu_2O, Kr, Cl_2, $Fe(NO_3)_3$, CaF_2, $FeCl_3$, N_2O_3, CuBr, HF, $Fe(NO_3)_2$, ZnO, O_3, FeO, KI, $BaCO_3$, P_2O_5, K_3PO_4, CuO, $Fe(OH)_3$, Na_2SO_3, $Cu(OH)_2$, BaS, HNO_3, $CuBr_2$, $Fe(OH)_2$, H_3PO_4, KHS, $Mg(OH)_2$, $NaHCO_3$, $KHSO_4$, NH_4Cl, $Pb(HS)_2$ $Ca(H_2PO_4)_2$, SiF_4, PCl_3, NH_4NO_3, $NaClO_4$, $PbHPO_4$. **Élève** *À partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire et nommer la substance correspondante.* Trier une collection de corps purs en fonction du nombre d'éléments chimiques présents dans leur	**Nomenclature**[1]		Jeu de cartes UAA3 F1[3]	**9 P**

[1] Voir UAA3 fiche 2

[3] http://www.sciences-wbe.be

formule chimique. Distinguer les corps simples des corps composés. Nommer les corps simples et en déduire les règles de nomenclature. Trier les corps composés en corps composés binaires, ternaires et quaternaires. Trier les corps composés binaires en fonction de leur composition chimique. Identifier la fonction acide binaire, la fonction sel binaire et la fonction oxyde. Trier les oxydes en oxydes métalliques et en oxydes non métalliques. **Professeur** Introduire les corps composés non métalliques. **Élève** Nommer les différents corps composés binaires connus et triés (Ex. : CO_2, CO, MgO, HCl, NaCl…) et en déduire les bases des règles de nomenclature. Associer une formule chimique à une fonction chimique et à un nom. Identifier la fonction chimique d'un corps usuel sur base de son nom. À partir des informations tirées du tableau périodique, construire une formule chimique d'un composé binaire non vu et le nommer en appliquant les règles de nomenclature. Nommer un corps pur binaire sur base de sa	Un **corps[2] composé binaire** est un corps constitué de deux éléments chimiques. Un **corps composé ternaire** est un corps constitué de trois éléments chimiques. Un **corps composé quaternaire** est un corps constitué de quatre éléments chimiques. Les fonctions chimiques binaires sont : MO : oxyde métallique M'O : oxyde non métallique HM' : acide binaire (ou hydracide) MM' : sel binaire (ou sel d'hydracide) $M'_1 M'_2$: **corps composé non métallique** **Règles de nomenclature**	Corps composé binaire Corps composé ternaire Corps composé quaternaire Corps composé non métallique Règles de nomenclature	UAA3 F2[4]	

[2] Par l'appellation « corps simple » et « corps composé » il est sous-entendu « corps pur simple » et « corps pur composé ».
[4] http://www.sciences-wbe.be

formule chimique. Trier les corps composés ternaires en fonction de leur composition chimique. Identifier la fonction acide ternaire, la fonction hydroxyde, la fonction sel ternaire et la fonction hydrogénosel ternaire. Nommer les différents corps composés ternaires connus et triés (Ex. : H_2SO_4, NaOH, $Ca(OH)_2$ …) et en déduire les bases des règles de nomenclature. Identifier la fonction chimique d'un corps usuel sur base de son nom. Associer une formule chimique à une fonction chimique et à un nom. **Professeur** Donner le nom des corps composés quaternaires classés. **Élève** Déduire les règles de nomenclature des corps composés quaternaires. **Professeur** Donner le nom des sels d'ammonium. **Élève** Déduire les règles de nomenclature des sels d'ammonium. À partir des informations tirées du tableau périodique (formules des ions monoatomiques) et des formules des ions suivants :	Les fonctions chimiques ternaires sont : MOH : hydroxyde HM'O : acide ternaire (ou oxacide) MM'O : sel ternaire (ou sel d'oxacide) MHS : **hydrogénosel ternaire** La fonction chimique quaternaire est : MHM'O : **hydrogénosel quaternaire** Formule chimique des **sels d'ammonium** : **NH_4M' et $NH_4M'O$**	Hydrogénosel ternaire Hydrogénosel quaternaire Sels d'ammonium NH_4M' $NH_4M'O$	UAA1 F1c [5]	

[5] http://www.sciences-wbe.be

▪ NO_3^- ▪ SO_4^{2-} ▪ CO_3^{2-} ▪ PO_4^{3-} ▪ OH^- ▪ NH_4^+ ▪ HCO_3^- ▪ Cu^+ et Cu^{2+} ▪ Fe^{2+} et Fe^{3+} ▪ Zn^{2+} ▪ Ag^+ construire une formule chimique d'un composé ternaire et/ou quaternaire non vu et le nommer en appliquant les règles de nomenclature. Nommer un corps pur sur base de sa formule chimique. **Professeur** Associer le nom des solutions aqueuses des acides binaires et ternaires à la formule chimique du soluté. **Élève** Énoncer les règles de nomenclature des solutions aqueuses des acides. **Professeur** Associer les noms usuels de quelques corps purs à leur formule chimique [Ex. : esprit de sel (HCl), vitriol (H_2SO_4), sel de cuisine (NaCl), chaux vive (CaO), chaux éteinte $Ca(OH)_2$, gaz carbonique (CO_2), rouille (Fe_2O_3), calcaire ($CaCO_3$), ozone (O_3), soude caustique (NaOH), eau oxygénée – peroxyde d'hydrogène (H_2O_2), distinction ammoniac (gaz NH_3) et ammoniaque (solution aqueuse du gaz NH_3), eau de Javel	Nomenclature des solutions aqueuses des acides Nomenclature usuelle			

(solution aqueuse de NaCl et de NaClO)].				
Professeur Réaliser une expérience pour introduire la loi de Lavoisier. Faire réagir, par exemple, le magnésium et l'acide chlorhydrique. Attirer l'attention sur la précision de la balance et introduire la notion de chiffres significatifs. **Élève** Observer et interpréter la variation de la masse. Proposer une expérience permettant de récolter le gaz formé. **Professeur** Réaliser l'expérience proposée par les élèves. **Élève** Énoncer la loi de Lavoisier[6].	**Énoncé de la loi de Lavoisier** Dans toute réaction chimique, la masse totale des réactifs est égale à la masse totale des produits.	Loi de Lavoisier	UAA3 F7[7]	**1 P**
Professeur Préparer une séance de laboratoire au cours de laquelle les élèves identifieront quelques produits de réactions chimiques dans le but d'écrire l'équation pondérée de la réaction et d'en faire la lecture nominative et la lecture à l'échelle microscopique. Ex. : - $CaCO_{3\ (s)} + HCl_{(aq)}$ (identification du CO_2 au moyen de l'eau de chaux) - $Zn_{(s)} + CuSO_{4\ (aq)}$ (identification du cuivre	**Approche expérimentale de la lecture moléculaire d'une équation chimique pondérée**		UAA3 F3[6]	**2 P**

[6] Cette loi est vraie quelle que soit la nature du système (ouvert ou fermé) : éviter donc d'écrire « en système fermé ».
[7] http://www.sciences-wbe.be

métallique) - $Zn_{(s)} + HCl_{(aq)}$ (identification du dihydrogène) - $FeCl_{3\ (aq)} + NaOH_{(aq)}$ (identification du précipité de couleur rouille) - … **Élève** Réaliser les expériences ci-dessus en mesurant les volumes de solutions avec la verrerie adéquate. Écrire les équations chimiques pondérées. Effectuer les lectures nominative et moléculaire des équations.				
Professeur Peser, par exemple, un clou devant les élèves. Comparer la masse du clou à la masse d'un atome de fer. Interpeller les élèves au sujet du nombre d'atomes de fer dans le clou[8]. **Elève** Déduire que l'échelle macroscopique impose un très grand nombre d'atomes. **Professeur** Peser, par exemple, l'eau contenue dans un verre d'eau. Comparer la masse de l'eau contenue dans le verre à la masse d'une molécule d'eau. Interpeller les élèves au sujet du nombre de molécules dans cette masse d'eau[8].	**Grandeurs physiques et leurs unités** **1. Nombre d'Avogadro pour lier les champs macroscopique et microscopique** La matière observée à l'échelle macroscopique correspond, à l'échelle microscopique, à un très grand nombre d'espèces chimiques. Pour passer du monde macroscopique au monde microscopique et inversement, les chimistes utilisent le nombre d'Avogadro,			**7 P**

[8] À ce stade, il ne faut pas faire de calculs exhaustifs !!!

Élève *Décrire le nombre d'Avogadro comme l'interface entre la réaction chimique (dimension microscopique) et la transformation chimique (dimension macroscopique).* Déduire que l'échelle macroscopique impose un très grand nombre d'espèces chimiques dans le cas des atomes comme des molécules.	qui correspond au nombre d'atomes de carbone présents dans une masse de 12 g[9] de l'isotope 12 du carbone. Le **nombre d'Avogadro** est égal à **6,02 10^{23}**.	Nombre d'Avogadro : 6,02 10^{23}		
Professeur Introduire la définition de la masse relative d'un atome $^{A}_{Z}X$ en réactivant la notion de masse de référence vue dans l'UAA1.	**2. Masse atomique relative et masse atomique** La masse relative d'un atome $^{A}_{Z}X$ ($\mathbf{A}_r$ **(** $^{A}_{Z}X$ **)**)[12] est le rapport entre la **masse réelle d'un atome** $^{A}_{Z}X$ (m_a ($^{A}_{Z}X$)) et une masse de référence[13]. Cette masse de référence, égale à 1,66.10^{-27} kg, est la masse de l'**unité de masse atomique**. L'unité de masse atomique est symbolisée par **u.** $A_r(^{A}_{Z}X) = m_a(^{A}_{Z}X)/1{,}66.10^{-27}$ avec X symbole de l'atome et $m_a(^{A}_{Z}X)$ exprimée en kilogramme. 1,66 10^{-27} kg représente le douzième de la masse d'un atome de carbone 12, atome qui sert de référence à l'échelle des masses atomiques relatives.	Masse atomique Masse réelle de l'atome $^{A}_{Z}X$ (m_a ($^{A}_{Z}X$)) Unité de masse atomique (u) Masse de u : 1,66.10^{-27} kg		

[9] L'unité SI de la masse est le kg mais le chimiste utilise le g.

[12] Attention à la typologie : le symbole de la masse relative n'est pas celui de l'argon ! Masse relative : r en indice

[13] L'isotope 12 du carbone est l'atome qui sert de référence au système des masses atomiques relatives. 1,66 10^{-27} kg est le douzième de la masse d'un atome de carbone 12.

Élève À partir d'un tableau des abondances isotopiques et de la masse relative de chacun des isotopes d'un élément, calculer la valeur moyenne de la masse atomique relative de cet élément (Ex. : chlore, potassium, antimoine…). Comparer la valeur calculée avec la valeur figurant dans le tableau périodique. Déduire l'expression de la masse moyenne d'un atome ou masse atomique de l'élément soit en unités de masse atomique (u), soit en gramme (g)[10] ou et en kilogramme (kg).[11] Extraire la masse atomique relative des éléments du tableau périodique. Exprimer des masses moyennes atomiques (ou masses atomiques des éléments) en u, en g et en kg.	La masse relative d'un atome est un nombre sans dimension. Ce nombre indique combien de fois un atome est plus lourd que l'unité de masse atomique. La valeur de la masse atomique relative d'un élément X figurant dans le tableau périodique est une valeur moyenne calculée à partir des masses relatives des différents isotopes et de leur abondance relative[14]. Elle est notée **A_r (X)**. Elle est égale au rapport de la masse moyenne d'un atome de l'élément X (m_a(X)) et la masse de l'unité de référence. $A_r(X) = m_a(X)/1{,}66.\ 10^{-27}$ avec ***m_a*(X)** la **masse atomique de l'élément X** (ou masse moyenne d'un atome de l'élément X).	A_r (X) m_a(X) Masse atomique de l'élément X.		
Professeur Introduire la définition de la masse moléculaire relative (valeur moyenne). Déduire l'expression de la masse moyenne d'une molécule ou masse moléculaire du corps pur en u, en g et en kg. **Élève** Calculer des masses moléculaires relatives et des masses moléculaires en u, en g et en kg.	**3. Masse moléculaire relative et masse moléculaire** La **masse moléculaire relative** (M_r) est le rapport entre la **masse moyenne d'une molécule** (m_m) et la masse de l'unité de masse atomique dont la valeur est égale à $1{,}66\ 10^{-27}$ kg. La masse moléculaire relative est un nombre sans dimension. Elle s'obtient en	Masse moléculaire relative (M_r) Masse moyenne d'une molécule (m_m)		

[10] Comparer avec la masse d'un diamant qui s'exprime soit en carats, soit en grammes avec 1 carat = 0,2 g.
[11] Introduire progressivement l'utilisation des chiffres significatifs dans les opérations arithmétiques (UAA3F7)
[14] Dans l'enseignement secondaire, la masse atomique relative est exprimée avec deux décimales, donc au centième.

	additionnant les masses atomiques relatives des différents éléments constituant le corps pur en tenant compte des indices.			
Professeur Introduire les notions de mole et de masse molaire. Préparer des récipients contenant une mole de solides différents y compris le carbone et une mole de liquides différents. **Élève** *Décrire la mole comme un outil permettant au chimiste de lier les champs macroscopique et microscopique.* Comparer la valeur de la masse molaire des corps purs simples atomiques avec les informations figurant dans le tableau périodique. En déduire que la masse atomique relative est la valeur numérique de la masse molaire atomique. Comparer la valeur de la masse molaire des corps purs simples moléculaires et des corps purs composés avec les informations figurant dans le tableau périodique. En déduire que la masse moléculaire relative est la valeur numérique de la masse molaire moléculaire. **Professeur** Attirer l'attention sur l'intérêt du tableau	**4. La mole et la masse molaire** La **mole** est une quantité de matière[15] constituée de 6,02 10^{23} ou six cent deux mille milliards de milliards d'espèces chimiques[16]. C'est une unité du S.I. Ex. : une mole d'atomes de fer est un ensemble de 6,02.10^{23} atomes de fer. Une mole de molécules d'eau est un ensemble de 6,02.10^{23} molécules d'eau. La masse d'une mole d'un corps est appelée **masse molaire**. Elle est désignée par ***M***. On parle de **masse molaire atomique** pour les corps purs simples de type atomique et de **masse molaire moléculaire** dans les autres cas. La masse molaire est une grandeur. Elle possède une valeur numérique et une unité. La masse molaire s'exprime en g/mol. Elle a pour valeur numérique : • soit celle de la masse atomique relative de l'élément (corps pur simple atomique)	Mole Masse molaire (atomique ou moléculaire) (M)	Ex. : eau, éthanol, saccharose, octasoufre, cuivre, fer, carbone …	

[15] Attention : éviter la confusion entre quantité de matière et masse. Dans le S.I., la quantité de matière s'exprime en mole et la masse en kilogramme.

[16] Analogies possibles : paire – douzaine – rame de feuilles …Insister en précisant que l'on peut parler d'une mole de feuilles ou de n'importe quel autre objet !

périodique : sans avoir la possibilité de voir et de compter les espèces chimiques, on peut trouver leur nombre grâce à une pesée du corps pur et au nombre d'Avogadro. **Élève** Extraire les informations (masse atomique relative des éléments) du tableau périodique des éléments pour calculer des masses molaires atomiques et moléculaires.	$M = A_r$ g/mol • soit celle de la masse moléculaire relative (corps pur composé et corps pur simple moléculaire) $M = M_r$ g/mol			
Élève Par groupe d'élèves, peser une masse donnée d'un corps pur. Subdiviser cette masse en « paquets de corps pur », chaque paquet correspondant à une mole du corps pur. **Professeur** Introduire la notion de quantité de corps pur (n). **Élève** Déduire la relation entre la masse de corps (m) et la quantité de corps (n). Compléter le diagramme en indiquant la relation entre la masse (m) et la quantité du corps (n).	**5. Relation entre la masse et la quantité d'un corps pur** $m = n \,.\, M$ avec m : **masse du corps pur** (g) n : **quantité du corps pur** (mol) M : masse molaire du corps pur (g/mol)	Masse d'un corps pur (m) Quantité d'un corps pur (n)	Diagramme : UAA3 F4[17]	
Élève Calculer le nombre de molécules dans la masse de corps divisée en moles. **Professeur** Introduire la constante d'Avogadro N_A. **Élève** Déduire la relation entre la quantité de corps (n)	**6. Relation entre la quantité d'un corps pur et le nombre d'espèces chimiques** **Constante d'Avogadro** : N_A $N_A = 6{,}02.\ 10^{23}$/mol	Constante d'Avogadro (N_A)		

[17] http://www.sciences-wbe.be/

et le nombre d'espèces chimiques (N). Compléter le diagramme en indiquant la relation entre la quantité du corps (*n*) et le nombre d'espèces chimiques (N).	$N = n . N_A$ avec N, le **nombre d'espèces chimiques**	Nombre d'espèces chimiques (N)		
Professeur Reprendre l'équation d'une réaction chimique réalisée en classe (Ex. : KI + $PbCl_2$ en solution aqueuse). **Élève** *Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec* o *les réactifs en quantités stœchiométriques ;* o *les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;* o *les réactifs en solution.* Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec o les réactifs en quantités stœchiométriques ; o les réactifs en solution en exploitant les grandeurs *n* et *m.* *Décrire le nombre d'Avogadro comme l'interface entre la réaction chimique (dimension microscopique) et la transformation chimique (dimension macroscopique).* Effectuer la lecture moléculaire de l'équation chimique (échelle microscopique). Effectuer la lecture molaire de l'équation chimique (échelle macroscopique).	**Stœchiométrie** **dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités stœchiométriques** **1. Exploitation des grandeurs *n* et *m*** **7 P**			

Effectuer la lecture massique de l'équation chimique de la réaction (échelle macroscopique). En déduire que le rapport des quantités, contrairement au rapport des masses, est égal au rapport des coefficients stœchiométriques des corps purs impliqués dans la réaction[18]. Utiliser l'équation chimique de la réaction et la règle de trois pour calculer : - à partir de la quantité d'un des corps purs, la quantité des autres corps purs impliqués dans cette réaction chimique ; - à partir de la quantité d'un des corps purs, la masse des autres corps purs impliqués dans cette réaction chimique ; - à partir de la masse d'un des corps purs, la masse des autres corps purs impliqués dans cette réaction chimique.				
Élève *Déterminer expérimentalement une quantité de matière (un nombre de moles) de gaz produit par une réaction chimique.* Déterminer expérimentalement une quantité de matière (un nombre de moles) de gaz produit par une réaction chimique par exemple la réaction entre une masse connue de magnésium décapé et un excès d'acide chlorhydrique.	**2. Détermination expérimentale du volume molaire d'un gaz** Le **volume molaire** d'un gaz **(V_m)** est le volume occupé par une quantité de gaz égale à une mole. Unité[19] SI : m^3/mol Unité du chimiste : L/mol Dans les **Conditions Normales de Température et de Pression (CNTP ≡ 0 °C**	Volume molaire (V_m) Conditions Normales de	UAA3 F5[22]	

[18] Analogie avec une recette de cuisine où l'unité de référence des ingrédients est le bol. Pour une réaction chimique, la recette de cuisine est l'équation chimique pondérée et l'unité de référence des substances est la mole.

[19] L'unité SI de volume est le m^3 mais le chimiste utilise le litre (L).

En déduire le volume molaire dans les conditions de température et de pression de l'expérience. **Élève** Déduire la relation entre le volume d'un gaz *V* et la quantité du gaz *n*. Compléter le diagramme en y indiquant la relation entre la quantité et le volume d'un gaz. **Professeur** Introduire l'équation d'état d'un gaz parfait au moyen de quelques expériences (utilisation de ballons de baudruche, seringue…). **Élève** Calculer la valeur du volume molaire d'un gaz dans les conditions normales de température et de pression (CNTP), en utilisant la loi des gaz parfaits.	et **101 325 Pa**), V_m = 22,4 L/mol quelle que soit la formule chimique du gaz[20]. Relation entre le **volume d'un gaz (*V*)** et la quantité du gaz (*n*) $V = n \cdot V_m$ **Équation d'état d'un gaz parfait** $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ Avec *p* : pression du gaz (Pa) *V* : volume du gaz (m^3) *n* : quantité du gaz (mol) *T* : température du gaz (K)[21] R = 8,314 J/(mol.K)	Température et de Pression (CNTP ≡ 0 °C et 101 325 Pa) Volume d'un gaz (*V*) Équation d'état d'un gaz parfait	UAA3 F6[23]	
Professeur Reprendre l'équation correspondant à la réaction entre le magnésium et l'acide chlorhydrique. **Élève** • *Calculer une quantité de matière (un nombre de moles) à partir d'un volume de gaz.*	**3. Exploitation des grandeurs *n* et *V*** [22] http://www.sciences-wbe.be			

[20] Gaz supposé parfait

[21] Il faut introduire la relation entre la température en Kelvin et la température en degrés Celsius (De Boeck, À la découverte de la chimie. 2012, p.34).

[23] http://www.sciences-wbe.be

Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec o *les réactifs en quantités stœchiométriques ;* o *les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;* o *les réactifs en solution.* Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités stœchiométriques, en exploitant les grandeurs *n* et *V*. Effectuer la lecture moléculaire de l'équation correspondant à la réaction entre Mg et l'acide chlorhydrique (échelle microscopique). Effectuer la lecture molaire de l'équation chimique (échelle macroscopique). Utiliser l'équation chimique de la réaction et la règle de trois pour calculer dans les CNTP : - à partir de la quantité d'un des corps purs, la quantité des autres corps purs impliqués dans la réaction chimique ; - à partir de la quantité d'un des corps purs, le volume du gaz libéré dans la réaction chimique ; - à partir du volume de gaz libéré, la quantité des autres corps purs impliqués dans cette réaction chimique. **Professeur** Reprendre l'équation chimique pondérée de l'électrolyse de l'eau.				

Élève Effectuer la lecture moléculaire de l'équation chimique (échelle microscopique). Effectuer la lecture molaire de l'équation (échelle macroscopique). Connaissant les volumes des deux gaz libérés lors de l'électrolyse, calculer le volume d'eau engagé dans la réaction[24].				
Élève *Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec* o *les réactifs en quantités stœchiométriques ;* o *les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;* o *les réactifs en solution.* Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités stœchiométriques, en exploitant les grandeurs *n*, *m* et *V* et N. Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, volume, quantité de matière,…)	**Séance d'exercices de stœchiométrie** **dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités stœchiométriques en exploitant *n*, *m*, *V* et N**			

[24] Insister sur le fait que la formule $V = n \cdot V_m$ ne s'applique que pour les gaz (Ex. : le dihydrogène et le dioxygène) mais pas pour les liquides (eau). Le passage du volume d'eau à la masse d'eau se fait en utilisant la masse volumique de l'eau.

Élève *Préparer une solution de concentration molaire déterminée.* Préparer un volume d'une solution de concentration molaire déterminée. Proposer un protocole expérimental permettant de préparer par exemple 100 mL d'une solution aqueuse de chlorure de sodium c = 0,1 mol/L. Réaliser l'expérience. **Professeur** Présenter des solutions de concentration massique différente. **Élève** *Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique.* *Calculer une concentration massique à partir d'une concentration molaire.* **Élève** Proposer un protocole expérimental permettant de diluer par exemple cinq fois la solution aqueuse de chlorure de sodium c = 0,1 mol/L. Réaliser l'expérience. **Professeur** Déduire la relation : $c_i \,.\, V_i = c_f \,.\, V_f$ et le facteur de dilution $f = c_i/c_f = V_f/V_i$	**Concentration d'une solution aqueuse** **1. Concentration molaire** Concentration molaire[26] : $c = n/V$ c en mol/L **2. Concentration massique** Concentration massique : $\gamma = \frac{m}{V}$ γ en g/L[27] **3. Conversion d'une concentration massique en concentration molaire** $c = \gamma/M$ **4. Dilution d'une solution de concentration molaire connue** Lors de la dilution, la quantité de soluté ne varie pas, d'où $c_i \,.\, V_i = c_f \,.\, V_f$ Le **facteur de dilution f** = $c_i/c_f = V_f/V_i$ avec : c_i : concentration initiale, concentration de la solution à diluer c_f : concentration finale, concentration de la solution diluée V_i : Volume initial, volume de la solution à diluer	Concentration molaire (c) Concentration massique (γ) Facteur de dilution[28] f		**6 P**

[26] Unité SI : c en mol/m³ mais le chimiste utilise mol/L

[27] Unité SI : γ en kg/m³ mais le chimiste utilise g/L

[28] Par convention, le symbole d'une grandeur physique s'écrit en *italique*. Par contre, une valeur obtenue par comparaison n'est pas considérée comme une grandeur physique et ne s'écrit donc pas en italique (Ex. : f, A_r …).

Professeur Définir la densité et le pourcentage en masse. **Élève** Proposer un protocole expérimental permettant de préparer par exemple 100 mL de solution aqueuse de chlorure d'hydrogène (c = 0,1 mol/L) à partir d'acide chlorhydrique commercial en utilisant le pourcentage en masse et la densité figurant sur l'étiquette de la bouteille. Calculer une concentration massique et une concentration molaire à partir de la densité et du pourcentage en masse. **Professeur** Réaliser l'expérience[25]. **Élève** Observer l'expérience. **Professeur** Présenter les étiquettes figurant sur différentes boissons alcoolisées. **Élève** Déduire le pourcentage en volume. Calculer la concentration molaire et la	V_f : Volume final, volume de la solution diluée La **densité** (**d**) d'un liquide est le rapport entre la masse d'un volume du liquide et la masse du même volume d'eau dans les mêmes conditions de température et de pression. Le **pourcentage en masse (%)** est le pourcentage de la masse d'un corps pur dans un mélange. % = (masse du corps pur/masse du mélange) x 100 Le **pourcentage en volume** est le pourcentage du volume d'un corps pur dans un mélange. % = (volume du corps pur/volume du mélange) x 100	Densité[29] d Pourcentage en masse Pourcentage en volume		

[25] Réalisée par le professeur vu la concentration élevée de l'acide.

[29] Masse volumique initiée au 1er degré et vue en 3e au cours de physique (UAA2)

concentration massique de l'éthanol dans une boisson alcoolisée. Calculer une concentration massique et une concentration molaire à partir du pourcentage en volume et de la densité (ou de la masse volumique) du soluté.				
Élève *Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec* o *les réactifs en quantités stœchiométriques ;* o *les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;* o *les réactifs en solution.* Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec o les réactifs en quantités stœchiométriques, o les réactifs en solution, à partir de volumes de réactifs de concentration molaire donnée. Résoudre des exercices dans le cadre de situations différentes, avec différentes expressions de la concentration (Ex. : *γ*, % en masse, % en volume…). Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, volume, quantité de matière…)	**Séance d'exercices de stœchiométrie** **dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités stœchiométriques, à partir de volumes de solutions aqueuses de réactifs de concentration molaire donnée et des différentes expressions de la concentration**			**3 P**

Professeur Réaliser la réaction[30] en solution aqueuse entre, par exemple, $Pb(NO_3)_2$ (c = 0,1 mol/L) et KI (c = 0,1 mol/L) avec des volumes différents de chaque solution mesurés au moyen de burettes graduées. Le volume total reste égal (Ex. : 18 mL) pour chaque expérience. **Élève** *Suivre un protocole expérimental pour comparer deux situations : une réaction chimique où les réactifs sont en quantités stœchiométriques et la même réaction où ils ne le sont pas.* À partir des expériences réalisées ci-dessus, présenter les résultats sous la forme d'un tableau à trois colonnes : - volume de la solution de $Pb(NO_3)_2$ - volume de la solution de KI - hauteur du précipité Utiliser le tableau pour déduire les différentes quantités des deux réactifs. En déduire la stœchiométrie de la réaction. Déduire la notion de réactif limitant et de réactif en excès et mettre en évidence l'influence du réactif limitant sur la quantité des produits formés. **Élève** *Élaborer un protocole et mener une expérience permettant de déterminer la stœchiométrie d'une*	**Stœchiométrie dans le cas de réactions avec des réactifs en quantités non stœchiométriques**		UAA3 F8[32] Informations « sécurité produits chimiques » www.sippt.cfwb.be Volumes de solution de Pb^{2+} proposés : 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL, 10 mL, 12 mL, 14 mL et 16 mL Les tubes à essais doivent être identiques.	**3 P**

[30] Les différentes expériences doivent se faire dans des récipients identiques pour comparer les hauteurs de précipité.
[32] http://www.sciences-wbe.be

réaction chimique. Élaborer un protocole et mener une expérience permettant de déterminer la stœchiométrie d'une réaction chimique par exemple dans le cas de la réaction de neutralisation d'une solution aqueuse de NaOH par une solution aqueuse de HCl de même concentration.[31]				
Élève *Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec* o *les réactifs en quantités stœchiométriques ;* o *les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;* o *les réactifs en solution.* Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités non stœchiométriques. Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, volume, quantité de matière,…).	**Séance d'exercices de stœchiométrie** **dans le cas de réactions complètes avec les réactifs en quantités non stœchiométriques** **en exploitant les grandeurs *n*, *m*, *V* (gaz et solution aqueuse), la concentration molaire et les différentes expressions de la concentration**			**2 P**
Évaluation formative RCD				**2 P**
Évaluation sommative RCD				**1 P**

[31] Laisser l'élève trouver la nécessité d'utiliser un indicateur coloré (dans ce cas, le bleu de bromothymol) pour comparer le caractère acido-basique de la solution pour différents volumes de solution acide ajoutés.

Exemple de situation d'apprentissage

Situation

Présenter de l'acide sulfurique dans un conditionnement commercial et observer les différentes informations disponibles (nom du composé, formule moléculaire, données quantitatives (%, densité, masse molaire …), pictogramme de danger, mention de danger H, conseil de prudence P.

Comment déterminer la concentration massique à partir des informations présentes sur la bouteille ?

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Atkins, J., (2011). Principes de chimie. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Blackman, A. (2012). Chemistry 2nd EDITION. Milton : Wiley.

Charlot, G. (). Les réactions chimiques en solution- L'analyse qualitative minérale. Paris : Masson&Co.

Hill, J., Petrucci, R.H., Dion, M., Lamoureux. M., (2011). Chimie générale. Paris : Pearson Education.

Hill, J. & Petrucci, R. (2008). Chimie des solutions 2e édition. Paris : Erpi.

Macquarrie, D. (2012). Chimie générale 3e édition. Bruxelles : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques

Blender, A., Rabbe, C.(2011). « La chimie est un jeu ». Paris : Libri.

Collette, P. &al. (1997). Chimie 2e fiches professeur. Frameries : CTP.

Depovere, P., Koot, A.(2012). « À la découverte de la chimie », Louvain-La-Neuve : de boeck.

Chimie

Sciences générales

2e degré

UAA4

« Identifier une espèce chimique par une réaction chimique »

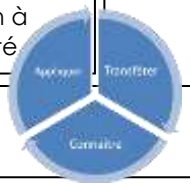
Durée prévue pour l'UAA4 (7 périodes) : de mai à juin en 4e année

Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« Identifier une espèce chimique par une réaction chimique »

Compétences à développer

- **Identifier expérimentalement l'oxygène, l'hydrogène, le dioxyde de carbone, des ions à l'aide de réactions de précipitation.**
- **Modéliser une situation comme une précipitation.**

Processus	**Ressources**
Appliquer • Prouver, à l'aide d'une expérience que ➢ la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone ; ➢ la respiration produit du dioxyde de carbone ; ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'oxygène (par exemple : la décomposition du $KMnO_4$, la décomposition d'H_2O_2,…) ; ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'hydrogène (par exemple : la réaction d'un alcalino-terreux avec l'eau,…). • Déterminer les espèces chimiques présentes dans une solution à partir des espèces introduites. • Prévoir (sans calculer) une précipitation à partir d'un tableau qualitatif de solubilité **Transférer** • Expliquer une situation sur base de phénomènes de précipitation (par exemple : l'épuration des eaux, l'entartrage, concrétions calcaires,…). • Prouver que l'électrolyse de l'eau et l'action d'un acide sur un métal produisent un même gaz. • Calculer la quantité de précipité obtenu en mélangeant deux solutions de concentrations et de volumes connus.	• UAA 1 à 3 de Chimie **Savoirs disciplinaires** • Précipitation • Tableau qualitatif de solubilité • Espèces soluble, peu soluble, insoluble **Savoir-faire disciplinaires** • Extraire des informations d'un tableau qualitatif de solubilité. • Extraire des informations (valence, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments. • Déterminer la charge d'un ion à l'aide du tableau périodique des éléments. • Respecter un protocole expérimental permettant de recueillir et identifier un gaz. • Respecter un protocole expérimental permettant d'identifier un ion.
 **Connaître** • Décrire une réaction de précipitation comme une réaction d'échange d'ions. • Ecrire l'équation ionique pondérée d'une réaction de précipitation.	

Considérations pédagogiques

Processus explicités	Développement suggéré	Mots-clés	Outils-liens suggérés	Timing suggérés
Élève • *Prouver, à l'aide d'une expérience que* ➢ *la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone ;* ➢ *la respiration produit du dioxyde de carbone ;* ➢ *pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'oxygène (par exemple : la décomposition du $KMnO_4$, la décomposition d'H_2O_2,…) ;* ➢ *pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'hydrogène (par exemple : la réaction d'un alcalino-terreux avec l'eau,…).* Prouver, à l'aide d'une expérience : - que la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone ; - que la respiration produit du dioxyde de carbone. Réaliser la réaction entre l'eau de chaux et le gaz carbonique provenant d'une part, de la respiration cellulaire et d'autre part, de l'air. Réaliser, par groupe d'élèves, l'attaque chimique d'un carbonate et l'attaque chimique d'un hydrogénocarbonate par un acide. Identifier le gaz formé au moyen de l'eau de	**Identification expérimentale de gaz** **1. Identification du dioxyde de carbone** L'action d'une solution acide sur un carbonate ou un hydrogénocarbonate produit un dégagement de dioxyde de carbone identifiable grâce à l'eau de chaux qui se trouble[1]. Ex. : - Attaque acide du calcaire : $CaCO_{3(s)} + 2\,HCl_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + CaCl_{2(aq)}$ - Attaque acide de l'hydrogénocarbonate de sodium (bicarbonate de soude) : $NaHCO_{3(s)} + HCl_{(aq)} \rightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)}$		UAA4 F1[2]	**1 P**

[1] Le trouble de l'eau de chaux est dû à la formation de calcaire.
[2] http://www.sciences-wbe.be

chaux. Écrire l'équation chimique pondérée des réactions effectuées.				
Élève *Prouver que l'électrolyse de l'eau et l'action d'un acide sur un métal produisent un même gaz.* • *Prouver, à l'aide d'une expérience que* ➢ *la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone ;* ➢ *la respiration produit du dioxyde de carbone ;* ➢ *pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'oxygène (par exemple : la décomposition du $KMnO_4$, la décomposition d'H_2O_2,…) ;* ➢ *pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'hydrogène (par exemple : la réaction d'un alcalino-terreux avec l'eau,…).* Prouver, à l'aide d'une expérience que : ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'oxygène (par exemple : la décomposition du $KMnO_4$, la décomposition d'H_2O_2,…) ; ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'hydrogène (par exemple : la réaction d'un alcalino-terreux avec l'eau,…). Réaliser l'attaque chimique d'un métal[3] par un acide. Proposer une expérience permettant d'identifier	**2. Identification du dihydrogène et du dioxygène** L'action d'un acide (par exemple HCl) sur un métal (par exemple Mg ou Zn) produit un dégagement de dihydrogène identifiable par son caractère explosif. Dans le cas de l'électrolyse de l'eau, il y a production simultanée de dihydrogène et de dioxygène identifiable, lui, par son caractère comburant.			

