



PHYSIQUE CHIMIE

11^è

Bamako, janvier 2018,

GUIDE PRATIQUE

ENSEIGNEMENT DES DISCIPLINES SCIENTIFIQUES
DANS L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE GÉNÉRAL AU MALI

$$\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = E_{\text{Cmax}} \Rightarrow v_{\max} = \sqrt{\frac{2E_{\text{Cmax}}}{m}}$$

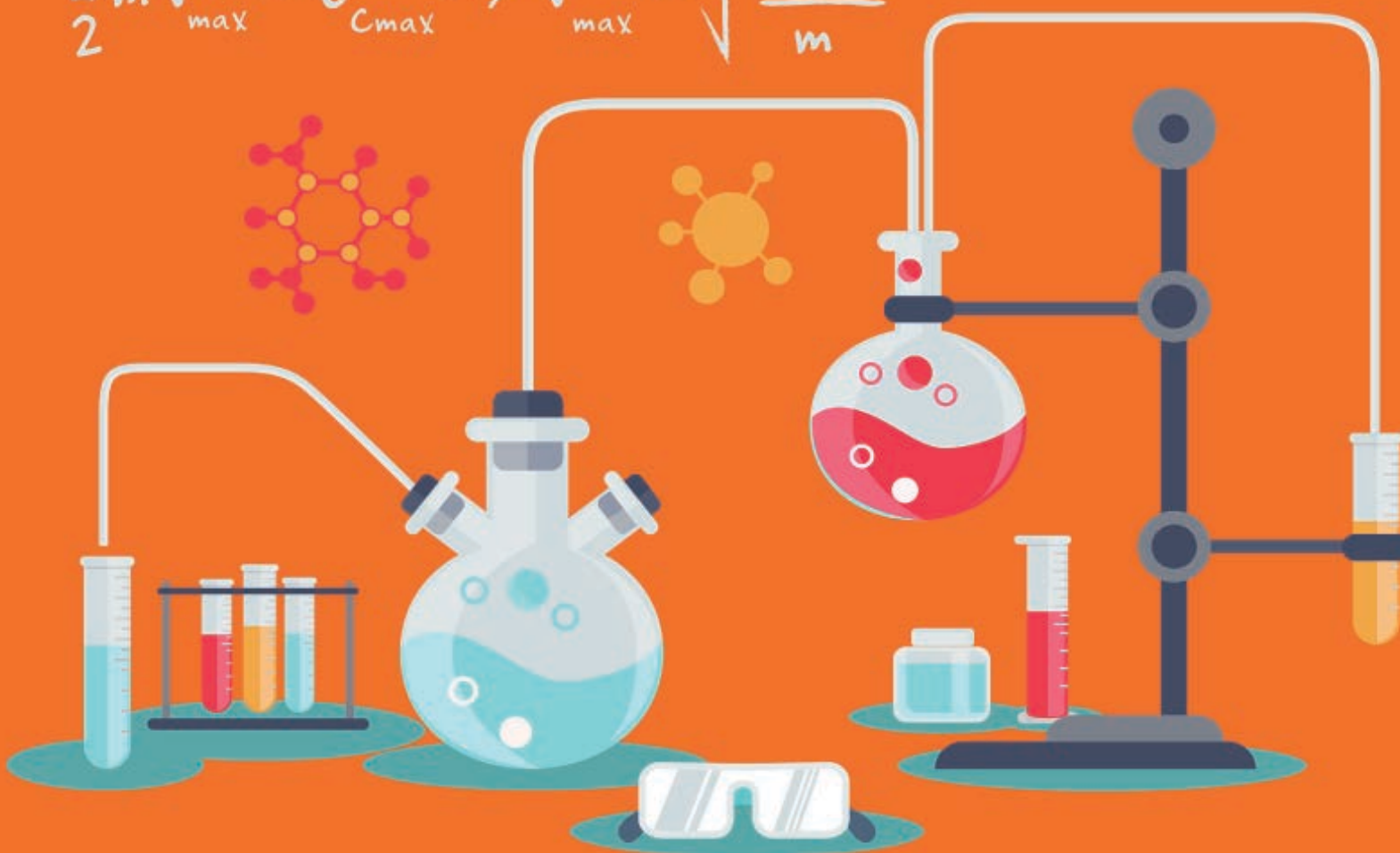


TABLE DES MATIERES

1. PRINCIPES GENERAUX	7
1.1. PROFIL DE SORTIE	7
1.1.1. <i>Compétences de domaine.....</i>	8
1.1.2. <i>Compétences disciplinaires et terminales.....</i>	8
1.1.3. <i>Savoirs, savoir-faire et savoir-être.....</i>	9
1.2. PRINCIPES PEDAGOGIQUES	12
1.3. INTENTIONS PEDAGOGIQUES.....	13
1.3.1. <i>Les intentions pédagogiques génériques.....</i>	13
1.3.2. <i>Intentions pédagogiques en physique-chimie.....</i>	13
1.4. TACHES DE L'ENSEIGNANT.....	16
1.4.1. <i>Planification des activités</i>	16
1.4.2. <i>Préparation des activités d'apprentissage.....</i>	17
1.4.3. <i>Mise en œuvre des activités d'apprentissage</i>	26
1.4.4. <i>Évaluation des apprentissages.....</i>	31
1.4.5. <i>Apprentissage continu et développement professionnel.....</i>	36
2. LES PROGRAMMES DE PHYSIQUE-CHIMIE 11E.....	38
2.1. LECTURE DES PROGRAMMES	38
2.2. GLOSSAIRE.....	39
3. LES PROGRAMMES DE PHYSIQUE 11E	41
3.1. PROPOSITION DE DECOUPAGE DU PROGRAMME	45
4. EXEMPLES D'APPLICATION	46
4.1. UNITES D'APPRENTISSAGE 1 : LES CHAMPS	46
4.1.1. <i>Fiche de séquence 1 : Le champ de gravitation - le champ de pesanteur terrestre.....</i>	47
4.1.2. <i>Exemple de grille d'observation pour une évaluation formative.....</i>	55
4.1.3. <i>Fiche de séquence 2 : Champ magnétique.....</i>	57
4.1.4. <i>Exemple de travaux pratiques (TP).....</i>	64
4.2. UNITE D'APPRENTISSAGE 2 : CINEMATIQUE ET DYNAMIQUE	67
4.2.1. <i>Fiche de séquence 1 : Théorème du centre d'inertie : principe fondamental de la dynamique.....</i>	68
4.3. UNITE D'APPRENTISSAGE 3 : ÉNERGIE ET VIBRATIONS	73
4.3.1. <i>Fiche de séquence 1 : Quantité de mouvement-énergie.....</i>	74
4.3.2. <i>Fiche de séquence 2 : Vibration.....</i>	80
5. LES PROGRAMMES DE CHIMIE 11^E.....	86
5.1. PROPOSITION DE DECOUPAGE DU PROGRAMME	90
6. EXERCICES D'APPLICATION.....	91
6.1. UNITE D'APPRENTISSAGE 1 : CHIMIE GENERALE ET HYDROCARBURES	91
6.1.1. <i>Fiche de Séquence 1 : Formule développée plane - notion d'isométrie.....</i>	92
6.1.2. <i>Fiche de séquence 2 : Hydrocarbures insaturés ; les Alcènes et les alcynes.....</i>	104
6.2. UNITE D'APPRENTISSAGE 2 : POLYMERISATION ET HYDROCARBURES AROMATIQUES	114
6.2.1. <i>Fiche de séquence 1 : La polymérisation.....</i>	115
6.2.2. <i>Fiche de séquence 2 : Les hydrocarbures oxygénés.....</i>	120
6.3. UNITE D'APPRENTISSAGE 3 : CHIMIE MINERALE.....	128

6.3.1.	<i>Fiche de séquence 1 : Oxydo-réduction en solution aqueuse</i>	129
6.3.2.	<i>Exemple d'évaluation sommative en 11^e Sciences</i>	136
7.	LES OUTILS	143
7.1.	OUTIL 1 : FICHE DE DEROULEMENT D'UNE SEQUENCE	144
7.2.	OUTIL 2 : APPRENDRE A S'AUTOEVALUER	145
7.3.	OUTIL 3 : S'APPUYER SUR SON ENVIRONNEMENT (AUTO-FORMATION ET FORMATION PAR LES PAIRS), GRILLE POUR S'EVALUER	146
7.4.	OUTIL 4 : COMMENT ANALYSER ET COMMENT INTERPRETER UN TABLEAU	150
7.5.	OUTIL 5 : LES GRAPHIQUES	151
7.6.	OUTIL 6 : COMMENT ANALYSER UN TEXTE SCIENTIFIQUE.....	155
7.7.	OUTIL 7 : COMMENT FAIRE UN COMPTE-RENDU D'EXPERIENCE	156
7.8.	OUTIL 8 : GRILLE D'EVALUATION DES DESSINS DE TRAVAUX PRATIQUES	158
7.9.	OUTIL 9 : EVALUER L'APPRENTISSAGE	159
7.10.	OUTIL 10 : GRILLE DE CORRECTION POUR UNE EVALUATION SOMMATIVE (A LA FIN DE LA SEQUENCE, DE FIN DE L'UA OU DE FIN DE CYCLE)	161
7.11.	OUTIL 11 : INTEGRER LES REL	162
7.12.	OUTIL 12 : LES RESSOURCES PEDAGOGIQUES ET REL	163
8.	ANNEXE	168

REMERCIEMENTS

ABREVIATIONS ET SIGLES

APC :	Approche par Compétence
E :	Force Électromotrice
Ec :	Énergie Cinétique
El :	Énergie de liaison
Ep :	Énergie Potentielle
ESG :	Enseignement Secondaire General
Et :	Énergie Totale
EV :	Électron Volt
Ex :	Exemple
Log :	Logarithme
N :	Nombre quantique
PC :	Physique Chimie
REL :	Ressources Éducatives Libres
RFD :	Relation Fondamentale de la Dynamique
RI :	Ressources Interdisciplinaires
SMT :	Sciences Mathématiques et Technologies
SVT :	Sciences de la Vie et de la Terre
TP :	Travaux Pratiques
TS Ex :	Terminale Sciences Expérimentales
TSE :	Terminale Sciences Exactes
UA :	Unité d'Apprentissage
USI :	Système d'Unité Internationale
V :	Vitesse

PREFACE

En complémentarité avec le Guide Transversal, le guide de Physique-Chimie (PC) constitue une deuxième ressource opérationnelle vous proposant une mise en pratique concrète des approches pédagogiques modernes dans votre discipline, venant compléter efficacement votre engagement continu au service de la qualité des apprentissages des élèves.

Le document est d'usage simple car son organisation est articulée autour de la construction des nouveaux programmes de l'Enseignement secondaire général (ESG), conçus selon l'Approche par compétences (APC). Ainsi, le Guide présente les trois unités d'apprentissage de la 11^{ème} et propose une répartition des contenus d'enseignement-apprentissage sur l'ensemble de l'année avec un taux horaire défini par séquence.