[3] Voir classement des couples rédox : seuls les métaux plus réducteurs que H_2 sont attaqués par les ions H^+.

le gaz formé. Comparer les produits de la réaction avec ceux obtenus lors de l'électrolyse de l'eau.				
Élève Tester la conductibilité électrique de solutions aqueuses d'acides binaires, d'acides ternaires, de bases hydroxyde, de sels binaires, de sels ternaires, de sels quaternaires, d'eau iodée[4] et d'eau sucrée. Interpréter les résultats *Déterminer les espèces chimiques présentes dans une solution à partir des espèces introduites.* Interpréter les résultats. **Professeur** Définir électrolyte et non-électrolyte. **Élève** Utiliser le tableau périodique et les formules chimiques des ions polyatomiques pour écrire les équations pondérées de dissociation ionique et les équations d'ionisation dans l'eau des électrolytes.	**Électrolyte et non-électrolyte** Un **électrolyte** est un corps pur qui, en solution aqueuse, se transforme en ions libres et, par conséquent, rend la solution conductrice du courant électrique. $HM'_{(g)} \xrightarrow{H_2O(l)} H^+_{(aq)} + M'^-_{(aq)}$ $HM'O \xrightarrow{H_2O(l)} H^+_{(aq)} + M'O^-_{(aq)}$ $MOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O(l)} M^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$ $MM'_{(s)} \xrightarrow{H_2O(l)} M^+_{(aq)} + M'^-_{(aq)}$ $MM'O_{(s)} \xrightarrow{H_2O(l)} M^+_{(aq)} + M'O^-_{(aq)}$ $MHM'O_{(s)} \xrightarrow{H2O(l)} M^+_{(aq)} + HM'O^-_{(aq)}$ Un **non-électrolyte** est un corps pur qui ne s'ionise pas en solution aqueuse.	Électrolyte Non-électrolyte		**1 P**

[4] Bien qu'I_2 soit peu soluble dans l'eau, l'eau iodée de l'expérience sera préparée en dissolvant uniquement I_2 dans l'eau sans ajout de KI qui augmenterait fortement la solubilité d'I_2 mais introduirait des ions.

Professeur À une température donnée, tester la solubilité qualitative dans l'eau, de différents corps purs composés comportant un élément métallique figurant sur le tableau qualitatif de solubilité. **Élève** Légender le tableau qualitatif de solubilité. **Professeur** Réaliser deux expériences, l'une avec une réaction de précipitation et l'autre sans réaction de précipitation (Ex. : solutions de $AgNO_3$ et Na_3PO_4 et solutions de $CuSO_4$ et NaCl (c = 0,1 mol/L)). **Élève** *Décrire une réaction de précipitation comme une réaction d'échange d'ions*[5]. *Écrire l'équation ionique pondérée d'une réaction de précipitation.* *Déterminer les espèces chimiques présentes dans une solution à partir des espèces introduites. Prévoir (sans calculer) une précipitation à partir d'un tableau qualitatif de solubilité.* Interpréter la réaction de précipitation en utilisant : - les espèces chimiques présentes dans les solutions de départ ;	**Réaction de précipitation en solution aqueuse** Dans les conditions de température et de pression du laboratoire, les corps purs composés comportant un élément métallique sont des solides. Cependant, tous ne sont pas solubles dans l'eau. **1. Interprétation de la réaction de précipitation en solution aqueuse** Une **réaction de précipitation** est une réaction au cours de laquelle se forme un **précipité** : solide très peu soluble dans l'eau. La réaction de précipitation est due à l'association du cation d'une solution avec l'anion d'une autre solution.	Réaction de précipitation Précipité	UAA4 F2[8] (tableau qualitatif de solubilité)	**4 P**

[5] À l'échelle microscopique, le précipité résulte de l'association d'ions de signes contraires présents au sein de la solution.
[8] http://www.sciences-wbe.be

- le tableau qualitatif de solubilité. Identifier les ions acteurs et les ions spectateurs de la réaction. Écrire l'équation ionique pondérée. Écrire l'équation chimique[6] pondérée (équation bilan) Interpréter l'absence de précipitation dans l'autre expérience. **Professeur** Réaliser des expériences pour mettre en évidence : - $AgNO_3$ réactif d'identification des ions chlorure ; - $BaCl_2$ réactif d'identification des ions sulfate. **Élève** Écrire et pondérer les équations ionique et chimique de chaque réaction de précipitation observée. Déduire l'identification des ions Cl^- en solution aqueuse par le nitrate d'argent et celle des ions SO_4^{2-} par le chlorure de baryum[7].	Un **ion acteur** est un ion impliqué dans la réaction de précipitation. Un **ion spectateur** est un ion non impliqué dans la réaction précipitation. L'équation ionique est l'équation de la réaction entre les ions acteurs. **L'équation ionique** symbolise la réaction. L'équation chimique est l'équation bilan de la réaction.	Ion acteur Ion spectateur Équation ionique	Par exemple une solution aqueuse de $AgNO_3$ dans des solutions aqueuses de KCl ; $CuCl_2$ et K_2SO_4 (solutions c = 0,1 mol/L) Par exemple une solution de $BaCl_2$ dans des solutions aqueuses de : - Na_2SO_4 - $CuSO_4$ - KNO_3 (solutions c = 0,1 mol/L)	

[6] Le terme « équation chimique » est préféré à « équation moléculaire » pour tenir compte des composés ioniques.

Élève Réaliser des expériences de précipitation, par exemple, dans une plaque à godets en utilisant des solutions contenues dans des flacons compte-gouttes. Pour chaque expérience : - identifier les ions dans chaque solution de départ ; - identifier les ions acteurs et les ions spectateurs en utilisant le tableau qualitatif de solubilité ; - écrire et pondérer les équations ionique et chimique des réactions. Réaliser en tubes à essais, par exemple, la réaction entre une solution aqueuse de chlorure de strontium et une solution aqueuse de sulfate de sodium, dans des conditions de concentrations différentes pour mettre en évidence l'absence de précipitation quand la concentration des ions acteurs est trop faible.	**2. Séance de laboratoire**		UAA3 F3[9]	
Professeur Réaliser une réaction de précipitation en mélangeant des volumes mesurés de solutions aqueuses de concentration connue.	**3. Exercices de stœchiométrie[10]**			

[7] Lors de l'analyse chimique d'une solution aqueuse d'ions, on ajoute une solution aqueuse de $AgNO_3$ acidifiée par HNO_3 pour empêcher la précipitation d'anions autres que les anions halogénure (Ex. : anions phosphate). Lors de l'analyse chimique d'une solution aqueuse d'ions, on ajoute une solution aqueuse de $BaCl_2$ acidifiée par HCl pour empêcher la précipitation d'anions autres que les anions sulfate.

[9] http://www.sciences-wbe.be

[10] Réactifs en quantités stœchiométriques et en quantités non stœchiométriques

Élève *Calculer la quantité de précipité obtenu en mélangeant deux solutions de concentrations et de volumes connus.* Calculer la quantité et la masse de précipité obtenu en mélangeant deux solutions de concentrations et de volumes connus.				
Professeur Proposer aux élèves des documents sur les eaux dures et les sels à l'origine de la dureté des os. **Élève** *Expliquer une situation sur base de phénomènes de précipitation (par exemple : l'épuration des eaux, l'entartrage, concrétions calcaires…).* Expliquer la formation de dépôts calcaire lors de l'utilisation d'une eau dure. Mettre en évidence le rôle des ions calcium et hydrogénocarbonate. Expliquer pourquoi les os sont rigides.	**4. Réactions de précipitation dans la vie courante** C'est une réaction de précipitation qui est à l'origine de l'entartrage des bouilloires électriques, des concrétions calcaires… L'entartrage des appareils électriques pèse lourd dans le budget d'un ménage. C'est une réaction de précipitation qui est à l'origine de la rigidité des os.			
Évaluation formative Remédiation				½ P
Évaluation sommative Remédiation				½ P

Exemple de mise en situation

Chauffer de l'eau de pluie et différentes eaux dures.
Observer la différence de comportement.
Interpréter.

Exemple de situation d'apprentissage

UAA4 : « Identifier une espèce chimique par une réaction chimique » • Modéliser une situation comme une précipitation.
Le dispositif vise à rendre l'élève capable de : analyser une situation de la vie courante sous l'angle du phénomène de précipitation
Situation d'apprentissage : disciplinaire
Cours concernés Chimie 4e année sciences générales
Prérequis • UAA1 à UAA3 de chimie sciences de base
Scénario de contextualisation Interroger les élèves : comment expliquer les dépôts calcaires dans les eaux dures ?

Les tâches **Professeur** Proposer aux élèves des documents sur les eaux dures. **Élève** *Expliquer une situation sur base de phénomènes de précipitation (par exemple : l'épuration des eaux, l'entartrage, concrétions calcaires…).* Expliquer la formation de dépôts calcaire lors de l'utilisation d'une eau dure. Mettre en évidence le rôle des ions calcium et hydrogénocarbonate.
Évaluation Formative

Supports et matériels pédagogiques http://www.prayon.com/fr/nos-activites/produits/applications-industrielles/traitement-des-eaux.php http://www.lenntech.fr/francais/entartrage.htm
Conditions matérielles Connexion Internet Conditions normales de laboratoire

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Atkins, J., (2017). Principes de chimie. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Blackman, A. (2012). Chemistry 2nd EDITION. Milton : Wiley.

Charlot, G. (). Les réactions chimiques en solution- L'analyse qualitative minérale. Paris : Masson&Co.

Hill, J., Petrucci, R.H., Dion, M., Lamoureux. M., (2011). Chimie générale. Paris : Pearson Education.

Hill, J. & Petrucci, R. (2008). Chimie des solutions 2e édition. Paris : Erpi.

Macquarrie, D. (2012). Chimie générale 3e édition. Bruxelles : De Boeck.

MacMurry, J. & Simannek, E. (2007). Chimie organique Les grands principes, Cours et exercices corrigés. Paris : Dunnod.

Ouvrages pédagogiques

Blender, A., Rabbe, C.(2011). « La chimie est un jeu ». Paris : Libri.

Collette, P. &al. (1997). Chimie 2e fiches professeur. Frameries : CTP.

Depovere, P., Koot, A.(2012). « À la découverte de la chimie », Louvain-La-Neuve : de boeck.

PHYSIQUE

PHYSIQUE

Physique

Sciences générales

2e degré

UAA1

« Électricité »

Durée prévue pour l'UAA1 (26 périodes) : de septembre à février en 3e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 1

« Électricité »

Compétences à développer

- **Mener une démarche expérimentale pour contrôler un circuit électrique.**
- **Résoudre une situation concrète impliquant des concepts et des propriétés des courants électriques.**

Processus

Appliquer

- Mesurer et vérifier par calcul la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit ou de la tension appliquée à cet élément dans un circuit.
- A l'aide d'une expérience montrée, mettre en évidence et estimer la variation du courant électrique d'un circuit en fonction de paramètres (par exemple : la température, la longueur de fil résistif, l'humidité,…).
- Réaliser un circuit simple à partir d'un schéma et vice-versa.
- Mesurer l'énergie ou la puissance électrique produite ou consommée dans un circuit.

Transférer

- Réaliser une tâche qui implique un montage à l'aide de commutateurs et/ou de capteurs (boite noire) : par exemple,
  - détection d'intrusion,
  - allumage automatique d'une lampe.



Ressources

Pré-requis

- Force
- Principe des actions réciproques
- Interrupteur : circuit ouvert, circuit fermé
- Bons et mauvais conducteurs
- Circuit électrique simple
- Notion d'énergie

Savoirs disciplinaires

- Charges électriques[1] - Unités de mesure (C, mAh)
- Attraction et répulsion électriques (sans formule)
- Circuit électrique : générateur, récepteur, câbles de connexion
- Tension, intensité de courant : mesure, unités SI, sens conventionnel du courant
- Relation quantité d'électricité – intensité
- Energie et puissance électriques : définition, unités SI, mesure
- Relation puissance-énergie
- Lois des nœuds et d'addition des tensions sur une branche
- Résistance électrique - Unité SI
- Loi d'Ohm
- Fusible, disjoncteur, prise de terre, différentiel

[1] Cette notion doit être vue en début d'année scolaire pour pouvoir être utilisée en chimie.

Connaître

- Décrire une expérience (de contact, et pas d'influence) mettant en évidence l'existence de deux types de charge électrique et les attractions/répulsions qui en résultent.
- Sur base d'une expérience, énoncer les conditions de circulation d'un courant électrique dans un milieu donné.
- Reconnaitre et utiliser des symboles normalisés des éléments de circuit.
- Décrire le rôle du générateur, des récepteurs, des câbles de connexion et de l'interrupteur dans un circuit.
- Décrire le schéma d'une installation électrique domestique simple : y repérer et nommer les différents éléments.
- Décrire les conditions d'utilisation sécurisées (pour les personnes et pour le matériel) d'un circuit simple qu'il soit domestique ou non.
- Restituer un schéma du circuit d'alimentation d'une LED, d'un potentiomètre et d'un rhéostat.

- Effets des courants
  - Effet thermique (effet Joule)
  - Effet luminescent (LED)
  - Effet magnétique (dans un électroaimant)
  - Effet chimique (recharge d'une batterie)
- Stockage d'énergie électrique dans un condensateur (pas d'aspect quantitatif)

Savoir faire disciplinaires

- Schématiser un circuit électrique
- Utiliser un multimètre.
- Construire un circuit électrique.
- Respecter les consignes de sécurité électrique.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (énergie, puissance, intensité, tension…).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (énergie, puissance, intensité, tension…).

Considérations pédagogiques

Processus explicités	L'essentiel	Mots-clés	Outils-liens- *Informations complémentaires*	
1. Électrostatique				
Élève *Décrire une expérience (de contact, et pas d'influence) mettant en évidence l'existence de deux types de charge électrique et les attractions/répulsions qui en résultent.* **Professeur** Initier la structure atomique (électron-noyau) pour interpréter l'électrisation par frottement. (N.B. Les charges électriques peuvent être stockées dans des dispositifs comme la bouteille de Leyde, un condensateur, un tube de la machine de Wimshurst). Tester différentes matières dont des matières organiques pour mettre en évidence leur conductivité électrostatique.	Dans certaines conditions, les matériaux, après frottement, sont capables d'attirer des objets légers. C'est le phénomène d'**électrisation** qui s'explique par la **charge électrique** qu'ils portent. Les charges électriques sont de deux types : positives et de négatives. La matière[1] est constituée de **molécules**, elles-mêmes constituées d'**atomes**. Ces atomes sont constitués d'un **noyau** central chargé positivement autour duquel circulent des **électrons** chargés négativement. Un atome est une « entité » électriquement neutre.	Électrisation Charge électrique Molécule Atome Noyau Électron	Couples triboélectriques lors d'un frottement : fiche UAA1.9 http://www.sciences-wbe.be Matériel : tubes en PVC et en verre, chiffon en laine, machine de Wimshurst, boîtes métalliques, matières isolantes et conductrices. Expériences d'électrostatique faciles à réaliser soi-même : http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/michel_maussion/elecstat/index.html	**2 P**

[1] La notion d'ion sera vue à la fin de l'UAA1 en chimie. Il s'agit d'une première approche.

Élève Classer, sur base des propriétés électrostatiques[2], les matières en conducteurs et isolants. Interpréter ces propriétés comme liées à l'existence d'électrons pouvant ou non se déplacer librement dans ces matières.	**Électrisation par frottement** Le frottement de deux objets l'un contre l'autre entraîne un arrachement d'électrons : l'un perd des électrons et devient positif, l'autre en gagne et devient négatif. La charge électrique totale des deux objets est conservée au cours du processus. **Interaction entre les charges électriques** • 2 charges de même type se **repoussent**. • 2 charges de type différent s'**attirent**. Quantité de charges électriques : Q Unités SI : ○ **coulomb** (C) Charge élémentaire portée par un électron : $-e \approx -1{,}6 \times 10^{-19}$ **C**	Répulsion Attraction Coulomb	Table tournante pour expériences d'électrostatique CTP Frameries Référence : ES 0245 12125	

[2] La machine de Wimshurst produisant un fort voltage (10^5 V), toute matière organique sera conductrice (car elle contient du carbone).

2. Courant électrique				
Professeur Définir le courant électrique dans un conducteur métallique. On peut commencer à mettre en place une analogie (hydraulique, piste de ski, ou autre…) pour décrire le courant électrique. Définir le générateur électrique comme un élément de circuit maintenant un déséquilibre électronique entre ses deux bornes. Ex. : - Panneau photovoltaïque : transforme l'énergie lumineuse en énergie électrique - Alternateur : transforme l'énergie mécanique en énergie électrique - Sonde Peltier - Seebeck (thermoélectricité) : utilise une différence de température pour produire de l'énergie électrique - …. Étendre le concept à d'autres générateurs électriques (Ex. : piles, batteries, condensateurs chargés…) sur base d'un rappel du 1er degré (un générateur est un transformateur de différentes formes d'énergie en énergie électrique ⇒ production d'électricité au niveau d'une centrale à énergie renouvelable, centrale hydraulique, éolienne, géothermique, photovoltaïque …).	Un courant électrique est un déplacement d'ensemble de charges électriques. Produire du **courant électrique** nécessite un **générateur électrique**. À partir de l'énergie qui l'alimente, le générateur établit un déséquilibre de charges électriques entre ses bornes (voir exemples ci-contre). Un générateur électrique convertit une partie de l'énergie fournie en énergie électrique (voir exemples ci-contre). Le générateur connecté à des récepteurs y fait circuler un courant électrique.	Courant électrique Générateur électrique	Analogie : fiche UAA1.F12 http://www.sciences-wbe.be	**1 P**

3. Circuits électriques (courant continu)				
Élève *Réaliser quelques circuits simples à partir d'un schéma et vice-versa.* *Reconnaître et utiliser des symboles normalisés des éléments de circuit.* *Sur base d'une expérience, énoncer les conditions de circulation d'un courant électrique dans un milieu donné.* Découvrir les symboles normalisés. **Élève** *Décrire le rôle :* • *du générateur,* • *des récepteurs* • *des câbles de connexion* • *de l'interrupteur dans un circuit.* « Mener une démarche expérimentale pour contrôler un circuit électrique »[2]. *Restituer un schéma du circuit d'alimentation d'une LED : la LED émet de la lumière dans le sens passant (Led : Light Emitting Diode).* Mener une démarche expérimentale pour découvrir comment brancher une LED dans un circuit électrique. Visualiser le sens du courant en réalisant un circuit comprenant un moteur ou une LED. **Professeur** Introduire la notion de sens conventionnel du courant électrique.	Un **circuit électrique** « simple » est constitué d'un générateur et d'un ou plusieurs **récepteurs**, connectés entre eux par des fils conducteurs. Un **interrupteur** permet d'interrompre ou de laisser passer le courant, en **ouvrant** (OFF) ou en **fermant** (ON) le circuit. Pour qu'un courant électrique circule dans un circuit, il faut : - un générateur, - des fils conducteurs, - un récepteur, - que le circuit soit fermé (= chaîne ininterrompue). Dans un circuit, à l'extérieur du générateur, le **sens conventionnel** du courant électrique est du + vers le -.	Circuits simples Récepteur Interrupteur Circuit ouvert Circuit fermé Sens conventionnel du courant Sens réel (électronique) du courant	Symboles normalisés : fiche UAA1.F1 http://www.sciences-wbe.be Collection pour l'étude élémentaire de l'électricité 2e degré CTP Frameries Référence : ED 2100 41211 ou coffret à constituer : 1 groupe de 2 piles de 1,5V 3 porte-lampe 3 lampes 6 V 3 lampes 3,5 V 1 interrupteur unipolaire 2 interrupteurs de direction 1 led 1 multimètre 7 fils de connexion 	**2 P**

[2] Compétence à développer

Élève *Réaliser une tâche qui implique un montage à l'aide de commutateurs et/ou de capteurs (boite noire) : par exemple,* - *détection d'intrusion,* - *allumage automatique d'une lampe.* Réaliser une tâche qui implique un montage à l'aide de capteurs (boite noire), pour détecter le mouvement ou la variation de lumière. **Élève** Découvrir les effets du courant et ses applications au cours d'une démarche expérimentale. Effets des courants o Effet thermique (effet Joule) o Effet luminescent (LED) o Effet magnétique (dans un électroaimant) o Effet chimique (recharge d'une batterie)	Effets des courants : o Effet **thermique** (Ex. : production de chaleur), o Effet **luminescent** (Ex. : LED) o Effet **magnétique** (Ex. : électroaimant) o Effet **chimique** (Ex. : électrolyse de l'eau)	Effet thermique Effet luminescent Effet magnétique Effet chimique	Utilisation d'une LED : (Ex. : variation de lumière) fiche UAA1.F8 http://www.sciences-wbe.be Matériel : - mine de crayons - thermoplongeur (résistance chauffante) - électroaimant (fil de cuivre enroulé autour d'un tournevis ou d'un clou) - eau salée - sonde thermométrique	**2 P**

4. Caractéristiques d'un circuit

4.1 Intensité électrique - tension électrique - puissance électrique et énergie électrique

Intensité électrique

2 P

Professeur
Définir l'intensité électrique.
Expliquer l'utilisation d'un multimètre fonctionnant en ampèremètre. Introduire la relation « quantité d'électricité – intensité ».

Élève
Mesurer et vérifier par calcul la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit ou de la tension appliquée à cet élément dans un circuit.
Mesurer la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit électrique.

L'**intensité** du courant électrique en un endroit déterminé d'un circuit est la quantité d'électricité passant par seconde à cet endroit.
L'intensité électrique se note *I*.
Elle se traduit par :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

Unités SI :
- *I* en **ampère** (A)
- *Q* en coulomb (C)
- Δt en seconde (s)

Unités pratiques :
- *I* en milliampère (mA)
- *Q* en milliampère heure (mAh)
- Δt en heure (h)

L'appareil de mesure de l'intensité électrique est l'**ampèremètre**. Pour mesurer la valeur du courant dans un récepteur, l'ampèremètre se **monte en série** avec cet élément.

Intensité électrique

ampère

Ampèremètre

Montage série

Ampèremètre : fiche méthode UAA1.F2
http://www.sciences-wbe.be

1 coffret de matériel pour 2 ou 3 élèves + 1 multimètre

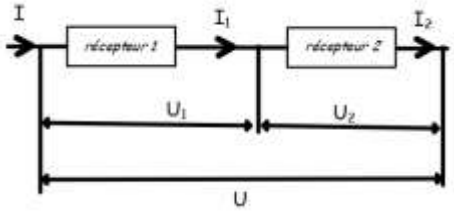
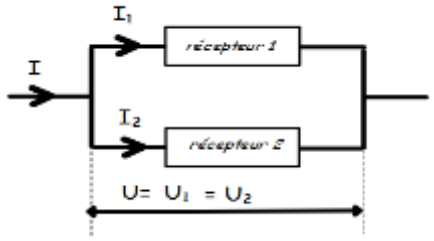
	Tension électrique			**1 P**
Professeur Aborder la notion de tension électrique (différence de potentiel) par comparaison avec un modèle (hydraulique, piste de ski, différence de pression …). Expliquer l'utilisation d'un multimètre fonctionnant en voltmètre. **Élève** *Mesurer et vérifier par calcul la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit ou de la tension appliquée à cet élément dans un circuit.* Mesurer la tension appliquée à un élément dans un circuit électrique.	La différence de potentiel électrique (ddp en abrégé) ou **tension électrique** entre deux points est l'énergie électrique fournie par coulomb transporté entre ces points. $$U = \frac{E}{Q}$$ Un générateur de courant crée un déséquilibre de charge, capable «d'attirer et de repousser» les électrons. Ce déséquilibre de charge est appelé tension électrique (ou différence de potentiel). La tension électrique se note *U.* Unités SI : **volt** (V) La tension électrique se mesure entre deux points d'un circuit. L'appareil de mesure de la tension électrique est le **voltmètre** ; il se monte en **dérivation** aux bornes d'un composant électrique.	Tension volt Voltmètre Montage en dérivation	Fiche Multimètre UAA1.F2 1 coffret de matériel pour 2 ou 3 élèves	

	Énergie électrique et puissance électrique			
Professeur Expliquer l'utilisation d'un wattmètre ou d'un énergimètre. **Élève** *Mesurer l'énergie électrique produite ou consommée dans un circuit.* Utiliser un wattmètre[3] pour mesurer une puissance électrique et une énergie électrique consommée. **Professeur** Définir la puissance électrique. Expliquer l'utilisation d'un wattmètre. **Élève** Utiliser un wattmètre pour mesurer une puissance électrique et une énergie électrique consommée. *Mesurer la puissance électrique produite ou consommée dans un circuit.*	Tout circuit électrique comporte un générateur qui met les charges en mouvement. Le générateur fournit de l'**énergie électrique**. L'énergie électrique se note *E*. Unités SI : **joule** (J) Unité pratique : **kilowattheure** (kWh) La **puissance électrique** d'un appareil est l'énergie consommée par cet appareil par unité de temps $P = \frac{E}{\Delta t}$ La puissance électrique se note *P*. Unités SI : ○ **watt** (W) Unité pratique : ○ kilowatt (kW)	Énergie électrique kilowattheure Puissance électrique watt	Fiche wattmètre mesurant puissance et énergie UAA1.F3[3] Fiche UAA1.F3[3]	**2 P**

[3] Le wattmètre est utilisé en 230 V alternatif.
[3] http://www.sciences-wbe.be

Professeur Expliquer que 1 kWh correspond à une énergie. **Élève** Réaliser un circuit électrique comprenant un ampèremètre, une lampe, un générateur de courant continu, un voltmètre et mesurer l'intensité électrique traversant 5 lampes électriques différentes (voiture, camion, lampe de poche...) de puissance nominale connue, sous la tension nominale inscrite sur la lampe (Ex. : lampe H4 tension 12V puissance 60 W/55W). Découvrir la relation entre I, U et P. Utiliser la relation pour calculer un paramètre inconnu. Faire relever par les élèves l'ordre de grandeur des puissances des appareils électriques qu'ils utilisent (Ex. : calculatrice : 0,015 mW, écran TFT : entre 2 et 5 W...).	**Remarque** 1 kWh correspond à l'énergie consommée par : - un appareil électrique de puissance 1 kW fonctionnant pendant une heure ; - un appareil électrique de puissance 2 kW fonctionnant pendant une demi-heure ; - … Relation entre *I*, *U* et *P* : $P = U \cdot I$			

4.2 Circuit série et dérivation

Élève Réaliser un circuit simple à partir d'un schéma et vice-versa. Réaliser un circuit où les composants électriques sont en série et, à l'aide d'un ampèremètre, mesurer les intensités en déplaçant celui-ci dans le circuit, mesurer la tension aux bornes des différents composants électriques et en tirer une conclusion. Réaliser un circuit où les composants électriques sont en dérivation et, à l'aide d'un ampèremètre, mesurer les intensités traversant chacun des composants électriques. Mesurer la tension aux bornes des différents composants électriques et en tirer une conclusion.	Un circuit en série est un montage constitué d'une boucle simple contenant le générateur et un ou plusieurs composants électriques. Pour des récepteurs montés **en série** : $I = I_1 = I_2$ $U = U_1 + U_2$  Un circuit en dérivation est un montage constitué de plusieurs boucles contenant chacune le générateur. Pour des récepteurs montés en dérivation : $I=I_1+I_2$ $U = U_1 = U_2$  	Circuit en série Circuit en dérivation	1 coffret de matériel électrique pour 2 ou 3 élèves	**3 P**

4.3 Loi d'Ohm				
Professeur Par une démarche expérimentale, étudier la variation de l'intensité électrique traversant un récepteur thermique lorsque la tension à ses bornes varie, en utilisant un potentiomètre ou un rhéostat. **Élève** Vérifier la valeur de résistance électrique en la mesurant à l'aide d'un ohmmètre. *Restituer un schéma du circuit d'alimentation d'un potentiomètre et d'un rhéostat* *Mesurer et vérifier par calcul la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit ou de la tension appliquée à cet élément dans un circuit.*	**Loi d'Ohm** La tension U aux bornes d'un conducteur ohmique (résistance thermique ou résistance de type radio) est directement proportionnelle à l'intensité électrique le traversant. Loi d'Ohm : relation entre I, U et R $U = R\,I$ La **résistance électrique** d'un matériau est la propriété de ce matériau à s'opposer au passage du courant électrique. Remarque : R est constant si le conducteur est ohmique. Dans les autres cas, R varie. **Résistance** : R Unités SI : ○ **ohm** (Ω)	Loi d'Ohm Résistance ohm	Potentiomètre et rhéostat : Fiche UAA1.F16[4] Matériel : • 1 coffret de matériel électrique Récepteurs ohmiques : ➢ résistances thermiques - taque, - percolateur - friteuse - fer à repasser ➢ résistances électroniques • Potentiomètre et rhéostat	**2 P**
4.4 Facteurs influençant la résistance électrique				
Élève *À l'aide d'une expérience montrée, mettre en évidence et estimer la variation du courant électrique d'un circuit en fonction de paramètres (Ex. : la longueur de fil résistif, sa nature…)* sans formulation de la loi dite de Pouillet.	La résistance électrique dépend : - de la nature de la matière qui la constitue, - de sa longueur, - de sa section.		Matériel : fils de connexion de différents matériaux, de différentes longueurs et de différentes sections, multimètre.	**1 P**

[4] http://www.sciences-wbe.be

5. Électricité domestique				
Professeur À l'aide du panneau : "Énergie électrique dans la maison", montrer l'utilité du fusible automatique, du disjoncteur général et du disjoncteur différentiel. **Élève** *Décrire le schéma d'une installation électrique domestique simple : y repérer et nommer les différents éléments.* « Résoudre une situation concrète impliquant des concepts et des propriétés des courants électriques[5] ». **Professeur** À l'aide du panneau : "La vie ne tient qu'à un fil", montrer l'utilité de la prise de terre. **Élève** Dans une situation donnée, choisir en le justifiant le dispositif de sécurité adéquat (prise de terre).	Dans une installation électrique domestique, outre les prises, les interrupteurs et les fils électriques, d'autres éléments, sont présents : - un compteur qui mesure l'énergie consommée ; - un **disjoncteur** principal ; - un rupteur de terre ; - un coffret de répartition ; contenant : ✓ des **disjoncteurs automatiques**, ✓ des **disjoncteurs différentiels**. Un disjoncteur différentiel mesure la différence d'intensité mesurée entre le fil de phase et le fil neutre. Il ouvre le circuit instantanément en cas de différence d'intensité supérieure à la valeur nominale du disjoncteur différentiel. Le disjoncteur différentiel protège donc les utilisateurs. Dans une habitation, les radiateurs, la baignoire (métallique), la tuyauterie métallique ainsi que les carcasses	Disjoncteur Disjoncteur automatique Disjoncteur différentiel	Énergie électrique dans la maison (panneau à louer) CTP Frameries. Réf. : ED 4000 00 001 Pour réaliser le panneau didactique « installation électrique domestique » : Fiche UAA1.F4[5] Énergie électrique dans la maison (schéma de montage encadré). CTP Frameries. Référence : ED 4001 12 353 Fiche double isolation AA1.F5[6]	**1 P**

[5] Compétence à développer
[6] http://www.sciences-wbe.be

Décrire les conditions d'utilisation sécurisées (pour les personnes et pour le matériel) d'un circuit simple qu'il soit domestique ou non. ***Élève*** *Citer la catégorie énergétique dans laquelle différents appareils se trouvent.* *Dans une perspective de consommation responsable, proposer des solutions pour diminuer la consommation électrique de différents récepteurs.*	métalliques entourant certains appareils électriques (Ex. : réfrigérateur, machine à laver …) doivent être reliées à la terre. La **prise de terre** protège les personnes dans le cas d'un défaut d'isolation d'un fil électrique qui viendrait au contact de la partie métallique d'un "appareil". Elle permet d'évacuer une partie du courant vers la terre et ainsi de déclencher le différentiel. L'étiquette-énergie est destinée au consommateur et résume les caractéristiques d'un produit, en particulier ses performances énergétiques, afin de faciliter le choix entre différents modèles. L'efficacité énergétique de l'appareil est évaluée en termes de classes d'efficacité énergétique notées de A+++ à D ou G. La classe A+++ est celle du rendement optimal, G la moins efficace.	Prise de terre	Fiche « étiquette énergie » UAA1.F13[7]	
Évaluation formative RCD				**1 P**
Évaluation sommative RCD				**1 P**

[7] http://www.sciences-wbe.be

Ressources bibliographiques

Références scientifiques

Hecht, E. (1999). Physique. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques (professeur)

Humblet, N., Loriau, Y. & Noël, C. (2011). Physique 3 Corrigé Officiel 1 période/semaine. Louvain-la-Neuve : Van In.

Mergny, P. (1999). Physique Loi d'Ohm. Tihange : Caf.

Oblinger, D. (2007). Physique Fiches électricité. Tihange : Caf.

Oblinger, D. (2010). Module 4 Banque d'outils d'évaluation (Électricité). Tihange : Caf.

Sitographie

http://phymain.unisciel.fr/

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/michel_maussion/elecstat/index.html

http://physiquecollege.free.fr/physique_chimie_college_lycee/quatrieme/electricite/analogie_hydraulique.htm

https://sites.google.com/site/physicfet69/cvc

http://www.bernardcote.net/analogiemontagne.swf

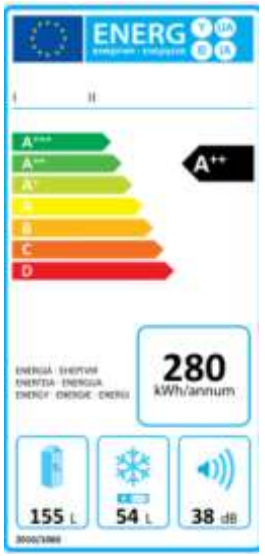
http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/developpement_durable/DD_au_travail/fichiers_pdf/ENE4_Appar_elec.pdf

http://www.ufenm.be/IMG/pdf/MNM_25.pdf

sécurité électrique dans la maison (attention modification tous les ans exemple)
http://www.vincotte.be/data/PDF/Installations-Electriques-Domestiques_Edition_2013_FR.pdf

http://www.asphme.org/upload/pdf/Gsecurelec.pdf

Exemple de mise en situation



Présenter la catégorie énergétique dans laquelle différents appareils se trouvent (par appareil de même type classe A, B…). Ex. : catégorie énergétique d'un réfrigérateur

Elle est déterminée à partir d'un indice calculé pour chaque appareil à partir de sa consommation et du volume des compartiments, tout en prenant en compte le type d'appareil. Cet indice n'est donc pas exprimé en kWh.

A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
<30	<42	<55	<75	<90	<100	<110	<125	>125

De plus, on retrouve sur l'étiquette :

- la consommation d'énergie en kWh/an,
- la capacité de denrées fraîches en litres pour les réfrigérateurs et appareils combinés,
- la capacité de denrées congelées en litres pour les congélateurs et appareils combinés.

Dans une perspective de consommation responsable, proposer des solutions pour diminuer la consommation électrique de différents récepteurs.

Appareil	PUISSANCE (W)		
	éteint mais prise branchée	en veille	allumé
TV	0	5	40
Lampe bureau	0	0	48
Lampe LED	0	0	4
Écran ordinateur	6	6	32
Tour PC	15	15	80 - 300
Haut-parleur PC	4	4	
Portable	4		50
Imprimante	12	5	25
Imprimante laser	20	145	655
Machine à laver	13 - 25		
Photocopieuse		160	300

Physique

Sciences générales

2e degré

UAA2

« Flotte, coule, vole »

Durée prévue pour l'UAA2 (25 périodes) : de février à juin en 3e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« Flotte, coule, vole ! »

Compétences à développer

- **Décrire, expliquer et quantifier une situation donnée mettant en jeu la pression et ses variations.**
- **Analyser une situation de flottabilité d'un objet dans un fluide.**

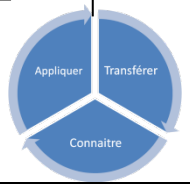
Processus

Appliquer

- Expliquer une situation quotidienne qui met en œuvre la pression atmosphérique (par exemple : l'aspiration dans une paille, un aspirateur, une soufflerie).
- Expliquer le fonctionnement de la partie hydraulique d'une machine (par exemple : pont, bulldozer, freins) à l'aide du principe de Pascal.
- Mener une recherche expérimentale pour identifier et quantifier les paramètres qui font varier la pression dans un fluide au repos.
- Résoudre par calcul une situation d'équilibre nécessitant l'application de la poussée d'Archimède.
- Résoudre une application concrète en utilisant la loi de Boyle-Mariotte.

Transférer

- Illustrer la loi de Boyle-Mariotte pour une situation donnée (par exemple : pompe à air, aspi-venin, ventouse de débouchage…).
- Réaliser une expérience impliquant la poussée d'Archimède et en proposer une explication (par exemple : tri de déchets plongés dans des bains différents, vol d'une montgolfière,…).