Dans chacune de ces unités d'apprentissage, vous sont proposés soit le développement d'une fiche séquence, d'une activité, ou encore d'une évaluation mettant en œuvre l'ensemble des approches exposées dans le guide transversal. Tout du long, vous serez amené à revenir continuellement au guide transversal, que vous pourrez consulter à chaque fois que possible et nécessaire pour mener à bien vos activités de classe.

Tout comme le guide transversal, le guide pratique met également l'accent sur les Ressources Éducatives Libres (REL), qui sont à votre disposition. Vous pourrez les utiliser pour préparer vos leçons, diversifier et enrichir le travail de vos élèves en classe et en dehors de la classe, de même que pour évaluer leurs résultats d'apprentissage. La plateforme du projet vous permettra d'accéder à l'ensemble de ces REL, ainsi qu'à bien d'autres, de nature à vous faciliter la mise en œuvre de l'APC.

L'usage du masculin n'est ici en aucune manière discriminant. L'implication en nombre et la réussite des filles et des femmes dans les STEM étant un enjeu crucial pour l'atteinte des objectifs 2030 de développement durable, elle constitue en conséquence un impératif éducatif majeur, pour lequel les enseignements-apprentissages scientifiques jouent le premier rôle.

1. PRINCIPES GENERAUX

L'élément central sur lequel repose la construction des programmes d'enseignement du secondaire général est le profil de sortie attendu de l'élève, à partir duquel ont été déclinées des compétences de domaines et disciplinaires. Cette méthode de construction des programmes, présentée dans le guide transversal et que vous pouvez dès à présent consulter, a inspiré la structure de ce guide pratique disciplinaire.

Dans cette partie préliminaire à la présentation des programmes et la mise en application d'exercices pratiques du programme, sont rappelés les principes généraux d'enseignement/apprentissage, soit : le profil de sortie attendu de l'élève à la sortie de l'ESG, les principes et intentions pédagogiques de la discipline, ainsi que les activités de l'enseignant, qui sont la planification, la préparation, la mise en œuvre, l'évaluation des activités et son développement professionnel.

1.1. PROFIL DE SORTIE

Le profil de sortie est une description des caractéristiques attendues de l'élève au terme d'un niveau d'études. Ce profil doit être une expression des défis à relever par la société, à court, à moyen ou à long terme. Ainsi, le profil est le pont qui relie l'action de l'école aux besoins de la société considérée.

Le profil disciplinaire répond à ce qui est attendu de l'élève dans la discipline. Il propose aux professeurs des orientations englobantes et générales relatives aux apprentissages essentiels que doit maîtriser chaque élève et aux comportements incontournables qu'il doit adopter dans le cadre du programme d'éducation du secondaire général pour assurer une poursuite efficace des études au supérieur ou son intégration harmonieuse dans la vie active. En raccourci, le profil permet à tous les professeurs d'avoir la même représentation du citoyen à former.

Le profil révèle également des pistes de vérification qui aident le professeur à formuler des observations et des conclusions.

En physique-chimie, on peut aussi évoquer différents profils selon ce que l'on cherche avant tout à développer :

- ***Un citoyen averti qui peut :***
 - Expliquer les principaux aspects historiques culturels des phénomènes physiques ou chimiques
 - Apprécier et porter un regard critique sur l'apport des sciences dans la vie courante
 - Intégrer ces phénomènes dans la vie quotidienne
 - Décrypter et problématiser les contextes et/ou les situations-problèmes du monde qui l'entoure

- ***Un chercheur en herbe apte à :***
 - Expliquer un nouveau phénomène physique ou chimique
 - Observer, décrire, émettre une hypothèse, proposer une démarche de recueil de traitement des informations et de tirer des conclusions sur la base des résultats obtenus et les comparer à ceux qui existent.
- ***Un futur professionnel ayant un lien avec la physique ou la chimie (électronique, informatique, ingénierie...) en vue de :***
 - Faciliter son insertion dans la vie socioprofessionnelle
 - Développer son caractère de créativité et d'entrepreneuriat

1.1.1. Compétences de domaine

Dans cet objectif, la Physique-Chimie s'inscrit dans le domaine des Sciences Mathématiques et Technologies (SMT) qui vise pour les apprenants le développement des compétences suivantes :

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques, scientifiques et technologiques

1.1.2. Compétences disciplinaires et terminales

Les sciences physiques et chimie visent plus spécifiquement le développement de compétences se rattachant à leur discipline :

a) Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position (citoyen averti)
- Analyser un phénomène physique ou chimique (un chercheur en herbe)
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre et d'expliquer le phénomène.

b) Compétences terminales

- Profil de sortie 1 : un citoyen averti

Face à une situation problème donnée de nature physique ou chimique, en exploitant des supports et en mobilisant ses acquis de cours, l'élève doit pouvoir analyser, interpréter le problème et prendre position.

- Profil de sortie 2 : un chercheur en herbe
 - Devant une situation décrivant un phénomène physique ou chimique, l'élève disposant de documents doit pouvoir :
 - Analyser le phénomène
 - Formuler des hypothèses de recherche.
 - Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (d'expliquer) le phénomène

- Profil de sortie 3 : un professionnel des métiers actuels

Face à une situation professionnelle inédite, l'élève doit faire appel à ses connaissances pour concevoir un modèle explicatif adapté (approprié, adéquat).

1.1.3. Savoirs, savoir-faire et savoir-être

Si les compétences de base édictées par l'APC sont les mêmes pour toutes les disciplines, elles se déclinent en sciences physiques sous certains aspects propres à cette discipline. Ainsi on peut dégager :

a) Les compétences de savoirs :

Il s'agit de :

- Acquérir des connaissances théoriques : concepts, principes, théorèmes et lois,
- Définir des grandeurs physiques,
- Donner les unités des grandeurs physiques,
- Connaître le matériel scientifique,
- Acquérir le vocabulaire et le symbolisme scientifiques : nomenclature de la chimie, noms et symboles des dipôles...,
- Connaître la démarche scientifique,
- Connaître les étapes de la résolution de problèmes

b) Les compétences de savoir-faire :

- Savoir-faire théorique :

L'élève doit parvenir à :

- Formuler des hypothèses pour expliquer un phénomène ou une expérience
- Interpréter voire critiquer le résultat d'une mesure
- Faire le schéma correct d'une expérience : l'élève doit pouvoir utiliser les représentations normalisées des appareils

- Utiliser le langage scientifique : l'élève doit utiliser des mots simples conformes au vocabulaire scientifique
 - Manipuler de façon adéquate diverses notions mathématiques de base (proportionnalité, puissances 10, les équations du premier degré, les systèmes d'équations, les calculs différentiels et de logarithme, le calcul de diverses grandeurs physiques, etc.)
 - Accéder aux connaissances par d'autres moyens : l'élève doit parfaire son savoir en lisant des revues scientifiques et des textes sur l'histoire des sciences, en regardant des films scientifiques à la télévision, en visitant des usines, des sites naturels et des centres de recherche
 - Utiliser un modèle physique : ex. Atome de Bohr, théorie corpusculaire de la lumière
 - Organiser les étapes de la résolution d'un problème : l'élève doit assimiler les méthodes de résolution des problèmes de sciences physiques en respectant les différentes étapes
- Savoir-faire pratique :
- L'élève doit parvenir à :
- Réaliser un protocole expérimental à partir d'un schéma donné
 - Mesurer une grandeur physique : l'élève doit connaître le principe de fonctionnement d'un appareil et réaliser une bonne mesure en respectant les mesures de sécurité nécessaires
 - Confectionner du matériel didactique à partir du matériel et des produits locaux

Remarque : l'enseignant pourrait utiliser des ressources éducatives libres (REL).

c) Les compétences de savoir-être :

L'enseignement des sciences physiques a pour objectifs de doter l'élève d'un certain comportement qui consiste à :

- Rechercher la rigueur scientifique : l'élève doit avoir pour souci constant la recherche de la vérité. Il doit acquérir une honnêteté intellectuelle et morale. Il doit être exigeant envers lui-même
- Posséder l'esprit de groupe : il doit apprendre à travailler en groupe en donnant le meilleur de lui-même
- Avoir le sens de responsabilité individuelle et collective : il doit pouvoir prendre ses responsabilités au sein du groupe et assumer à la fois les responsabilités du groupe. (Ex : au cours des travaux pratiques de groupe ou d'exposés collectifs, l'élève doit faire preuve d'esprit de groupe, il doit se sentir responsable de la qualité du travail demandé)

- Porter un jugement critique : à tout moment de son apprentissage et à l'occasion d'accès aux connaissances par d'autres moyens (films, cassettes vidéo...) ; l'élève doit avoir l'esprit critique ; il doit également s'interroger et s'auto évaluer régulièrement
- Prendre des initiatives tendant à se protéger, protéger les autres et son milieu : l'élève doit être préparé à agir judicieusement, à tout moment, sur son environnement pour le préserver
- Prendre des mesures de sécurité : l'élève doit utiliser les appareils et les produits chimiques avec précaution

1.2. PRINCIPES PEDAGOGIQUES

Pour vous guider dans la mise en place de l'APC, nous rappelons les principes pédagogiques qui orientent l'enseignement-apprentissage :

- Faire participer activement l'élève afin d'en faire un apprenant responsable de son apprentissage.

Une participation active de l'élève le met au centre de ses propres apprentissages. Elle est exigible pour toute mise en œuvre d'activité d'enseignement-apprentissage et permet à l'élève de passer d'une posture de récepteur à une posture de constructeur de savoir, de savoir-faire, de savoir-être et de savoir-devenir. Ce principe considère également que l'erreur est inhérente à tout apprentissage ; aussi, son statut et ses fonctions doivent être pris en compte pour faire l'état des lieux sur les apprentissages et adapter l'enseignement selon les besoins.

- S'appuyer sur des méthodes centrées sur l'élève afin de faire de lui un apprenant autonome

L'adhésion réfléchie à des méthodes pédagogiques centrées sur l'élève constitue un préalable pour la réussite des pratiques de classes axées sur l'Approche Par Compétences (APC). Ce principe privilégie les méthodes actives qui incitent l'élève à mener de façon autonome des activités d'apprentissage selon son rythme de travail.

- Favoriser les activités pratiques d'apprentissage tant collectives qu'individuelles

La disposition « classe/élèves/enseignant » n'est pas le seul environnement d'enseignement-apprentissage. Ce principe privilégie des méthodes pédagogiques actives s'appuyant sur des activités d'enseignement-apprentissage qui alternent, travail individuel/travail de groupe, travail en classe/travail à domicile, et par la suite articulent les acquis et remédient aux besoins identifiés.