Ressources

Pré-requis

- Notion de force
- Pression comme rapport *F/A*
- Unité SI de la pression
- Pression atmosphérique (approche qualitative) : ordre de grandeur
- Masse volumique
- Incompressibilité des liquides

Savoirs disciplinaires

- Force (représentation, caractéristiques)
- Résultante de forces de même ligne d'action
- Notion de fluide
- Relation masse-poids
- Pression dans un fluide
- Pression hydrostatique
- Principe d'Archimède
- Transmission des pressions (principe de Pascal)
- Eléments d'hydrodynamique (variation qualitative de la pression avec la vitesse du fluide)
- Loi de Boyle-Mariotte

Connaître

- Illustrer la notion d'équilibre par le biais de la résultante de forces de même ligne d'action.
- Décrire un exemple de la vie quotidienne dans lequel la notion de pression d'une force intervient.
- Décrire une expérience qui met en évidence la mesure de la pression atmosphérique.
- Indiquer l'ordre de grandeur d'une pression par rapport à la pression atmosphérique.
- Décrire la variation de la pression d'un fluide en fonction de sa vitesse.

Savoir-faire disciplinaires

- Représenter une force.
- Calculer une pression.
- Calculer la poussée d'Archimède.
- Appliquer la loi de Boyle-Mariotte.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (force et pression).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (force et pression).

Considérations pédagogiques

Processus explicités	L'essentiel	Mots-clés	Outils-liens- *Informations complémentaires*	
1. Approche expérimentale de fonctions du type y = ax et d'une fonction non linéaire du type y = a/x				
A.Relation linéaire				
a) Relation poids-masse				
Professeur Réactiver la notion de masse et de poids (cf. note page 11). **Élève** Mesurer la masse et le poids de plusieurs objets. Rassembler les résultats de ces mesures dans un tableau de données. Utiliser la notion de grandeurs physiques directement proportionnelles. Rappel du principe de construction d'un graphique cartésien (variable contrôlée, variable dépendante…). Construire un graphique cartésien avec les résultats obtenus. Tracer la meilleure droite passant par les points et constater qu'elle passe par l'origine du repère. Utiliser la notion de coefficient directeur (pente) d'une droite.	**Masse (*m*)** • La masse d'un objet est invariable dans l'Univers. • La masse dépend de la quantité de matière. • La masse se mesure à l'aide d'une balance (par comparaison). **Poids (*G*)** • Le poids d'un objet varie dans l'Univers. • Le poids est la valeur de la force avec laquelle un astre attire un objet vers son centre. • Le poids se mesure à l'aide d'un dynamomètre. Le poids est la valeur de la force de pesanteur. **Les caractéristiques de cette force sont** : 1. droite d'action : la verticale 2. valeur : *G* 3. sens : vers le centre de la Terre 4. point d'application : point représentant l'objet	Masse Poids Caractéristiques du poids	Matériel : 1 dynamomètre pour 2 élèves, balances. Fiche UAA2.a (graphique ancien programme act1 module 1& module 2) http://www.sciences-wbe.be	**3 P**

Professeur Introduire la notion de linéarité et de relation linéaire. Écrire l'équation de type : $y = 10\ x$ Introduire g dans la relation masse-poids : $G = m\ g$ Insister sur les unités des différentes grandeurs physiques.	$G = m\ g$ Unités SI : o Poids (G) en newton (N) o masse (m) en kilogramme (kg) o valeur du champ de pesanteur (g) en newton par kilogramme (N/kg)			
b) Masse volumique				**3 P**
Élève Mesurer la masse et le volume de différents objets constitués de deux matières différentes. Utiliser correctement la balance. Collecter et présenter les mesures dans deux tableaux de données. Construire un graphique cartésien contenant les deux séries de données. Tracer les deux meilleures droites et constater qu'elles passent par l'origine du repère. **Professeur** Observer que les fonctions correspondant au graphique sont linéaires. Calculer, à partir des formules identifiées, une grandeur, les deux autres étant connues (Ex. : en partant de l'étiquette d'une bouteille de ketchup, calculer sa masse volumique).	La **masse volumique** se note ρ Elle est définie par : $m = \rho\ V$ Unités SI : o m en kg o V en m^3 o ρ en kg/m^3	Masse volumique	Matériel : 8 cylindres de 2 matières différentes par groupe de 4 élèves (CTP Frameries. Réf. : ME025012352), balances ou dynamomètres, étiquette de ketchup. Fiche UAA2.b (graphique ancien programme activité 3 module 1) http://www.sciences-wbe.be	

B. Relation non-linéaire				**1 P**
	a) Rappel : pression			
Élève *Décrire un exemple de la vie quotidienne dans lequel la notion de pression d'une force intervient.*	La notion de **pression** est utilisée dès qu'une force agit sur une surface. Elle est définie par : $p = \frac{F}{S}$ Unités SI : ○ p en pascal (Pa) ○ F (N) ○ S (m²)	Pression		
	b) Exemple de relation non-linéaire : Boyle et Mariotte			**2 P**
Professeur Réactiver la modélisation des liquides et des gaz pour introduire la notion de fluide. Mesurer la pression de différents volumes d'air dans une seringue raccordée à un pressiomètre. **Élève** Relever les valeurs des différentes pressions de volumes d'air dans une seringue raccordée au pressiomètre. Calculer, au départ d'un tableau de données de deux grandeurs x et y, le produit des valeurs de y par les valeurs correspondantes de x. Identifier, au départ d'un tableau de données, deux grandeurs inversement proportionnelles.				

Construire un graphique cartésien, avec les résultats expérimentaux, et observer qu'on obtient une fonction du type y = k / x (branche d'hyperbole). Calculer une grandeur dans la formule identifiée, l'autre étant fournie. *Résoudre une application concrète en utilisant la loi de Boyle-Mariotte.* *Illustrer la loi de Boyle-Mariotte pour une situation donnée (par exemple : pompe à air, aspi-venin, ventouse de débouchage…).*	La loi de Boyle-Mariotte est définie par : $p\ V = c^{te}$ Unités SI : o p en Pa o V *en* m^3		Modmol www.wallonie-bruxelles-enseignement.be/sctech Matériel : Pressiomètre Initio® (Firme Jeulin. Réf : 25103984). http://www.jeulin.fr/fr/a-a1033497-edc1000003/article/25103984-Pressiometre-Initio-sup-sup-.html#.U3HTUih9lxg Capteur de pression (Pasco P/PS-2146) 1 seringue « loi Mariotte » (www.jeulin.be Réf. 25205184).	
2. Force d'Archimède et corps flottants				
Élève *Illustrer la notion d'équilibre par le biais de la résultante de forces de même ligne d'action.* Suite aux manipulations réalisées par l'enseignant, comparer les forces agissantes dans la situation d'un objet : 1. posé sur une table ↳ pour déterminer les caractéristiques de la résultante de forces en jeu,			Matériel Une bouteille d'un demi-litre d'eau lestée avec environ 400 g de sable pour avoir un poids total de 4 N.	**6 P**

2. qui flotte ↳ pour déterminer les caractéristiques de la résultante de forces en jeu, ↳ pour déduire la notion d'objet flottant. 3. qui coule ↳ pour déterminer les caractéristiques de la résultante de forces appliquées sur l'objet. **Professeur** Établir le théorème d'Archimède $F_A = \rho_{liq} . V_i . g$ **Élève** *Réaliser une expérience impliquant la poussée d'Archimède et en proposer une explication (par exemple : tri de déchets).* « Analyser une situation de flottabilité d'un objet dans un fluide[1] » (Ex. : poisson, sous-marin…). *Résoudre par calcul une situation d'équilibre nécessitant l'application de la poussée d'Archimède.* Analyser une situation de flottabilité d'un objet dans un fluide[1].	Loi des objets flottants Lorsqu'un objet flotte à la surface d'un liquide, la force exercée par ce liquide sur l'objet est égale en valeur au poids de ce dernier. **Théorème d'Archimède** Lorsqu'un objet est partiellement ou complètement immergé dans un liquide il subit une force verticale dirigée de bas en haut et égale en valeur au poids du volume de liquide dont l'objet prend la place[2]. La force d'Archimède se calcule par : $F_A = \rho_{liq} . V_i . g$ Unités SI : ○ ρ_{liq} (kg/m³) ○ V_i (m³) ○ g (N/kg) ○ F_A (N)	Archimède	Méthodologie pour Archimède: fiche UAA2.F1 http://www.sciences-wbe.be Tri des plastiques : fiche UAA2.F 2 http://www.sciences-wbe.be	

[1] Compétence à développer

[2] Voir note méthodologique en annexe.

3. Pression				
A Pression hydrostatique				**2 P**
Professeur À l'aide d'une bouteille percée, faire observer les forces de pression : ↳ sur le fond ; ↳ sur des parois verticales et obliques ; ↳ par immersion dans un liquide d'une bouteille vide, percée et bouchée. Remplir une bouteille d'eau et la boucher. Percer la bouteille pour montrer le rôle de la pression atmosphérique. Vérifier éventuellement l'existence de la pression hydrostatique à l'aide d'un manomètre ou d'un pressiomètre. Montrer à l'aide d'un manomètre, que la pression définie n'est pas limitée à la paroi du récipient mais qu'elle s'exerce dans tout le fluide. **Élève** À l'aide de la capsule manométrique, observer les forces de pression, au sein d'un liquide (orientation).	Un fluide au repos exerce une pression sur toute surface avec laquelle il est en contact. La force F appliquée à une portion S de cette surface est perpendiculaire à celle-ci et la pression exercée par le fluide à l'endroit considéré est définie par le rapport : $$p = \frac{F}{S}$$ L'unité de pression est le ***pascal*** (Pa). La pression n'est pas limitée à la paroi du récipient, elle s'exerce dans tout le fluide. La pression en un endroit donné est la même quelle que soit l'orientation de cet élément de surface. Elle est toujours perpendiculaire à celui-ci.		Matériel Capsule manométrique CTP Frameries (Réf : MF260023212) Pressiomètre Initio® (Firme Jeulin. Réf : 25103984) http://www.jeulin.fr/fr/a-a1033497-edc1000003/article/25103984-Pressiometre-Initio-sup-sup-.html#.U3HTUih9lxg Capteur de pression (Pasco P/PS 2146) Manomètre CTP Frameries (Réf. : MF26002401) Bouteille percée	

Élève « Mener une recherche expérimentale pour identifier et quantifier les paramètres qui font varier la pression dans un fluide au repos[3] ». **Professeur** À l'aide de la capsule manométrique, faire observer les forces de pression, dans trois liquides de masses volumiques différentes. **Élève** « Décrire et expliquer une situation donnée mettant en jeu la pression et ses variations[3] ».	La pression exercée par le fluide : • augmente avec la profondeur (h) ; • augmente avec la masse volumique du fluide (ρ) ; • dépend du champ de pesanteur La valeur de la **pression hydrostatique** est : $p_{hydro} = \rho g h$ Unités SI : ○ p_{hydro} en pascal (Pa) ○ ρ (kg/m³) ○ h (m) ○ g (N/kg) Pression au sein d'un liquide au repos : $p_{liq} = p_{hydro} + p_{atm}$	Pression hydrostatique	Matériel Aquarium, 3 liquides de masse volumique différente (Ex. : eau, eau salée, éthanol dénaturé).	
B. Effets de la pression				**1 P**
Élève Déterminer les caractéristiques de la résultante de forces de même ligne d'action agissant sur une surface soumise à des pressions différentes de part et d'autre de cette surface (Ex. : réaction du tympan lorsque l'on plonge à la piscine, vent).	Une différence de pression de part et d'autre d'une paroi engendre une force **résultante** perpendiculaire à la paroi et dirigée de la région de haute pression vers la région de basse pression.	Résultante		

[3] Compétence à développer

C. Pression atmosphérique				1 P
Élève *Décrire une expérience qui met en évidence la mesure de la pression atmosphérique.* *Expliquer une situation quotidienne qui met en œuvre la pression atmosphérique (par exemple : l'aspiration par une paille, un aspirateur, une soufflerie, la ventouse ...).* *Indiquer l'ordre de grandeur d'une pression par rapport à la pression atmosphérique.*	La Terre est entourée d'une couche d'air de plusieurs dizaines de kilomètres d'épaisseur appelée atmosphère. L'air exerce une pression sur la surface des objets qui se trouvent à son contact : c'est la pression atmosphérique. Cette pression est mesurée à l'aide d'un baromètre. Une différence de pression entre deux régions de l'atmosphère entraine un déplacement d'air (vent). La pression atmosphérique au niveau de la mer (considéré comme = 0 m) a pour valeur moyenne : p_{atm} normale = 101 300 Pa = 1 013 hPa Elle fluctue en fonction des circonstances atmosphériques et elle diminue avec l'altitude.		*Liste des ordres de grandeur :* $p_{atm} \approx 1013\ hPa$ $p_{atm\ à\ 1000\ m} \approx 900\ hPa$ $p_{atm\ à\ 10\ 000\ m} \approx 260\ hPa$ $p_{hydro\ à\ 10\ m\ de\ prof} \approx p_{atm}$ $p_{talon\ aiguille} \approx 1000\ 000\ Pa$ Matériel : Kit pour l'étude du vide (Pasco P/SE-9790) Pressiomètre numérique (Sordalab P/Manosa) Platine et cloche à vide Baroscope Hémisphères de Magdebourg	

D. Principe de Pascal				2 P
Élève Réaliser une expérience en utilisant un récipient à deux orifices fermés à l'aide de bouchons en liège et rempli d'eau (Ex. : ballon bicol ou tube en « U » bouchés). Exercer une force sur un des bouchons à l'aide d'un petit marteau. *Expliquer le fonctionnement de la partie hydraulique d'une machine (Ex. : pont, bulldozer, freins…) à l'aide du principe de Pascal.*	Un liquide est **incompressible.** Toute variation de pression appliquée en un point d'un liquide se transmet intégralement en tout autre point de celui-ci. $p_A = p_B$ Application : les machines hydrauliques. Un liquide permet de multiplier ou de diviser une force pressante qui s'exerce sur lui. Lorsque l'on exerce une petite force sur une petite surface, on obtient ailleurs dans le fluide une grande force sur une grande surface. $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$ ↳ Presse hydraulique. La force qui soulève le grand piston est toujours plus grande que celle exercée sur le petit piston. Par exemple, si la surface du grand piston est 400 fois plus grande que celle du petit piston alors la force appliquée au grand piston sera 400 fois plus grande que celle appliquée au petit piston.	Incompressibilité		

4. Fluide en mouvement				
Élève *Décrire la variation de pression d'un fluide en fonction de sa vitesse d'écoulement* (Ex. : une feuille devant un ventilateur, un vaporisateur de parfum, une balle en équilibre dans une soufflerie, souffler entre deux feuilles, cheminée, aileron voiture de course, aile d'avion, arrêt automatique du pistolet-distributeur des pompes à essence…).	Lorsqu'un fluide circule dans des tuyaux ou entre des obstacles, une augmentation de sa **vitesse** d'écoulement en un endroit donné s'accompagne, à cet endroit, d'une baisse de pression et réciproquement.	Vitesse	Tube de venturi http://phet.colorado.edu/fr/simulation/fluid-pressure-and-flow et https://www.youtube.com/watch?v=jUdlNsgjJRY	**1 P**
Évaluation formative RCD				**1,5 P**
Évaluation sommative RCD				**1,5 P**

Notes

Remarques méthodologiques

Poids et masse

Tout objet situé au voisinage de la surface terrestre subit une force qui le tire vers le sol : cette force, dite de **pesanteur** et qui doit son origine à la présence de la Terre, est le **poids** de l'objet considéré. C'est un ***vecteur*** orienté verticalement vers le sol (en réalité, vers le centre de la Terre) et sa valeur se mesure à l'aide d'un **dynamomètre**.

Un objet, transporté sur la Lune, présente un poids environ 6 fois plus faible que sur Terre. ***Le poids d'un objet dépend donc des circonstances et n'est pas une caractéristique de celui-ci***. Sur la Terre, il varie d'ailleurs légèrement d'un lieu à l'autre (aux Pôles, il est plus élevé d'environ 0,5 % qu'à l'Equateur).

Mais on observe que ***le rapport des valeurs des poids de deux objets est toujours le même, quel que soit le lieu où ces poids sont mesurés.*** Il existe donc une grandeur « universelle » associée à tout objet : c'est ce que l'on appelle sa **masse**.

La masse est généralement représentée par m.
Son **unité SI** est le **kilogramme (kg)**, égal à la masse d'un décimètre cube (un litre) d'eau pure, à 4 °C[4]. Dans la pratique, le kilogramme, ses multiples et ses sous-multiples sont matérialisés par des blocs métalliques (en fer ou en laiton pour l'usage courant). La masse d'un objet se mesure en la comparant à des masses calibrées, à l'aide d'une ***balance***.

L'unité SI de force est le **newton** (N). Sa définition précise sera vue plus tard. Le poids d'une masse de 1 kg à la surface de la Terre est environ égal à 9,8 N et le poids G d'un objet de masse m a pour valeur
$G = mg$ où $g \approx 9{,}8$ N/kg ; g est le **champ de pesanteur local**. Sur la Lune ou une autre planète, cette expression reste valable moyennant une valeur appropriée de g, par exemple $g \approx 1{,}6$ N/kg pour la Lune et 3,7 N/kg pour la planète Mars.

Deux commentaires

- ✓ La distinction entre poids et masse passe mal dans le public : ainsi, les « poids » indiqués sur des marchandises sont en réalité des masses (mais c'est sans conséquences pratiques).
- ✓ Nous déplacer ou déplacer des objets pesants mobilise notre appareil musculaire et celui-ci s'est adapté à $g = 9{,}8$ N/kg. Sur une autre planète, il sera sur- ou sous-dimensionné : les performances d'un terrien seraient accrues sur la Lune ($g \approx 1{,}6$ N/kg) et sur Mars ($g = 3{,}8$ N/kg) ; sur Jupiter ($g \approx 25$ N/kg), il serait quasiment incapable de se mouvoir.

[4] Définition historique de la masse dans le SI

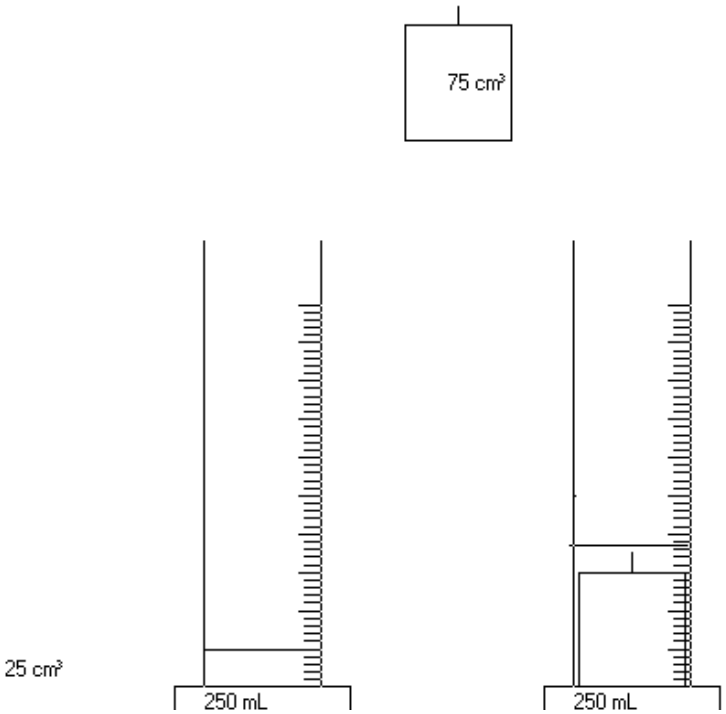
Archimède

Dans beaucoup de livres de physique et de sites Internet, l'énoncé du théorème d'Archimède est souvent exprimé en ces termes : " ……. est égale au poids du volume de liquide déplacé "
Cet énoncé est sujet à controverse. Il est faux dans un cas.

Prenez une éprouvette graduée de 250 mL, ajoutez 25 mL d'eau ; prenez un objet de 75 cm^3 glissant le long des parois et immergez le complètement dans le liquide (cas de mise des bateaux en cale sèche).

Votre objet a déplacé 25 mL d'eau et de ce fait si on se réfère à l'énoncé F_A = poids de 25 mL d'eau
or c'est faux : F_A= poids de 75 mL d'eau !

En effet, votre objet prend la place de 75 cm^3 de liquide dans la colonne lorsqu'il est complètement immergé.



Le théorème d'Archimède s'énonce de la façon suivante.
Lorsqu'un objet est partiellement ou complètement immergé dans un liquide il subit une force verticale dirigée de bas en haut et

- **égale en valeur au poids du volume de liquide dont l'objet prend la place dans le liquide**

et non **:**

- **égale en valeur au poids du volume de liquide déplacé.**

Pour pouvoir énoncer "... égale au poids du volume de liquide déplacé ", il faut une condition : avoir un volume de liquide à déplacer suffisamment important (supérieur au volume immergé).

Bibliographie

Références scientifiques

Hecht, E. (1999). Physique. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Dupont, B. (1994). Unités et grandeurs. Paris : Nathan.

Ouvrages pédagogiques (professeur)

Humblet, N., Loriau, Y. & Noël, C. (2011). Physique 3 Corrigé Officiel 1 période/semaine.
Louvain-la-Neuve : Van In.

Marrien, R. (1999). Méthode inducto-déductive en hydrostatique. Tihange : Caf.

Oblinger, D. (2010). Module 3 Banque d'outils d'évaluation (Hydrostatique). Tihange : Caf.

Boss E., Weller H., Loftin J., Albright J., Karp-Boss L. (2009). Enseigner les concepts physiques en océanographie. Une approche basée sur la pratique. The oceanography society.

Sitographie

Physique à main levée : http://phymain.unisciel.fr/

http://www.sciences.univ-nantes.fr

Pour obtenir l'ouvrage « Enseigner les concepts physiques en océanographie », voyez http://www.TOS.ORG/HANDS-ON

Site d'informations sur la batellerie : http://www.picaro.nl/

Physique

Sciences générales

2e degré

UAA3

« Travail, énergie, puissance »

Durée prévue pour l'UAA3 (26 périodes) : de septembre à février en 4e année

Référentiel

Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 3

« Travail, énergie, puissance »

Compétences à développer

- **Analyser une situation d'équilibre statique.**
- **Analyser une situation pour en déduire la répartition ou les échanges énergétiques d'ordre mécanique ou calorifique.**

Processus

Appliquer

- Réaliser une situation d'équilibre (translation et rotation), la schématiser et la justifier par calcul.
- Calculer le travail et la puissance d'une force (par exemple : force exercée par une machine, un athlète,…).
- Par le biais d'une recherche, identifier les paramètres déterminant une force de frottement entre surfaces solides.
- Mesurer les pertes d'énergie dans une transformation énergétique correspondant à une situation donnée.
- Appliquer la conservation du travail à une machine simple.
- Déterminer la variation d'énergie cinétique d'un objet dans un processus donné.



Transférer

- Pour une machine simple non vue en classe (par exemple : le pédalier du vélo, la grue hollandaise), déterminer l'avantage mécanique.
- Dans une situation donnée, calculer le lien entre la variation de vitesse d'un objet et le transfert d'énergie qu'il subit.

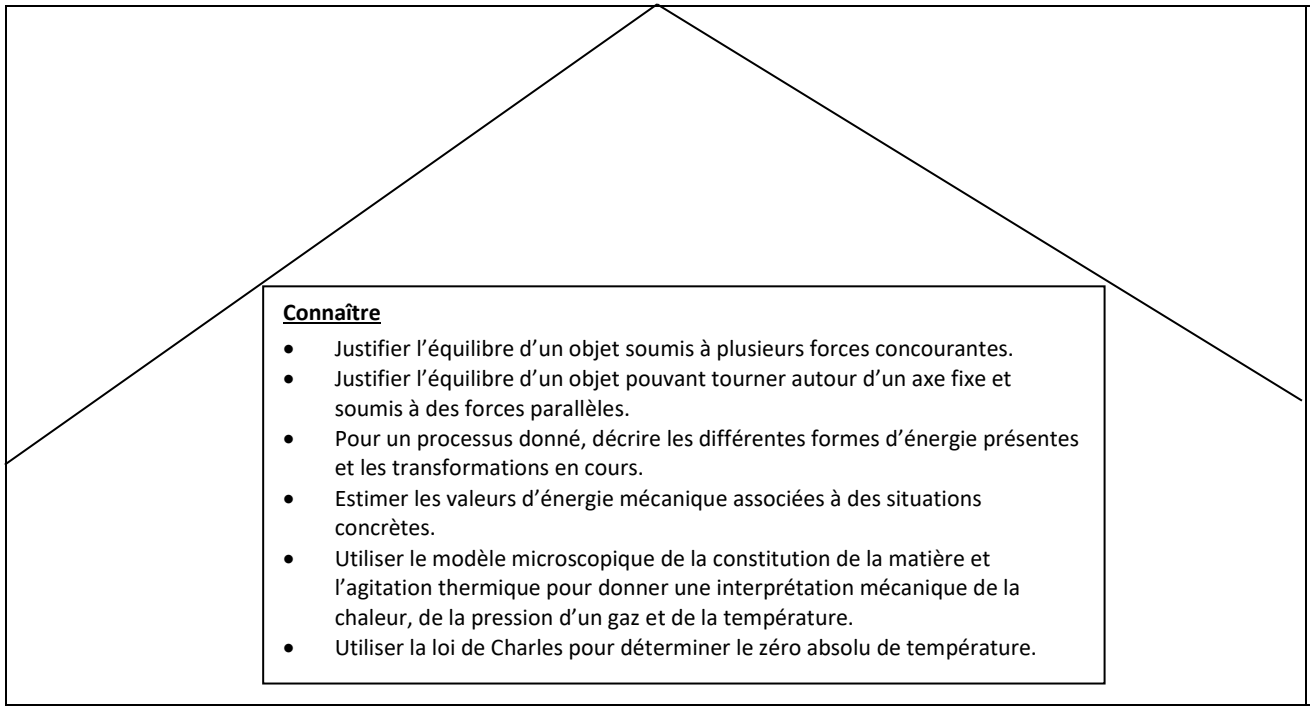
Ressources

Pré-requis

- Force (définition, action d'un objet sur un autre)
- Energie (sources, formes, transformations)
- Notions de chaleur, de température et d'état de la matière

Savoirs disciplinaires

- Résultante de forces
- Equilibre statique
- Bras de levier (force dans l'axe du déplacement)
- Moments de force
- Machines simples
- Travail d'une force
- Composante d'une force qui travaille
- Energie et puissance
- Force de frottement
- Vitesse
- Energie potentielle de gravitation
- Energie cinétique
- Conservation de l'énergie mécanique
- Chaleur comme forme d'énergie transférée
- Température comme mesure de l'agitation thermique
- Changement d'état dû à l'apport énergétique
- Loi de Charles (variation de la pression en fonction de la température)
- Température absolue



Connaître

- Justifier l'équilibre d'un objet soumis à plusieurs forces concourantes.
- Justifier l'équilibre d'un objet pouvant tourner autour d'un axe fixe et soumis à des forces parallèles.
- Pour un processus donné, décrire les différentes formes d'énergie présentes et les transformations en cours.
- Estimer les valeurs d'énergie mécanique associées à des situations concrètes.
- Utiliser le modèle microscopique de la constitution de la matière et l'agitation thermique pour donner une interprétation mécanique de la chaleur, de la pression d'un gaz et de la température.
- Utiliser la loi de Charles pour déterminer le zéro absolu de température.

Savoir-faire disciplinaires

- Représenter une force à l'échelle.
- Calculer le travail d'une force colinéaire au déplacement.
- Calculer l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie totale dans une situation donnée.
- Déterminer l'avantage mécanique d'une machine.
- Calculer un travail, une énergie et une puissance.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (force, travail, énergie, puissance).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (force, travail, énergie, puissance).

Considérations pédagogiques

Prérequis : poids d'un corps et pression (UAA2), vitesse moyenne, principe d'inertie, force (définition), énergie (sources, formes et transformations), notions de chaleur, de température et d'état de la matière, préfixes usuels des unités, force proportionnelle à l'allongement d'un ressort.

Processus explicités	L'essentiel	Mots-clés	Outils-liens- *Informations complémentaires*	
1. Forces et équilibre				
Professeur Faire mesurer une force et en faire réaliser une représentation à l'échelle. Au cours d'une démarche expérimentale, inventorier le rôle des paramètres qui déterminent la valeur d'une force de frottement « solide ».	Force : définition (rappel) et représentation à l'échelle. Poids d'un corps : $G = m\ g$ (avec g = 9,8 N/kg) Principe des actions réciproques **1. Force de frottement « solide[1] » :** Elle s'oppose au glissement de deux solides, l'un sur l'autre. Elle dépend de la nature et de l'état de leurs surfaces en contact, mais pas de leur étendue. Elle augmente avec la composante normale de la force pressant les deux solides l'un contre l'autre.	Force de frottement « solide » et fluide.	1. Film/vidéo montrant une avalanche. Exemple : http://video.nationalgeographic.com/video/101-videos/avalanches 2. Expérience permettant de mesurer le frottement statique / cinétique. UAA3-F1 *Liste des ordres de grandeur des coefficients de frottement usuels :* *acier sur glace : 0,04* *aluminium sur aluminium : 1,1* *pneu sur pavés secs : 0,9* *Téflon sur acier : 0,04* Matériel : dynamomètre, ficelle, mètre-ruban ou règle, différents blocs comprenant des faces aux textures différentes.	**7 P**

[1] On parle aussi de frottement « sec ».

	$F_f \leq \mu F_N$ où μ est le **coefficient de frottement**, F_f la force de frottement et F_N la force normale à la surface.	Coefficient de frottement		
	2. **Force de frottement « fluide » :** Elle s'oppose au mouvement dans un fluide. Sa valeur augmente avec la vitesse de l'objet par rapport au fluide.			
	Pour un ressort, la valeur de la force de rappel est (**loi de Hooke**) : $F = k\,\Delta l$ où k est la constante de raideur du ressort (en N/m) et Δl, l'allongement ou la contraction du ressort (en m)	Loi de Hooke	Matériel : dynamomètres, plaques d'essai, tige à trous, statifs, machines simples, ficelle.	
Établir un bilan de forces dans une situation donnée. À partir de mesures expérimentales ou dans une situation problème donnée, faire déterminer la résultante de plusieurs forces et/ou retrouver la force manquante pour obtenir un équilibre.	Recherche de la **résultante** d'un système **de forces** (graphiquement ou par calcul). La résultante d'un système de forces est la force unique qui a le même effet sur le mouvement de l'objet que cet ensemble de forces.	Résultante de forces		
Décomposer une force selon deux directions perpendiculaires (exemple : cas du plan incliné).	**Décomposition d'une force** (graphiquement ou par calcul).	Décomposition d'une force		

Faire calculer le moment d'une force et le moment total de plusieurs forces parallèles, par rapport à un axe fixe. Réaliser l'équilibre d'un solide pouvant tourner autour d'un axe fixe (exemple : levier) et vérifier cet équilibre par un calcul. **Élève** • *Justifier l'équilibre d'un objet soumis à plusieurs forces concourantes.* • *Justifier l'équilibre d'un objet pouvant tourner autour d'un axe fixe et soumis à des forces parallèles.* • *Réaliser une situation d'équilibre (translation et rotation), la schématiser et la justifier par calcul.* • *Par le biais d'une recherche, identifier les paramètres déterminant une force de frottement entre surfaces solides.*	Il y a équilibre de **translation** lorsque $\vec{F}_R = \vec{0}$ Le moment d'une force par rapport à un axe fixe mesure l'efficacité d'une force pour obtenir la **rotation** d'un objet autour de cet axe. La valeur du **moment M d'une force** est : $M = F\ b\ \sin\alpha$ (en Nm) où b est la distance entre l'axe et le point d'application de la force, $b \sin\alpha$ est la longueur du **bras de levier**[2] (en m) et α est l'angle entre la force et la droite reliant l'axe de rotation et le point d'application. Il y a équilibre de rotation lorsque $M_{tot} = 0$ (en adoptant une convention de signe cohérente pour les rotations dans un sens ou l'autre).	Translation d'un solide Rotation d'un solide autour d'un axe fixe Moment d'une force par rapport à un axe fixe Bras de levier	3. Expériences sur les leviers : « Bien choisir sa machine », ensemble pour l'étude des leviers et des engrenages. CTP Frameries. Réf : ME 3645 12401 Matériel : disque des moments. CTP Frameries. Réf : ME200033111.	

[2] C'est-à-dire la distance entre l'axe de rotation et la direction de la force.

2. Travail d'une force				

Professeur
 	
Pour différentes mises en situation, faire calculer le travail d'une force.
 	
Vérifier, dans le cas du plan incliné, que
$G_{//} = G\ \frac{h}{L}$
où G est le poids, h la dénivellation et L la longueur du plan.
	Le **travail effectué par une force** est égal au produit du déplacement d de son point d'application et de sa composante $F_{//}$, colinéaire (parallèle) à ce déplacement[3] :
	$W = F_{//}\ d$ ou $W = Fdcos\alpha$
	
	Le travail d'une force se note W.
	
	L'unité SI de travail est le joule (J).
	1 J = 1 N m
	
	Si la composante $F_{//}$ de la force et le déplacement $\vec{d}$ sont de même sens, le **travail** est dit « **moteur** » et est positif ; sinon, il est dit « **résistant** » et est négatif.
	
	Dans le cas de la force de pesanteur :
	$W = G\ h = m\ g\ h$
	où h est la dénivellation correspondant au déplacement.
	Ce travail est indépendant du chemin suivi.
		Composantes d'une force qui travaille
		
		Travail d'une force
		
		Travail moteur et résistant
			Matériel : planches de différentes longueurs, chariot, masses marquées, dynamomètres.	**1P**

[3] Cette définition sous-entend que le travail effectué par la composante de la force perpendiculaire au déplacement est toujours nul.

3. Vitesse				
Professeur Distinguer vitesse moyenne et vitesse instantanée. **Élève** Estimer une valeur de vitesse. Convertir m/s en km/h et inversement.	La **vitesse moyenne** se calcule par : $v_{moy} = \frac{d}{\Delta t}$ (en m/s) où d est la distance parcourue (en m) et Δt la durée du parcours (en s). La **vitesse instantanée** est la vitesse moyenne mesurée sur un intervalle de temps très court (Δt très petit) autour de l'instant considéré.	Vitesse moyenne Vitesse instantanée	Matériel : compteur de vitesse de vélo, capteur de mouvement, chronomètre, décamètre.	**0,5 P**
4. Puissance				
Professeur Sur base de documents ou à partir de données expérimentales, faire calculer la puissance d'une machine ou d'un athlète. **Élève** • *Calculer le travail et la puissance d'une force (par exemple : force exercée par une machine, un athlète…).*	La **puissance** d'une machine est égale au travail qu'elle peut fournir par unité de temps $P = \frac{W}{\Delta t}$ (en W). La puissance peut aussi s'exprimer par : $P = F_{//}\, v$ ou $P = F\, v \cos\alpha$ où v est la vitesse (en m/s) et α est l'angle entre la force et le déplacement. Le watt (W) est l'unité SI de puissance : 1 W = 1 J / s	Puissance	*Liste des ordres de grandeur :* *100 W est la puissance moyenne approximative utilisée par le corps humain. 500 W est la puissance d'une personne travaillant dur physiquement. 736 W = 1 cheval-vapeur (CV) est la puissance d'un cheval. 40 kW à 200 kW est la puissance d'une voiture.* 4. Activité : course dans l'escalier. UAA3-F2	**1 P**

5. Machines simples				
Professeur Pour une machine simple donnée, déterminer les forces, les déplacements et le travail moteur correspondant. Faire déterminer l'avantage mécanique d'une machine simple. **Élève** • *Appliquer la conservation du travail à une machine simple.* • *Pour une machine simple non vue en classe (par exemple : le pédalier du vélo, la grue hollandaise), déterminer l'avantage mécanique.*	Les **machines simples** sont des appareils (tels les leviers, poulies, treuils, palans, **plan incliné**…) permettant de déplacer un objet, soumis à une force résistante $\overrightarrow{F_r}$ s'opposant à son déplacement, à l'aide d'une force motrice $\overrightarrow{F_m}$ généralement inférieure. L'utilisation du dispositif est telle que le travail moteur est égal au travail résistant : $\lvert W_{moteur}\rvert = \lvert W_{résistant}\rvert$ Soit : $F_m\, d_m = F_r\, d_r$ où d_m et d_r sont les déplacements respectifs des points d'application des deux forces. **L'avantage mécanique d'une machine** simple est le rapport de la force résistante à la force motrice : F_r / F_m	Machines simples Plan incliné Avantage mécanique d'une machine	5. « Simples, mais très utiles, ces machines ! » par Soizic Mélin. Document réalisé dans le cadre de la recherche en pédagogie CF/042/02/A. « Éveil à l'observation et à la pratique expérimentale en physique ». Direction de recherche en pédagogie, Ministère de la Communauté Française, 2003. Site internet : http://www.agers.cfwb.be	**2,5 P**
6. Énergie				
Professeur Au cours d'une démarche d'investigation, identifier les paramètres déterminant la valeur de l'énergie cinétique.	Un corps possède de l'énergie s'il est capable d'effectuer un travail.		6. Protocoles d'expériences pour déterminer l'expression de l'énergie cinétique. UAA3-F3	**6 P**

Par une démarche d'investigation, identifier les paramètres déterminant la valeur de l'énergie potentielle gravitationnelle. Au cours d'un processus donné, identifier les formes d'énergie mécanique en jeu. Établir un bilan énergétique du fonctionnement d'une machine simple. Déterminer la variation d'énergie cinétique d'un objet dans un processus donné. Faire résoudre des problèmes en utilisant un bilan d'énergie mécanique. **Élève** *Pour un processus donné :* • *décrire les différentes formes d'énergie présentes et les transformations en cours ;* • *estimer les valeurs d'énergie mécanique associées à des situations concrètes ;* • *déterminer la variation d'énergie cinétique d'un objet dans un processus donné ;* • *dans une situation donnée, calculer le lien entre la variation de vitesse d'un objet et le transfert d'énergie qu'il subit.*	L'énergie d'un objet sur lequel s'applique seul un travail résistant diminue. L'énergie d'un objet sur lequel s'applique seul un travail moteur augmente. Unités SI d'énergie : le joule (J). Dans un repère donné, **l'énergie cinétique** d'un solide de masse *m* et de vitesse *v* est $E_K = \frac{1}{2}mv^2$ **Énergie potentielle de pesanteur** : $E_p = m\ g\ h$ **L'énergie mécanique** d'un objet est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle. **Bilan d'énergie mécanique** : $E_f = E_i + \sum W_F$ où E_f est l'énergie finale, E_i l'énergie initiale et W_F les travaux des différentes forces (sauf le poids). L'énergie mécanique est **conservée** s'il n'y a ni frottement ni apport d'énergie.	Énergie cinétique Énergie potentielle de gravitation (ou de pesanteur) Énergie mécanique Bilan d'énergie mécanique Conservation de l'énergie mécanique	7. « Physique et sécurité routière » IBSR, page 20 : http://www.policedegaume.be/Documents%20clients/doc/physiquesecuriteroutiere.pdf Matériel : balance, rail, petit chariot, capteur de mouvement, membrane vibrante.	

7. Chaleur et température				
Professeur Illustrer par des exemples l'élévation de température observée (et/ou le changement d'état) lors d'un freinage. Estimer la diminution d'énergie mécanique dans une transformation énergétique et l'énergie thermique ainsi dégagée. Utiliser une simulation informatique ou une expérience pour décrire l'agitation moléculaire, la pression et la température. Au cours d'un processus donné, identifier les formes d'énergie mécanique mises en jeu. Établir expérimentalement la loi de Charles. Utiliser la loi de Charles pour déterminer le zéro absolu de température.	**États de la matière** et **changements d'état** (rappels). **Énergie thermique et température** : La diminution de l'énergie mécanique correspond au travail des forces de frottement qui implique un accroissement d'énergie thermique des objets en contact. Il en résulte une élévation de température ou un changement d'état des objets impliqués. Le travail des forces de frottement engendre un échauffement et/ou un changement d'état c'est-à-dire de l'énergie thermique. Il y a **transformation** progressive **d'énergie mécanique en énergie thermique** (chaleur). Cette énergie thermique est de l'énergie mécanique à l'échelle microscopique.	États de la matière Changements d'état Transformation de l'énergie mécanique en énergie thermique Énergie thermique et température	Matériel : eau chaude, eau froide avec colorant, ballon, thermomètre sensible. 8. Modmol : à télécharger (onglet outils) : www.wallonie-bruxelles-enseignement.be/sctech 9. Appareil pour l'étude des lois des gaz. CTP Frameries. Réf : MF550022111	**2 P**

Élève • *Utiliser le modèle microscopique de la constitution de la matière et l'agitation thermique pour donner une interprétation mécanique de la chaleur, de la pression d'un gaz et de la température.* • *Utiliser la loi de Charles pour déterminer le zéro absolu de température.* • *Mesurer les pertes d'énergie dans une transformation énergétique correspondant à une situation donnée.*	Pour un gaz, la température et la pression sont liées à l'agitation thermique des molécules et donc à leur énergie cinétique. **Loi de Charles** et température absolue : Pour un gaz, la pression évolue selon la loi $\Delta p = \beta p_0 \Delta\theta$ avec $\beta = \frac{1}{273,15}$ La température (minimale) à laquelle la pression s'annule est -273,15 °C = 0 K **Échelle Kelvin** : $\theta\ (K) = \theta(°C) + 273$	Loi de Charles et échelle Kelvin de température		
Évaluations sommatives				**3 P**
RCD				**3P**

Exemple de planification de séquence

1 Accroche **(2P)**

Situation problème : montrer une vidéo spectaculaire d'une avalanche. Quelles forces s'appliquent à une plaque de neige qui peut se détacher dans une pente ?

La situation peut être modélisée par un bloc de bois qui, posé sur un plan incliné, glisse sur sa face en bois mais reste immobile sur sa face caoutchoutée.

Détermination des forces (rappel de la force poids et de la force normale de contact) et expérience (faite par les élèves) montrant l'influence de la nature des surfaces en contact et de la valeur de la force normale sur la force de frottement. Montrer que les forces de frottement fluides augmentent avec la vitesse. Rappeler la force élastique des ressorts (dynamomètre) et le principe des actions réciproques.

Outils : 1, 2

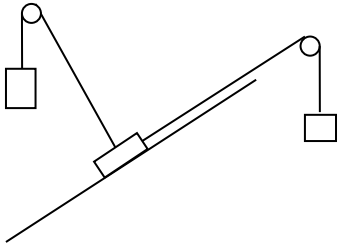
2 Résultante de forces **(2 P)**

Équilibre d'une plaque soumise aux forces exercées par plusieurs dynamomètres $\Rightarrow \vec{F}_{tot} = \vec{0}$

Application et retour à l'accroche.

Décomposition d'une force (par exemple : plan incliné $G_{//} = G \sin \alpha$ ou suspendre un objet au milieu d'un fil tendu)

Expérience (par le professeur) : placer un bloc (face caoutchoutée) ou un chariot, sur un plan incliné et remplacer les forces normale et tangentielle par des poids suspendus par l'intermédiaire de poulies puis ôter le plan.



Exercices

3 Machines simples **(1P)**

Expériences à réaliser par les élèves (1 expérience par groupe) : mesure des forces et des bras de levier pour quelques machines simples (3 types de leviers, treuil et éventuellement des engrenages)

Conclusion, par une mise en commun, après un exposé de 5 min par chaque groupe.

Questions : où est placée la poignée d'une porte par rapport à l'axe de rotation ? Une porte peut-elle tourner si on exerce la force sur l'axe ? A partir des réponses à ces questions et des expériences, définir le bras de levier, le moment d'une force par rapport à un axe fixe et l'avantage mécanique.

Outil : 3 et 5

4 Equilibre statique d'un solide **(3 P)**

Le professeur fait la synthèse des points précédents sur l'équilibre d'un solide (non ponctuel) et énonce les conditions de l'équilibre : $\vec{F}_{tot} = \vec{0}$ (translation) et $M_{tot} = 0$ (rotation)

Exercices et problèmes (2,5 P).

5 Évaluation sommative 1 **(1P)**

Cette évaluation peut comporter de la pratique (activité de laboratoire). Chaque groupe d'élève fait une expérience sur une machine simple non vue au cours et doit vérifier l'équivalence des moments moteur et résistant. Déterminer l'avantage mécanique de cette machine. Résoudre des problèmes d'équilibre de corps ou de machines simples non vues en classe, soit en translation soit en rotation, après avoir fait un bilan de forces.

6 Travail d'une force **(1P)**

Expérience réalisée par le professeur avec des bancs inclinés de longueurs différentes :

- Montrer que seule la composante de la force parallèle au déplacement travaille en variant l'inclinaison du dynamomètre par rapport au plan incliné
- Pour une même hauteur, sur des plans inclinés différents, montrer l'invariance de $F_{//}\, d$, avec $F_{//}$ dans l'axe du plan.
- Définition : $W_F = F_{//}\, d = F\, d \cos \alpha$
- Unité SI de travail

Cas particulier : montrer que le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi. $W = m\ g\ \Delta h$

Outil : 3

7 Vitesse **(0,5 P)**

Définition et distinction entre vitesse moyenne et vitesse instantanée. Unités (km/h et m/s) de vitesse et conversion.

8 Puissance **(0,5 P)**

Exemple: Evaluer la performance de 3 élèves qui montent des escaliers en courant. Une évaluation objective de cette performance passe par le calcul de la puissance $P > \frac{m\ g\ h}{\Delta t}$

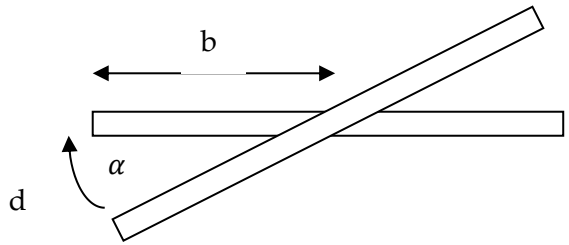
Définir la puissance moyenne, la puissance instantanée et les unités correspondantes.

Outil : 4

9. Machines simples et exercices **(2,5 P)**

Expériences à réaliser par le professeur : mesure des forces et des travaux moteurs et résistants pour différentes machines simples (treuil, poulie mobile et engrenages).

Établir le lien avec les leviers ($d = b.\alpha$ où d est le déplacement, b le bras de levier et α l'angle de rotation du levier).



Exercices sur la puissance et le travail.

Outils : 3 et 5

10 Énergies cinétique et potentielle **(2 P)**

Énergie = Travail en réserve

Expériences qualitatives sur un banc incliné (faire le lien avec l'avalanche)

- un chariot lâché du haut d'un rail incliné se met en mouvement $\Rightarrow E_p$
- Au bas du plan incliné, ce chariot heurte un autre corps qu'il déplace $\Rightarrow E_k$
- Avec un chariot de masse double, le déplacement du corps est alors supérieur.

Expériences quantitatives:

- Avec un capteur de mouvement ou un vibreur Phywé, étudier la chute d'un corps. Réaliser le graphique de la hauteur de chute en fonction de la vitesse puis en fonction du carré de la vitesse (mesures prises en classe sous la conduite de l'enseignant et traitement à domicile).
  $\Rightarrow$ Définitions de E_k et E_p.

Pour l'énergie potentielle, montrer qu'elle est équivalente au travail de la force qui contre le poids pour l'amener à une hauteur donnée.

Définir l'énergie potentielle élastique.

Définir l'énergie mécanique comme somme des différentes formes d'énergie présentes.

Outils : 6 et 7

11 Conservation de l'énergie mécanique et bilan d'énergie **(4 P)**

Dans l'exemple de la chute libre, montrer qu'il y a transformation de l'énergie potentielle en énergie cinétique au cours du mouvement, tandis que leur somme (l'énergie mécanique) reste constante.

Illustrer cette conservation de l'énergie mécanique dans d'autres exemples idéalisés y compris ceux utilisant l'énergie potentielle élastique (des exemples peuvent être liés à la sécurité routière : « Un choc à 100 km/h non attaché correspond à une chute de 12 étages », source = IBSR) : $E_f = E_i$ (conservation)

Exercices

Lorsque d'autres forces que celles associées à une énergie potentielle exercent un travail sur l'objet, ces travaux s'ajoutent ou se soustraient à l'énergie initiale. Le bilan d'énergie mécanique s'écrit :

$E_f = E_i + \Sigma W_F$

12 Chaleur et changements d'état. Température et agitation thermique **(1P)**

De nombreux exemples (les freins de voiture peuvent être portés au rouge lors du freinage, les météorites sont incendiées dans l'atmosphère, l'allumage primitif du feu, le frottement des mains l'une contre l'autre) montrent que le travail des forces de frottement produit un échauffement et/ou un changement d'état c'est-à-dire de l'énergie thermique. Il y a transformation d'énergie mécanique en énergie thermique. Cette énergie thermique est de l'énergie mécanique à l'échelle microscopique.

Montrer la simulation *Modmol*, la diffusion d'un colorant dans de l'eau chaude ou froide et l'expérience de billes agitées par une membrane pour indiquer qu'un apport d'énergie augmente l'agitation moléculaire et peut conduire à un changement d'état.

Lier la pression à l'agitation moléculaire (*Modmol*).

Outil : 8

13 Loi de Charles et température absolue (**1P**)

À l'aide de l'appareil pour l'étude des gaz du CTP de Frameries, mesurer l'évolution de la pression d'un gaz en fonction de la température (exprimée en degrés Celsius).

Construire le graphique de la pression p en fonction de la température θ en débutant à -300°C. $\Rightarrow$ Échelle Kelvin et zéro absolu de température.

Outil : 9

14 Évaluation sommative 2 **(1P)**
Calculer des travaux et puissances entre autres de machines simples. Appliquer les principes de conservation de l'énergie mécanique et/ou les bilans d'énergie mécanique dans des situations nouvelles ; déterminer le transfert d'énergie mécanique en énergie thermique.
Rechercher la température absolue.

15 RCD **(3P)**

Correction des évaluations et nouvelles situations problèmes sur l'utilisation des machines simples et des transferts d'énergie (montrer, par exemple, la déformation de véhicules dans un accident en fonction de la vitesse, estimer le travail de déformation correspondant et la force exercée sur le conducteur pour le maintenir fixé à son siège).

Stabilité d'un équilibre. Équilibres paradoxaux.

Exercices utilisant la formule des frottements fluides ($F = \frac{1}{2}\rho_{fl} S C_x v^2$) et/ou la portance et Stokes.

Machine à mouvement perpétuel et conservation d'énergie.

Rendement des moulins à eau (voir texte de Carnot).

Pompes et turbines ($P = D_m\, g\, h$ ou D_m est le débit massique).

Calcul de l'E_P élastique ($E_P = 1/2\ k\ x^2$).

Grue hollandaise (ou à cage d'écureuil).

Travail d'une force variable à partir d'un graphe $F(x)$.

Vitesse d'une fléchette au sortir d'une sarbacane par application de $p\Delta V$.

Centrale à accumulation d'énergie de Coo / Trois-Ponts.

16 Évaluation sommative 3 **(1P)**

Évaluation de synthèse reprenant les points principaux des deux évaluations précédentes.

Total = **26 P**

Bibliographie

Références scientifiques

Hecht, E. (1999). Physique. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Dupont, B. (1994). Unités et grandeurs. Paris : Nathan.

Wautelet M. et Duvivier D. (2014). Sciences, technologies et société. Guide pratique en 300 questions. Bruxelles : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques (professeur)

Sandori, P. (1983). Petite logique des forces. Constructions et machines - Collection Points-Sciences Paris : Seuil.

Provost, M. (2012). Comment tout ça tient ? Voyage au pays des structures. Paris : Alive & CIVA.

Salvadori, M. (2005). Comment ça tient ? Marseille : Parenthèses.

Soutif, M. (2014). Naissance et diffusion de la physique. Grenoble : Grenoble sciences.

Laurenza, D. Léonard de Vinci, artiste et scientifique. Paris : Belin.

Collectif d'enseignants. Dynamique - 2- Physique 4e. Frameries : CTP.

Collectif d'enseignants. Énergie et matière. Physique 4e. Frameries. CTP.

Strandh, S. (1990). A history of the machine. London : Arrows books.

Lévy-Leblond, JM. (1998). La physique en questions - Mécanique. Paris : Vuibert

Van Amerongen, C. (1972). How things work 1 & 2. The universal encyclopedia of machines. Granada : Paladin book.

Sitographie

Physique à main levée : http://phymain.unisciel.fr/

http://www.sciences.univ-nantes.fr

Sur les avalanches : http://www.odpf.org/images/archives_docs/13eme/memoires/gr-16/memoire.pdf

Physique

Sciences générales

2e degré

UAA4

« La magie de l'image »

Durée prévue pour l'UAA4 (24 périodes) : de février à juin en 4e année

Référentiel

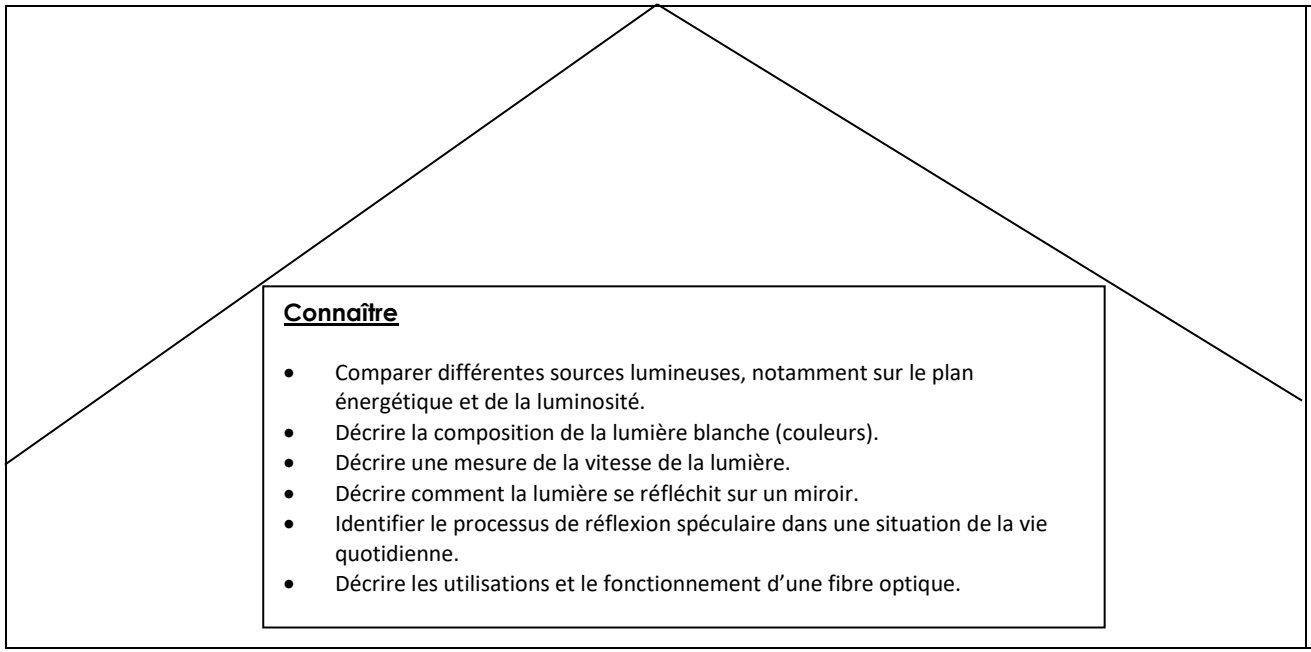
Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« La magie de l'image »

Compétences à développer

- **Mener une expérience pour vérifier des propriétés de la lumière.**
- **Décrire, expliquer et quantifier certains aspects d'une situation impliquant les propriétés de la lumière.**

Processus	**Ressources**
Appliquer • Déterminer expérimentalement l'indice de réfraction d'un milieu. • Expliquer comment obtenir différentes teintes à partir des trois couleurs primaires. • Construire géométriquement et déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple ou d'un modèle d'œil. • Résoudre un problème lié à la réfraction. • Déterminer expérimentalement la distance focale d'une lentille convergente (par exemple : une loupe, un verre de lunettes,…). **Transférer** • Expliquer le phénomène d'éclipse de soleil ou de lune à partir d'un texte simple ou d'une expérience montrée. • Expliquer le sens d'une prescription pour un verre de lunettes (se limiter à un cas simple : myopie, hypermétropie, presbytie). • Par le biais d'une application (par exemple : loupe, panneau solaire,…), montrer l'intérêt de concentrer la lumière. 	**Pré-requis** • Relations trigonométriques dans un triangle rectangle **Savoirs disciplinaires** • Sources de lumière (notamment une LED) • Propriétés de la lumière : forme d'énergie, sens de propagation, propagation en ligne droite, vitesse de propagation, formation d'ombres • Pinceau et faisceau lumineux • Image réelle, image virtuelle • Lois de la réflexion sur un miroir • Réfraction et loi des sinus • Lentille convergente et lentille divergente, distance focale • Loi de conjugaison • Modélisation de l'optique de l'œil • Concept de dioptrie • Réflexion totale • Angle limite de réfraction • Couleurs, composition de la lumière blanche • Synthèse des couleurs • Principe de retour inverse de la lumière



Connaître

- Comparer différentes sources lumineuses, notamment sur le plan énergétique et de la luminosité.
- Décrire la composition de la lumière blanche (couleurs).
- Décrire une mesure de la vitesse de la lumière.
- Décrire comment la lumière se réfléchit sur un miroir.
- Identifier le processus de réflexion spéculaire dans une situation de la vie quotidienne.
- Décrire les utilisations et le fonctionnement d'une fibre optique.

Savoir faire disciplinaires

- Schématiser un dispositif optique.
- Représenter l'image d'un objet à l'aide d'un dessin à l'échelle.
- Utiliser le matériel d'optique (source de lumière, lentilles, miroir).
- Appliquer quantitativement les lois de l'optique (réflexion, réfraction, lentilles) à des situations données.

Considérations pédagogiques

Prérequis : Théorème de Thalès, homothéties, triangles semblables, relations trigonométriques (math), énergie et puissance électriques (UAA1)

Processus explicités	L'essentiel	Mots-clés	Outils-liens-*informations complémentaires*	
1. Propagation de la lumière				
Professeur Faire observer et construire géométriquement l'image d'un objet par un sténopé. **Élève** Appliquer le théorème de Thalès ou les relations dans les triangles semblables pour déterminer la taille de l'image donnée par un sténopé. **Professeur** Montrer expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière en milieu homogène (Ex : alignements, faisceau laser dans la fumée, ombres, usage d'un diaphragme…).	La lumière est la propagation d'une énergie dans l'espace. Dans une **chambre noire** (sténopé[1]) : 1. la taille de l'image dépend de la profondeur de la boîte et de la distance à laquelle se trouve l'objet ; 2. l'image est renversée ; 3. la netteté et la luminosité de l'image dépendent de la grandeur de l'ouverture (**diaphragme**). En milieu homogène transparent et isotrope, la lumière se propage en ligne droite.	Propagation rectiligne en milieu homogène Chambre noire Diaphragme Pinceau et faisceau lumineux	1. Protocole pour la réalisation d'un sténopé : UAA4-F1 2. *Normes de sécurité pour l'usage des lasers : UAA4-F2* 3. Laboratoire : méthode de l'arbalète (triangulation) : UAA4-F3 4. Laboratoire : mesure de la circonférence terrestre par Ératosthène. UAA4-F4 Matériel : luxmètre, laser, pyranomètre, énergimètre (wattmètre), boîtes en carton, papier collant, papier calque, lampes (LED, incandescence, lampe fluo-compacte), bâtonnets d'encens.	**4P**

[1] Le sténopé désigne le petit trou dans la face avant de la chambre noire

Détailler une méthode expérimentale qui permet de mesurer la vitesse de la lumière. **Élève** *Décrire une mesure de la vitesse de la lumière.* *Expliquer le phénomène d'éclipse de soleil ou de lune à partir d'un texte simple ou d'une expérience montrée.*	Un **faisceau lumineux** peut-être divergent, convergent ou parallèle. La **vitesse de propagation de la lumière dans le vide** est notée *c*. $c = 3 \times 10^8$ m/s	Vitesse de la lumière dans le vide		
2. Sources lumineuses				
Professeur Répertorier les différents types de sources lumineuses. Différencier un objet éclairé (source secondaire) d'une source lumineuse (source primaire). Sur base de mesures ou de documents, comparer différentes lampes du point de vue de la consommation électrique, du flux lumineux et de leur composition spectrale. **Élève** *Comparer différentes sources lumineuses, notamment sur le plan énergétique et de la luminosité* Montrer, à l'aide d'un luxmètre, comment l'éclairement d'une lampe diminue avec la distance.	Types de sources : Soleil, flamme, laser, LED, lampe halogène, lampe fluo-compacte. **Sources lumineuses** : o monochromatiques o polychromatiques **Composition spectrale** de plusieurs sources lumineuses. La consommation électrique d'une lampe se mesure en W (watt). La puissance surfacique d'une source de lumière est mesurée en W/m². Le flux lumineux d'une source se mesure en lm (lumen). L'éclairement d'une source lumineuse se mesure en lx (lux). Il se mesure à l'aide d'un luxmètre. 1 lx = 1 lm/m²	Diffusion de la lumière Sources lumineuses Composition spectrale	Matériel : laser, LED, lampe fluo-compacte, filtres de couleurs, réseau de diffraction, étiquettes d'emballage de différentes lampes. 5. *Voir liste du rapport lm/W pour différents types de lampe en fin de cette UAA.* 6. *Le lux sert de cadre normatif pour définir, dans la législation européenne, les niveaux minimums requis pour l'éclairage public et l'éclairage des lieux de travail. Voir liste des niveaux d'éclairement minimum en fin de cette UAA.*	**1P**

.	L'éclairement d'une lampe varie en fonction de la distance d (pour une petite lampe, l'éclairement varie en $1/d^2$)[2].			
3. Réflexion et réfraction				
Professeur Dans le cas d'un miroir plan, faire mesurer les angles d'incidence et de réflexion. Établir expérimentalement la loi de la réflexion sur un miroir plan. Prévoir la trajectoire d'un faisceau lumineux réfléchi. Construire géométriquement l'image d'un objet dans un miroir plan. Établir les caractéristiques de cette image.	Lorsqu'un objet est éclairé, la lumière incidente peut être absorbée, réfléchie dans une direction particulière (**réflexion spéculaire**) ou **diffusée** dans toutes les directions. La lumière peut aussi traverser l'objet s'il n'est pas **opaque**. Lois de la réflexion spéculaire • La **normale** au miroir et les rayons incident et réfléchi sont dans un même plan • L'angle d'incidence = l'angle de réflexion. L'image d'un objet dans un miroir plan est : • virtuelle • de même taille que l'objet • droite • retournée (inversée)	Diffusion Réflexion spéculaire Opaque Droite normale à un miroir plan	7. Labyrinthe optique. UAA4-F5 Matériel : miroirs plans et courbes, demi-cylindre en verre ou en plexi, épingles, cuve à faces parallèles, fibre optique, laser, baguette de verre, télémètre laser.	**8P**

[2] On pourra avantageusement comparer cette décroissance avec celle de la force de gravitation ou de la force électrique en 5e année (UAA6).

Élève *Décrire comment la lumière se réfléchit sur un miroir.* *Identifier le processus de réflexion spéculaire dans une situation de la vie quotidienne.* *Décrire les utilisations et le fonctionnement d'une fibre optique.* *Déterminer expérimentalement l'indice de réfraction d'un milieu.* *Résoudre un problème lié à la réfraction.* Différencier réflexion et réfraction. Déterminer par calcul et/ou par construction graphique les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple. Prévoir qualitativement la trajectoire d'un faisceau réfracté	• située à même distance du miroir que l'objet Cette image est symétrique de l'objet par rapport au plan du miroir. Une **image virtuelle** ne peut pas être captée sur un écran. **Principe de retour inverse** de la lumière : dans un milieu transparent, le trajet de la lumière est indépendant du sens de parcours. On appelle **dioptre** la surface séparant deux milieux transparents. **Réfraction** : lorsqu'un faisceau lumineux passe d'un milieu transparent à un autre, il est dévié (sauf si le faisceau est perpendiculaire au dioptre). **Réfringence** : lors d'une réfraction, lorsque le faisceau se rapproche de la normale au dioptre, le 2e milieu est plus réfringent que le premier (angle de réfraction < angle d'incidence). Il est moins réfringent dans le cas contraire (angle de réfraction > angle d'incidence).	Image virtuelle Principe de retour inverse Dioptre Réfraction Réfringence	*Liste des ordres de grandeur des indices de réfraction usuels :* * *vide, air : n = 1* * *eau : n = 4/3* * *verre : n = 3/2*	

Différencier réflexion partielle et totale. Dessiner la trajectoire d'un faisceau lumineux dans une fibre optique	Lois de Snell-Descartes • Les rayons incident, réfracté et la normale au dioptre sont dans un même plan • Les angles de réfraction $\hat{r}$ et d'incidence $\hat{\imath}$ sont liés par la relation : $n_1 \sin \hat{\imath} = n_2 \sin \hat{r}$ où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction du 1er et du 2e milieu. **Réflexion totale** Le passage de la lumière d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent est impossible à partir d'un angle d'incidence, appelé **angle limite** : toute la lumière est réfléchie. Cet angle limite dépend des deux milieux ; sa valeur est donnée par la relation : $n_1 \sin \hat{\imath}_{lim} = n_2$ Dans un milieu transparent d'indice de réfraction n, la vitesse de propagation de la lumière est c/n.	Réflexion totale Angle limite	8. Mesure de la vitesse de la lumière dans l'eau ou dans le verre à l'aide d'un télémètre laser : UAA4-F6	
4. Lentilles				
Professeur Mesurer la distance focale f d'une lentille convergente (Ex. : une loupe, un verre de lunettes…).	Une **lentille** peut être **convergente** ou **divergente**.	Lentille convergente et lentille divergente Foyer d'une lentille	Matériel : lentilles, verres de lunette, billes de gel, règle graduée, lampe (LED par exemple), un écran.	**5P**

Choisir une situation du quotidien dans laquelle une lentille convergente donne une image agrandie. **Élève** *Déterminer expérimentalement la distance focale d'une lentille convergente (par exemple : une loupe, un verre de lunettes,…).* *Construire géométriquement et déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple ou d'un modèle d'œil.* *Par le biais d'une application (par exemple : loupe, panneau solaire,…), montrer l'intérêt de concentrer la lumière.*	Une lentille convergente fait converger tout faisceau lumineux parallèle à l'axe principal de cette lentille en son **foyer**. Elle concentre au foyer l'énergie lumineuse d'une source très lointaine. Une lentille divergente fait diverger tout faisceau parallèle à l'axe principal de cette lentille autour de son foyer. Règles de construction graphique de l'image d'un objet par une lentille à l'aide du tracé de rayons particuliers. Règles de calcul des caractéristiques de l'image d'un objet par une lentille (**Relation de conjugaison** et **grandissement**) : $\frac{1}{p'}=\frac{1}{p}+\frac{1}{f}$ et $G=\frac{p'}{p}$ où p est la position de l'objet, p' la position de l'image, f la distance focale et G le grandissement (la convention de signes adoptée correspond à orienter l'axe des abscisses dans le sens objet–lentille ; l'origine de cet axe est le centre de la lentille). Lorsque G est négatif, l'image est renversée ; si G est positif, elle est droite.	Symboles de représentation des lentilles Distance focale Relation de conjugaison Grandissement		

	Distance focale f : c'est la distance entre le centre optique de la lentille et le foyer. La **vergence** C d'une lentille est l'inverse de la distance focale : $C = \frac{1}{f}$ C s'exprime en **dioptrie** dont le symbole est δ (en m^{-1}). C est positive pour une lentille convergente et négative pour une divergente.	Vergence Dioptrie		
5. Œil				
Professeur Comparer l'œil (normal) et le sténopé (ou appareil photo). Schématiser un œil humain et son fonctionnement optique. Faire fabriquer un modèle d'œil ou utiliser un modèle didactique. **Élève** *Construire géométriquement et déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple ou d'un modèle d'œil.* *Expliquer le sens d'une prescription pour un verre de lunettes (se limiter à un cas simple : myopie, hypermétropie, presbytie).*	Description du fonctionnement optique de l'**œil**. Défauts de l'œil : myopie, presbytie, hypermétropie.	Œil	9. Fabrication d'un modèle d'œil : UAA4-F7	**1P**

6. Couleurs				
Professeur Schématiser l'expérience de décomposition de la lumière blanche par un prisme. Justifier la couleur d'un objet éclairé par de la lumière blanche **Élève** • *Décrire la composition de la lumière blanche (couleurs).* • *Expliquer comment obtenir différentes teintes à partir des trois couleurs primaires.*	Un corps qui absorbe toute la lumière ne diffuse pas la lumière : il apparaît noir. Un corps qui n'absorbe pas la lumière la diffuse : il apparaît blanc. Composition et décomposition de la lumière blanche. Synthèse des **couleurs**.	Couleurs Couleurs primaires	Matériel : prismes en verre ou en plexi, prisme creux, cuve à faces parallèles, filtres de couleur, réseau de diffraction, écran plat (pixels). 10. Matériel « Photonics explorer » : http://www.eyest.eu/Programs/Photonics-Explorer	**1P**
Évaluations formatives RCD				**2P**
Évaluations sommatives RCD				**2P**

Exemple de situation d'apprentissage

UAA4 : « La magie de l'image »

- Mener une expérience pour vérifier des propriétés de la lumière.
- Décrire, expliquer et quantifier certains aspects d'une situation impliquant les propriétés de la lumière.

Le dispositif vise à rendre l'élève capable :

- de reconnaître les différents éléments d'optique et leur rôle
- d'anticiper le trajet de la lumière à travers différents éléments d'optique

Situation d'apprentissage :

Le labyrinthe optique (UAA4-F5)

Cours concernés

Physique 4e année sciences générales

Prérequis

- Triangles – Droites remarquables dans les triangles

Scénario de contextualisation

Proposer aux élèves d'imaginer un dispositif optique réalisant un effet imposé.

Les tâches

- *Décrire comment la lumière se réfléchit sur un miroir.*
- *Identifier le processus de réflexion spéculaire.*
- *Identifier la réfraction de la lumière (sans formules ni calculs).*
- *Identifier la réflexion totale.*
- *Vérifier expérimentalement la loi de la réflexion sur un miroir plan.*
- Différencier réflexion partielle et totale.
- Différencier réflexion et réfraction.
- Prévoir qualitativement la trajectoire d'un rayon réfracté.

- Utiliser expérimentalement la propagation rectiligne de la lumière en milieu homogène.
- Dans le cas d'un miroir plan, mesurer les angles d'incidence et de réflexion.

Évaluations

Formative - Sommative

Supports et matériels pédagogiques

UAA4-F5

Léonard, P. (2014). Le labyrinthe optique : une expérience d'initiation à l'optique. *Bulletin de l'ABPPC* -203. pp.10-13.

Conditions matérielles

Labyrinthe optique

Laser

Collection pour l'étude de l'optique géométrique. CTP Frameries. Réf : OG040031331

Exemple de planification de séquence (24 périodes)

- **Accroche (1P)**

Situation problème : des photos ont été réalisées clandestinement dans les camps de concentration, à l'aide de sténopés.

Les élèves réalisent des sténopés à l'aide de boîtes en carton ; ils observent l'image d'un objet lumineux. Contrainte : les élèves ont apporté le matériel nécessaire (boîtes, gobelets, papier calque, papier collant).

Observations : la taille de l'image dépend de la profondeur de la boîte et de la distance à laquelle se trouve l'objet. La netteté et la luminosité de l'image dépendent de la taille de l'ouverture.

Lorsque l'image est la plus nette possible, les élèves mesurent la taille de l'objet, la taille de l'image, les distances auxquelles se trouvent l'objet et l'image par rapport à l'ouverture de la chambre. Ils utilisent le théorème de Thalès (ou les proportions dans les triangles semblables) pour justifier ces résultats.

Outil : 1

- **Propagation rectiligne (2 P)**

Dans un milieu homogène : à partir de la réalisation du sténopé de la leçon précédente et des mesures des distances (voir accroche ci-dessus), les élèves proposent un schéma justifiant l'image obtenue et sa taille.

Expériences complémentaires sur la propagation rectiligne : faisceau laser dans la fumée (ou utiliser de la farine ou de la bruine).

Le professeur montre les limites de la propagation rectiligne.

* Si la lumière rencontre un « petit » obstacle (une aiguille, un cheveu…), le faisceau s'élargit et on y voit des zones plus sombres et plus claires (diffraction).

* Si la lumière se propage dans un milieu inhomogène, la propagation n'est plus nécessairement rectiligne (le faisceau lumineux est dévié s'il passe au-dessus d'une flamme, par exemple).

Exercices (incluant des applications du théorème de Thalès). Il est possible de proposer des exercices pratiques, sous forme de laboratoires (mesures par triangulation, mesure du diamètre de la Terre par Ératosthène) : voir les outils 4 et 5.

Outil : 1, 2, 3, 4

- **Vitesse de propagation (1 P)**

Le professeur explique une méthode qui permet de mesurer la vitesse de la lumière.