- Amener l'élève à apprécier les disciplines scientifiques et à exceller dans leur apprentissage

L'appréciation d'une discipline d'enseignement par l'élève dépend fortement du sens qu'il attache à cette discipline. Le sens d'un concept scientifique se construit d'abord par son utilisation comme outil de résolution de problème. Aussi, ce principe exhorte-t'il si possible des activités tirées du milieu de vie de l'élève.

1.3. INTENTIONS PEDAGOGIQUES

1.3.1. Les intentions pédagogiques génériques

Les intentions pédagogiques sont formulées autour de deux préoccupations majeures :

- Vous accompagner dans votre mission d'enseignant à travers l'APC et les nouvelles pédagogies actives
- Vous amener à penser global tout en agissant local : Comment inscrire son enseignement dans le cadre global de formation du futur citoyen qu'est l'élève.

Certains aspects de ces deux préoccupations sont cités ci-dessous.

Appliquer les pédagogies actives pour stimuler davantage l'apprentissage :

- Responsabiliser l'élève dans ses propres apprentissages ;
- Développer chez l'élève l'autonomie et la prise d'initiative dans les activités d'apprentissage de façon individuelle et par groupe ;
- Développer chez l'élève l'autoévaluation et l'évaluation par les pairs ;
- Développer chez l'élève le réinvestissement de ses apprentissages scolaires dans la résolution de situations relevant de son milieu de vie.

Développer la préoccupation d'utiliser avec soin les manuels et le matériel :

- Développer chez l'élève des méthodes de travail scolaire, en particulier celles liées à l'exploitation de manuels et de matériel didactique ;
- Apprendre à l'élève à planifier ses activités d'apprentissage de façon individuelle et par groupe ;
- Développer chez l'élève l'autoévaluation et l'évaluation par les pairs ;
- Développer chez l'élève l'exploitation appropriée des REL pour ses apprentissages.

Développer la pratique de communiquer avec clarté et précision :

- Développer chez l'élève des méthodes de communication explicites ayant un impact positif sur l'apprentissage ;
- Apprendre à l'élève à écrire et effectuer une communication orale.

1.3.2. Intentions pédagogiques en physique-chimie

Au centre du processus enseignement/apprentissage, l'enseignant doit encore jouer un rôle capital. L'enseignant de science recherche, prépare et parfois construit son matériel d'expériences bien avant la séance de cours. Pour cela, il est curieux et est attentif même en cours de voyage ou de promenade, à tout objet ou matériau pouvant lui servir à fabriquer ou compléter un appareil.

Ensuite il doit organiser son enseignement de façon à encadrer des élèves qui peuvent être à des niveaux différents dans leur cheminement vers l'atteinte des objectifs. Il doit également tenir compte d'une approche, d'une stratégie et d'un processus d'apprentissage qui requiert les fonctions d'enseignement qui suivent :

- La planification et la préparation
 - Aborder les unités d'apprentissage dans l'ordre tel que libellé dans le programme ; insister ou non sur tel ou tel contenu de leçon ; prévoir et produire, en troisième lieu, les activités propres à ses cours à l'aide de tableaux spécifiques aux unités d'apprentissage
 - Coordonner, en quatrième lieu, les activités d'apprentissage de chacun des apprenants et répartir les postes de travail et le matériel nécessaire. Il faut agencer et élaborer, finalement, des activités d'apprentissage, d'évaluations correctives et d'enrichissement.
- L'information et la motivation
 - Situer les apprenants par rapport à l'ensemble du programme et aussi, à chacune des unités d'apprentissage ; fournir les données utiles à une compréhension suffisante de ce qu'il y a à exécuter tout en soulignant l'importance et la pertinence des apprentissages à effectuer
 - Par ailleurs, il revient à chaque enseignant de fournir, au début de chaque séquence et de chaque activité importante, les données nécessaires aux activités
- L'animation, le soutien et l'orientation :
 - En premier lieu, guider les apprentissages par un rappel des objectifs, par l'identification des préalables et par la formulation d'indications sur les activités à accomplir
 - Créer, en deuxième lieu, un climat de confiance reposant sur le respect des personnes et de leur autonomie ainsi que sur la clarification des enjeux réels
 - Maintenir, en troisième lieu, l'intérêt par une implication fréquente des apprenants tout au long de leur cheminement, par des propositions d'activités intéressantes et diversifiées, par un dosage judicieux du niveau des difficultés, par l'utilisation d'approche à caractère pratique, par des encouragements répétés et par une ouverture aux préoccupations personnelles des apprenants
 - Encadrer en quatrième lieu, les activités d'apprentissage par l'implantation d'un système souple et efficace de suivi des apprenants qui permette le diagnostic des points forts et des faiblesses, par une assistance particulière aux apprenants en difficulté et par une orientation adéquate des apprenants vers des activités d'apprentissage, d'évaluation, d'enseignement correctif et d'enrichissement. Fournir finalement, des explications claires et justes aux groupes et aux individus.

- L'évaluation
 - Produire et utiliser des instruments d'évaluation formative et d'évaluation sommative en adéquation avec les compétences définies et les activités réalisées
 - Informer les apprenants sur les critères d'évaluation

1.4. TACHES DE L'ENSEIGNANT

Cette partie expose brièvement l'ensemble des activités du métier d'enseignant, présentées dans le guide transversal qui a été conçu en binôme avec le guide disciplinaire : nous vous invitons, ainsi, et dès que nécessaire, à le consulter afin d'approfondir l'une ou l'autre des notions qui sont exposées.

1.4.1. Planification des activités

Dès le début de l'année scolaire, vous êtes invité à lire le programme de 11ème de long en large. Il est utile de prendre connaissance aussi des programmes de 10ème et 12ème, ainsi que ceux de Science de la vie et de la terre (SVT) et de Mathématiques. Tout cela vous renseigne sur les compétences attendues des élèves dans tout le domaine SMT. De plus, à chaque niveau de concept du programme correspond des prérequis mathématiques indispensables à l'apprenant. On consultera donc les professeurs des autres disciplines afin de savoir à quel moment ils comptent faire telle ou telle leçon dont on a besoin de notions.

Dans le cas des Sciences expérimentales, il est aussi recommandé de choisir des rapporteurs de groupes de travail parmi les élèves et procéder avec eux à un inventaire du matériel didactique de laboratoire. Pour le matériel manquant, vous pouvez prendre contact avec les collègues des autres établissements de la localité afin de savoir ce qu'ils ont dans l'optique de mettre en place une éventuelle collaboration future pouvant aboutir à des prêts ou à des échanges de bonnes idées pour pallier l'insuffisance de matériel.

Planification du travail pédagogique :

Le premier travail de l'enseignant, dès la réception de son emploi du temps, doit consister en la répartition en trimestre (ou en semestre) du programme d'étude annuel de la formation, sur la base du volume hebdomadaire de la matière et du nombre total de semaines d'enseignement.

Cette planification globale continue par une planification plus détaillée des séquences d'apprentissage pour une bonne gestion du temps ; car il s'agit aussi d'apprendre à l'élève à faire une utilisation rationnelle de son temps pendant les apprentissages comme pendant les évaluations. Le calcul du volume horaire total annuel (incompressible) doit se faire à partir du nombre effectif de semaines disponibles dans l'année scolaire. La réglementation fixe la durée de l'année scolaire à 9 mois, soit 36 semaines. Mais en décomptant les congés, les périodes de composition, d'examen et les jours fériés, tout en prévoyant un pourcentage d'heures pouvant éventuellement être perdues par des perturbations, on vient à seulement 27 semaines de temps d'enseignement.

1.4.2. Préparation des activités d'apprentissage

a) Comment préparer les activités en mettant l'élève au centre ?

Cet éclairage sur le suivi de l'élève s'inspire en partie de bonnes pratiques pédagogiques largement reconnues¹ sur le travail personnel de l'élève, l'évaluation et la différenciation pédagogique. Il vous invite tout particulièrement à créer le lien entre l'école et la maison pour les apprenants.

- Travail personnel et collaboratif de l'élève

Le travail personnel en classe développe les compétences de l'élève par des activités variées, et le travail personnel hors de la classe (en étude ou à la maison) consolide et fixe ces compétences. Le travail personnel, dans et hors de la classe, est différent selon les besoins des élèves : c'est un outil de différenciation pour parvenir aux mêmes objectifs. Il en est de même pour un travail collaboratif. On veillera, à cet effet, à diversifier les supports et les activités. Les recommandations qui suivent concernent le travail personnel de l'élève hors de la classe, mais insistent sur le lien nécessaire avec les activités mises en œuvre au sein de la classe.

- Cohérence entre travail en classe et hors de la classe

L'enseignant doit s'assurer que le travail personnel hors de la classe repose sur des compétences développées au préalable. Il veille aussi à ce qu'il y ait une synergie entre le travail de l'élève en classe comme en dehors de la classe. Les activités d'apprentissage menées de façon collaborative doivent être encouragées et valorisées par l'enseignant. Le travail personnel et collaboratif de l'élève ne doit pas se réduire aux devoirs proposés pour le domicile par l'enseignant, mais aussi à la récolte des faits et phénomènes liés observés qui peuvent selon le cas être l'objet d'activité d'apprentissage.

- Visibilité et lisibilité du travail en classe et hors de la classe

Les consignes de travail attribué à l'élève, en particulier celui réalisé en dehors de la classe, doivent être claires pour toute la classe ; il s'agit aussi de spécifier le matériel didactique et les ressources nécessaires pour ce travail. Par ailleurs, le travail effectué par les élèves hors de la classe doit être reconnu et inscrit dans le cahier de texte de la classe ; en effet, le temps d'apprentissage ne se limite pas aux temps d'enseignement de la discipline.

- Contrôle et suivi pédagogique

Les travaux d'élèves en dehors de la classe doivent être l'objet d'attention de la part de l'enseignant et placés à la même enseigne que les travaux en classe. Ainsi, ils doivent être contrôlés et suivis régulièrement : cette disposition permet a priori, de prolonger la relation pédagogique en dehors

¹ Voir notamment : <http://www.vousnousils.fr/2015/10/13/reussite-des-eleves-un-guide-de-bonnes-pratiques-pedagogiques-577008>

de la classe, avec l'espoir d'engager les élèves dans une dynamique d'autoformation, d'autoévaluation et d'évaluation par les pairs.

C'est aussi valoriser régulièrement les travaux des élèves, reconnaître la progression de chacun et la féliciter dans le but de stimuler une dynamique positive au sein de la classe.

- L'évaluation au service de la réussite de l'élève

Il s'agit pour l'enseignant de développer toutes les formes d'évaluation dont les effets conjugués favorisent la réussite de l'élève. En particulier, pour toute activité d'enseignement-apprentissage des sciences physiques et de la chimie axée sur l'APC, l'évaluation doit être centrée sur la compétence en termes d'acquisition plus qu'en termes de notes.