- **Sources lumineuses (1 P)**

Classification des sources de lumière: types, primaire/secondaire, sources chaudes et froides (incandescentes et luminescentes), monochromatiques ou polychromatiques. Ex: Soleil, flamme, laser, LED, lampe halogène, luciole, lampe fluo-compacte…

Comparaison des consommations électriques et de l'éclairement de différentes lampes (luxmètre, pyranomètre). Couleurs rendues par différentes lampes.

On peut examiner expérimentalement la diminution de l'éclairement d'une lampe avec la distance à celle-ci (diminution en $1/d^2$ pour une lampe « ponctuelle » ou sphérique).

Outils : 5, 6

- **La lumière rencontre des obstacles : réflexion, réfraction et réflexion totale (1P)**

Utilisation du labyrinthe optique.

Outils : 7

- **Lois de la réflexion régulière (spéculaire) : leçon de synthèse (2 P)**

Etablir les lois de la réflexion régulière sur base de photos du labyrinthe optique :

a) le faisceau incident, le faisceau réfléchi et la normale sont dans un même plan

b) l'angle d'incidence = l'angle de réflexion.

Principe de retour inverse.

Les élèves proposent, avec l'aide du professeur, un schéma pour justifier les caractéristiques de l'image virtuelle vue dans un miroir plan.

Exercices (**1P**)

- **Réfraction (1 P)**

Sur base des photos du labyrinthe optique, on observe la réfraction de la lumière lors d'un changement de milieu: le milieu est plus ou moins réfringent.

Principe de retour inverse.

Double réfraction dans une lame à faces parallèles, dans une lentille convergente ou divergente.

Les élèves réalisent des mesures d'angle dans une expérience de réfraction. Pour le dioptre air/verre ou air/eau, on a $r < i$. De façon générale, la relation $r(i)$ est non linéaire. Faire linéariser le graphique $r(i)$.

En conclusion, le professeur donne la relation de Snell-Descartes que les élèves sont chargés de vérifier à domicile.

- **Réfraction : leçon de synthèse (1 P)**

Le professeur donne les lois de la réfraction et fixe le vocabulaire.

Préciser l'ordre de grandeur des indices de réfraction (n) courants. Indiquer que n dépend de la température et de la longueur d'onde (couleur).

Principe de retour inverse de la lumière.

Réfraction et changement de vitesse de propagation (outil n°8).

Outil : 8

- **Réflexion totale (1 P)**

Sur base des photos du labyrinthe optique, le professeur établit les conditions de réflexion totale.

Définition de l'angle limite.

Démonstration: fibre optique ou jet d'eau, prisme à réflexion totale (catadioptre), double prisme (jumelles), applications médicales.

Exercices (**1P**)

- **Évaluation sommative 1 (1P)**

Il est possible d'inclure une partie expérimentale dans l'épreuve.

- **Lentilles (1 P)**

Sur base des photos du labyrinthe optique, on observe le pouvoir convergent ou divergent des lentilles (double réfraction). Identification de la distance focale *f*.

En comparant la position d'une source lumineuse et la distance focale, les élèves trouvent expérimentalement la position à donner à un objet pour que la lentille fournisse une image plus petite ou plus grande. Cette image est-elle réelle ou virtuelle ? Quels assemblages permettent de modéliser un appareil photo, une loupe, un projecteur ?

Détermination expérimentale de la distance focale *f* d'une lentille convergente. Le fait de retourner la lentille modifie-t-il le résultat ?

- **Lentilles : leçon de synthèse (2 P)**

Représentation schématique des lentilles.

Sur base des photos du labyrinthe optique, déterminer les propriétés du foyer et du centre optique des lentilles convergentes et divergentes.

Construction géométrique des images.

Formule des lentilles (relation de conjugaison).

Vergence *C* d'une lentille. $C = 1/f$ se mesure en dioptrie δ (*C* est positive ou négative suivant le type de lentille).

Conditions d'utilisation d'une lentille (conditions de Gauss).

Exercices (**2P**)

- **L'œil (1P)**

Fabrication d'un modèle d'œil ou utilisation d'un modèle didactique et comparaison avec le sténopé.

Défauts de l'œil (faisceau trop ou trop peu convergent, défaut d'accommodation).

Outil : 9

- **Couleurs (1 P)**

Expériences de décomposition de la lumière blanche par un prisme (ou par l'eau). En conclure que l'indice de réfraction peut varier en fonction de la couleur (milieu dispersif).

Composition de couleurs par l'observation des pixels d'un écran plat (ou de celui d'un smartphone). Couleurs primaires (complémentaires).

Couleurs d'un objet et éclairage.

Outils 10 : photonics explorer

- **R/C/D (2 P)**

Arc-en-ciel.
Relèvement apparent d'un objet immergé dans l'eau.
Ombres et éclipses.
Ératosthène.
Miroirs courbes.
Loupe.
Mesure de l'absorption lumineuse par un miroir plan.

- **Évaluation sommative 2 (1 P)**

Outils

Liste du rapport lm/W pour différents types de lampes :

- 40 à 100 lm/W : Ampoule basse consommation et tube fluorescent
- 40 lm/W : Ampoule halogène 24V/250W 50h de durée de vie
- 14 à 30 lm/W : Ampoule halogène 12V
- 10 à 23 lm/W : Ampoule halogène 230V
- 7 à 14 lm/W : Ampoule à incandescence classique
- 0.2 à 0.4 lm/W : flamme de bougie

Liste des niveaux d'éclairement minimum :

- rues, routes et autoroutes : 15 à 50 lux
- activité intermittente ou tâche simple : 125 lux
- mécanique moyenne, travail de bureau : 200 lux
- mécanique fine, dessins : 400 lux
- mécanique de précision, électronique : 600 lux
- tâches difficiles, laboratoires : 800 lux.
- Autres exemples d'éclairement :
- sensibilité d'une caméra bas niveau : 0,001 lux
- nuit de pleine lune : 0,5 lux
- rue de nuit bien éclairée : 20 - 70 lux
- local de vie : 100 – 200 lux
- appartement bien éclairé : 200 - 400 lux
- local de travail : 200 - 3 000 lux
- stade de nuit : 1 500 lux
- extérieur par ciel couvert : 500 lux à 25 000 lux
- extérieur en plein soleil : 50 000 à 100 000 lux.
- Constante solaire : 1370 W/m² hors atmosphère.
- Intensité lumineuse solaire (Puissance surfacique) : la moyenne, annuelle est 100 W/m², en Belgique

Bibliographie

Références scientifiques

Hecht, E. (1999). Physique. Louvain-La-Neuve : De Boeck.

Dupont, B. (1994). Unités et grandeurs. Paris : Nathan.

Houard S. (2011). Optique. Une approche expérimentale et pratique. Bruxelles : De Boeck.

Ouvrages pédagogiques (professeur)

Collectif de professeurs (2009). Optique -4- Physique 4e. Frameries : CTP.

Ray, C. (2007). La physique par les objets quotidiens. Paris : Belin.

Valeur, B. (2005). Lumière et luminescence. Paris : Belin.

Maitte, B. (2014). La lumière. Paris : Points-Seuil.

Sitographie

Physique à main levée : http://phymain.unisciel.fr/

Photonics explorer : http://www.eyest.eu/Programs/Photonics-Explorer

http://www.sciences.univ-nantes.fr

RÉFÉRENTIEL

RÉFÉRENTIEL

Annexe III

Compétences terminales et savoirs requis en sciences générales

HUMANITES GENERALES ET TECHNOLOGIQUES

PREAMBULE

Pourquoi une réécriture des référentiels ?

Il y a déjà plus de quinze ans, les acteurs scolaires prenaient connaissance de la réforme des compétences (1998-1999: mise en œuvre du décret du 24 juillet 1997 définissant les missions prioritaires de l'Enseignement Fondamental et de l'Enseignement Secondaire et organisant les structures propres à les atteindre). Dès ce moment et jusqu'à ce jour, les acteurs de terrain confrontés à l'énoncé des compétences de leur discipline n'ont cessé de poser des questions fondamentales, comme par exemple : « quand on me parle de telle compétence, de quoi s'agit-il en définitive? », « que me demande-t-on exactement d'enseigner ? », « comment vais-je m'y prendre pratiquement pour atteindre l'objectif ambitieux que l'on m'assigne ? ». Les référentiels conçus entre 1997 et 1999 ne répondaient guère à de telles préoccupations.

Si la question du « *comment enseigner* ? » relève bien des programmes et recommandations méthodologiques propres aux différents Pouvoirs Organisateurs et, plus encore, s'adresse à l'invention pédagogique quotidienne des enseignants, il n'en demeure pas moins que le législateur se doit d'être précis quant au « *quoi enseigner* ? ». En l'occurrence, concernant les compétences, il convient de les « modéliser » au moins en précisant, pour chacune d'elles, quelles sont les ressources à mobiliser, quels sont les processus ou démarches à activer et enfin quelles sont les productions à viser, et ce tant du point de vue de l'apprentissage que de celui de l'évaluation.

Modéliser une compétence, en terme de prescrits, c'est en affiner la représentation pour tous les acteurs et partenaires de l'apprentissage ; c'est aussi établir un contrat didactique

qui permet de définir des niveaux de maitrise communs à chaque étape importante du cursus (CEB, CE1D, CESS, CQ…) ; c'est enfin viser davantage de cohérence au fil des parcours scolaires.

En effet, force est de constater que notre enseignement, au vu de son organisation, connait certaines faiblesses structurelles. Notamment :

- l'hétérogénéité des programmes (des différents réseaux) les rend parfois quasi inconciliables et génère des inconvénients majeurs, particulièrement en cas de changement d'école et de réseau, mais aussi en cas d'élaboration d'épreuves d'évaluation externe ;

- des ruptures et des incohérences apparaissent dans les cursus d'apprentissages, tant au niveau des savoirs que des compétences ;

- dans les décrets relatifs aux socles de compétences et aux compétences terminales, les « savoirs requis » en vue de l'exercice de ces compétences ont souvent été définis de façon trop vague.

Ces considérations, maintes fois corroborées par le Service général de l'Inspection, appellent donc à la construction d'une planification réfléchie de l'enseignement des « compétences », et plus particulièrement des « ressources » et « processus » nécessaires à leur mise en œuvre. Il est important en effet :

- de veiller à une certaine continuité des apprentissages d'une année à l'autre, d'une école à l'autre, d'un réseau à l'autre,

- de préciser, en interréseaux, de manière consensuelle et pour un certain nombre de disciplines, des « ressources » qui sont réellement utiles à l'exercice des compétences et que l'on peut raisonnablement considérer comme les fondements d'une culture citoyenne dans le champ disciplinaire concerné.

Il fallait donc réécrire des référentiels qui soient plus précis, plus concrets, plus lisibles en termes de continuité, finalités et contenus des apprentissages et qui puissent favoriser l'organisation d'une planification coordonnée au sein d'un établissement, d'un degré et d'un champ disciplinaire par les acteurs concernés.

La réécriture desdits référentiels a été balisée par un cahier des charges destiné à fournir aux différents groupes de travail disciplinaires un cadre de référence commun. Celui-ci porte d'une part sur l'organisation cohérente des prescrits et d'autre part sur la modélisation des compétences telle qu'attendue. Les lignes qui suivent en synthétisent les éléments essentiels.

Des unités d'acquis d'apprentissage

Pour garantir la cohérence et la progression des apprentissages et en faciliter la planification par les équipes d'enseignants, le référentiel est présenté selon un découpage en unités d'acquis d'apprentissage (UAA). L'approche par unités d'acquis d'apprentissage permet d'organiser des ensembles cohérents, finalisés et évaluables, en fonction de la spécificité de chaque discipline, de ses domaines et objets propres. Chaque UAA vise la mise en place d'une ou plusieurs compétences disciplinaires.

- L'expression « **unité d'acquis d'apprentissage** » désigne « *un ensemble cohérent d'acquis d'apprentissage susceptible d'être évalué* ».
- L'expression « **acquis d'apprentissage**» désigne « *ce qu'un élève sait, comprend, est capable de réaliser au terme d'un processus d'apprentissage* ».
- Le terme **« compétence »** désigne « *l'aptitude à mettre en œuvre un ensemble organisé de savoirs, de savoir-faire et d'attitudes permettant d'accomplir un certain nombre de tâches* ».

Des ressources, des processus, des stratégies transversales

Le contenu d'une UAA permet l'exercice de compétences en construction tout au long du cursus de formation de l'élève. Pour s'inscrire dans une logique d'acquisition progressive et spiralaire de compétences, chaque unité liste les ressources mobilisées dans l'exercice des compétences visées et précise les processus mis en œuvre lors d'activités permettant de construire, d'entrainer ou d'évaluer les compétences concernées.

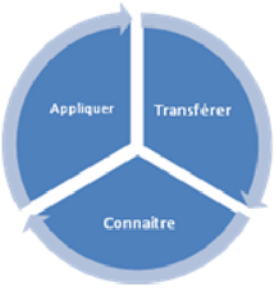
- Le listage de **ressources** permet d'identifier l'ensemble des savoirs, savoir-faire, attitudes et stratégies qui seront actualisés, découverts, mobilisés au cours de l'unité

d'apprentissage et qui s'avèrent incontournables lors de la réalisation de tâches relevant des compétences visées.

- L'identification de **processus** permet de distinguer des opérations de nature, voire de complexité différente, classées selon trois dimensions :

- connaitre = Construire et expliciter des ressources
- appliquer = Mobiliser des acquis dans le traitement de situations entrainées
- transférer = Mobiliser des acquis dans le traitement de situations nouvelles

Ces trois dimensions ne sont pas nécessairement présentes ou développées de la même façon dans toutes les UAA, et ce en fonction des étapes progressives du cursus suivi par l'élève. En outre, leur ordre de succession n'est pas prédéterminé : elles peuvent se combiner et interagir de différentes façons, comme le suggère le schéma ci-dessous. Ainsi, la présentation de ces trois dimensions sous la forme d'interactions vise à souligner le fait que les connaissances ne constituent pas un donné, mais se (re)construisent et (re)configurent au fil des activités d'application et de transfert.



- Les UAA peuvent également faire appel à des démarches ou procédures générales qui, par leur réinvestissement répété dans des contextes variés, prennent un caractère transversal, soit intradisciplinaire (démarche expérimentale, démarche historienne, démarche géographique...) soit transdisciplinaire (techniques de communication écrite ou orale, utilisation d'outils informatiques...) : par convention, elles sont ici dénommées « **stratégies transversales** ». En les explicitant, on évite de les mobiliser comme si elles allaient de soi pour l'élève et ne nécessitaient pas des apprentissages spécifiques.

Des connaissances

L'intentionnalité et l'opérationnalité données aux apprentissages selon la logique « compétences » n'impliquent pas, pour autant, d'éluder la nécessité didactique de mettre en place, progressivement, des **savoirs et savoir-faire décontextualisés des situations d'apprentissage et des tâches d'entrainement**, afin d'en assurer la maitrise conceptualisée (connaitre) et surtout la mobilisation dans des situations entrainées (appliquer) ou relativement nouvelles (transférer).

Dans chaque unité, la dimension « **connaitre** » correspond à la nécessité d'outiller les élèves de connaissances suffisamment structurées et détachées d'un contexte déterminé, susceptibles de pouvoir être mobilisées indifféremment d'une situation donnée à l'autre (lors de tâches d'application et/ou de transfert).

Les **savoirs** (en particulier les outils conceptuels : notions, concepts[1], modèles[2], théories[3]) et les **savoir-faire** (en particulier les procédures, démarches, stratégies) doivent être identifiables, en tant que tels, par l'élève, à l'issue de son apprentissage, pour qu'il puisse les mobiliser en toute connaissance de cause quelle que soit la situation contextuelle de la tâche à résoudre.

Il ne s'agit donc pas de capitaliser des savoirs de manière érudite ou de driller des procédures de manière automatique, mais de développer chez l'élève un **niveau** « **méta** » : être capable à la fois d'expliciter ses connaissances ou ses ressources, et de justifier les conditions dans lesquelles celles-ci peuvent être mobilisées. Il importe en effet de développer chez l'apprenant la conscience de ce que l'on peut faire de ses connaissances et compétences : « *je sais quand, pourquoi, comment utiliser tel savoir* (concept, modèle, théorie…) *ou tel savoir-faire* (procédure, démarche, stratégie…) ». Développer une telle capacité « méta » vise déjà un niveau de compétence relativement complexe.

---

[1] Les termes « **notion** » et « **concept** » sont parfois synonymes. Ils réfèrent l'un et l'autre à une représentation utilisée pour parler d'une situation ou d'une famille de situations : généralement, on utilise plutôt le terme « concept » dans un cadre théorique explicite (par exemple, le concept d'*accélération* en physique ou d'*immigration* en histoire) et le terme « notion » dans une approche moins formalisée (par exemple, la notion de *souffrance* qui peut varier selon les paradigmes disciplinaires). Nous retiendrons la définition du concept de BRITT-MARI-BARTH : « Un concept est une construction culturelle produite par une démarche d'abstraction» dans BRITT-MARI BARTH, *Le savoir en construction*, Retz, Paris, 1993, pp.80-81.

[2] Le terme « **modèle** » (ou modélisation) désigne une construction matérielle ou mentale qui permet de rendre compte du réel, avec une plus ou moins grande complexité : par exemple, le modèle de la *cellule*.

[3] Le terme « **théorie** » désigne généralement un modèle élaboré qui intègre et synthétise une série d'autres modèles : par exemple, la théorie de l'*évolution* en biologie.

Des applications et des transferts

Il est opportun, dans le cadre de l'apprentissage comme de l'évaluation des compétences, de distinguer des tâches ou productions qui sont de l'ordre de l'application et des tâches ou productions qui sont de l'ordre du transfert.

- Dans **l'application**, la variation des paramètres entre tâches entrainées et tâches « nouvelles » est faible : on exige moins d'autonomie de la part de l'élève. Les tâches sont en quelque sorte « standardisées » et « routinisées ». La compétence de lecture de la consigne n'en reste pas moins déterminante.

  Le caractère standard d'une situation ou d'un problème proposé est identifiable par rapport aux paramètres qui délimitent la classe des problèmes ou des situations pour le traitement desquels les conceptualisations et les procédures adéquates sont connues de l'élève. Les tâches d' application portent donc sur des problèmes ou situations parents de ceux travaillés en classe et susceptibles d'être résolus par l'élève en fonction de problèmes ou situations « phares » qui serviront de référents pour résoudre ce type de problèmes ou situations.

- Dans le **transfert**, la variation des paramètres entre tâches entrainées et tâches « nouvelles », est plus forte : on attend un plus grand degré d'autonomie de la part de l'élève. Le transfert, comme l'application, est le résultat d'un apprentissage : l'élève doit avoir pris conscience que ce qu'il apprend est transférable à certaines conditions, doit pouvoir identifier la famille (ou classe) de tâches, de problèmes ou de situations où tel transfert est possible, doit avoir appris à construire des homologies entre des tâches, problèmes, situations, contextes tout en relevant des différences qui nécessiteront des ajustements au moment du transfert.

De l'application au transfert :

Plus une tâche combine les différents paramètres ci-dessous, plus elle tend vers le transfert des connaissances et compétences

+ **Autonomie** de l'apprenant : utilisation à bon escient des acquis d'apprentissage sans être guidé dans ses choix

+ **Recontextualisation** des acquis d'apprentissage dans des situations relativement différentes des situations-types d'apprentissage

+ **Capacité d'ajuster** un concept, un modèle, une procédure, une stratégie… en fonction d'un contexte spécifique

+ **Capacité d'assembler/intégrer** des ressources diverses

Concrètement, le référentiel se présente sous la forme de fiches formatées **sur la base des mêmes paramètres**.

- **La partie supérieure** permet d'identifier l'unité d'acquis d'apprentissage, en précisant le domaine disciplinaire concerné et les finalités du processus d'apprentissage en termes de compétences.
- **Le volet inférieur** décrit l'UAA d'un point de vue opérationnel : les ressources incontournables pour l'exercice des compétences, les processus mis en œuvre dans des activités, les stratégies transversales convoquées.

Qui rédige les référentiels ?

Le processus de production des référentiels de compétences terminales est fixé par le décret « Missions »[4].
Selon les termes décrétaux, les groupes de travail chargés de produire les référentiels « sont composés de représentants de l'enseignement secondaire, de l'inspection et de l'enseignement supérieur. Les groupes de travail entendent, à titre d'expert, toute personne qu'ils jugent utile. Le nombre total des représentants de l'enseignement supérieur ne peut être supérieur au nombre de représentants de l'enseignement secondaire ».
En cours de travail, des échanges avec des groupes-tests composés entre autres d'enseignants de la discipline ont été menés pour enrichir et amender les productions.
Tant dans les groupes de travail que dans les groupes-tests les acteurs de terrain sont donc présents.

[4] Article 25 pour les Humanités générales et technologiques et article 35 pour les Humanités professionnelles et techniques. Le mode d'organisation et de fonctionnement de ces groupes est précisé par l'Arrêté du Gouvernement de la Communauté française en date du 29 octobre 1997.

INTRODUCTION – Sciences générales

«Il ne faut pas bourrer un jeune esprit de faits, de noms et de formules. Pour les connaître, on n'a pas besoin de cours, on les trouve dans les livres. L'enseignement devrait s'employer uniquement à apprendre aux jeunes à penser, à leur donner cet entraînement qu'aucun manuel ne peut remplacer. »

Albert Einstein (1879-1955)

Les premières compétences terminales et savoir requis en sciences datent de 2001. En tenant compte des objectifs identifiés par le décret « Missions », ils ont constitué un socle commun pour déterminer ce qui était attendu de l'enseignement des sciences au niveau des compétences terminales.
Ces textes ont fait l'objet d'interprétations variées des compétences et des savoirs disciplinaires. Ils sont donc réécrits afin de définir plus précisément les compétences et les contenus à maîtriser.

Sciences générales

Cette formation est vivement recommandée aux élèves qui se destinent à des études supérieures de type scientifique.

1. Des objectifs clairs

Il s'agit tout à la fois de soutenir l'intérêt de jeunes pour les sciences et de faire comprendre que la biologie, la chimie et la physique :

- sont des sciences qui, grâce à une meilleure compréhension du monde, éclairent les personnes sur les questions qu'elles se posent concernant leur bien-être, leur sécurité et leur environnement ;
- sont en interaction étroite avec les développements technologiques ;
- font continuellement appel à des modèles, modèles avec leurs limites, qui permettent de décrire une réalité souvent complexe ;
- sont des sciences expérimentales contribuant à mettre en place des démarches rationnelles aptes à résoudre des problèmes ;
- confrontent sans cesse les représentations spontanées à des modèles établis ;
- doivent être articulées à d'autres disciplines pour donner une vision globale de la réalité ;
- sont nées et se développent dans des contextes culturels, socioéconomiques et techniques précis ;
- sont propices à une réflexion d'ordre éthique ;
- utilisent les raisonnements inductif déductif, systémique et par analogie.

Pour atteindre ces objectifs, il importe de développer chez les élèves les attitudes et les capacités liées à la pratique scientifique dans une perspective citoyenne.

Attitudes indispensables pour la pratique scientifique
L'honnêteté intellectuelle impose, par exemple,

- de rapporter ce que l'on observe et non ce que l'on pense devoir observer ;
- de reconnaître les limites du travail entrepris ;
- de s'investir dans une étude sérieuse et une analyse critique des questions mises au débat.

L'équilibre entre ouverture d'esprit et scepticisme suppose, entre autres,

- d'être ouvert aux idées nouvelles et inhabituelles, mais de suspendre son jugement s'il n'existe pas de données plausibles ou d'arguments logiques à l'appui de ces idées ;
- de reconnaître les explications inconsistantes, les généralisations abusives et les failles dans une argumentation ;
- de se poser la question : « Comment est-on arrivé à ces conclusions ? »;
- de chercher à se documenter à diverses sources, en confrontant les informations recueillies.

La curiosité conduit à s'étonner, à se poser des questions sur les phénomènes qui nous entourent et à y rechercher des réponses.
Le souci d'inscrire son travail dans celui d'une équipe.

Capacités indispensables pour la pratique scientifique

1. S'approprier des concepts fondamentaux, des modèles et des principes.
2. Evaluer la portée et les limites des modèles et des principes.
3. Conduire une recherche et utiliser des modèles.
4. Utiliser des procédures expérimentales.
5. Bâtir un raisonnement logique.
6. Utiliser des procédures de communication.
7. Résoudre des applications numériques.
8. Utiliser les outils mathématiques et informatiques adéquats.
9. Comprendre que les connaissances actuelles en sciences ont une histoire.
10. Etablir des liens entre les développements des sciences et des technologies.
11. Etre capable de synthétiser son point de vue et de le défendre au cours d'un débat.

2. Le rôle des enseignants

Cette formation scientifique joue un rôle essentiel pour aider les jeunes à comprendre les enjeux du XXI^{e} siècle. Chaque enseignant, en charge de cette formation, a donc un rôle primordial en vue d'assurer la réussite et l'intérêt des élèves pour les disciplines scientifiques.
Ces deux aspects de réussite et d'intérêt seront le mieux assurés si l'enseignant place l'élève dans un environnement d'apprentissage convivial et si 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 ces activités qui ont un sens pour l'élève.

3. La présentation

En sciences comme dans les autres disciplines, la présentation est celle d'unités d'acquis d'apprentissage.
L'ensemble des UAA est structuré par discipline et comprend de 3 à 5 unités d'acquis d'apprentissage en physique, chimie, et biologie, par degré. Cela n'exclut évidemment pas le travail interdisciplinaire. Au 2e degré, l'objectif principal est d'apprendre à « voir le monde comme un scientifique ». Au 3e degré, l'objectif premier est d'apprendre à « agir sur le monde comme un scientifique ».

L'épistémologie des sciences conduit à quelques spécificités dans l'écriture des UAA.

Chaque UAA fait référence à une ou plusieurs compétences à développer qui sont contextualisées et globalisantes (elles décrivent ce qui est attendu de l'élève au terme de l'UAA).

Les activités qui éclairent la ou les compétences à développer, intègrent les ressources qui y trouvent là leur sens. Elles **sont réparties dans les trois processus** de manière non hiérarchisées et s'expriment sous forme de tâches que l'élève doit pouvoir mettre en œuvre avec une certaine autonomie. Les diverses UAA sont autant d'occasions d'appliquer une démarche scientifique.

Le processus « Connaître » propose des activités qui permettent à l'élève de se construire une culture scientifique. Au cours de ces activités, l'élève s'approprie le langage scientifique et articule des concepts scientifiques entre eux : il modélise peu à peu le monde en une représentation conforme à celle des scientifiques.
Il s'agit pour l'élève, plutôt que de restituer des connaissances, de les expliciter après s'en être construit une image mentale.
Dans le cas de « Appliquer », l'élève traite des situations entraînées en mobilisant des acquis et en appliquant une procédure qui, suivie pas à pas, mène au résultat attendu.
Les activités proposées dans le cadre de « Transférer » correspondent également à des situations entraînées mais présentant un certain caractère de nouveauté. La gestion de la situation nécessite également de mobiliser des acquis mais la procédure à suivre doit être adaptée, voire même imaginée.

4. La démarche scientifique

Afin d'assurer chez les élèves de la motivation pour les sciences et des apprentissages en profondeur, il faut qu'ils aient des occasions de participer activement. Et l'une des meilleures

opportunités consiste à mettre les élèves en situation d'investigation, ce qui leur permet en même temps de pratiquer une démarche scientifique.

Cette démarche est un processus au cours duquel les élèves ont l'occasion de pratiquer soit l'observation, l'expérimentation, le débat ou encore la consultation de documents et d'experts. Ils élaborent alors, sous la direction de l'enseignant, des réponses à des questions de recherche et construisent leur propre compréhension de concepts scientifiques. Il convient de privilégier cette démarche dans la pratique de classe, soit de manière souple avec toute la classe, soit de manière plus aboutie avec de petits groupes d'élèves.

La mise en œuvre d'une démarche d'investigation permet l'exercice d'un grand nombre de stratégies transversales qui ont été classés ci-dessous en 3 domaines. Il va de soi que, lors d'une recherche particulière, seuls certains de ces savoir-faire sont exercés.

Appropriation du problème

- Repérer un problème de nature scientifique, poser des questions s'y rattachant.
- Emettre une hypothèse.
- Identifier les variables dépendantes et indépendantes.
- Participer à la mise au point d'un protocole d'expérience.
- Planifier une expérience.

Recueil des informations

- Mener une recherche documentaire.
- Recueillir et sélectionner des informations.
- Consulter des experts.
- Appliquer une stratégie de résolution de problème.
- Mener à bien une expérience.
- Observer et recueillir des données.
- Développer des habiletés manuelles.
- Respecter des consignes.
- Prendre les précautions nécessaires pour assurer sa sécurité ou celle d'autrui.

Traitement et communication des informations

- Analyser, interpréter et critiquer des données.
- Exploiter des résultats de mesure.
- Présenter des données (grandeurs et unités, tableaux, graphiques) avec rigueur.
- Valider ou invalider une hypothèse.
- Modéliser une situation.
- Tirer une conclusion et la justifier (en analysant son rapport avec le problème de départ).
- Expliquer un phénomène.
- Résoudre une application numérique.
- Communiquer des résultats et des conclusions dans un langage scientifique.
- Utiliser un mode de communication adapté au public concerné.

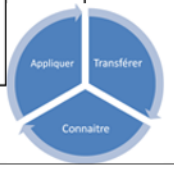
Remarque concernant la place de l'expérience
L'expérience est un moyen couramment utilisé dans le cadre d'une démarche de recherche. Pour les élèves, l'expérience est également un moyen privilégié pour percevoir ou ressentir un phénomène ou un concept. Pour ces raisons, il convient que les élèves aient, le plus souvent possible, l'occasion de réaliser des expériences dans un local disposant d'un matériel adapté.

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 1

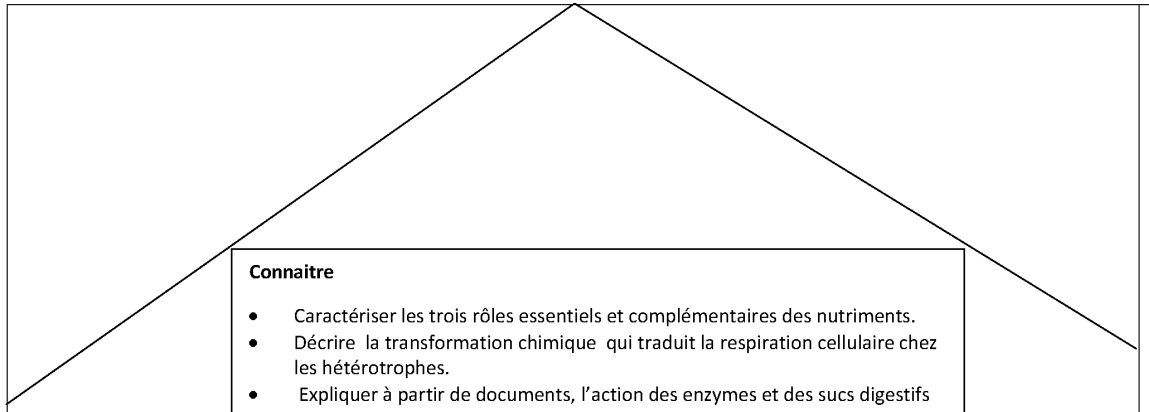
« Nutrition et production d'énergie chez les hétérotrophes »

Compétences à développer

- **Expliquer les mécanismes de digestion des aliments, d'absorption des nutriments et de production d'énergie chez les hétérotrophes.**
- **Expliquer les bases qualitative et quantitative d'une alimentation « équilibrée ».**

Processus	Ressources
Appliquer • A partir d'expériences, ➢ identifier les principales molécules organiques présentes dans quelques aliments (par exemple : pain, lait,…) à l'aide de tests d'identification ; ➢ mettre en évidence l'action chimique de quelques sucs digestifs sur la décomposition des aliments, ainsi que quelques paramètres qui influencent cette action (par exemple : température, acidité du milieu,…). • A partir de documents (règles simples de diététiques, tables,…), ➢ analyser le menu d'une journée ; ➢ choisir et calculer un régime équilibré en fonction de différents paramètres (par exemple : l'âge, les activités sédentaires, les activités sportives, …) **Transférer** • Expliquer, à partir d'une démarche d'investigation, que la respiration n'est pas la seule réaction possible pour produire de l'énergie (par exemple : la fermentation alcoolique, l'apparition de crampes suite à la fermentation lactique). • Réaliser une recherche documentaire sur les troubles du comportement alimentaire (par exemple : obésité, boulimie, « malbouffe », …) afin de relier « déséquilibre entre apports et dépenses énergétiques » et « problèmes de santé ». 	**Pré-requis** • Producteurs et consommateurs • Système digestif **Savoirs disciplinaires** • Hétérotrophes • Rôles des nutriments (énergétique, plastique et fonctionnel) • Absorption des nutriments • Rôles des glucides, des protéines, des lipides, des vitamines, des sels minéraux et de l'eau • Enzyme digestive • Suc digestif • Respiration cellulaire [5] • Fermentation • Règles simples de diététique • Ration alimentaire

[5] Pour la respiration, se limiter à la transformation chimique, les équations chimiques seront vues dans l'UAA 2 de chimie.



Connaitre

- Caractériser les trois rôles essentiels et complémentaires des nutriments.
- Décrire la transformation chimique qui traduit la respiration cellulaire chez les hétérotrophes.
- Expliquer à partir de documents, l'action des enzymes et des sucs digestifs sur la digestion des glucides, des protéines et des lipides au cours de la digestion.
- Expliquer l'absorption des nutriments, à partir de documents.
- Définir les règles de base d'une alimentation équilibrée.

Savoir-faire disciplinaires

- Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.
- Réaliser un bilan fonctionnel.

Sciences générales – Deuxième degré — Troisième année - Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« Importance des végétaux verts à l'intérieur des écosystèmes »

Compétences à développer

- **Décrire et modéliser la nutrition et la production d'énergie chez les végétaux verts.**
- **Décrire et modéliser de manière simple une cellule végétale.**
- **Expliquer les relations qui interviennent dans un écosystème en état d'équilibre dynamique.**

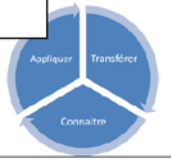
Processus

Appliquer

- Rechercher des facteurs susceptibles de favoriser la photosynthèse (par exemple : lumière (intensité, couleur), gaz carbonique, eau, chlorophylle), à l'aide d'une démarche expérimentale.
- Comparer les quantités d'oxygène produites lors de la photosynthèse et consommées lors de-la respiration d'un végétal vert.
- A l'aide d'observations au microscope optique :
  - ➢ - identifier les principaux constituants et réaliser des croquis d'observation de différentes cellules végétales ;
  - ➢ - déterminer l'ordre de grandeur de la dimension d'une cellule végétale.
- A partir de documents (photographies, vidéos, ...), retrouver et caractériser dans un écosystème donné :
  - ➢ des relations inter-spécifiques entre les êtres vivants ;
  - ➢ des relations intraspécifiques entre les êtres vivants ;
  - ➢ des relations entre les êtres vivants et leur biotope.
- Montrer à l'aide de différents réseaux trophiques le lien entre la diversité des espèces et la stabilité d'un écosystème.

Transférer

- Par le biais d'une approche expérimentale, analyser un écosystème simple (par exemple : la haie, la mare, le chêne, l'aquarium,...) et expliquer comment l'écosystème tend vers un état d'équilibre.