L'évaluation diagnostique doit être si possible menée avant tout autre type d'évaluation : il permet à l'enseignant d'identifier et de catégoriser les besoins des élèves. Il est nécessaire de prévoir des stratégies communes : ajuster les pratiques dans la classe, aide individualisée, travail en modules, etc.

- Pratiquer la différenciation pédagogique pour la réussite des élèves

Différencier, c'est reconnaître qu'il n'y a pas deux élèves identiques, c'est avoir le souci de l'individu sans renoncer à celui du groupe ; c'est atteindre des objectifs communs par des voies différentes.

On distingue deux formes principales de différenciation pédagogique :

- La différenciation successive : elle consiste à faire varier les activités, et/ou les supports d'apprentissage au sein de la séance ;
- La différenciation simultanée : elle consiste à proposer un travail différent à chaque élève ou à des groupes d'élèves pour répondre à des besoins spécifiques.

La différenciation pédagogique est une condition nécessaire à la réussite des élèves dès lors que les publics accueillis sont variés et hétérogènes. Elle est à l'œuvre dans différents dispositifs spécifiques mais doit surtout être intégrée à la classe ordinaire

b) Comment conduire une activité de classe en PC ?

Plusieurs cas sont à envisager dont nous retiendrons trois.

- La séance concerne une leçon qui comporte une manipulation expérimentale facile.

Quelle que soit la facilité d'une expérience on doit toujours l'essayer avant la séance de cours. Ainsi on évite des surprises désagréables (matériel défectueux ou inadapté, durée nécessaire à la manipulation, explications à donner à l'échec possible...). Ceci dit nous pouvons retenir les phases suivantes :

- Phase de préparation.

La préparation de la séquence ou de la séance commence par la lecture pour une appropriation correcte du contenu du programme. Il faut y découvrir les compétences générales recommandées par le programme et les compétences disciplinaires à faire acquérir par l'activité de cette séance, tout cela en relation avec ce qui est déjà fait dans la classe et ce qui va suivre. Ensuite on consulte ses ressources didactiques (documents, notes, laboratoire) et ses ressources humaines (collègues, laborantin, autres...). Après mûres réflexions sur ce qui est possible et ce qui n'est pas possible face à la réalité, on entreprend la rédaction de sa fiche de séquence ou de séance. Ensuite on se rend au laboratoire pour faire les manipulations en liaisons avec la leçon et préparer le matériel pour son cours. Il est souhaitable qu'il y ait autant de kits expérimentaux que de groupes de travail que l'on compte constituer. Ainsi chaque groupe de 4 ou 5 élèves fera sa manipulation et cela, simultanément. A défaut de kits suffisants il faut prévoir un temps plus long pour permettre à chaque groupe de passer manipuler à son tour.

- Phase d'exécution de la séance

L'activité de la séance de cours a lieu soit en classe, soit au laboratoire. Dans le cas de la classe tout le matériel expérimental doit y être transporté avec l'aide du laborantin (si possible) avant l'heure, même s'il faut le ranger dans un coin de la salle en attendant. C'est pourquoi les manipulations au laboratoire sont préférables, car là le montage peut être préparé avant l'arrivée des élèves. La séance proprement dite commence par tous les préliminaires d'un enseignement/apprentissage : rappels, prérequis, situation-problème... On amène les élèves à reconnaître la nécessité d'une expérience pour résoudre le problème soulevé. Le montage est décrit avec eux et le processus de la manipulation et de mesure ou d'observation leur est expliqué. La durée de l'expérience est précisée et alors chacun ou chaque groupe est lancé à sa tâche. A l'heure indiquée on arrête les travaux si l'on voit que beaucoup ont terminé, sinon on accorde une prolongation. Pendant la manipulation, il faut circuler entre les groupes pour aider ceux qui ont des difficultés à avancer. Évidemment, il ne s'agit pas de travailler pour un groupe. A la fin des travaux tous les groupes ou un certain nombre sont invités à présenter leurs résultats.

- Phase d'exploitation

Une première synthèse est faite avec les apprenants, dite synthèse partielle. Une loi ou un aspect d'une loi physique ou chimique est tiré.

Puis on fait un rapide contrôle pour vérifier que tout le monde a bien compris les faits. Sinon on revient sur les aspects non compris (évaluation formative).

Si d'autres manipulations sont nécessaires pour aboutir à une loi complète, cela fait l'objet d'une autre activité suivie de synthèse partielle. Plusieurs petites manipulations bien encadrées peuvent conduire à la formulation de la loi recherchée. Les conditions de solubilité d'un solide dans l'eau (on peut vérifier l'influence de la température d'une part, et l'influence de la concentration d'autre part) ou les conditions de la réfraction de la lumière dans un dioptré-plan peuvent être des exemples. La maîtrise du temps d'expérimentation est très importante, mais la manipulation est nécessaire car

c'est seulement ainsi qu'on forme des vrais scientifiques. Aussi tous les montages possibles doivent être vraiment essayés. A défaut de matériel de laboratoire disponible dans votre établissement, d'autres possibilités pourront être explorées, par exemple le fabriquer soi-même. Pour cette dernière, nous vous invitons à vous référer à la partie ci-dessous « Produire son matériel d'expérience ». Pour cette dernière, nous vous invitons à vous référer à la partie ci-dessous « Produire son matériel d'expérience ».

Lorsqu'une expérience échoue, il faut en chercher méticuleusement les causes (gaz qui ne se dégage pas, indicateur d'appareil qui ne bouge pas...). Dans ce cas, il est recommandé d'être tout particulièrement vigilant à notre réaction et nos paroles. A défaut de trouver la vraie cause, il est prudent de renvoyer l'investigation à plus tard et continuer avec ce qui fonctionne.

Des activités de réflexion en travaux de groupes peuvent suivre les manipulations pour aboutir à la bonne formulation d'un énoncé ou d'une formule de loi. Cela fait l'objet d'une synthèse plus générale qui témoigne de l'acquisition des compétences chez les élèves. Diverses évaluations justifieront cela. Si la loi ou la formule finale est trouvée, il est important de la faire consigner dans les cahiers des élèves.

Un concept scientifique peut faire l'objet de plusieurs séquences qui elles-mêmes comporteront des séances d'activités avant d'aboutir à la loi ou au principe final.

- La séance concerne une leçon difficile ou même impossible à mettre en expérience dans nos laboratoires. Exemple : structure de l'atome, étude d'un transistor.

Dans ce cas on recherche un simulateur d'expérience (accessible de nos jours sur certains logiciels), notamment par le biais de REL, ou on décrit le modèle ou l'expérience avec schémas à l'appui que l'on photocopie à l'intention des groupes de travail (afin de gagner du temps sur les dessins au tableau). Au début de la séance les préliminaires pédagogiques sont les mêmes que dans le cas de manipulations réelles. Une fois les élèves convaincus de la nécessité d'une expérimentation ou d'observation pour aboutir à la vérité scientifique, on les conduit à décrire l'expérience à partir des schémas puis à tirer les conclusions pouvant aboutir à la loi ou la formule. Le processus est délicat mais pour des élèves déjà habitués à la démarche scientifique, l'acquisition de nouvelles compétences reste possible. L'évaluation formative et la remédiation éventuelle peuvent s'en suivre.

- La séance des travaux pratiques de laboratoire (TP)

On appelle travaux pratiques en physique-chimie, des séances assez prolongées de manipulation portant sur plusieurs mesures en vue de vérifier une loi déjà énoncée ou la composition d'un produit chimique. Il peut s'agir aussi de construire un appareil ou un montage ou, en chimie, de produire une certaine quantité de matière. Le TP est généralement fait en travaux de groupes de travail et chaque groupe consigne son résultat dans un rapport de TP qui servira à évaluer le groupe.

On réalisera des TP d'expériences tout le long de l'année avec les groupes de travail.

Comment tirer profit pédagogique d'un TP ?

- Identifier avec les apprenants la loi, la formule, le principe à vérifier. Montrer qu'il est vérifiable par manipulation ou que sa vérification expérimentale est nécessaire pour qu'il soit fiable
- Définir les conditions à remplir pour une bonne vérification : influence des conditions atmosphériques, de la lumière, précautions de sécurité... Expliquer les différentes phases de l'activité (protocole et mode opératoire)
- Préciser la forme sous laquelle les résultats doivent être livrés : tableau de valeurs, graphique/courbe, formule...
- Préparer les montages (avec le laborantin) et définir la durée du TP
- Surveiller ou faire surveiller l'exécution des travaux (laborantin, collègue)
- Après ramassage des productions, ranger le laboratoire en associant les élèves pour les responsabiliser sous la coordination du laborantin et de l'enseignant
- Analyser et évaluer les productions, en tirer le succès ou l'échec du TP, partager avec les apprenants ou autres personnes ressources, organiser une remédiation au besoin

Le TP est le lieu où les élèves s'exercent au maximum à la manipulation scientifique et s'épanouissent ainsi dans les sciences. Aussi est-il nécessaire que l'on organise au moins un TP par trimestre. L'objet du TP peut ne pas être une leçon en cours d'étude car son exécution prend du temps et il s'avère nécessaire de composer avec l'emploi de temps de la classe. Le TP a son but et sa pédagogie en marge des cours ordonnés du programme, tout en restant dans le programme du lycée. Il aide à développer l'autonomisation, la responsabilisation collective, la coopération et la collaboration.

Enfin on va exercer les élèves à l'auto-évaluation et l'évaluation par les pairs, en se l'appliquant soi-même.

c) Produire son matériel d'expérience

Nous vous proposons ici un certain nombre de démarches et d'activités vous permettant de produire vous-même du matériel d'expérience à partir des articles de récupération dans les magasins et l'environnement.

- Champs :
 - Champ de gravitation

Il n'y a aucun montage expérimental à ce niveau pour le mettre en évidence. Par contre le champ de pesanteur (g) se visualise facilement par la chute des corps vers le sol. Il peut être mesuré indirectement à l'aide d'un peson à ressort auquel est suspendu une masse connue $F = P = mg$. De là on tire g .

- Champ électrostatique ou champ électrique

- On peut électriser un bâton d'ébonite ou à défaut la gaine de bic ou une règle en plastique en le frottant vigoureusement contre certains tissus bien secs. Un corps électrisé crée un champ électrostatique autour de lui.
- On peut matérialiser le champ par l'attraction que le corps électrisé fait sur de très petits objets légers (poussière, morceaux de papier...)
- Construire un pendule électrique à l'aide d'un fil souple (genre fil de tailleur) auquel on attache un morceau de sureau de paille (que l'on peut enrôler dans un papier d'aluminium) et que l'on suspend à une potence. Le pendule ainsi confectionné peut mettre en évidence des champs créés par des charges de signes opposés en s'inclinant par attraction ou par répulsion.
- Rechercher des condensateurs industriels auprès des dépanneurs de radio et de télévision du quartier ou du village qui ont beaucoup de pièces en casse. On ouvre un de ces condensateurs industriel pour mieux voir sa constitution.

- Champ magnétique

Rechercher au laboratoire des aimants de différentes formes (droit, courbe, plat,,), des aiguilles aimantées ou une boussole ordinaire (au laboratoire ou dans le commerce), des bobines (plate, longue...),

A défaut de laboratoire on peut se procurer un aimant en cassant une dynamo de vélo ou un Haut-Parleur de radio, toutes choses qu'on trouve aussi chez le réparateur de la localité. On peut ensuite fabriquer une aiguille aimantée à l'aide d'une pointe en acier. Pour cela on attache la pointe à un fil souple (genre fil de tailleur) au niveau du centre de gravité de la pointe en sorte que suspendu au fil, la pointe soit horizontale. Il faut bien fixer le fil (avec de la cire par exemple). Ensuite on dépose cette pointe sur un aimant pendant au moins une journée. La pointe s'aimante durablement. Éloignée de l'aimant, la pointe suspendue au fil et laissée à elle-même s'oriente pratiquement dans la direction Nord-Sud. Elle peut être inclinée selon la verticale et ne plus être horizontale. Elle détecte ainsi le champ magnétique terrestre et peut servir à détecter tout autre magnétisme notable.

On peut fabriquer une bobine plate et une bobine longue soi-même avec du fil de cuivre de récupération (fil à assez gros diamètre des câbles électriques dénudés ou non) en enroulant le fil de façon régulière sur un cylindre non métallique. Enfin en promenant un aimant dans la poussière (surtout auprès des soudeurs), on ramasse alors de la poudre de fer pouvant servir de limaille de

fer. La limaille de fer saupoudrée sur un carton plat déposé sur un aimant permet de visualiser les lignes de champ de l'aimant.

- Mécanique

Seul le mouvement rectiligne sinusoïdal est un peu aisé à matérialiser. Pour cela on cherche un ressort souple et élastique auprès des dépanneurs de magnétoscopes auquel on suspend un corps. L'autre bout du ressort est fixé à un support. A défaut de ressort on peut découper une cordelette dans une chambre à air de voiture déjà abîmée et qui soit assez élastique (20 à 30 cm de long et 2 à 3 mm de large fera l'affaire). Un bout de l'élastique est accroché à un corps suspendu et l'autre à un point fixe. L'ensemble peut osciller passablement.

- Dynamique

Ici encore seule la quantité de mouvement et le choc peuvent être visualisés en classe plus ou moins facilement. Pour cela on confectionne trois pendules à l'aide de trois boules dont deux sont identiques. On les suspend à des fils souples que l'on fixe à des supports proches de telle sorte que les boules se touchent deux à deux. A défaut de support on peut tenir les boules à la main.

- Énergie

Énergie cinétique, énergie potentielle : Utiliser le plan incliné et le cube construits ainsi que le ressort ou l'élastique tous apportés en 10^{ème}

- Vibrations

Pour visionner les vibrations on peut rechercher une petite lame de scie en acier (disponible dans les quincailleries ou chez les constructeurs métalliques) dont on coince un bout avec des pinces et on fait vibrer l'autre bout en l'écartant légèrement. On peut aussi se servir des cordes d'un instrument de musique. Il est cependant difficile de faire des mesures avec ces objets rudimentaires.

Pour les ondes progressives on peut disposer deux vases contenant de l'eau, l'un au-dessus de l'autre. Le vase de dessus porte par-dessous un petit trou microscopique par lequel l'eau peut suinter goutte à goutte. Ces gouttes tombent dans l'eau calme du vase de dessous. Elles donnent des rides qui s'éloignent régulièrement.

Pour le son, on peut disposer des grains de sable sur la peau d'un tam-tam que l'on frappe. L'instrument de musique à corde peut aussi servir. Mais les mesures de fréquence, de période, de célérité et de longueur d'onde restent difficiles.

- Chimie générale

Les expériences de détermination de densité gazeuse, sont difficiles à réaliser sans un laboratoire sophistiqué. On peut tout de même mettre en évidence la présence du carbone dans les composés organiques en faisant la pyrolyse du bois, du sucre et de la farine de mil dans une boîte métallique.

- Chimie organique

Ici on peut présenter aux élèves :

- Une bouteille de gaz butane comme hydrocarbure saturé
- Un parfum comme hydrocarbure aromatique
- Des plastiques PVC comme produits de polymérisation
- Un alcool, un ester (aspirine), un acide organique (graisse animale) comme hydrocarbures oxygénés

Une pédagogie qui se veut *active* en sciences physiques ne peut en aucune façon négliger les séances d'expériences, les observations et manipulations d'objets et autres moyens audiovisuels modernes. Un grand effort est à faire dans la recherche et la confection du matériel expérimental, dans la préparation et la concrétisation des leçons, tout cela en co-activité avec les apprenants. Dans les séquences et les TP que nous avons présentés dans ces guides nous montrons la possibilité d'une manipulation expérimentale ou d'observation d'objets.

Toujours dans la préparation des activités mais aussi tout le long de l'année scolaire, et encore avec les élèves vous devez faire des recherches et des enquêtes d'informations sur les sites Web, les documentaires télévisés, les revues scientifiques et les visites d'ateliers et d'usines judicieusement choisis.

Rappel : *Comment intégrer la démarche scientifique dans une démarche d'enseignement/apprentissage ?*

La démarche scientifique est définie comme étant un ensemble d'étapes qui permet d'aller de la formulation d'un problème à sa résolution.

Si dans son laboratoire, le chercheur tente de résoudre un problème qui n'est pas encore résolu dans la communauté scientifique (et le chemin suivi est loin d'être linéaire comme nous l'enseignons à nos élèves), la recherche de solution en classe a un statut bien différent. Le problème formulé avec les élèves a une solution connue de vous enseignant. Il s'agit de mettre l'élève dans une situation qui a pour but de l'aider à construire son savoir, de développer des compétences répertoriées comme indispensables par les programmes officiels.

La démarche scientifique, telle que définie dans le guide transversal, va de la formulation du problème à sa résolution, puis à la communication des résultats, enfin à la formulation du concept (connaissance) à un niveau scientifique accessible à l'élève. Cette démarche s'insère donc dans une situation d'enseignement/apprentissage où vous et vos élèves cheminerez parallèlement, bien entendu en interactions, mais avec des visées différentes :

- Vous en fixant des objectifs d'apprentissage pour aider l'élève à construire des savoirs ;
- L'élève pour acquérir des connaissances et développer des compétences en répondant au problème posé.

C'est dans l'articulation nécessaire entre ces deux démarches, la démarche d'enseignement (de votre côté), la démarche d'apprentissage (du côté des élèves) que la démarche scientifique trouve sa signification.

Vous concevez, analysez et réglez la situation d'apprentissage ; l'élève apprend en fonction de ce qu'il a dans sa tête à un moment donné et en fonction de toute son histoire personnelle qui vous échappe.

1.4.3. Mise en œuvre des activités d'apprentissage

Généralement, une situation-problème ne peut à elle seule permettre de faire construire par les élèves l'ensemble des compétences et leurs composantes respectives : cette construction s'étale sur plusieurs séquences dont la structuration a pour fil conducteur non pas une simple juxtaposition mais plutôt une articulation réfléchie qui permet aux élèves de participer de façon effective à leur propre apprentissage.

a) Construction d'une fiche de séquence

A savoir :

- Les séquences d'apprentissages sont construites par vous en fonction des ressources disponibles et du public-cible.
- Une séance est l'unité temporelle de référence. Il s'agit en général d'une durée d'enseignement en continu.
- La séquence est l'unité thématique de référence. Elle comprend en général plusieurs séances qui sont en cohérence par rapport à la notion à enseigner.
- La situation didactique est l'unité de référence pour l'organisation des apprentissages.

Ci-dessous, nous vous présentons une fiche de séquence-type que vous pouvez annoter directement dans le guide au fil de vos réflexions ; vous pouvez également vous référer au guide transversal qui propose deux modèles de fiche de séquence.

Remarque : La fiche de séquence est un document écrit où vous notez tout ce que vous devez faire pendant le cours tant du point de vue du contenu, des ressources éducatives que de la démarche méthodologique.

C'est un document obligatoire que vous êtes tenu d'élaborer chaque fois que vous proposez de mener une activité d'enseignement/apprentissage (cours théorique, cours pratique ou travaux pratiques, excursion, évaluation (formative, sommative,...)).

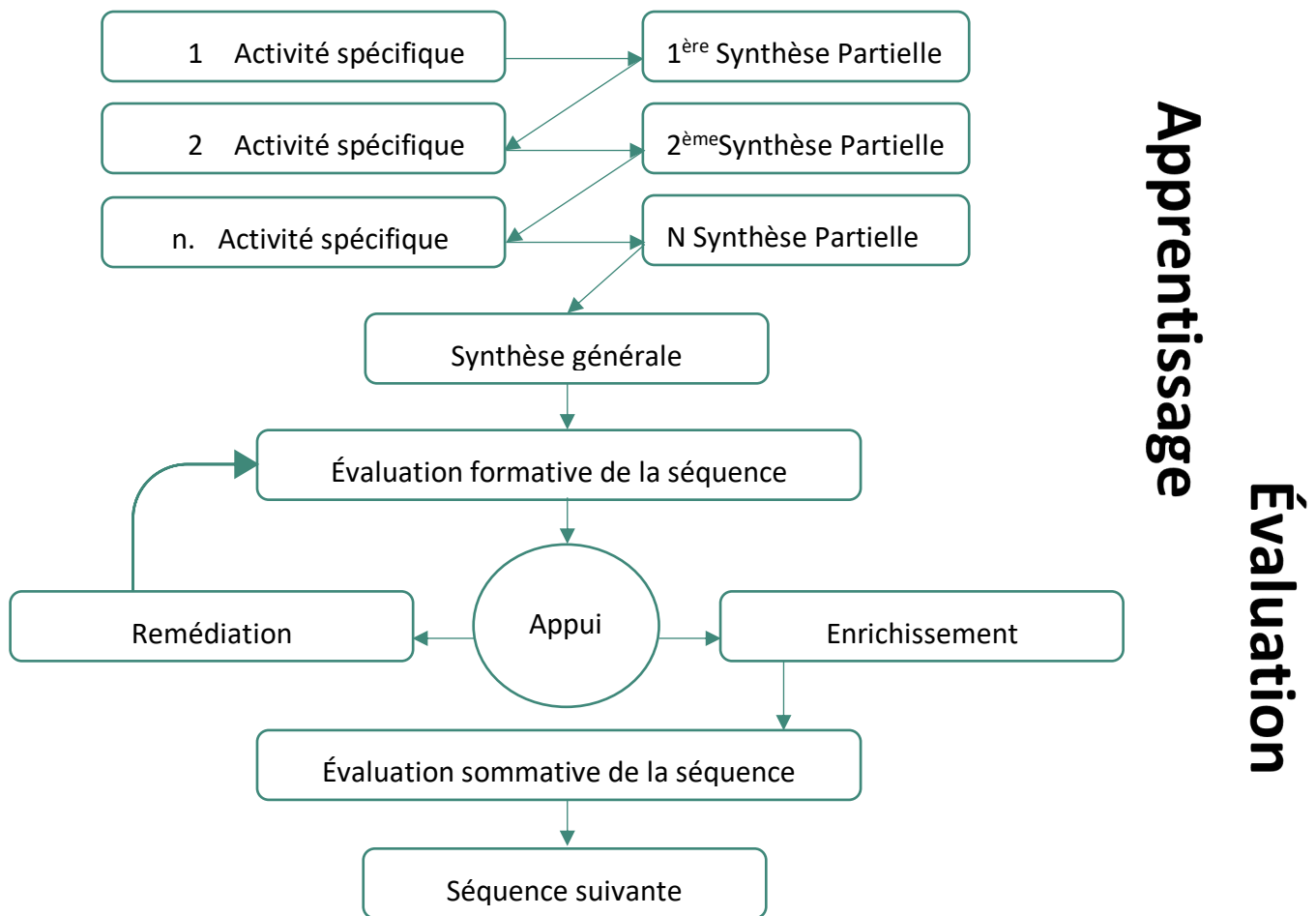
Vous n'êtes pas obligé (e) de numéroté vos fiches. Toutefois, nous attirons votre attention sur le fait qu'en numérotant vos fiches, il vous sera plus facile de vous y retrouver et donc de gagner en efficacité. Par ailleurs, si vous êtes inspecté, l'inspecteur sera plus à même d'apprécier le travail que vous avez effectué avec votre classe et d'avoir une idée précise de l'état d'avancement du programme.