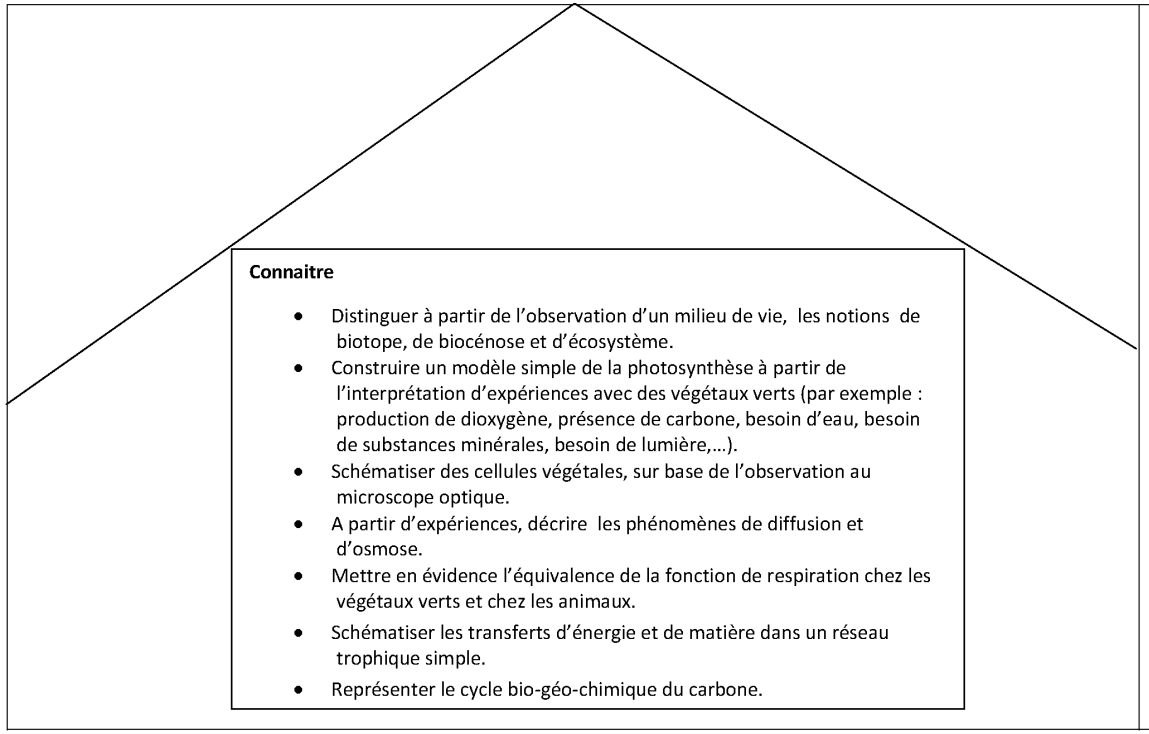
Ressources

Pré-requis

- Réseau trophique
- UAA 1 de chimie
- UAA 1 de biologie

Savoirs disciplinaires

- Espèce
- Biotope
- Biocénose
- Ecosystème
- Facteurs biotiques et abiotiques
- Autotrophe / hétérotrophe
- Rôles des glucides (glucose, amidon, cellulose)
- Sève minérale /sève brute
- Sève organique/ sève élaborée
- Photosynthèse (équation bilan)
- Respiration (équation bilan)
- Cellule végétale (noyau, plastes, vacuole, membrane cytoplasmique, paroi cellulosique, cytoplasme)



Connaitre

- Distinguer à partir de l'observation d'un milieu de vie, les notions de biotope, de biocénose et d'écosystème.
- Construire un modèle simple de la photosynthèse à partir de l'interprétation d'expériences avec des végétaux verts (par exemple : production de dioxygène, présence de carbone, besoin d'eau, besoin de substances minérales, besoin de lumière,…).
- Schématiser des cellules végétales, sur base de l'observation au microscope optique.
- A partir d'expériences, décrire les phénomènes de diffusion et d'osmose.
- Mettre en évidence l'équivalence de la fonction de respiration chez les végétaux verts et chez les animaux.
- Schématiser les transferts d'énergie et de matière dans un réseau trophique simple.
- Représenter le cycle bio-géo-chimique du carbone.

- Osmose, diffusion
- Relations interspécifiques entre les vivants (par exemple, parasitisme, commensalisme, symbiose, mutualisme, prédation)
- Relations intraspécifiques entre les vivants (par exemple, compétition, coopération)
- Transferts de matière et flux d'énergie
- Cycle du carbone

Savoir-faire disciplinaires

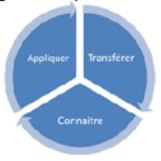
- Utiliser un microscope optique.
- Calculer un grossissement.
- Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.
- Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.
- Utiliser une technique de coloration afin de réaliser une préparation microscopique.
- Réaliser un bilan fonctionnel.

Sciences générales – Deuxième degré — Quatrième année – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 3

« Unité et diversité des êtres vivants »

Compétences à développer

- **Malgré leur extraordinaire diversité, mettre en évidence les ressemblances (moléculaires, cellulaires) entre les êtres vivants.**
- **Expliquer que la molécule d'ADN contient l'information génétique.**
- **Expliquer l'universalité et la variabilité de l'ADN.**

Processus	Ressources
Appliquer • Comparer des tailles relatives de molécules et de cellules (par exemple : d'une cellule animale, d'une cellule végétale, d'une bactérie, d'une mitochondrie, d'une macromolécule organique, d'une molécule d'eau, d'un atome de carbone,…). • A partir de l'analyse de documents décrivant une mutation (par exemple : individus d'une même espèce avec un pelage de couleur différente, drépanocytose, …), expliquer les conséquences de la variabilité de l'ADN au sein d'une espèce. • Comparer la mitose et la méiose sur base d'images de coupe de microscope optique. • Comparer des photographies de caryotypes provenant de cellules différentes. • Résoudre un problème simple de monohybridisme. **Transférer** • A partir de photographies réalisées au microscope (optique ou électronique), identifier et schématiser la cellule photographiée (animale, végétale ou bactérienne). • A partir de l'analyse de résultats expérimentaux montrant les variations de la quantité d'ADN au cours du cycle cellulaire, interpréter un graphique de l'évolution de la quantité d'ADN au cours du temps. 	**Prérequis** • UAA 1 & 2 de Biologie **Savoirs disciplinaires** • Cellule végétale • Cellule animale • Cellule bactérienne • Structure et ultrastructure cellulaire (mitochondries, lysosomes, REG, Golgi, ribosomes, noyau, membrane plasmique, paroi cellulosique, chloroplastes) • Macromolécules organiques (glucides, protéines, lipides, ADN). Représentation schématique • Information génétique (ADN – chromosomes-chromatine) • Gène (unité d'information) et allèles • Nucléotide • Mutation • Cycle cellulaire (réplication de l'ADN, mitose) • Caryotype • Méiose • Monohybridisme

Connaitre

- Sur base de l'observation d'images de microscopie optique et électronique, modéliser la structure et l'ultrastructure cellulaire.
- A partir de documents, identifier les éléments chimiques caractéristiques (C, H, O, N) des molécules qui constituent les êtres vivants (eau et macromolécules organiques (protéines, glucides, ADN, lipides)).
- Réaliser une représentation schématique de la molécule d'ADN (échelle torsadée), à partir de documents.
- Décrire une expérience de transgénèse montrant que l'ADN est une molécule contenant une information universelle.
- Etablir le lien entre chromosomes, ADN et information génétique.
- Identifier les origines des mutations.
- Décrire les phases du cycle cellulaire et expliquer le rôle de la mitose.
- Expliquer les rôles de la méiose et de la fécondation quant à la diversité génétique.
- Mettre en parallèle les observations de Mendel (expérience de monohybridisme) et la formation des gamètes lors de la méiose.

Savoir-faire disciplinaires

- Utiliser un microscope optique.
- Réaliser un croquis d'observation et l'annoter.
- Evaluer l'ordre de grandeur d'une cellule.
- Extraire des informations de photographies réalisées au microscope. (utiliser l'échelle du document, identifier les organites,…).
- Comparer des schémas de cellules,….

Sciences générales – Deuxième degré — Quatrième année – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« Une première approche de l'évolution »

Compétences à développer

- **A partir des ressemblances entre les êtres vivants, induire que ces êtres vivants, malgré leur extraordinaire diversité, ont une origine commune.**
- **A partir de l'observation des modifications de la biodiversité au cours du temps, émettre une première explication sur la manière dont les espèces évoluent (sélection naturelle sur les différents types d'allèles).**

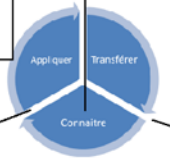
Processus

Appliquer

- Comparer l'organisation de membres antérieurs de vertébrés et décrire les caractéristiques probables du membre antérieur de leur ancêtre commun.
- Etablir les correspondances entre un tableau simple de caractères relatifs à différentes espèces et l'arbre phylogénétique correspondant.
- Repérer, sur une ligne du temps, les 5 grandes crises subies par la biodiversité et rechercher pour quelques-unes les causes supposées.

Transférer

- Sur base de l'analyse de documents, expliquer comment évoluent les espèces (par exemple : les pinsons des îles Galápagos, les moustiques du métro de Londres, les souris de Madère ….).
- Comparer différentes séquences moléculaires (ADN, protéines, …) et sérier en justifiant, leur ordre probable d'apparition.



Connaitre

- Relever des ressemblances (cellulaires, moléculaires, anatomiques,…) entre êtres vivants.
- Expliquer comment on caractérise une espèce.
- Interpréter un arbre phylogénétique.
- Décrire les trois niveaux de biodiversité (niveaux de la génétique, des espèces et des écosystèmes), à partir de différentes observations.
- A partir d'une approche historique (Darwin), expliquer comment la sélection naturelle influence l'évolution d'une espèce.

Ressources

Prérequis

- UAA 1 à 3 de Biologie

Savoirs disciplinaires

- Espèce
- Biodiversité
- Chronologie de l'évolution
- Ancêtre commun hypothétique
- Innovation évolutive
- Sélection naturelle
- Arbre phylogénétique
- Structures analogue et homologue

Savoir-faire disciplinaires

- Comparer des schémas, des planches anatomiques, des séquences moléculaires,….
- Lire et interpréter un arbre phylogénétique.

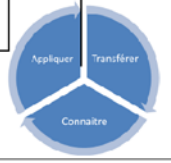
Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 1

« Constitution et classification de la matière »

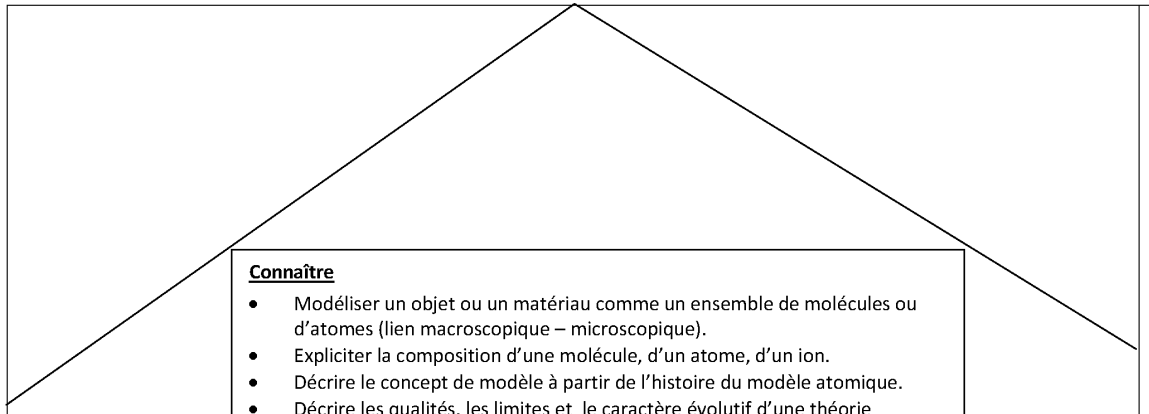
Compétences à développer

- **Décrire et modéliser les différents niveaux d'organisation de la matière.**
- **Analyser le tableau périodique des éléments pour en extraire des informations pertinentes.**
- **Décrire les qualités, les limites et le caractère évolutif d'une théorie scientifique.**

Processus	Ressources

Appliquer
• Schématiser un atome et un ion selon un modèle atomique déterminé.
• Extraire du tableau périodique des éléments les informations utiles pour :
  ○ estimer la masse atomique relative d'un élément (atome, ion) ;
  ○ modéliser a répartition des particules subatomiques selon le modèle de Bohr.
• Distinguer un métal d'un non-métal sur base de caractéristiques macroscopiques (conductivité, éclat, ductilité).
• Distinguer le caractère métallique/non-métallique d'un élément en fonction de sa place dans le tableau périodique des éléments. Prévoir la charge attendue de l'ion correspondant.
• Préparer une solution de concentration massique connue.
 	
Transférer
• Mener une expérience de conductivité pour déceler la présence d'ions dans un milieu naturel (par exemple : eau de mer, engrais liquide, liquide physiologique, eau minérale, ...).
• Construire un protocole expérimental visant à séparer les constituants d'un mélange et le mettre en œuvre.
 	

 	
	Savoirs disciplinaires
	Objets macroscopiques
	• Corps pur, simple, composé
	• Mélange
	• Solvant, solution, soluté
	• Métaux, non-métaux
	• Elément
	• Gaz noble
	Objets microscopiques
	• Espèce chimique
	• Molécule
	• Atome (modèles de Dalton, Thomson, Rutherford, Rutherford – Chadwick, Bohr)
	• Ion, cation, anion
	• Charge[20], proton, neutron, électron
	Atomes, éléments, familles
	• Masse atomique relative
	• Nombre atomique
	• Symbolisme
	• Nomenclature atomique
	• Electronégativité
	• Nom des familles a.
	Phénomène chimique
	Concentration massique

[20] Notion de charges électriques (vue dans l'UAA 1 en physique)



Connaître

- Modéliser un objet ou un matériau comme un ensemble de molécules ou d'atomes (lien macroscopique – microscopique).
- Expliciter la composition d'une molécule, d'un atome, d'un ion.
- Décrire le concept de modèle à partir de l'histoire du modèle atomique.
- Décrire les qualités, les limites et le caractère évolutif d'une théorie scientifique à partir de l'histoire de la théorie atomique.
- Connaître les symboles des éléments rencontrés lors du cours de chimie (pas d'étude exhaustive).
- Décrire des corps purs simples et des corps purs composés, choisis pour représenter chacun des états de la matière. Fournir des exemples d'utilisation de ces corps dans la vie courante.
- A partir de la visualisation de réactions (observées, filmées,…), classer les éléments d'une même famille sur base de propriétés chimiques analogues.
- Illustrer le concept d'ion au travers d'une situation expérimentale et d'une situation quotidienne.
- Relier l'électronégativité d'un ensemble d'éléments à leur caractère métallique. Associer l'inertie des gaz nobles à l'absence d'électronégativité.

Savoir-faire disciplinaires

- Calculer la concentration massique d'une solution.
- Distinguer un métal d'un non-métal à l'aide du tableau périodique des éléments.
- Extraire les informations (nombre de protons, de neutrons, d'électrons, électronégativité, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments.
- Mesurer une masse et préciser l'incertitude
- Mesurer un volume et préciser l'incertitude en fonction du récipient choisi.
- Nommer les principales pièces de verrerie
- Filtrer, distiller, décanter, séparer par chromatographie.

Stratégie transversale

- Percevoir les limites d'un modèle (sur base de l'histoire de la théorie atomique).

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« La réaction chimique : approche qualitative »

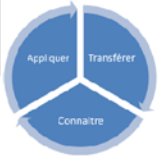
Compétences à développer

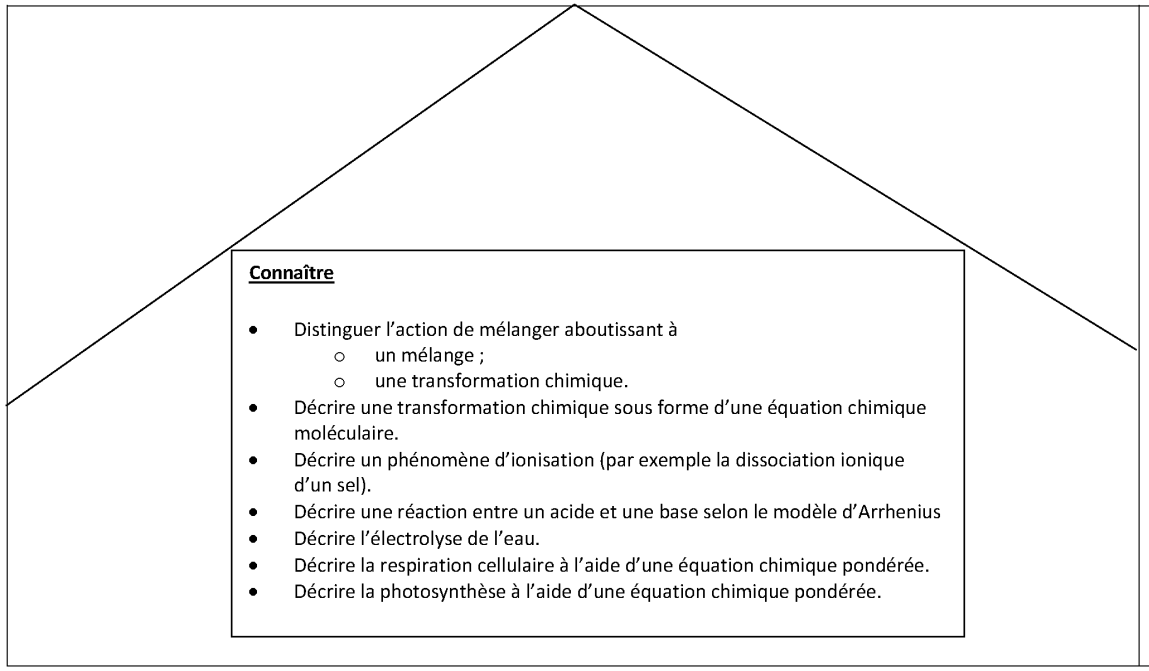
Réaction chimique

- **A partir de l'observation d'un phénomène chimique, décrire le réarrangement moléculaire et traduire la réaction chimique par une équation pondérée.**

Fonction chimique

- **A partir d'expériences et de propriétés observables, classer les espèces moléculaires selon leur fonction chimique.**
- **Expliquer des propriétés de substances usuelles en lien avec leur fonction chimique.**

Processus	Ressources
Appliquer • A partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire. • Traduire un phénomène d'ionisation par une équation. • A partir d'un protocole expérimental, effectuer une réaction chimique et pondérer l'équation correspondante lors des expériences suivantes : ○ combustion d'un métal, ○ combustion d'un non-métal, ○ neutralisation, ○ réaction entre un acide et un métal, ○ réaction entre un oxyde et l'eau. • Associer une formule chimique à une fonction chimique. • Identifier le risque associé à un pictogramme de danger donné pour des substances usuelles. **Transférer** • Traduire en une équation chimique un phénomène chimique ○ montré, ○ expérimenté, ○ décrit. • Mener une démarche d'investigation afin d'identifier la fonction chimique d'un composé à partir d'expériences et prévoir son usage dans la vie quotidienne. • Expliquer la présence de pictogrammes de danger en lien avec la fonction chimique du réactif. 	**Pré-requis** UAA 1 de chimie **Savoirs disciplinaires** • Phénomène chimique ○ Transformation chimique (observation empirique d'un phénomène chimique) ○ Réaction chimique (interprétation moléculaire, ionique, …, d'un phénomène chimique) ○ Equation chimique • Réactifs, produits • Coefficients stœchiométriques • Indices • Fonction chimique (acide, base, sel, oxyde) • Valence et/ou état d'oxydation • Indicateur coloré • Modèle d'Arrhenius • Electrolyse • Pictogrammes de danger



Connaître

- Distinguer l'action de mélanger aboutissant à
  - un mélange ;
  - une transformation chimique.
- Décrire une transformation chimique sous forme d'une équation chimique moléculaire.
- Décrire un phénomène d'ionisation (par exemple la dissociation ionique d'un sel).
- Décrire une réaction entre un acide et une base selon le modèle d'Arrhenius
- Décrire l'électrolyse de l'eau.
- Décrire la respiration cellulaire à l'aide d'une équation chimique pondérée.
- Décrire la photosynthèse à l'aide d'une équation chimique pondérée.

Savoir-faire disciplinaires

- Ecrire une équation chimique.
- Pondérer une équation chimique.
- Extraire les informations (valence, état d'oxydation) du tableau périodique des éléments.
- Réaliser un mélange.
- Respecter un protocole expérimental décrivant un phénomène chimique.
- Recueillir un gaz.

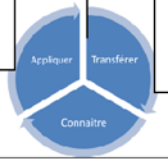
Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 3

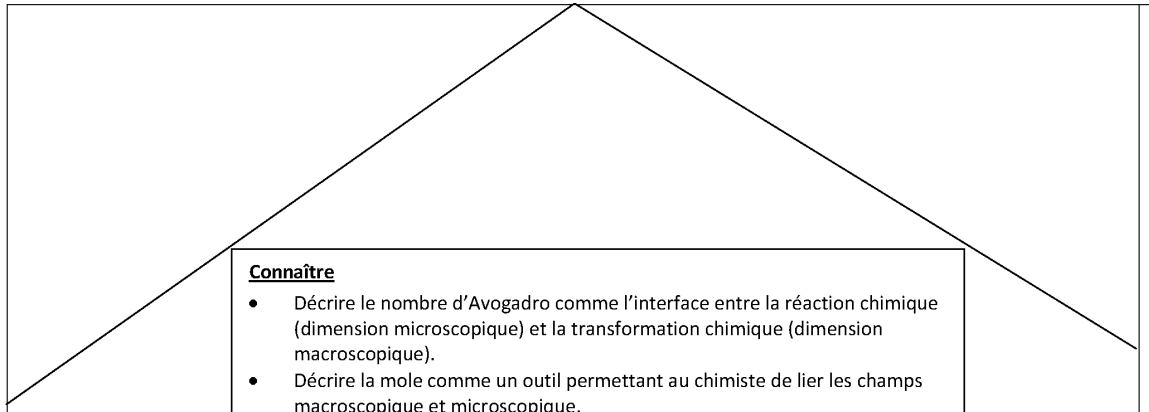
« La réaction chimique : approche quantitative »

Compétences à développer

- **Déterminer expérimentalement les coefficients stœchiométriques d'une réaction complète.**
- **Résoudre des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes.**

Processus	Ressources

Appliquer
• Préparer une solution de concentration molaire déterminée.
• Calculer une concentration molaire à partir d'une concentration massique.
• Calculer une concentration massique à partir d'une concentration molaire
• Calculer une quantité de matière (un nombre de moles) à partir d'un volume de gaz.
• Déterminer expérimentalement une quantité de matière (un nombre de moles) de gaz produit par une réaction chimique.
• A partir d'informations du tableau périodique des éléments, construire une formule moléculaire et nommer la substance correspondante.
 	

 	
Transférer
• Suivre un protocole expérimental pour comparer deux situations : une réaction chimique où les réactifs sont en quantité stœchiométriques et la même réaction où ils ne le sont pas.
• Résoudre en exploitant le concept de mole des problèmes de stœchiométrie dans le cas de réactions complètes avec
  ○ les réactifs en quantités stœchiométriques ;
  ○ les réactifs en quantités non-stœchiométriques ;
  ○ les réactifs en solution.
• Elaborer un protocole et mener une expérience permettant de déterminer la stœchiométrie d'une réaction chimique.
	Pré-requis
	• UAA 1 & 2 de Chimie
	• Pondérer une équation chimique
	
	Savoirs disciplinaires
	• Loi de Lavoisier
	• Masse moléculaire relative
	• Mole
	• Masse molaire
	• Nombre d'Avogadro
	• Unités de masse et de volume
	• Volume molaire d'un gaz (CNTP)
	• Concentration molaire
	• Nomenclature IUPAC des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes, groupements ioniques
	• Réactif en excès
	• Réactif limitant



Connaître

- Décrire le nombre d'Avogadro comme l'interface entre la réaction chimique (dimension microscopique) et la transformation chimique (dimension macroscopique).
- Décrire la mole comme un outil permettant au chimiste de lier les champs macroscopique et microscopique.

Savoir-faire disciplinaires

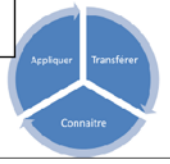
- Calculer une masse molaire.
- Mesurer un volume de gaz.
- Respecter un protocole expérimental permettant de quantifier une réaction chimique.
- Utiliser la loi des gaz parfaits.
- Extraire les informations (valence, état d'oxydation, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments.
- Utiliser la règle de trois dans le cadre de problèmes de stœchiométrie.
- Identifier la fonction chimique d'une substance usuelle sur base de son nom.
- Associer une formule chimique à une fonction chimique et à un nom.
- Appliquer les règles conventionnelles (IUPAC) de nomenclature.
- Nommer une molécule sur base de sa formule chimique.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (masse, volume, quantité de matière,…).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (masse, volume, quantité de matière,…).

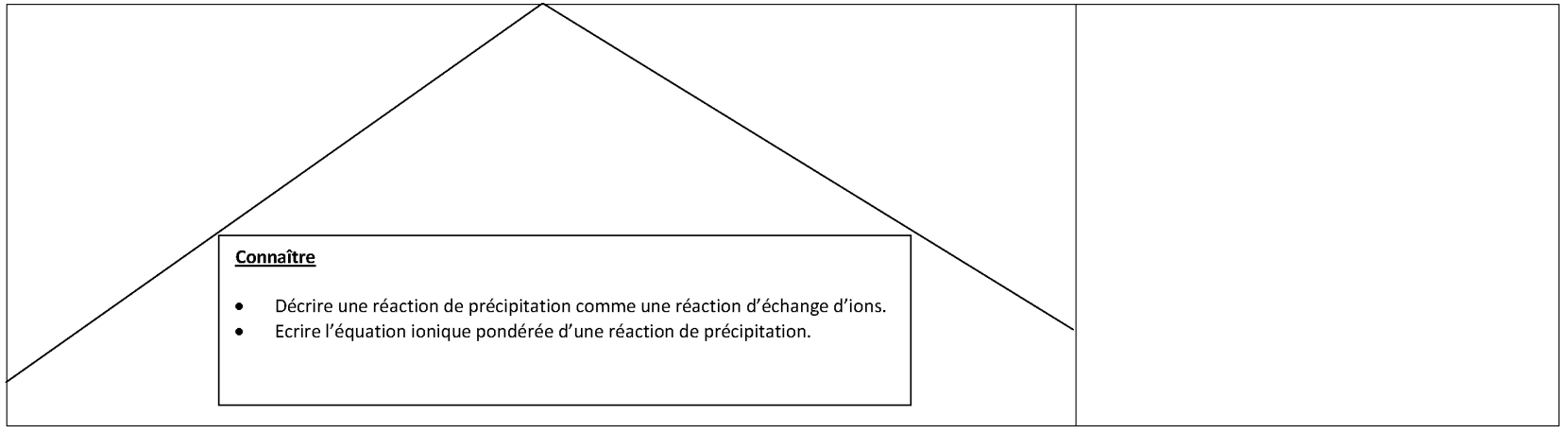
Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« Identifier une espèce chimique par une réaction chimique »

Compétences à développer

- **Identifier expérimentalement l'oxygène, l'hydrogène, le dioxyde de carbone, des ions à l'aide de réactions de précipitation.**
- **Modéliser une situation comme une précipitation.**

Processus	Ressources
Appliquer • Prouver, à l'aide d'une expérience que ➢ la réaction entre une source calcaire et un acide produit du dioxyde de carbone ; ➢ la respiration produit du dioxyde de carbone ; ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'oxygène (par exemple : la décomposition du $KMnO_4$, la décomposition d'H_2O_2,…) ; ➢ pour une réaction proposée, le gaz produit est de l'hydrogène (par exemple : la réaction d'un alcalino-terreux avec l'eau,…). • Déterminer les espèces chimiques présentes dans une solution à partir des espèces introduites. • Prévoir (sans calculer) une précipitation à partir d'un tableau qualitatif de solubilité. **Transférer** • Expliquer une situation sur base de phénomènes de précipitation (par exemple : l'épuration des eaux, l'entartrage, concrétions calcaires,…). • Prouver que l'électrolyse de l'eau et l'action d'un acide sur un métal produisent un même gaz. • Calculer la quantité de précipité obtenu en mélangeant deux solutions de concentrations et de volumes connus. 	• UAA 1 à 3 de Chimie **Savoirs disciplinaires** • Précipitation • Tableau qualitatif de solubilité • Espèces soluble, peu soluble, insoluble **Savoir- faire disciplinaires** • Extraire des informations d'un tableau qualitatif de solubilité. • Extraire des informations (valence, masse atomique relative) du tableau périodique des éléments. • Déterminer la charge d'un ion à l'aide du tableau périodique des éléments. • Respecter un protocole expérimental permettant de recueillir et identifier un gaz. • Respecter un protocole expérimental permettant d'identifier un ion.

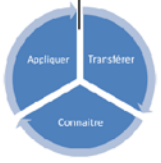

Connaître
• Décrire une réaction de précipitation comme une réaction d'échange d'ions.
• Ecrire l'équation ionique pondérée d'une réaction de précipitation.

Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 1

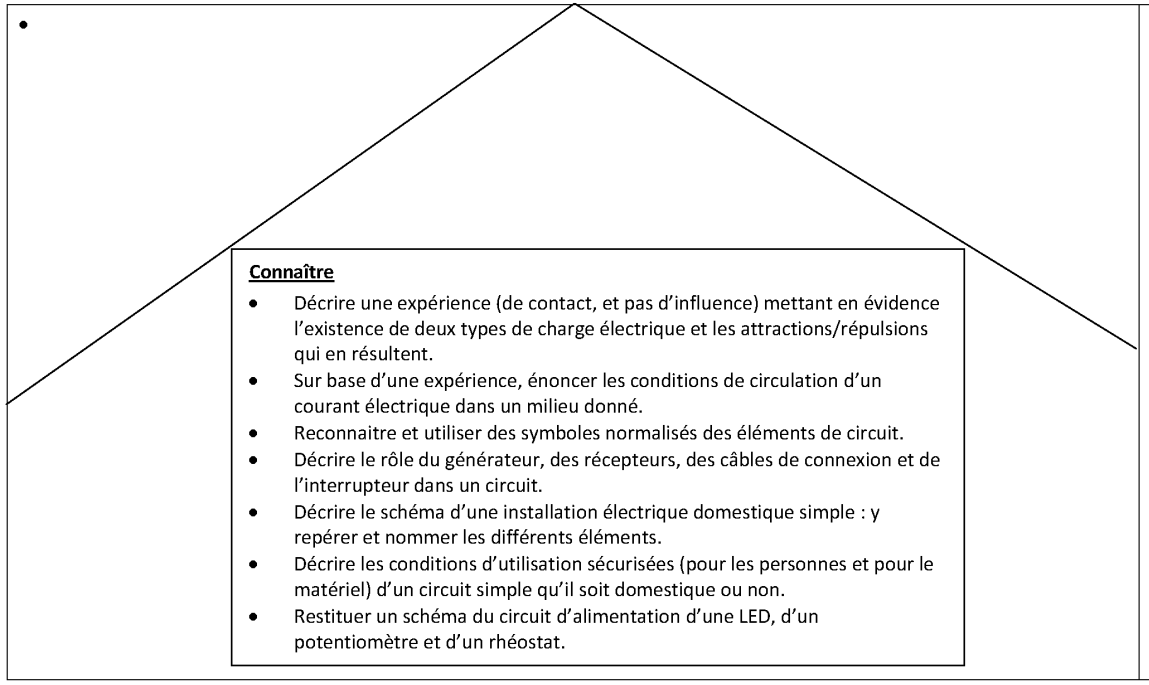
« Electricité »

Compétences à développer

- **Mener une démarche expérimentale pour contrôler un circuit électrique.**
- **Résoudre une situation concrète impliquant des concepts et des propriétés des courants électriques**

Processus	Ressources
Appliquer • Mesurer et vérifier par calcul la valeur de l'intensité de courant traversant un élément de circuit ou de la tension appliquée à cet élément dans un circuit. • A l'aide d'une expérience montrée, mettre en évidence et estimer la variation du courant électrique d'un circuit en fonction de paramètres (par exemple : la température, la longueur de fil résistif, l'humidité,...). • Réaliser un circuit simple à partir d'un schéma et vice-versa. • Mesurer l'énergie ou la puissance électrique produite ou consommée dans un circuit. **Transférer** • Réaliser une tâche qui implique un montage à l'aide de commutateurs et/ou de capteurs (boite noire) : par exemple, ○ détection d'intrusion, ○ allumage automatique d'une lampe. 	**Pré-requis** • Force • Principe des actions réciproques • Interrupteur : circuit ouvert, circuit fermé • Bons et mauvais conducteurs • Circuit électrique simple • Notion d'énergie **Savoirs disciplinaires** • Charges électriques[21] - Unités de mesure (C, mAh) • Attraction et répulsion électriques (sans formule) • Circuit électrique : générateur, récepteur, câbles de connexion • Tension, intensité de courant : mesure, unités SI, sens conventionnel du courant • Relation quantité d'électricité – intensité • Energie et puissance électriques : définition, unités SI, mesure • Relation puissance-énergie • Lois des nœuds et d'addition des tensions sur une branche • Résistance électrique - Unité SI • Loi d'Ohm • Fusible, disjoncteur, prise de terre, différentiel

[21] Cette notion doit être vue en début d'année scolaire pour pouvoir être utilisée en chimie.



Connaître

- Décrire une expérience (de contact, et pas d'influence) mettant en évidence l'existence de deux types de charge électrique et les attractions/répulsions qui en résultent.
- Sur base d'une expérience, énoncer les conditions de circulation d'un courant électrique dans un milieu donné.
- Reconnaitre et utiliser des symboles normalisés des éléments de circuit.
- Décrire le rôle du générateur, des récepteurs, des câbles de connexion et de l'interrupteur dans un circuit.
- Décrire le schéma d'une installation électrique domestique simple : y repérer et nommer les différents éléments.
- Décrire les conditions d'utilisation sécurisées (pour les personnes et pour le matériel) d'un circuit simple qu'il soit domestique ou non.
- Restituer un schéma du circuit d'alimentation d'une LED, d'un potentiomètre et d'un rhéostat.

- Effets des courants
  - Effet thermique (effet Joule)
  - Effet luminescent (LED)
  - Effet magnétique (dans un électroaimant)
  - Effet chimique (recharge d'une batterie)
- Stockage d'énergie électrique dans un condensateur (pas d'aspect quantitatif)

Savoir-faire disciplinaires

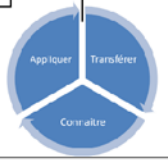
- Schématiser un circuit électrique
- Utiliser un appareil de mesure (wattmètre, multimètre).
- Construire un circuit électrique.
- Respecter les consignes de sécurité électrique.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (énergie, puissance, intensité, tension,…).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (énergie, puissance, intensité, tension,…).

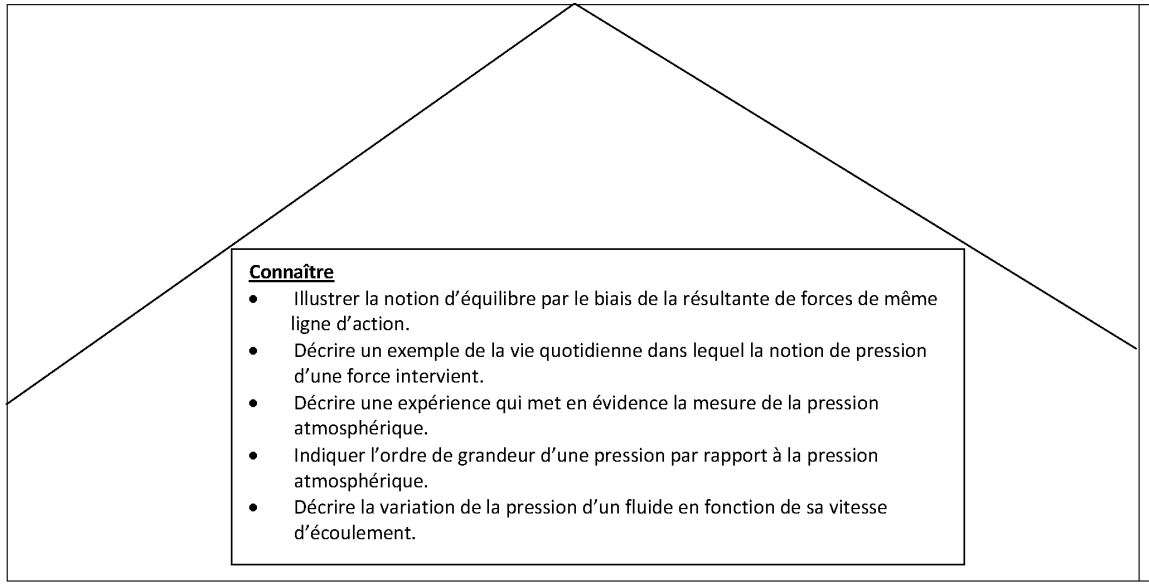
Sciences générales – Deuxième degré – Troisième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 2

« Flotte, coule, vole ! »

Compétences à développer

- **Décrire, expliquer et quantifier une situation donnée mettant en jeu la pression et ses variations.**
- **Analyser une situation de flottabilité d'un objet dans un fluide.**

Processus	Ressources
Appliquer • Expliquer une situation quotidienne qui met en œuvre la pression atmosphérique (par exemple : l'aspiration dans une paille, un aspirateur, une soufflerie). • Expliquer le fonctionnement de la partie hydraulique d'une machine (par exemple : pont, bulldozer, freins) à l'aide du principe de Pascal. • Mener une recherche expérimentale pour identifier et quantifier les paramètres qui font varier la pression dans un fluide au repos. • Résoudre par calcul une situation d'équilibre nécessitant l'application de la poussée d'Archimède. • Résoudre une application concrète en utilisant la loi de Boyle-Mariotte. **Transférer** • Illustrer la loi de Boyle-Mariotte pour une situation donnée (par exemple : pompe à air, aspi-venin, ventouse de débouchage…). • Réaliser une expérience impliquant la poussée d'Archimède et en proposer une explication (par exemple : tri de déchets plongés dans des bains différents, vol d'une montgolfière,…).  	**Pré-requis** • Notion de force • Pression comme rapport *F/A* • Unité SI de la pression • Pression atmosphérique (approche qualitative) : ordre de grandeur • Masse volumique • Incompressibilité des liquides **Savoirs disciplinaires** • Force (représentation, caractéristiques) • Résultante de forces de même ligne d'action • Notion de fluide • Relation masse-poids : $P = m \cdot g$ • Pression dans un fluide • Pression hydrostatique • Principe d'Archimède • Transmission des pressions (principe de Pascal) • Eléments d'hydrodynamique (variation qualitative de la pression avec la vitesse du fluide) • Loi de Boyle-Mariotte



Connaître

- Illustrer la notion d'équilibre par le biais de la résultante de forces de même ligne d'action.
- Décrire un exemple de la vie quotidienne dans lequel la notion de pression d'une force intervient.
- Décrire une expérience qui met en évidence la mesure de la pression atmosphérique.
- Indiquer l'ordre de grandeur d'une pression par rapport à la pression atmosphérique.
- Décrire la variation de la pression d'un fluide en fonction de sa vitesse d'écoulement.