Fiche de séquence (de préparation)			Des indications et pistes de réflexions (Vous pouvez inscrire vos commentaires dans les espaces libres du tableau)
1.	Domaine, Discipline, Classe et Durée	SMT Physique ou Chimie 11 ^e 2 heures	
2.	Compétences de Domaine SMT	■ Résoudre une situation problème ; ■ Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques ; ■ Communiquer à l'aide des langages mathématiques, scientifiques et technologiques	
3.	Composantes, manifestations		Choisir les composantes et manifestations relatives à la notion étudiée et aux compétences à atteindre.
4.	Compétences Disciplinaires en PC		Il n'est pas aisé de trouver une situation-problème qui couvre toutes les compétences disciplinaires de PC. Toutefois, en vue d'optimiser votre enseignement et par suite les acquis de vos élèves, vous choisirez et à défaut, vous construirez des activités d'apprentissage permettant de faire appel à deux compétences au moins parmi les compétences disciplinaires.

5.	Contenu(s)		<i>Notez vos exemples.</i>
6.	Ressources éducatives	Exemple : REL ou autres ressources pédagogiques correspondants	<i>Vous êtes amené à déterminer les ressources matérielles indispensables et disponibles, par exemple le matériel didactique (livre, cahier de recherche, tableau, craie). Notez vos idées.</i>
7.	Stratégies d'animation	▪ Le travail de groupe ▪ La recherche collective des idées ▪ La résolution des problèmes ▪ Le feed-back (la rétroaction) ▪ Etc.	<i>Pour ces différentes stratégies, référez-vous au Guide transversal.</i>
8.	Déroulement des activités (situations d'apprentissage)	▪ Pré évaluation : Testez les connaissances des apprenants sur les notions de : ▪ Situation-problème : ▪ Activités : Activité1 : <i>Synthèse partielle</i> Activité 2 : <i>Synthèse partielle</i> Activité 3 : <i>Synthèse partielle.</i>	<i>Lorsque vous confectionné votre fiche de séquence et élaborerez vos activités, vous pouvez vous interroger : Que savent vos élèves à leur sortie de la 9^e fondamentale sur ces notions ?</i>
9.	Synthèse générale		<i>Ce point est traité ci-après.</i>

	Communément appelé résumé		
10.	Évaluation Formative notamment		<i>Pour plus de détails, vous pouvez vous référer au guide transversal qui présente « l'évaluation » sous tous ses angles. Ce point est aussi développé ci-dessous.</i>
11.	Appui	La nature de l'appui est dictée par les résultats de l'évaluation. ▪ Remédiation Enrichissement : l'enrichissement permet de poursuivre l'apprentissage au-delà des performances exigées, et ce, quel que soit les phases ou les étapes d'acquisition de la compétence. L'enrichissement peut être compris dans le sens de valeur ajoutée ou de perfectionnement. Les activités que l'enseignant propose permettent à l'élève d'élargir sa compréhension, d'améliorer une production, à exécuter une tâche plus rapidement ou avec une plus grande autonomie.	

Schéma 1: Stratégie proposée pour l'élaboration de la séquence



Remarque : l'élève soumis à la remédiation doit pouvoir recevoir une seconde évaluation formative, avant la sommative afin de s'assurer que la remédiation a porté.

b) Réaliser des synthèses partielles et générales

La trace écrite est aussi celle que l'élève produit lorsqu'il rédige un travail de recherche : réorganiser ses idées, essayer de les mettre en forme en choisissant des notations qui lui permettent d'être précis. Ce type d'écrit ne peut en aucun cas être soumis à un protocole rigide et doit être varié (plan de la solution, rédaction d'une partie d'un travail cherché en groupes, rédaction d'une démonstration cherchée collectivement) afin de permettre à tous de s'engager dans la restitution.

Il y a des différences entre ce qui est dit et ce qui est écrit.

Si l'enseignant annonce toujours ce qu'il est en train de faire, il est fréquent de ne pas trouver de telles indications au tableau et il est rare de les trouver dans les notes des élèves. Cela ne pose pas de problème lorsqu'il n'y a pas d'ambiguïté.

■ Synthèse partielle

Les synthèses partielles sont les traces écrites des acquis découlant de l'activité que les élèves viennent de réaliser, seuls ou en groupe. Généralement, quand le travail donné correspond au niveau des élèves, ceux-ci trouvent les principaux enseignements à votre place. Cependant, le fait que la majorité des élèves ait réussi la tâche ne veut pas dire forcément que tous ont compris. Il est alors nécessaire de résumer les échanges pour l'ensemble groupe-classe, en insistant sur les éléments clés et en les expliquant.

Mais généralement, ce sont seulement les réponses justes qui sont consignées, en oubliant d'inviter les élèves à garder aussi une trace de leurs recherches, même infructueuses ou inabouties. Les productions intermédiaires et provisoires, partie intégrante de la démarche de résolution de problème, doivent apparaître dans la trace écrite et sous des formes propres à chaque élève ou à chaque groupe d'élèves.

Ce qui n'a pas marché est aussi un apprentissage pour la bonne raison que nous apprenons autant de nos échecs que de nos succès, et parfois même davantage de nos échecs ; ce qui constitue un formidable ressort pour dépasser et aller plus loin. Il faut analyser les causes des échecs et ne pas enfouir sous « le tapis » ce qui n'a pas marché.

■ Synthèse générale (communément appelé résumé)

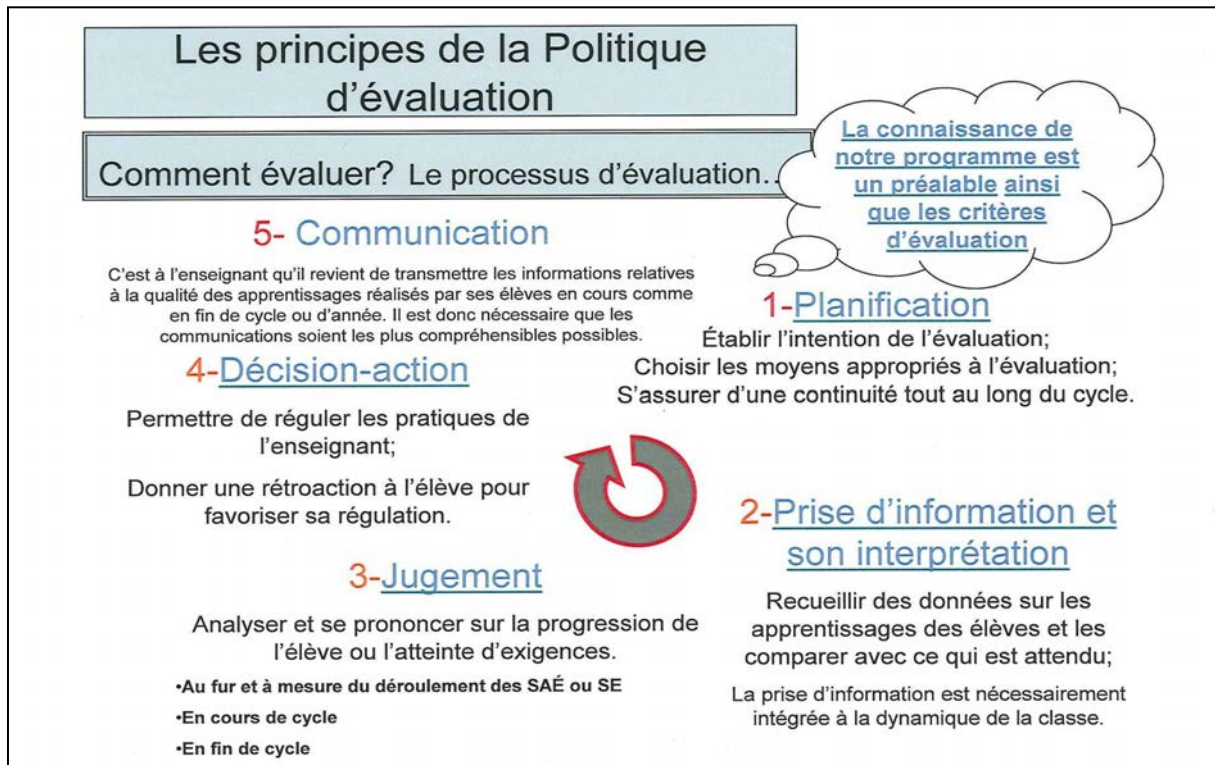
La synthèse générale donne la forme structurée du savoir. En plus des acquis dégagés à travers les différentes activités, l'enseignant apporte, dans cette synthèse générale, des savoirs complémentaires ou supplémentaires, car il est difficile de faire tout découvrir aux élèves par des activités (contrainte de temps oblige). Dans l'élaboration de cette synthèse, vous devez veiller à la correction de la langue, au niveau de la langue (en fonction du niveau des élèves), à la simplification des concepts scientifiques (sans en dénaturer le contenu) pour les rendre accessibles aux élèves. C'est justement là une des manifestations de la transposition didactique.

1.4.4. Évaluation des apprentissages

L'évaluation des élèves et de leurs compétences est une de vos activités récurrentes tout le long de l'année. Pour cela il convient de :

- Déterminer pour chaque séance les occasions d'évaluer les compétences, le raisonnement et les connaissances des élèves ;
- Préciser quels sont les objectifs de la séance
- Identifier ceux sur lesquels il est particulièrement important d'insister ;
- Savoir dans quelle partie de la séance les élèves utiliseront une compétence ou un savoir particulier ;
- Élaborer les questions qui permettront d'avoir un aperçu de la façon de penser et de comprendre des élèves

En approche par compétences, l'accent est mis sur la formation de l'élève. Vous devez donc accorder plus de temps à l'évaluation formative, sans occulter bien sûr l'évaluation sommative qui est indispensable pour mesurer les apprentissages effectués.



Source : Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport- Québec, 2006

a) Évaluation (formative) des productions d'élèves

Dans le guide transversal, il a été question des différents types d'évaluation. L'évaluation a pour fonction de permettre à l'élève d'améliorer ses apprentissages : il s'agit d'évaluer le niveau de maîtrise des connaissances et des compétences pour chaque apprenant individuellement, dans le but de remédier aux difficultés que chacun rencontre.

■ Les critères et les indicateurs

Un critère est un point de repère auquel on se réfère pour émettre un jugement, distinguer et classer des objets, des notions. Un indicateur est un élément ou une donnée qui reflète l'état (ou la situation) de quelque chose.

Pour déterminer qu'une compétence est maîtrisée, le recours aux critères de correction ne suffit souvent pas. Il faut souvent se doter de quelques indicateurs qui permettent de dire si oui ou non le critère est présent.

L'indicateur est un indice observable d'un critère. Il permet de contextualiser le critère.

Critère (réfèrent)	Indicateur (référé)
Ce qu'on estime légitime d'attendre	Ce qui s'est manifesté à cet égard dans la réalité
Ce par rapport à quoi je vais me prononcer	Ce à partir de quoi je vais porter une appréciation
Du côté de la cible à attendre, des normes à partir desquelles je vais émettre un jugement de valeur sur l'activité de l'élève	Du côté des traces, des informations que je vais prélever sur l'activité de l'élève attestant la présence ou l'absence du critère.

- Les principaux critères dans les sciences de l'ESG
 - Critères minimaux
 - C1. Pertinence de la production
 - C2. Utilisation correcte des outils de la discipline
 - C3. Qualité/Cohérence de la production
 - C4. Critère de perfectionnement : vous pouvez utiliser l'un ou l'autre des critères suivants, mais pas tous à la fois :
 - Qualité de la langue
 - Complétude (exhaustivité) de la production
 - Caractère personnel de la production
 - Présentation

b) Modèle de démarche pour la résolution d'un problème numérique

Mesure	Cette étape consiste à collecter, à organiser et à interpréter les données. Pour ce faire, on dispose d'instruments variés : questions à réponses construites ou à réponses choisies, grilles d'observation, listes de vérification, etc.
Jugement	Une fois les données interprétées, l'enseignant porte un jugement construit quant à l'atteinte des objectifs visés. Ce jugement peut se situer dans une perspective individuelle ou collective
Décision	■ Dans une perspective d'évaluation formative, cette étape sert à guides les activités de remédiation et de régulation. L'enseignant repère les élèves qui ont particulièrement besoin d'aide ou qui devraient suivre un programme d'enrichissement, puis détermine les changements à porter à sa planification sur le plan des stratégies, des méthodes, du matériel didactique, etc., en vue d'améliorer son soutien à l'apprentissage. En outre, il définit les stratégies que doit acquérir l'élève, planifier des activités particulières, etc. ■ Dans une perspective sommative, les décisions sont prises par rapport à l'orientation de l'élève, à sa promotion, etc.

c) Comment élaborer une activité d'évaluation sommative ?

Une des difficultés rencontrées par les professeurs est l'élaboration d'épreuve d'évaluation sommative. Or celle-ci est un instrument vous permettant de porter un jugement sur le niveau de compétence atteint par vos élèves. Voici une démarche pour élaborer une activité d'évaluation sommative qui tient compte des principes de l'évaluation dans une approche par compétences. Cette démarche comporte quatre étapes :

- Cerner les objets d'évaluation.
 - Identifier les apprentissages (savoirs, savoir-faire, savoir-être, etc.) à évaluer ;
 - Déterminer le niveau de performance attendu dans cette évaluation.
- Déterminer les moyens d'évaluation.
 - Envisager comment évaluer les apprentissages ;
 - Sélectionner la meilleure activité à utiliser pour permettre aux élèves de témoigner de leurs connaissances et de leurs compétences. Par exemple, un questionnaire, une simulation, un exposé oral, etc. Ces moyens peuvent être variés en fonction des objets d'évaluation et de la tâche que l'on souhaite faire faire aux élèves.

- Établir les modalités de réalisation.
 - Prévoir les ressources (documentaires, humaines ou matérielles) à mettre à la disposition des élèves pour réaliser l'activité d'évaluation ;
 - Déterminer si la forme de l'évaluation appelle des modalités particulières telles que le travail individuel ou en équipe. Si la tâche doit se réaliser en équipe, il faudra prévoir une évaluation individuelle de la performance de chacun des élèves.

- Choisir le contexte d'évaluation.
 - L'activité d'évaluation se réalisera-t-elle en classe, en laboratoire ou à la maison ?
 - Quelle est la pondération de chacun des critères de l'activité d'évaluation ?
 - Les élèves ont-ils déjà été placés dans ce contexte lors de l'apprentissage ?
 - L'activité d'évaluation comporte-t-elle des tâches complexes qui permettent aux élèves d'être dans un contexte réaliste ?
 - Le contexte d'évaluation place-t-il l'élève dans une situation authentique ?

Cette démarche vous permettra d'élaborer des consignes *claires et précises* à remettre aux élèves pour la réalisation de l'activité d'évaluation. Et cette démarche serait d'autant mieux réussie qu'elle est le fruit d'une co-construction.

Par ailleurs, les élèves doivent être informés des objets d'évaluation, des critères et de leur pondération au moins une semaine avant l'activité d'évaluation.

Pour cela, vous pouvez compléter le processus avec la méthode d'évaluation suivante :

- **Choisir le ou les profils de sortie** : pour chaque discipline il existe plusieurs profils de sortie parmi lesquels il faut choisir pour construire l'évaluation. A chaque profil de sortie correspond une compétence terminale de la discipline ;
- Identifier les compétences disciplinaires correspondantes ;
- **Élaborer une épreuve d'évaluation sommative** : veiller à ce que la qualité de l'épreuve reflète le niveau de compétence souhaité pour le profil choisi ;
- **Déterminer les indicateurs à partir de l'épreuve** : les indicateurs découlent des consignes (questions) ;
- Adapter la grille de correction qui est mise à disposition dans les outils à la fin de ce guide : compléter la grille de correction ;
- **Proposer un corrigé de l'épreuve élaborée** : permet d'ajuster la durée de l'épreuve et de corriger les erreurs sur le sujet, sur la grille de correction.

Les principes des différents types d'évaluation sont décrits et approfondis dans le guide transversal, que vous pouvez consulter tout au long de l'année pour varier et diversifier les moyens d'évaluation.

1.4.5. Apprentissage continu et développement professionnel

Les activités « extra-scolaires » ou « hors de la classe » font partie intégrante de la profession enseignante. Elles reposent sur l'idée que l'enseignant travaille avec le contexte environnant, consulte la communauté et les parents, réalise des activités avec les apprenants hors de la classe, mais surtout s'inscrit dans un apprentissage continu avec ses pairs (projet d'établissement, comité pédagogique, collèges) pour favoriser son développement professionnel. Dans le guide transversal, de nombreuses fiches sur ce thème ont été développées et mises à votre disposition afin que vous puissiez travailler sur cette dimension (partie 4 du guide transversal « L'apprentissage avec les pairs »).

Exercice :

Beaucoup de ressources, notamment sous forme de REL, sont à votre disposition pour vous accompagner, comme par exemple :

- *Être chercheur dans sa classe* (http://wiki.aprelia.org/fichiers/tessa/key-ressources/fichiers/RC_Etre-chercheur-ds-sa-classe.pdf) ; ou encore
- *Être un enseignant inventif et créatif dans des conditions difficiles* (http://wiki.aprelia.org/fichiers/tessa/key-ressources/fichiers/RC_Etre-un-enseignant-creatif.pdf)

Nous vous invitons à les consulter en suivant les liens qui vous sont donnés et de réaliser l'exercice de la fiche 4.2.a « Fiche de préparation de développement de méthode d'enseignement pour un apprentissage actif » en complétant le tableau pour adosser votre réflexion à la lecture de ces deux fiches.

De façon plus générique, nous tenons à vous rappeler les points suivants :

a) Lien entre l'Apprentissage et le Développement professionnel contenu (ADPC) et le projet d'école/d'établissement : du plan d'action personnel au projet d'établissement.

Méthode d'utilisation des ressources de la collection, architecture globale du dispositif

- A la fin de chaque séance d'apprentissage, l'enseignant effectue une pause-réflexion en vue de s'autoévaluer, d'identifier des pistes d'amélioration et ses besoins éventuels d'ADPC. Cette pratique autoréflexive l'amène à établir un plan d'action personnel, à court, moyen, voire à long terme. Afin de documenter son ADPC dans la durée, il entreprend de remplir son carnet de bord et de constituer son portfolio.
- A partir des plans personnels d'ADPC, les structures pédagogiques - d'école, de disciplines ou de domaines - élaborent collectivement leur plan d'action, sa mise en

œuvre étant fondée sur le partage, l'entraide et le soutien entre pairs (co-développement professionnel au sein de l'école).²

- Les plans d'action des structures pédagogiques nourrissent le projet d'école/d'établissement, dans l'objectif prioritaire d'améliorer la qualité des apprentissages (ACQA).
- Les plans d'action prévoient le rôle et les modalités d'intervention de personnes-ressources internes ou externes à l'établissement.
- La mise en œuvre d'e-jumelages éducatifs d'Apréli@ élargit la communauté d'apprentissage à des pairs distants et favorise le co-développement professionnel des partenaires, personnels et structures.

b) S'appuyer sur son environnement (auto-formation et formation par les pairs)

Il s'agit d'évaluer vos pratiques dans une dynamique de développement professionnel continu.

Tout comme un système qui ne s'évalue pas, n'évolue pas, un enseignant qui ne s'évalue pas, ne se développe pas sur le plan professionnel.

L'évaluation de vos enseignements (donc votre évaluation) est un outil servant le développement de la qualité des enseignements que vous dispensez dans les établissements.

Vous pouvez vous autoévaluer. S'autoévaluer, c'est :

- Savoir analyser un succès ou un échec ;
- Chercher pourquoi telle ou telle méthode a ou n'a pas été efficace, mettre en place de nouvelles méthodes de travail

Vous pouvez utiliser la grille proposée dans les fiches outils (il en existe d'autres) pour vous évaluer.