Savoir-faire disciplinaires

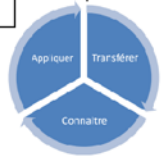
- Représenter une force.
- Calculer une pression.
- Calculer la poussée d'Archimède.
- Appliquer la loi de Boyle-Mariotte.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (force et pression).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (force et pression).

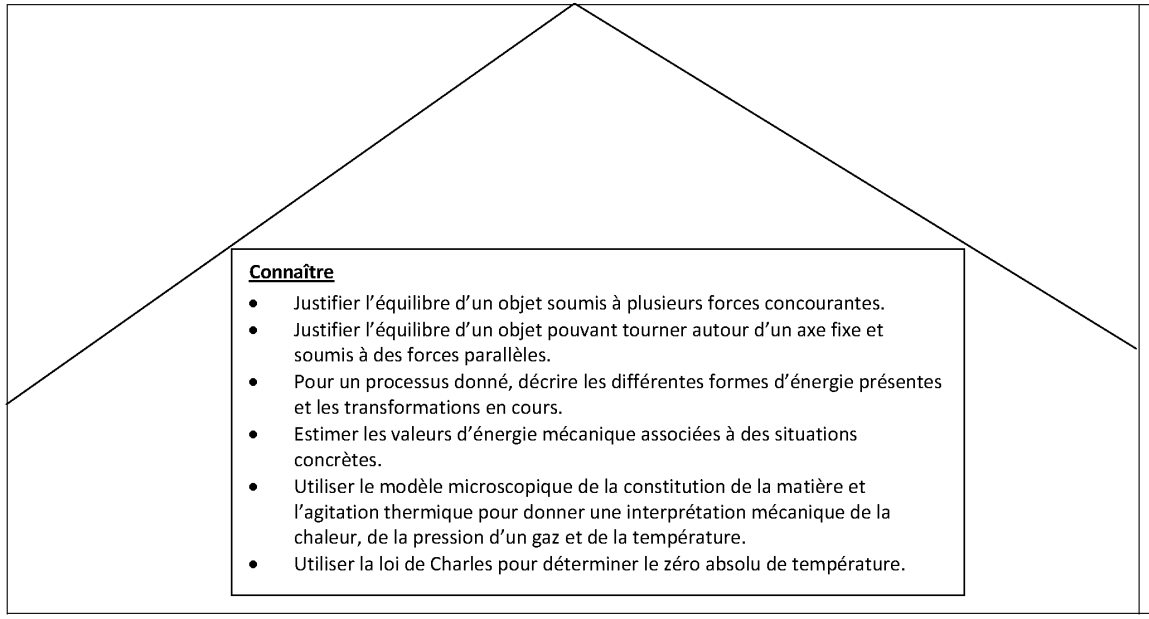
Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 3

« Travail, énergie, puissance »

Compétences à développer

- **Analyser une situation d'équilibre statique.**
- **Analyser une situation pour en déduire la répartition ou les échanges énergétiques d'ordre mécanique ou calorifique.**

Processus	Ressources
Appliquer • Réaliser une situation d'équilibre (translation et rotation), la schématiser et la justifier par calcul. • Calculer le travail et la puissance d'une force (par exemple : force exercée par une machine, un athlète,...). • Par le biais d'une recherche, identifier les paramètres déterminant une force de frottement entre surfaces solides. • Mesurer les pertes d'énergie dans une transformation énergétique correspondant à une situation donnée. • Appliquer la conservation du travail à une machine simple. • Déterminer la variation d'énergie cinétique d'un objet dans un processus donné. **Transférer** • Pour une machine simple non vue en classe (par exemple : le pédalier du vélo, la grue hollandaise), déterminer l'avantage mécanique. • Dans une situation donnée, calculer le lien entre la variation de vitesse d'un objet et le transfert d'énergie qu'il subit. 	**Pré-requis** • Force (définition, action d'un objet sur un autre) • Energie (sources, formes, transformations) • Notions de chaleur, de température et d'état de la matière **Savoirs disciplinaires** • Résultante de forces • Equilibre statique • Bras de levier (force dans l'axe du déplacement) • Moments de force • Machines simples • Travail d'une force • Composante d'une force qui travaille • Energie et puissance • Force de frottement • Vitesse • Energie potentielle de gravitation, énergie cinétique, conservation de l'énergie mécanique • Chaleur comme forme d'énergie transférée • Température comme mesure de l'agitation thermique • Changement d'état dû à l'apport énergétique • Loi de Charles (variation de la pression en fonction de la température) • Température absolue



Connaître

- Justifier l'équilibre d'un objet soumis à plusieurs forces concourantes.
- Justifier l'équilibre d'un objet pouvant tourner autour d'un axe fixe et soumis à des forces parallèles.
- Pour un processus donné, décrire les différentes formes d'énergie présentes et les transformations en cours.
- Estimer les valeurs d'énergie mécanique associées à des situations concrètes.
- Utiliser le modèle microscopique de la constitution de la matière et l'agitation thermique pour donner une interprétation mécanique de la chaleur, de la pression d'un gaz et de la température.
- Utiliser la loi de Charles pour déterminer le zéro absolu de température.

Savoir-faire disciplinaires

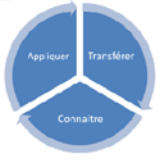
- Représenter une force à l'échelle.
- Calculer le travail d'une force colinéaire au déplacement.
- Calculer l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie totale dans une situation donnée.
- Déterminer l'avantage mécanique d'une machine.
- Calculer un travail, une énergie et une puissance.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (force, travail, énergie, puissance).
- Vérifier la cohérence des unités et le cas échéant, les transformer (force, travail, énergie, puissance).

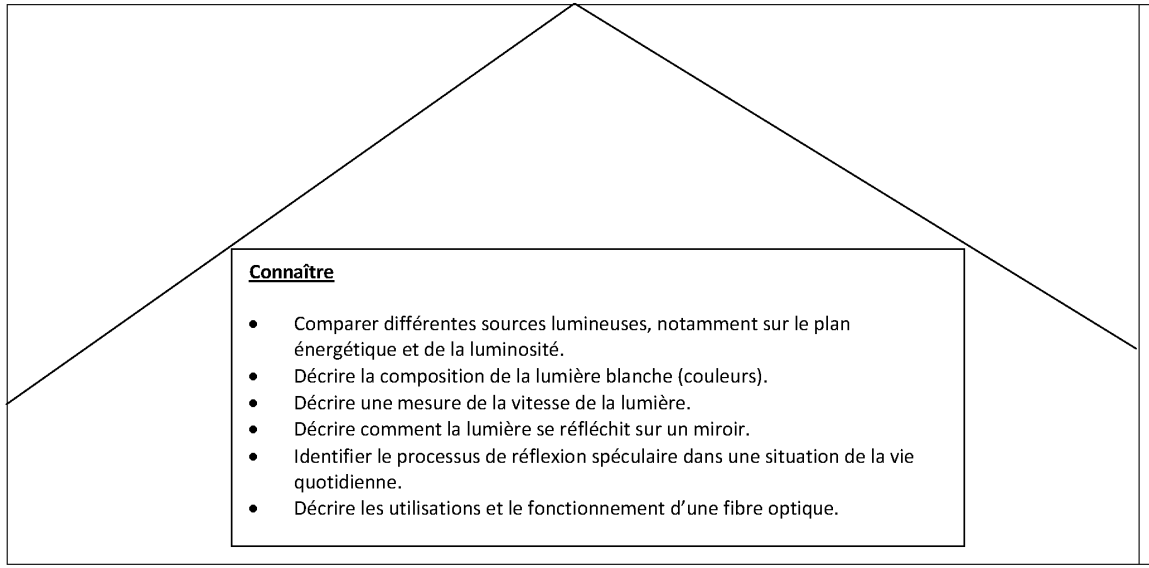
Sciences générales – Deuxième degré – Quatrième année - Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 4

« La magie de l'image »

Compétences à développer

- **Mener une expérience pour vérifier des propriétés de la lumière.**
- **Décrire, expliquer et quantifier certains aspects d'une situation impliquant les propriétés de la lumière.**

Processus	Ressources
Appliquer • Déterminer expérimentalement l'indice de réfraction d'un milieu. • Expliquer comment obtenir différentes teintes à partir des trois couleurs primaires. • Construire géométriquement et déterminer les caractéristiques de l'image d'un objet obtenue à l'aide d'un instrument d'optique simple ou d'un modèle d'œil. • Résoudre un problème lié à la réfraction. • Déterminer expérimentalement la distance focale d'une lentille convergente (par exemple : une loupe, un verre de lunettes,…). **Transférer** • Expliquer le phénomène d'éclipse de soleil ou de lune à partir d'un texte simple ou d'une expérience montrée. • Expliquer le sens d'une prescription pour un verre de lunettes (se limiter à un cas simple : myopie, hypermétropie, presbytie). • Par le biais d'une application (par exemple : loupe, panneau solaire,…), montrer l'intérêt de concentrer la lumière. 	**Pré-requis** • Relations trigonométriques dans un triangle rectangle **Savoirs disciplinaires** • Sources de lumière (notamment une LED) • Propriétés de la lumière : forme d'énergie, sens de propagation, propagation en ligne droite, vitesse de propagation, formation d'ombres • Pinceau et faisceau lumineux • Image réelle, image virtuelle • Lois de la réflexion sur un miroir • Réfraction et loi des sinus • Lentille convergente et lentille divergente, distance focale • Loi de conjugaison • Modélisation de l'optique de l'œil • Concept de dioptrie • Réflexion totale • Angle limite de réfraction • Couleurs, composition de la lumière blanche • Synthèse des couleurs • Principe de retour inverse de la lumière



Connaître

- Comparer différentes sources lumineuses, notamment sur le plan énergétique et de la luminosité.
- Décrire la composition de la lumière blanche (couleurs).
- Décrire une mesure de la vitesse de la lumière.
- Décrire comment la lumière se réfléchit sur un miroir.
- Identifier le processus de réflexion spéculaire dans une situation de la vie quotidienne.
- Décrire les utilisations et le fonctionnement d'une fibre optique.

Savoir-faire disciplinaires

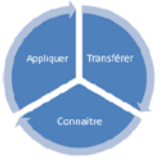
- Schématiser un dispositif optique.
- Représenter l'image d'un objet à l'aide d'un dessin à l'échelle.
- Utiliser le matériel d'optique (source de lumière, lentilles, miroir).
- Appliquer quantitativement les lois de l'optique (réflexion, réfaction, lentilles) à des situations données.

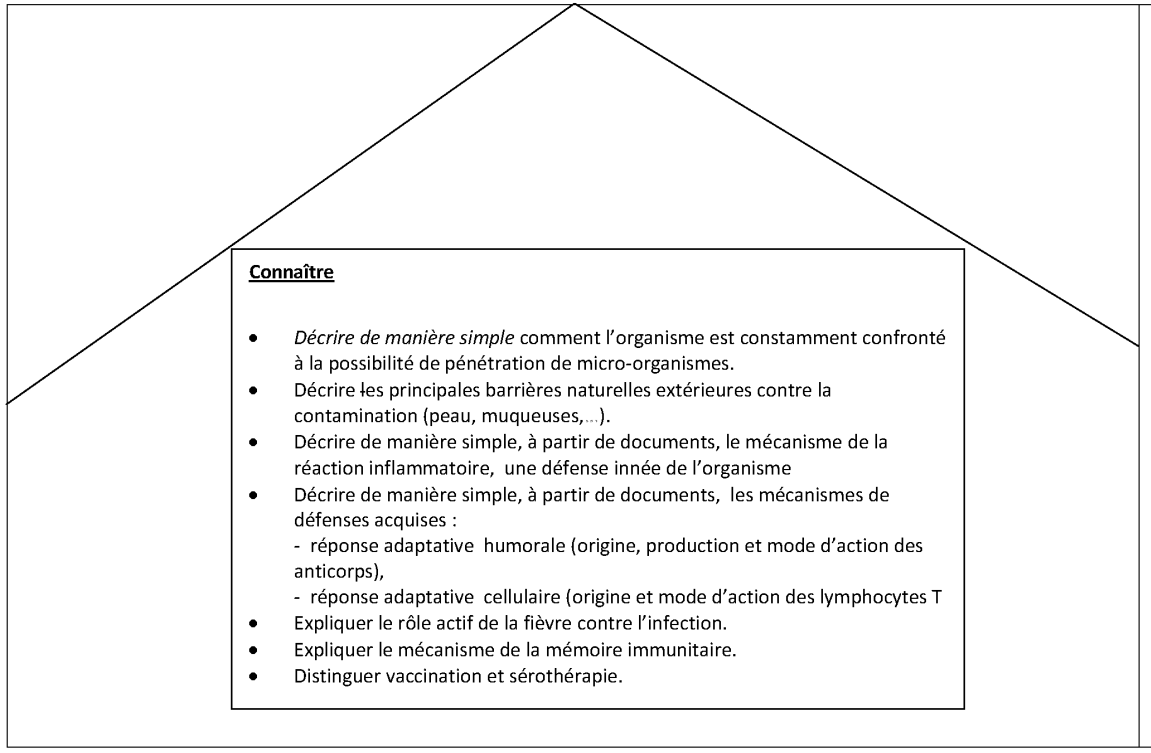
Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 5

« L'organisme humain se protège »

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.**

Processus	Ressources
Appliquer • Expliquer et comparer les principaux rôles d'un antalgique, d'un anti-inflammatoire et d'un antibiotique, à partir de documents. • 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…)). • 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. • Expliquer le principe de la vaccination et la nécessité des rappels, à partir de l'analyse de différents documents, notamment historiques. • Expliquer le rejet d'une greffe sur base de l'analyse d'un document. **Transférer** • 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,…). • A 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,…). 	**Savoirs disciplinaires** • Microorganismes pathogènes et non pathogènes • Multiplication virale et multiplication bactérienne • Système lymphatique • Macrophages, monocytes, • Lymphocytes • Immunité innée • Réaction inflammatoire • Immunité acquise/ adaptative • Phagocytose • Antigène et anticorps • Vaccins • Greffe et système CMH • Antibiotique et antiviral • Antalgique et anti-inflammatoire



Connaître

- *Décrire de manière simple* comment l'organisme est constamment confronté à la possibilité de pénétration de micro-organismes.
- Décrire les principales barrières naturelles extérieures contre la contamination (peau, muqueuses,...).
- Décrire de manière simple, à partir de documents, le mécanisme de la réaction inflammatoire, une défense innée 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
- Expliquer le rôle actif de la fièvre contre l'infection.
- Expliquer le mécanisme de la mémoire immunitaire.
- Distinguer vaccination et sérothérapie.

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).

Décrire de manière simple[8] (la référence à la note de bas de page doit être incluse dans le pavé connaître)

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

Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 6

« La communication nerveuse »

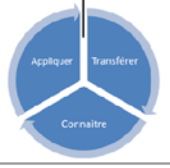
Compétences à développer

- **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.**

Processus

Appliquer

- A partir de documents expérimentaux (historiques, réflexe myotatique,…) ou d'un logiciel de simulation (grenouille virtuelle), décrire et modéliser le trajet de l'arc réflexe médullaire.
- 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…).
- A partir de documents, expliquer l'origine de certains troubles (de l'audition, de la vue,…) ou de certaines paralysies musculaires.



Transférer

- A partir de l'analyse de documents 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).
- A partir de documents, expliquer l'impact de certaines substances (par exemple : alcool, drogues, médicaments,…) sur la transmission synaptique.
- A l'aide de documents (par exemple : conséquence et suivi d'un AVC, entrainement d'un musicien, langage …) expliquer la notion de plasticité cérébrale au cours d'un apprentissage.

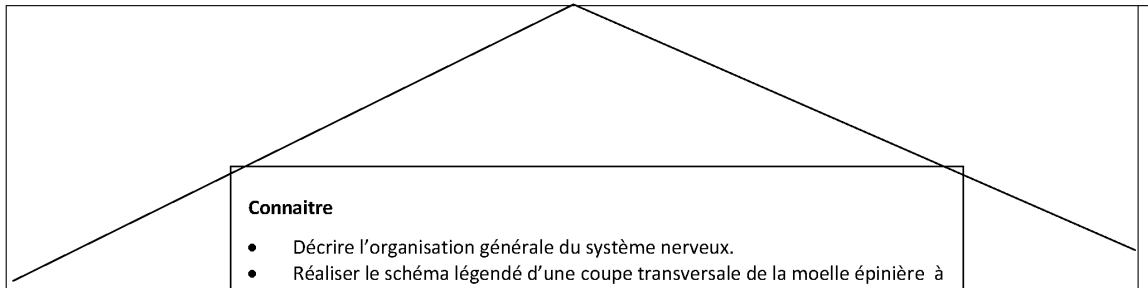
Ressources

Pré-requis

Tension électrique (UAA 1, physique)

Savoirs disciplinaires

- Système nerveux central (encéphale et moelle épinière) et sa protection (crâne, colonne vertébrale, liquide céphalo-rachidien et méninges)
- Système nerveux périphérique (nerfs crâniens et rachidiens)
- Système nerveux végétatif
- Rôles du système nerveux
  - 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,…)
- Récepteur sensoriel
- Nerf



Connaitre

- Décrire l'organisation générale du système nerveux.
- Réaliser le schéma légendé d'une coupe transversale de la moelle épinière à partir de documents (photographiques de coupes microscopiques).
- A partir de documents, d'une maquette ou d'une dissection (par exemple : encéphale de veau,…), décrire la structure de l'encéphale
- Localiser les principales aires sensorielles et motrices sur le schéma du cortex d'un hémisphère cérébral, à l'aide de documents TEP.
- Identifier les différentes protections des principaux centres nerveux.
- A partir de l'observation (par exemple de photos réalisées au microscope optique) de différentes coupes d'un nerf, en réaliser un schéma annoté.
- Réaliser le schéma d'un neurone et en déduire les caractéristiques particulières à partir de documents (photographies de coupes de tissus nerveux).
- A 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.
- Modéliser le trajet de l'influx nerveux lors de la réalisation d'un acte volontaire, à partir de documents (par exemple : expériences historiques).

- Tissu nerveux : (neurone, cellules gliales)
- Synapse
- L'influx nerveux
- Transports passif et actif
- Substances psychotropes
- Neurotransmetteurs
- Réflexes
- Activité cérébrale

Savoir-faire disciplinaires

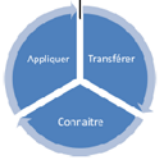
- Interpréter des graphiques et des tableaux obtenus à partir de dosages analytiques.
- Réaliser un schéma fonctionnel (régulation nerveuse, …).
- Réaliser des observations au microscope optique.

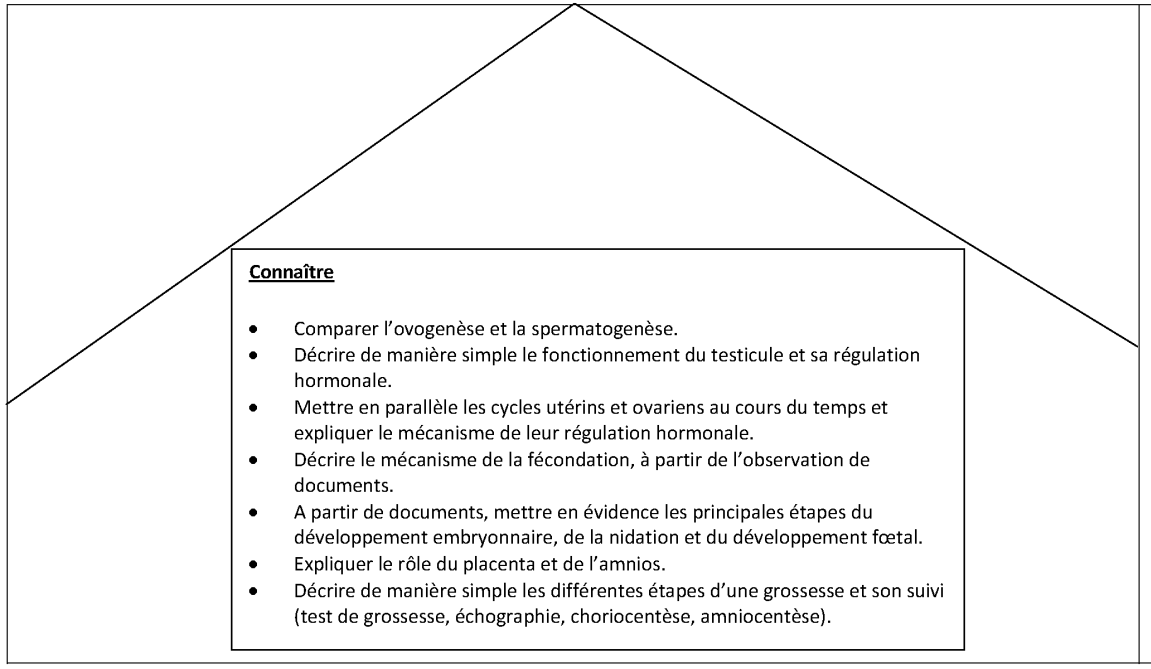
Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 7

« La procréation humaine »

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.**

Processus	Ressources
Appliquer • A partir de documents, comparer le mécanisme d'action de quelques méthodes contraceptives (pilule, pilule du lendemain, préservatif,…). • Sur base d'un calendrier pluri mensuel et des connaissances sur la régulation hormonale, établir les périodes de fécondité d'une femme. • A 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,…). • Sur base de documents, expliquer les facteurs déclenchant la parturition. **Transférer** • 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. • A partir de données hormonales, décrire l'état physiologique d'une femme (par exemple : enceinte, sous contraceptifs hormonaux, ménopausée,…).  	**Pré-requis** • Reproduction sexuée • Organes reproducteurs masculin et féminin • Cellules reproductrices **Savoirs disciplinaires** • Ovogenèse et spermatogenèse • Etapes d'une grossesse : ➢ 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 • Contraception, contragestion • IVG • PMA



Connaître

- Comparer l'ovogenèse et la spermatogenèse.
- Décrire de manière simple le fonctionnement du testicule et sa régulation hormonale.
- Mettre en parallèle les cycles utérins et ovariens au cours du temps et expliquer le mécanisme de leur régulation hormonale.
- Décrire le mécanisme de la fécondation, à partir de l'observation de documents.
- A partir de documents, mettre en évidence les principales étapes du développement embryonnaire, de la nidation et du développement fœtal.
- Expliquer le rôle du placenta et de l'amnios.
- Décrire de manière simple les différentes étapes d'une grossesse et son suivi (test de grossesse, échographie, choriocentèse, amniocentèse).

Savoir-faire disciplinaires

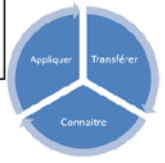
- Interpréter des graphiques et des tableaux obtenus à partir de dosages analytiques (hormones, anticorps, …).
- Réaliser un schéma fonctionnel (régulation hormonale, …)
- Réaliser des observations au microscope optique.

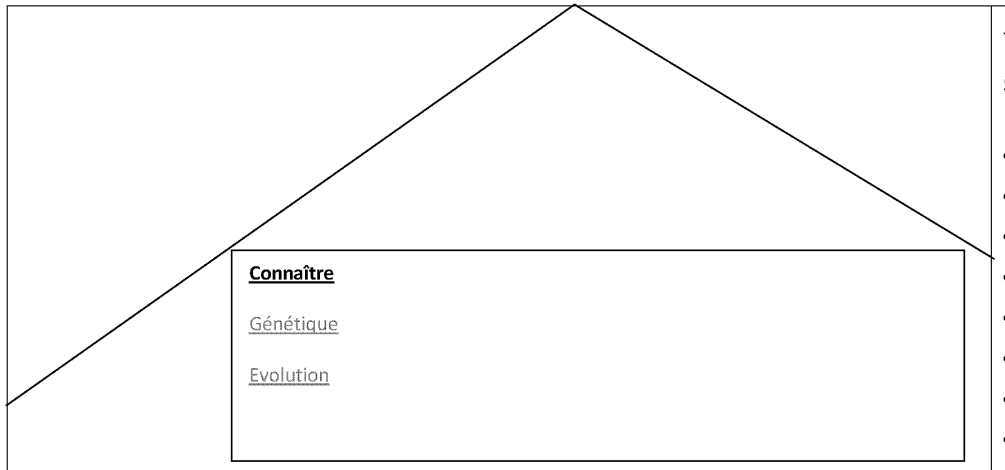
Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 8

« De la génétique à l'évolution »

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.**
- **Décrire les principaux mécanismes qui expliquent l'évolution de la biodiversité.**
- **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.**
- **Expliquer que la classification moderne du vivant se fonde sur la théorie de l'évolution.**

Processus	Ressources
Appliquer Génétique • A 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. • A 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. Evolution • Retrouver des liens de parenté entre êtres vivants à partir de données anatomiques, embryologiques, moléculaires ou paléontologiques. • A 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,...). **Transférer** Génétique Evolution  	**Pré-requis** • Cellules et organites • Méiose • Biodiversité Génétique **Savoirs disciplinaires** • Approche historique : • Monohybridisme, dihybridisme (les lois de Mendel) ➢ gènes liés et crossing-over (les travaux de Morgan et Sturtevant) ➢ structure de l'ADN (les travaux de Watson et Crick) ➢ code génétique (les travaux de Jacob et Monod) ➢ début des développements de la biologie moléculaire • Phénotypes (macroscopique, cellulaire, 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 **Savoir-faire disciplinaires** • Observer, recenser, organiser des informations relatives à la génétique. • Réaliser un schéma fonctionnel (synthèse des protéines, ...).



Evolution

Savoirs disciplinaires

- Espèce
- Spéciation
- Brassage génétique et mutation
- Sélection naturelle et dérive génétique
- Origine de la vie et chronologie de l'évolution
- Origine de la lignée humaine et origine du genre « Homo »
- Le néodarwinisme
- Lien de parenté entre les vivants
- Arbre phylogénétique (ancêtre commun hypothétique, caractère ancestral, innovation évolutive, clade)
- Ancêtre commun

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.

Développé de l'hypertexte Transférer

Génétique

- 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.
- A 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 …).

Evolution

- A 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.
- 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.
- A 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.

Développé de l'hypertexte Connaître

Génétique

- A l'aide d'une approche historique, retracer les grandes étapes qui ont conduit de la génétique de Mendel à la génétique moléculaire.
- Expliquer la relation entre ADN (gènes) et structure primaire d'une protéine.
- Décrire le processus de synthèse des protéines (transcription et traduction).
- A partir de documents, montrer que plusieurs gènes peuvent intervenir dans la réalisation d'un même phénotype.
- Identifier, à partir de documents, les principales causes des mutations et leurs possibles conséquences (au niveau des cellules germinales et des cellules somatiques).
- A partir de documents, montrer l'influence de l'environnement sur l'expression de certains gènes.
- Distinguer une maladie chromosomique d'une maladie génétique.
- A partir d'un document, décrire de manière simple une application concrète des biotechnologies (par exemple : production d'OGM, thérapie génique,…).

Evolution

- A partir de documents montrer que la biodiversité au niveau des écosystèmes et au niveau des espèces se modifie au cours des principales ères géologiques.
- Identifier les conditions probables qui ont permis l'apparition de la vie sur Terre.
- 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.
- A 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.
- Identifier (à partir de documents, de visites de musées,…) des critères anatomiques d'appartenance à la lignée humaine.

Sciences générales – Troisième degré – Biologie – Unité d'acquis d'apprentissage 9

« Les impacts de l'Homme sur les écosystèmes »

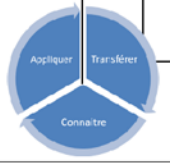
Compétences à développer

- **Identifier et expliquer l'impact significatif d'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.**

Processus

Appliquer

- A partir d'une recherche documentaire, comparer les caractéristiques de l'extinction de masse » vécue actuellement par rapport aux grandes extinctions du passé.
- Par l'observation d'écosystèmes, montrer la nécessité de les préserver en mettant en évidence les services qu'ils rendent.
- 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…).
- Calculer son empreinte écologique (en fonction de son alimentation, de ses déplacements, de sa consommation, …).



Transférer

- 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,…).
- 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 …).

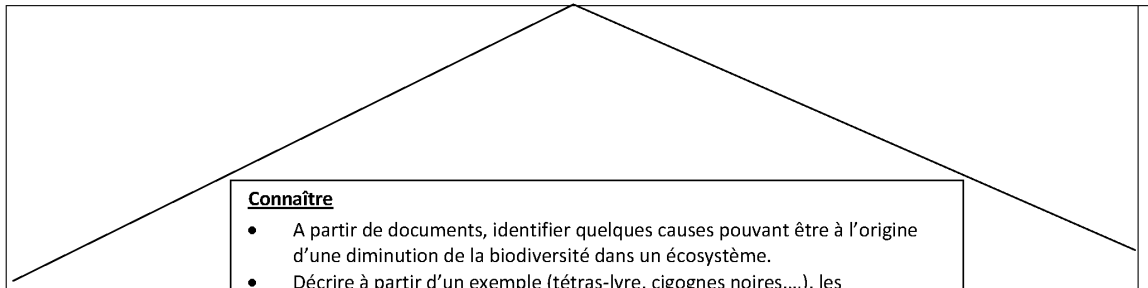
Ressources

Pré-requis

- Ecosystème (réseaux trophiques, transferts de matière et d'énergie)

Savoirs disciplinaires

- 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 et bien-être)



Connaître

- A partir de documents, identifier quelques causes pouvant être à l'origine d'une diminution de la biodiversité dans un écosystème.
- Décrire à partir d'un exemple (tétras-lyre, cigognes noires,…), les caractéristiques biologiques qui font qu'une espèce est menacée.
- Décrire à partir d'un exemple (balsamine de l'Himalaya, berce du Caucase, coccinelle asiatique, Caulerpa taxifolia, …), les caractéristiques biologiques d'une espèce invasive.
- Expliquer les notions d'empreinte écologique et de dette écologique.

Savoir-faire disciplinaires

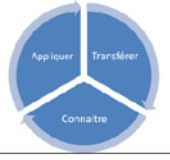
- Construire une argumentation scientifique dans le contexte du développement durable.

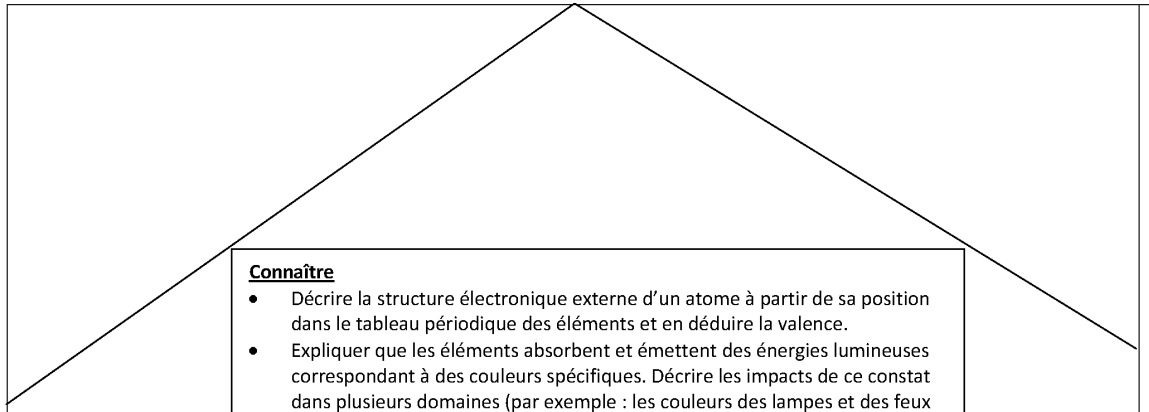
Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 5

Liaisons chimiques et configuration spatiale des espèces chimiques

Compétences à développer

- **A 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 des comportements**

Processus	Ressources
Appliquer • 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. • Caractériser une liaison à partir de l'électronégativité des atomes constitutifs. • Ecrire l'équation de dissociation d'un sel. **Transférer** • 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. • Expliquer le comportement de la matière à partir de sa modélisation atomique/ionique/moléculaire pour les situations suivantes ○ dureté et conductivité du diamant contrairement au graphite ; ○ ductilité et conductivité des métaux contrairement aux cristaux de sels ioniques ; ○ solubilité des sels ioniques ; et montrer comment l'homme en tire profit. 	**Savoirs disciplinaires** • Modèle de Lewis • Electron de valence • Liaison ionique • Liaison covalente pure et liaison covalente polarisée • Solvatation • Liaison hydrogène • Liaison métallique **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.



Connaître

- Décrire la structure électronique externe d'un atome à partir de sa position dans le tableau périodique des éléments et en déduire la valence.
- 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, …).
- Montrer les limites du modèle de Lewis (par exemple pour le sulfate d'hydrogène, le nitrate d'hydrogène, les chlorites, chlorates et perchlorates).
- Décrire l'action des molécules d'eau sur la solvatation de sels.
- Décrire le rôle des liaisons hydrogène dans l'eau pure.

Stratégies transversales

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

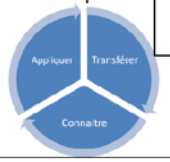
Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 6

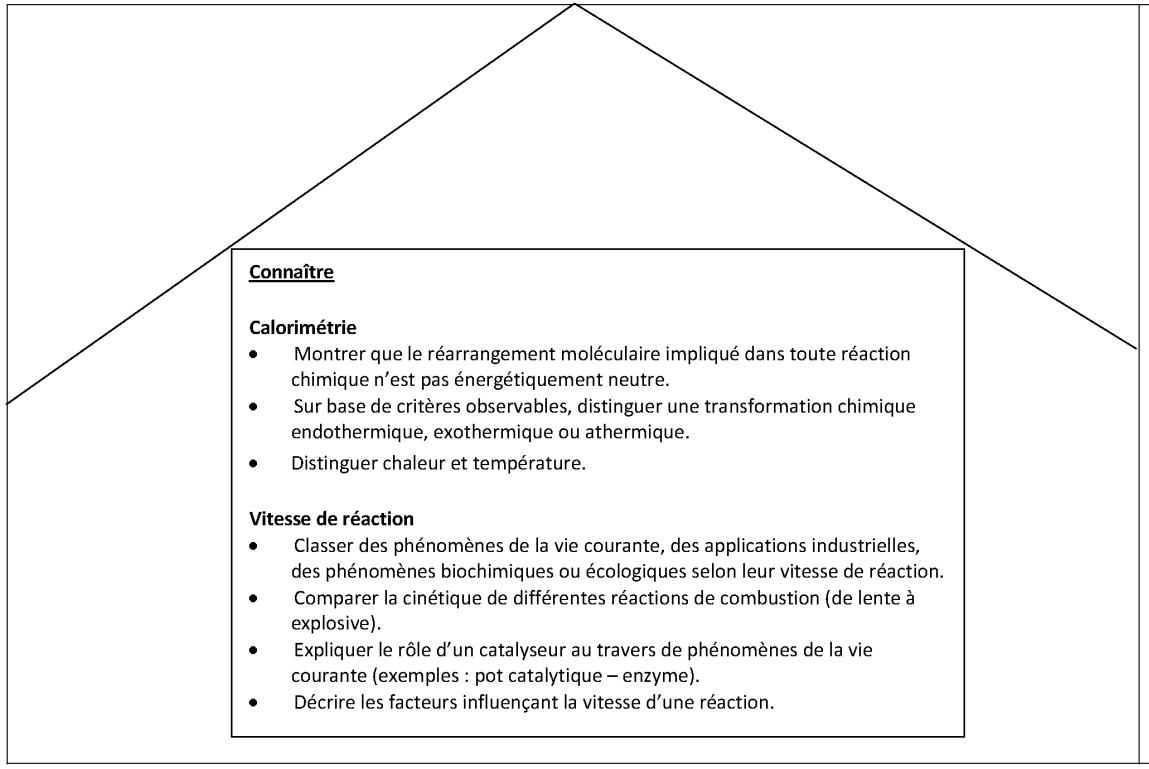
« Caractériser un phénomène chimique »

Compétences à développer

- **Caractériser la vitesse de réaction sur base de critères qualitatifs.**
- **Caractériser l'effet thermique d'un phénomène chimique**

Processus	Ressources

Appliquer
Calorimétrie
• Suivre un protocole expérimental pour déterminer la chaleur molaire associée à une dissociation ionique.
• Représenter sous forme d'un graphique une réaction chimique exothermique, endothermique ou athermique, les réactifs et les produits étant en solution, puis interpréter ce graphique.
 	
Transférer
Calorimétrie
• Elaborer un protocole et mener l'expérience de calorimétrie pour déterminer la quantité de chaleur molaire associée à une réaction chimique.
• Analyser une situation de la vie courante sous l'angle thermodynamique (par exemple, choisir un combustible selon sa capacité ou son pouvoir calorifique).
Vitesse de réaction
• 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 bûche brûle moins vite que la même quantité de bois sous forme de brindilles.
Calorimétrie et vitesse de réaction
• Décrire un phénomène chimique en distinguant les aspects thermodynamique et cinétique.
 	

 	
	Pré-requis
	UAA 5 de chimie
	
	Savoirs disciplinaires
	• Chaleur
	• Réactions exothermiques, endothermiques
	• Enthalpie et ΔH
	• Capacité calorifique et pouvoir calorifique d'une substance
	• Relation liée au changement de température ($Q = c\ m\ \Delta T$)
	• Chaleur massique d'une substance
	• Chaleur molaire
	• Facteurs influençant la vitesse d'une réaction
	• Catalyseur
	
	Savoir-faire disciplinaires
	• Mesurer une température.
	• Tracer un graphique $\Delta H = f(t)$.
	• Utiliser la relation $Q = c\ m\ \Delta T$.



Connaître

Calorimétrie

- Montrer que le réarrangement moléculaire impliqué dans toute réaction chimique n'est pas énergétiquement neutre.
- Sur base de critères observables, distinguer une transformation chimique endothermique, exothermique ou athermique.
- Distinguer chaleur et température.

Vitesse de réaction

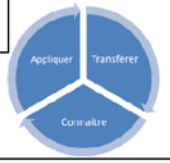
- Classer des phénomènes de la vie courante, des applications industrielles, des phénomènes biochimiques ou écologiques selon leur vitesse de réaction.
- Comparer la cinétique de différentes réactions de combustion (de lente à explosive).
- Expliquer le rôle d'un catalyseur au travers de phénomènes de la vie courante (exemples : pot catalytique – enzyme).
- Décrire les facteurs influençant la vitesse d'une réaction.

Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 7

« Les équilibres chimiques »

Compétences à développer

- **Prévoir le sens d'évolution d'une réaction réversible.**
- **Résoudre des problèmes d'équilibre chimique.**

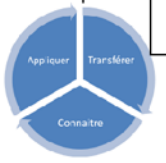
Processus	Ressources
Appliquer • Utiliser une table des constantes d'équilibre pour distinguer une réaction complète d'une réaction limitée à un équilibre. • Expliquer pourquoi certaines réactions chimiques sont réversibles et d'autres pas. • Prévoir le sens spontané d'évolution suite à une perturbation (incluant des variations de pression, de concentration et de température) d'une réaction initialement en équilibre. • Calculer la constante d'équilibre K_c ou K_p associée à une transformation chimique. • 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. **Transférer** • Expliquer l'évolution d'une situation concrète sur base du principe de Le Châtelier (par exemple : caisson hyperbare, stages en altitude, synthèse industrielle de l'ammoniac, ...).  **Connaître** • Distinguer expérimentalement un phénomène chimique réversible d'un phénomène chimique irréversible. • A partir d'expériences, induire la loi de Le Châtelier.	**Prérequis** UAA 5 et 6 de chimie **Savoirs disciplinaires** • Désordre (ne pas parler d'entropie ni d'énergie libre) • Loi de Guldberg et Waage • Loi de Le Châtelier • Réactions complète et limitée à un équilibre • C_a et [A] • K_c, K_p, (ne pas démontrer la relation entre K_c et K_p) **Savoir-faire disciplinaires** • Extraire des informations dans une table de données thermodynamiques • Utiliser une équation du 1er ou du 2ème degré pour résoudre un exercice d'équilibre chimique. • Respecter un protocole expérimental permettant d'identifier la réversibilité d'un phénomène chimique

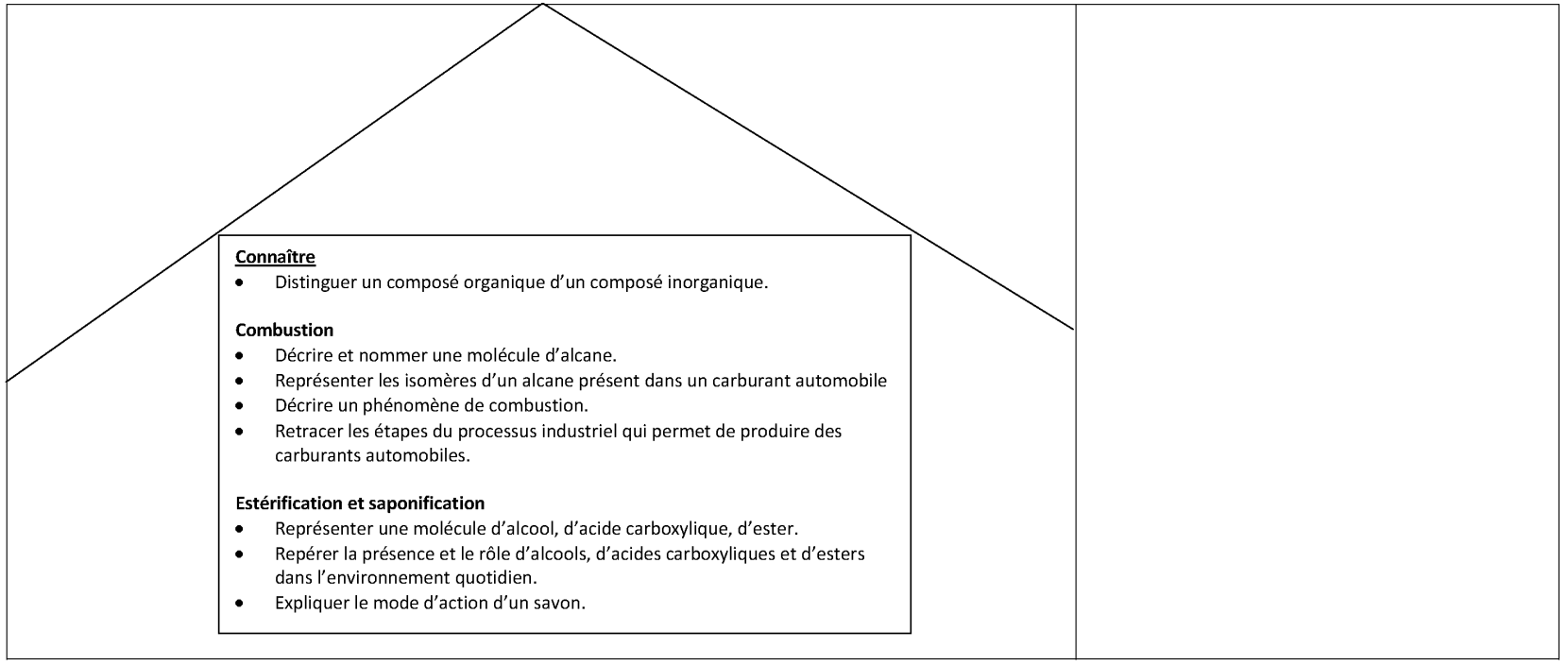
Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 8

La molécule en chimie organique

Compétences à développer

- **Evaluer l'importance des substances organiques dans l'environnement quotidien du consommateur responsable.**
- **Décrire des spécificités de la chimie du carbone**

Processus		Ressources
Appliquer **Combustion** • A 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). • Comparer les quantités de dioxyde de carbone produites par différents combustibles pour une même quantité d'énergie libérée. • A 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. **Estérification et saponification** • Fabriquer un savon.		**Transférer** **Combustion** • Calculer l'énergie libérée par la combustion d'un alcane ○ à partir de tables d'enthalpie de formation, ○ à partir des énergies de liaison, et comparer les résultats obtenus. • Mener une recherche documentaire pour identifier des arguments scientifiques permettant de gérer sa consommation énergétique domestique. • Mener une recherche documentaire afin d'évaluer les impacts sur la santé de la présence d'un conservateur (acides carboxyliques). **Estérification et saponification** • Mener une expérience d'estérification et déduire l'équation chimique à partir d'observations et de la nature des réactifs. • Comparer estérification et saponification.	**Prérequis** UAA 5 à 7 de chimie **Savoirs disciplinaires** • Composé organique • Alcane, • Isomère de position • Combustible, comburant, combustion • Pouvoir calorifique • Enthalpies de formation, énergies de liaison • Alcool • Acide carboxylique • Ester • Caractères hydrophile et hydrophobe. • Micelle • Estérification • Saponification **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.

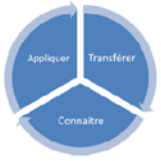

Connaître
• Distinguer un composé organique d'un composé inorganique.
Combustion
• Décrire et nommer une molécule d'alcane.
• Représenter les isomères d'un alcane présent dans un carburant automobile
• Décrire un phénomène de combustion.
• Retracer les étapes du processus industriel qui permet de produire des carburants automobiles.
Estérification et saponification
• Représenter une molécule d'alcool, d'acide carboxylique, d'ester.
• Repérer la présence et le rôle d'alcools, d'acides carboxyliques et d'esters dans l'environnement quotidien.
• Expliquer le mode d'action d'un savon.

Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 9

« La macromolécule en chimie organique »

Compétence à développer

- **Evaluer l'importance des macromolécules dans notre environnement.**

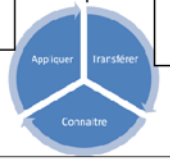
Processus	Ressources
 **Transférer** • Mener une recherche permettant de classer les polymères selon leurs propriétés physiques (par exemple : thermoplastique, thermodurcissable, élastomère, ...). • Mettre en évidence l'impact positif des polymères synthétiques sur notre société. • Expliquer un processus de recyclage des matières plastiques. **Connaître** • Décrire le principe d'une réaction de polymérisation d'un alcène sans spécifier le mécanisme. • Décrire des macromolécules synthétiques obtenues par polymérisation. • Décrire la synthèse chimique des protéines et la liaison peptidique. • Décrire la diversité des polymères synthétiques à partir des pictogrammes d'identification.	**Prérequis** UAA 5 à 8 de chimie **Savoirs disciplinaires** • Alcène • Monomère, polymère • Amine, amide • Acide aminé • Liaison peptidique • Protéine • Pictogrammes d'identification de polymères

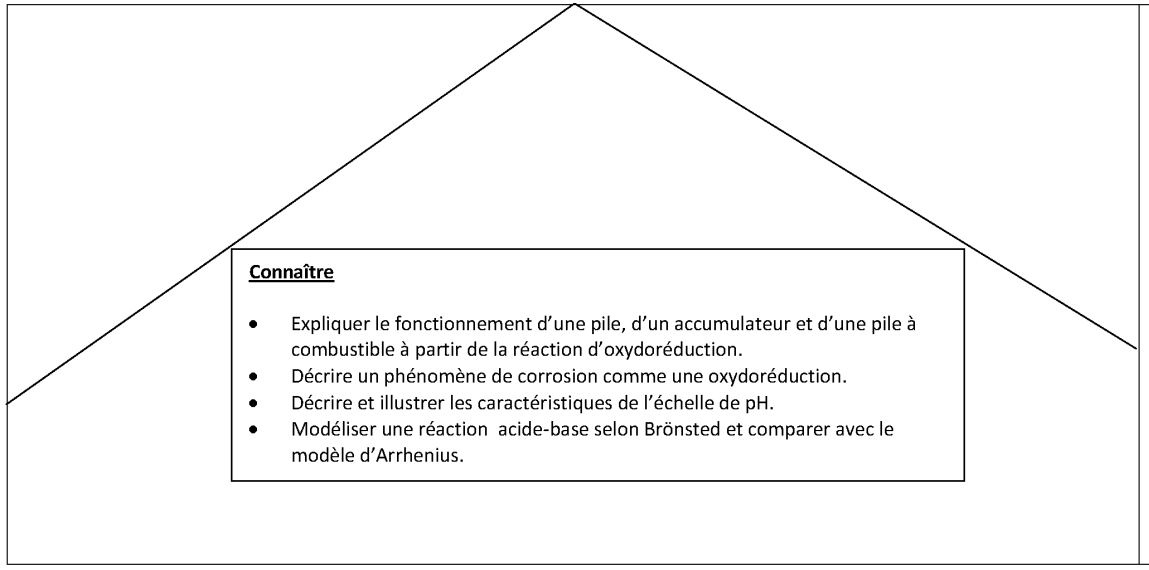
Sciences générales – Troisième degré – Chimie – Unité d'acquis d'apprentissage 10

« Les réactions avec transfert : les réactions acide-base et d'oxydoréduction »

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 oxydoréduction comme un transfert d'électrons.**

Processus		Ressources
Appliquer • Déterminer l'état d'oxydation d'un atome constitutif d'une molécule ou d'un ion • Utiliser les états d'oxydation pour pondérer une équation d'oxydoréduction en milieux neutre et acide. • Calculer le pH d'une solution d'acide fort, d'acide faible, de base forte. • 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. • Utiliser une table de potentiels d'oxydoréduction et une échelle d'acido-basicité afin de prédire le sens d'évolution de réactions chimiques. • Utiliser une table de potentiels d'oxydoréduction et une échelle d'acido-basicité pour interpréter des situations de la vie courante (par exemple : les correcteurs d'acidité, l'anodisation, la galvanoplastie).		**Pré-requis** • UAA 5 à 8 de chimie • Logarithmes en base 10 **Savoirs disciplinaires** **Réactions acide-base** • Acide et base de Brönsted • Autoprotolyse de l'eau • pH • Couple acide/base, pKa • Titrage, titrant, titré • Indicateur • Point d'équivalence **Réactions d'oxydo-réduction** • Etat d'oxydation • Oxydant, réducteur • Oxydation, réduction • Couple oxydant/réducteur • Table de potentiels • Pile, accumulateur, pile à combustible • Électrode, anode, cathode • Pont électrolytique
	Transférer • Mener des expériences permettant de construire une échelle relative de potentiels d'oxydoréduction des métaux (cuivre, zinc, fer). • Comparer l'électrolyse de l'eau et le fonctionnement de la pile à combustible. • Utiliser une table de potentiels d'oxydoréduction pour prévoir des phénomènes de la vie courante, des processus industriels, des phénomènes naturels, … . • Associer le pH d'un milieu présent dans l'environnement de l'élève (par exemple : boissons, engrais, piscines, milieux biologiques,) à certains comportements et à certaines propriétés de ce milieu. • Utiliser une échelle d'acido-basicité pour prévoir des phénomènes de la vie courante, des processus industriels, des phénomènes naturels,…) • Elaborer un protocole et mener une expérience permettant de doser un composé à l'aide d'un titrage (acido-base ou oxydoréducteur).	



Connaître

- Expliquer le fonctionnement d'une pile, d'un accumulateur et d'une pile à combustible à partir de la réaction d'oxydoréduction.
- Décrire un phénomène de corrosion comme une oxydoréduction.
- Décrire et illustrer les caractéristiques de l'échelle de pH.
- Modéliser une réaction acide-base selon Brönsted et comparer avec le modèle d'Arrhenius.

Savoir-faire disciplinaires

- Extraire des informations d'une table (potentiel d'oxydoréduction, 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.

Sciences générales – Troisième degré – Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 5

« Forces et mouvements »

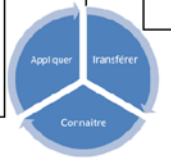
Compétences à développer

- **Analyser quantitativement des situations de mouvement à une ou à deux dimensions.**
- **Mener une recherche expérimentale décrivant un mouvement et ses causes.**

Processus

Appliquer

- Mesurer la vitesse, l'accélération ou la vitesse angulaire d'un phénomène courant.
- Calculer une vitesse à partir d'une situation concrète (par exemple : film, suite de photos, chronophotographie, capteurs, tableau de mesures, graphique).
- A 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).
- Construire les graphiques horaires de position et d'accélération correspondant à un graphique horaire de vitesse donné. Réaliser les conversions inverses.
- 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).
- 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.
- Dans le cas de la chute d'un objet dans un fluide et dans le vide, décrire les forces agissantes et le mouvement correspondant.



Transférer

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

Ressources

Pré-requis

- Notion de vecteur
- Pente d'une droite
- Résolution d'une équation des premier et deuxième degrés
- Vitesse
- Force
- Forces de frottement
- Principe des actions réciproques
- Energie cinétique
- Résultante de forces concourantes
- Calcul du poids

Savoirs disciplinaires

Mouvements rectilignes

- 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
- Equations horaires du mouvement
- Chute libre et chute dans un fluide

Connaître

- Mettre en évidence la relativité du mouvement et de la trajectoire dans deux référentiels différents.
- Etablir les lois du MRUV à partir d'un graphique $v(t)$.
- Décrire un mouvement à 2 dimensions comme composition de 2 mouvements indépendants.
- A 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 cas du MCU).
- Identifier les paramètres qui déterminent la force de gravitation universelle.
- Utiliser la 2e loi de Newton pour définir la masse d'inertie.
- Déterminer la variation de g avec l'altitude.

Mouvement circulaire uniforme

- Vecteur vitesse
- Vitesse angulaire
- Accélération et force centripètes

Mouvements composés

- Vecteur vitesse
- Vecteur accélération
- Tir balistique

Lois de la dynamique

- Lois de Newton
- Vitesse limite de chute dans un fluide
- Loi de la gravitation universelle

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,…).

Attitudes

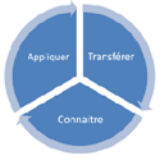
- Attitude responsable par rapport à la sécurité routière

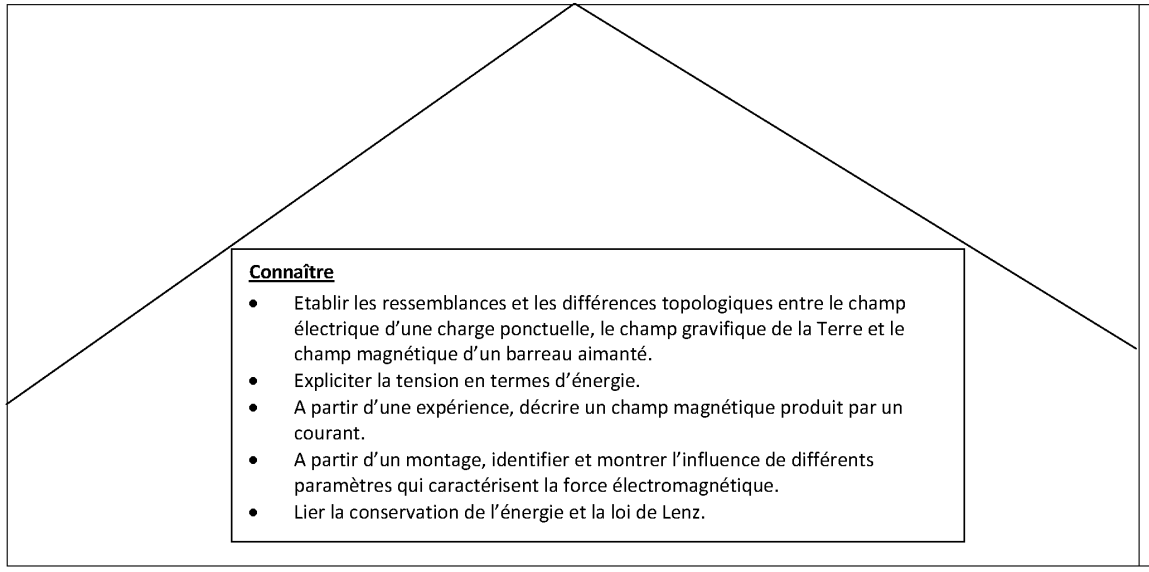
Sciences générales – Troisième degré – Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 6

« Electromagnétisme »

Compétences à développer

- **Expliquer comment transformer une énergie mécanique en énergie électrique et vice-versa.**
- **Détailler le fonctionnement d'une technologie alliant électricité et magnétisme.**

Processus	Ressources
Appliquer • Comparer les valeurs des forces d'attraction gravitationnelle et de Coulomb dans une situation donnée. • 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…). • Construire un moteur électrique simple et expliquer son fonctionnement. • Calculer la tension de sortie d'un transformateur. **Transférer** • 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, …). • 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, …). 	**Pré-requis** • Force gravitationnelle, variation de *g* avec l'altitude (UAA 5 de physique) **Savoirs disciplinaires** • Champ de forces • Champ gravifique • Champ électrique • Champ magnétique • Force de Coulomb • Tension électrique • Aimants - Spectre • Champ magnétique produit par les courants (se limiter à la proportionnalité de B avec l'intensité de courant) • Valeur du champ à l'intérieur d'une bobine • Force électromagnétique (avec composante de $\overrightarrow{B}$ perpendiculaire au courant) • Induction • Tension induite - Courant induit • Loi de Lenz • Courants de Foucault • Moteur électrique • Génératrice • Transformateur



Connaître

- Etablir 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.
- Expliciter la tension en termes d'énergie.
- A partir d'une expérience, décrire un champ magnétique produit par un courant.
- A partir d'un montage, identifier et montrer l'influence de différents paramètres qui caractérisent la force électromagnétique.
- Lier la conservation de l'énergie et la loi de Lenz.

Savoir-faire disciplinaires

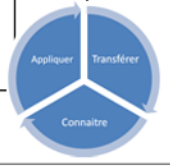
- Appliquer la loi de Coulomb.
- Calculer le champ magnétique à l'intérieur d'une bobine longue.
- Calculer une tension induite.
- Déterminer la force électromagnétique à partir du champ magnétique et du courant.
- Utiliser les unités SI des grandeurs (charge électrique, champs électrique et magnétique,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

Sciences générales – Troisième degré – Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 7

« Oscillations et ondes »

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.**

Processus	Ressources
Appliquer • Comparer les plages d'audibilité de quelques volontaires. • Déterminer expérimentalement la période et la fréquence d'un mouvement harmonique ou les caractéristiques d'un résonateur. En comparant à la valeur calculée, vérifier les valeurs obtenues en fonction du dispositif employé. • 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). • 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, ...). • A partir d'une expérience réalisée en classe faisant intervenir l'induction magnétique entre bobines, décrire comment produire et capter une onde électromagnétique. **Transférer** • A partir d'un ou de plusieurs documents, de mesures ou d'une réalisation expérimentale, expliquer comment utiliser les propriétés des ondes dans le cadre : ➢ 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). • Mener une recherche critique sur les effets d'un type d'onde particulier (par exemple : son, infrarouge, ultraviolet, micro-ondes, ondes GSM, rayons X). 	**Pré-requis** • UAA 6 de Physique (induction magnétique limitée à la transmission d'énergie d'une bobine à une autre) • Fonctions trigonométriques et dérivées **Savoirs disciplinaires** • Oscillateur harmonique (ressort) : équation du mouvement, période, énergie • Période, fréquence, longueur d'onde, élongation, amplitude • Résonance • Vitesse de propagation et milieu de propagation • Concordance de phase et opposition de phase • Ondes longitudinales et transversales • Principe de superposition de deux ondes • Transmission d'énergie, réflexion, réfraction, diffraction • Interférences, effet Doppler/Fizeau • Ondes sonores (intensité sonore, niveau sonore, plage d'audibilité, hauteur, timbre) - Oscillogramme d'un son pur et timbre d'une voix de fréquence voisine • Ondes électromagnétiques (spectre électromagnétique)

Connaître

- Identifier les grandeurs caractéristiques d'un mouvement harmonique (amplitude, fréquence, période, phase initiale, énergie).
- A partir de la 2ème loi de Newton, retrouver les paramètres qui déterminent la période d'oscillation d'un oscillateur harmonique.
- Classer les ondes sonores et lumineuses comme transversales ou longitudinales ; mécaniques ou électromagnétiques et selon le milieu de propagation.
- Citer des exemples de phénomènes ondulatoires. Estimer l'ordre de grandeur des longueurs d'ondes ou fréquences correspondantes.
- 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).

Savoir-faire disciplinaires

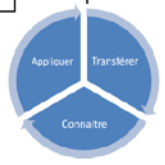
- Calculer une fréquence à partir d'une période et vice-versa.
- Appliquer la relation $v = \lambda/T$.
- Estimer un ordre de grandeur (longueur d'onde, période, fréquence).
- Appliquer la formule de l'effet Doppler.
- Estimer la valeur de l'interfrange dans une figure d'interférence.
- Calculer la fréquence 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,…).

Sciences générales – Troisième degré – Physique – Unité d'acquis d'apprentissage 8

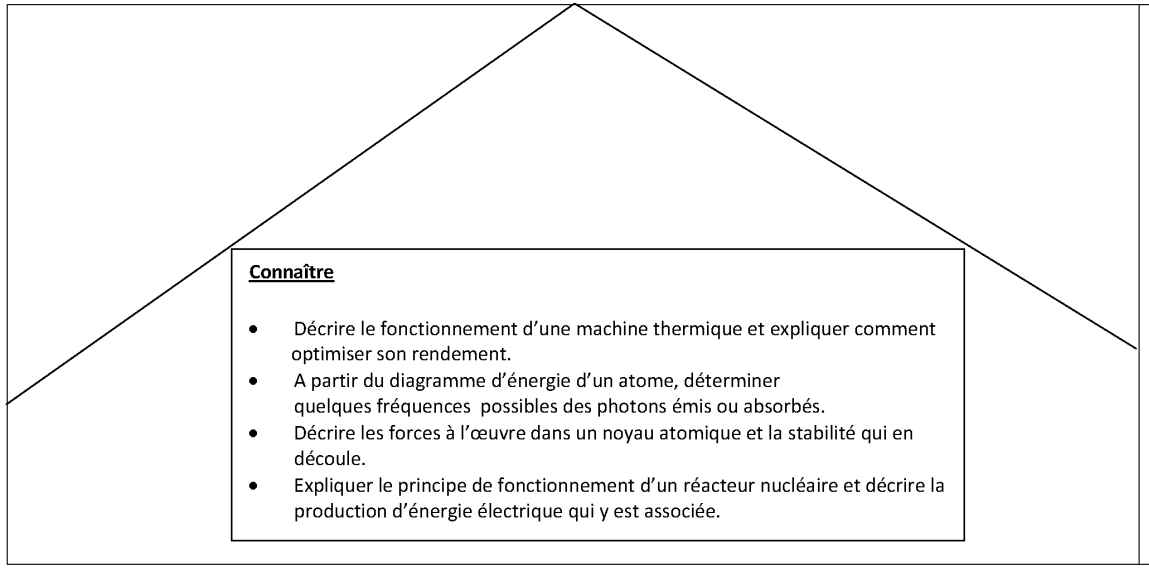
« Matière et énergie »

Compétences à développer

- **Expliquer différents processus mis en œuvre pour la production d'énergie électrique.**
- **Décrire des applications du nucléaire dans le domaine scientifique.**

Processus	Ressources
Appliquer • A partir de documents, déterminer la demi-vie d'un échantillon radioactif et l'évolution de son activité dans le temps. • Equilibrer une équation de transmutation. • Sur base de documents, calculer le rendement théorique et effectif d'une machine thermique. • Calculer l'élévation de température correspondant à un échange d'énergie mécanique, électrique ou lumineuse. • Déterminer expérimentalement le rendement d'une transformation d'énergie (par exemple : bouilloire électrique, panneau photovoltaïque,...). • Connaissant la tension seuil d'une LED, calculer la fréquence de l'onde lumineuse émise. **Transférer** • A partir du schéma d'une machine thermique (par exemple : pompe à chaleur, frigo), expliquer les transferts énergétiques qu'impliquent son usage. • Expliquer une méthode de datation basée sur la décroissance radioactive d'un nuclide. 	**Pré-requis** • Fonctions exponentielles et fonctions logarithmes [9] • Chimie UAA 5 • Loi de Coulomb (UAA 6) • Calorimétrie (chimie UAA 4) • Composition du noyau atomique (chimie UAA 1) • Transmission de l'énergie électrique par une onde électromagnétique (UAA 6) **Savoirs disciplinaires** **Radioactivité et énergie nucléaire** • Rayonnement : origine, nucléaire, types, 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 • Fission nucléaire, produits de fission • Fusion nucléaire • Nuclide - Isotope **Thermodynamique** • Premier principe • Second principe • Machine thermique • Rendement d'une machine • Quantité de chaleur liée à un changement d'état

[9] Ces fonctions sont étudiées en mathématique durant le premier trimestre de rhétorique. Cette UAA doit donc être travaillée après le premier trimestre.



Connaître

- Décrire le fonctionnement d'une machine thermique et expliquer comment optimiser son rendement.
- A partir du diagramme d'énergie d'un atome, déterminer quelques fréquences possibles des photons émis ou absorbés.
- Décrire les forces à l'œuvre dans un noyau atomique et la stabilité qui en découle.
- Expliquer le principe de fonctionnement d'un réacteur nucléaire et décrire la production d'énergie électrique qui y est associée.

Photon

- Energie du photon
- Effet photoélectrique appliqué au panneau photovoltaïque

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,…).

Annexe III

Compétences terminales et savoirs requis en sciences générales

HUMANITES GENERALES ET TECHNOLOGIQUES

Vu pour être annexé à l'arrêté du Gouvernement de la Communauté française déterminant les compétences terminales et savoirs requis à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques en mathématiques, en sciences de base et en sciences générales et déterminant les compétences terminales et savoirs communs à l'issue de la section de qualification des humanités techniques et professionnelles en éducation scientifique, en français, sciences économiques et sociales ainsi qu'en sciences humaines du 16 janvier 2014.

Fait à Bruxelles, le 16 janvier 2014.

Le Ministre-Président,

Rudy DEMOTTE

La Ministre de l'Enseignement obligatoire et de promotion sociale,

Marie-Martine SCHYNS

MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANÇAISE

14 JUIN 2018. - Décret instituant un enseignement expérimental aux 2e et 3e degrés de l'enseignement secondaire qualifiant en ce qui concerne la certification par unités d'acquis d'apprentissage (CPU), et aux 2e et 3e degrés de l'enseignement de transition en ce qui concerne le dépassement du nombre maximum de périodes hebdomadaires, et portant diverses dispositions en matière d'enseignement obligatoire, d'organisation du jury délivrant le certificat d'aptitudes pédagogiques et de concertation avec les pouvoirs organisateurs et les organisations syndicales

Section XI. - Dispositions modifiant le décret du 4 décembre 2014 portant confirmation des compétences terminales et savoirs requis à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques en mathématiques, en sciences de base et en sciences générales et des compétences terminales et savoirs communs à l'issue de la section de qualification des humanités techniques et professionnelles en formation scientifique, en français, en formation économique et sociale ainsi qu'en formation historique et géographique

Art. 51. Dans le décret du 4 décembre 2014 portant confirmation des compétences terminales et savoirs requis à l'issue de la section de transition des humanités générales et technologiques en mathématiques, en sciences de base et en sciences générales et des compétences terminales et savoirs communs à l'issue de la section de qualification des humanités techniques et professionnelles en formation scientifique, en français, en formation économique et sociale ainsi qu'en formation historique et géographique, les modifications suivantes sont apportées à l'annexe II : Compétences terminales et savoirs requis en sciences de base :

- à la page 15, les mots « Décrire la transformation chimique qui traduit la respiration cellulaire chez les autotrophes et les hétérotrophes. » sont remplacés par les mots « Décrire la transformation chimique qui traduit la photosynthèse chez les autotrophes. » ;
- à la page 16, les mots « Schématiser les transferts de matière et les transferts d'énergie dans un réseau trophique simple. » sont remplacés par les mots « Schématiser les transferts de matière et les flux d'énergie dans le réseau trophique simple. » ;
- à la page 21, les mots « Décrire le phénomène de dissociation d'ionisation (par exemple la dissociation ionique d'un sel). » sont remplacés par les mots « Décrire le phénomène de dissociation ionique sous forme d'une équation ». ;
- à la page 22, les mots « Nomenclature IUPAC des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes » sont remplacés par les mots « Nomenclature des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes » ;
- à la page 23, les mots « Caractériser les réactions chimiques selon l'effet thermique associé, à partir d'un graphique faisant appel à (énergie =f (temps)). » sont remplacés par les mots « Caractériser les réactions chimiques selon l'effet thermique associé, à partir d'un diagramme faisant appel à l'énergie des réactifs et à l'énergie des produits. » ;
- à la page 29, les mots « Appliquer la conservation du travail à une machine simple » sont remplacés par les mots « Appliquer la "conservation" du travail à une machine simple. » ;
- à la page 37, les mots « Illustrer à partir d'un exemple que l'environnement peut modifier l'expression de certaines gènes. » sont remplacés par les mots « Illustrer à partir d'un exemple que l'environnement peut modifier certains phénotypes. » ;
- à la page 44, les mots « Détailler en termes de vitesse et de forces le mouvement d'une voiture qui s'engage, sur une autoroute jusqu'à rouler à une vitesse constante. » sont remplacés par les mots « Détailler en termes de vitesse et de forces le mouvement d'une voiture qui s'engage, par exemple, sur une autoroute jusqu'à rouler à une vitesse constante. ».

Art. 52. Dans le même décret, les modifications suivantes sont apportées à l'annexe III : Compétences

terminales et savoirs requis en sciences générales :
- à la page 21, les mots « Schématiser un atome et un ion, selon un modèle atomique déterminé. » sont remplacés par les mots « Schématiser un atome et un ion monoatomique, selon un modèle atomique déterminé. » ;
- à la page 24, les mots « Décrire un phénomène de dissociation d'ionisation (par exemple la dissociation ionique d'un sel). » sont remplacés par les mots « Décrire un phénomène de dissociation ionique sous forme d'une équation » ; »
- à la page 25, les mots « Nomenclature IUPAC des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes, groupements ioniques » sont remplacés par les mots « Nomenclature des acides, des hydroxydes, des sels, des oxydes, groupements ioniques » ;
- à la page 33, les mots « Appliquer la conservation du travail à une machine simple. » sont remplacés par les mots « Appliquer la « conservation » du travail à une machine simple. » ;
- à la page 48, les mots « Expliquer le comportement de la matière à partir de sa modélisation atomique/ionique/moléculaire pour les situations suivante :
- dureté et conductivité du diamant contrairement au graphite ;
- ductilité et conductivité des métaux contrairement aux cristaux de sels ioniques ;
- solubilité des sels ioniques ;
et montrer comment l'homme en tire profit. »
sont remplacés par les mots :
« 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. ».
- à la page 50, les mots « Tracer un graphique delta h=f(t) représentant le delta H des réactifs et le delta H des produits. » sont remplacés par les mots « Tracer un diagramme delta H représentant le delta H des réactifs et le delta H des produits. » ;
- à la page 50, les mots « Représenter sous forme d'un graphique une réaction chimique exothermique, endothermique ou athermique, les réactifs et les produits étant en solution, puis interpréter ce graphisme. » sont remplacés par les mots « 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. » ;
- à la page 56, les mots « Utiliser une table de potentiels d'oxydoréduction et une échelle d'acido-basicité afin de prédire le sens d'évolution de réactions chimiques. » sont remplacés par les mots « Utiliser une table de potentiels d'oxydoréduction et une échelle des KA afin de prédire le sens d'évolution de réactions chimiques. » ;
- à la page 62, les mots « UAA6 de physique (induction magnétique limitée à la transmission d'énergie d'une bobine à une autre) » sont remplacés par les mots « UAA6 de physique (induction magnétique) ».