Nous vous invitons également à vous référer à la Fiche 3 « Retour sur une séance d'apprentissage : autoréflexion, co-réflexion » du Guide Transversal.

² Au sein de la structure concernée, chaque enseignant est invité à développer la maîtrise d'une pratique de pédagogie active, ou d'une question précise (par exemple : évaluer selon l'Approche Par Compétences). Il devient alors une personne-ressource interne sur cette technique/pratique.

2. LES PROGRAMMES DE PHYSIQUE-CHIMIE 11E

2.1. LECTURE DES PROGRAMMES

Le programme est d'abord présenté dans sa totalité. L'enseignement/apprentissage est organisé et présenté en unités d'apprentissage, en relation avec les trois trimestres de l'année, autrement dit, à chaque trimestre correspond une unité d'apprentissage (UA).

Structurer son enseignement en U.A. consiste :

- D'une part, à concevoir des situations pédagogiques articulées entre elles dans le cadre d'une séance
- D'autre part, à veiller à l'enchaînement chronologique des différentes séquences en fonction de liens logiques déterminés par les différents aspects des compétences à développer chez les élèves

Une UA est constituée d'au moins deux séquences et chaque séquence comprend plusieurs séances.

Dans la fiche de préparation, les séances se rattachent à l'étape « Déroulement des activités ». Elles vous permettent d'avoir une vision synoptique de ce que vous faites, ce que les élèves font, le(s) matériel(s) utilisé(s) par vous ou par les élèves ainsi que les connaissances (savoirs et compétences) apportées au cours d'une ou des activités bien planifiée(s) dans le temps.

Nota Bene :

Les programmes sont bâtis normalement suivant quatre colonnes comme indiqué ci-dessous :

Compétences	Composantes/manifestations	Unités d'apprentissage	Séquences

- Chaque **séquence** est formée par un ensemble de **contenus** à utiliser pour développer les compétences attendues.
- Cette note est valable aussi pour les programmes de 10^e et 12^e.

2.2. GLOSSAIRE

Rappel du guide transversal :

Séances d'enseignement-apprentissage : Une séance est une unité de séquence. Une séquence concerne en général une notion plus ou moins globale dont le temps nécessaire pour l'aborder serait trop long si on souhaitait la développer en "continu". Le découpage en séances permet que chacune d'elles soit limitée dans le temps (1 heure ou 2 heures ... suivant l'emploi du temps de l'élève) avec des connaissances à acquérir et des compétences à développer bien ciblées.

Séquence d'enseignement-apprentissage : La séance est l'unité de la séquence.

La séquence pédagogique est un ensemble de séances, articulées entre elles dans le temps et organisées autour d'une ou plusieurs activités en vue de développer des aspects d'une compétence ou de plusieurs compétences.

Unité d'Apprentissage : Structurer l'enseignement en U.A. revient à :

- Concevoir des situations pédagogiques articulées entre elles dans le cadre d'une séance, d'une part
- Veiller à l'enchaînement chronologique des différentes séquences en fonction de liens logiques déterminés par des objectifs clairs qui s'inscrivent dans une perspective

Célérité : c'est la vitesse de propagation d'un signal. Le terme est généralement réservé aux phénomènes ondulatoires.

Champ : en physique le terme désigne un espace où se manifestent des forces à distance généralement dues à la gravitation ou l'électromagnétisme.

Code de couleurs : nombres attribués à différentes couleurs tracées sur une pièce électrique par le constructeur et pouvant servir à calculer la valeur de cette pièce (résistance, condensateur).

Condensation : Le mot peut avoir deux significations suivant qu'on est en physique ou en chimie. En physique il désigne le passage d'un corps de l'état gazeux à l'état liquide. Par contre l'opération de condensation en chimie désigne souvent l'addition de deux molécules organiques pour former une plus longue avec élimination de molécule d'eau.

Conditions normales : ce sont des conditions atmosphériques chères aux scientifiques et qui correspondent une température de 0°C et une pression de 1 atm.

Énergie : propriété que possède un corps, un système dont on peut tirer du travail. L'énergie a un grand nombre de forme d'existence (énergie mécanique, nucléaire, chimique, rayonnante...).

Équilibre : état de stabilité provisoire ou permanente d'un système physique ou chimique.

Gomme de chewing-gum : masse de substance qui reste après qu'on ait mâché le chewing-gum.

Longueur d'onde : c'est la distance que parcourt un signal pendant un temps égal à sa période de vibration. Elle sert souvent à qualifier le signal.

Lumière monochromatique : c'est une lumière correspondant à une seule couleur caractérisée aussi par une longueur d'onde. La lumière blanche est polychromatique.

Potentiel hydrogène : terme qui exprime la concentration molaire d'un milieu en ion hydronium et qui a donné lieu à la notation pH.

Principe : c'est une loi physique qui est reconnue exacte sans qu'il soit nécessaire d'en faire la démonstration (il est différent d'un théorème qui, lui, se démontre).

Protocole expérimental : dispositif matériel et procédural mis en œuvre pour réaliser une expérience.

Référentiel : c'est un système mathématique de coordonnées ou repère que la science utilise pour décrire le mouvement et la position des objets. Sans l'utilisation d'un bon référentiel on ne peut suivre les objets dans l'univers.

Simulation d'expérience : expérience imaginée et décrite à l'aide d'appareil de visualisation.

Solvatation : opération au cours de laquelle des molécules de solvant viennent s'associer, par des liaisons faibles, à des molécules ou à des ions en solution. Elle porte le nom d'hydratation si le solvant est l'eau.

Sureau de paille : c'est la moelle que l'on trouve dans la tige sèche de mil lorsqu'on la décortique.

Tension continue, tension variable : l'électricité comporte essentiellement deux sortes de tensions : celle des batteries et piles où la tension a un sens et une valeur assez stable, c'est la tension continue ; celle des groupes électrogènes qui change de sens et de valeur périodiquement, c'est la tension variable.

3. LES PROGRAMMES DE PHYSIQUE 11E

A partir des profils de sortie, sur lequel l'enseignement est centré, le programme est partagé en unités d'apprentissage (UA). En Physique comme en chimie, trois UA ont été retenue correspondant à ce qui peut être fait par trimestre.

En 11^{ème} Sciences, la physique est enseignée deux heures par semaines et a un coefficient qui s'élève à 4.

COMPETENCES	COMPOSANTES	MANIFESTATIONS	CONTENUS
Compétence 1 : Résoudre une situation problème	Diagnostiquer la situation problème	▪ Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation ▪ Établir des relations entre les données retenues ▪ Comparer cette situation-problème avec des situations-problèmes déjà résolues ▪ Formuler le problème 	UA 1 : Les Champs ▪ Champ gravitationnel : loi de Newton (énoncé et expression mathématique), vecteur champ de gravitation (définition, caractéristiques, applications) ▪ Champ de pesanteur (définition, caractéristiques, variation de l'intensité avec l'altitude et la latitude) ; ▪ Relation entre champ gravitationnel et champ de pesanteur ; ▪ Champ électrostatique : loi de Coulomb (énoncé et expression mathématique), étude de quelques champs (charge ponctuelle, dipôle,
	 Mettre à l'essai des pistes de solution	▪ Inventorier les différentes pistes de solution ; ▪ Choisir une piste parmi un éventail de possibilités ; ▪ Appliquer cette piste	

Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats Exercer son jugement critique sur les retombées de la science et de la technologie	▪ Se servir au besoin de contre-exemples pour préciser, réajuster ou réfuter des démarches et des résultats ; ▪ Tirer une conclusion ▪ Choisir un mode de représentation approprié ▪ Utiliser le mode retenu ▪ Tirer une conclusion ▪ Analyser les retombées à long terme de la science et de la technologie sur l'individu, la société, l'environnement et l'économie ▪ Examiner leurs effets sur le mode de vie des individus ▪ Identifier des questions et enjeux sur le plan éthique ▪ Se poser des questions sur son environnement ▪ S'interroger sur certains phénomènes	deux conducteurs plans parallèles), relation entre champ et différence de potentiel ; ▪ Condensateur : charge et décharge, capacité, énergie, associations ; ▪ Champ magnétique : champ d'un aimant, champ magnétique terrestre (existence, caractéristiques), champ créé par un circuit parcouru par un courant (rectiligne, circulaire, solénoïde), loi de Laplace et applications (roue de Barlow, interaction entre deux fils parcourus par un courant, définition légale de l'Ampère). UA2 : Cinématique et Dynamique Cinématique : ▪ Définition de la cinématique : ▪ Généralités sur les mouvements : Définitions préliminaires (mobile, point matériel, référentiel, repère, trajectoire, mouvement rectiligne), ▪ Paramètres de position (coordonnées cartésiennes, équations horaires), ▪ Vecteurs vitesses (moyenne, instantanée), Vecteurs accélérations (moyenne, instantanée).
---	--	---	---

..... Compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages mathématiques, scientifiques et technologiques	 Comprendre le fonctionnement des phénomènes naturels	▪ Les décrire de manière qualitative ▪ S'en donner une représentation schématique ▪ Expliquer le phénomène à l'aide de lois et de modèles ▪ Vérifier la cohérence de l'explication donnée ▪ S'approprier des concepts pertinents et en reconnaître le caractère évolutif ▪ Respecter les points de vue des autres ; ▪ Consulter au besoin différentes sources d'information ▪ Comparer ses données et sa démarche avec celles des autres ▪ Valider son point de vue ou sa solution en le confrontant avec d'autres ▪ Recourir à divers formats de représentation (symbole, tableau, dessin technique etc)	▪ Mouvements rectilignes (uniforme, uniformément varié et sinusoïdal) ; ▪ Mouvement circulaire uniforme. <i>Dynamique</i> ▪ Principe fondamental de la dynamique : relation fondamentale, principe de l'inertie, théorème du centre d'inertie. ▪ ▪ Applications de la relation fondamentale de la dynamique aux solides en translation : chute libre sans vitesse initiale et avec vitesse initiale, plan horizontal, plan incliné ; ▪ ▪ Dynamique du solide en rotation autour d'un axe, notion de moment d'inertie ▪ ▪ Quantité de mouvement : définition, conservation et applications au choc et au recul d'une arme à feu
--	---	--	---

	Participer à des échanges à caractère scientifique Divulguer des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques Interpréter et produire des messages à caractère scientifique et technologique	▪ Sélectionner des modes de représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur ▪ Utiliser des informations scientifiques, technologiques provenant de diverses sources ▪ Faire preuve de vigilance quant à la crédibilité des sources retenues ▪ Juger de leur pertinence ▪ Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique.	UA3 : Énergie et Vibration Énergie ▪ Énergie cinétique : définition, expression, théorème de l'énergie cinétique, applications du théorème de l'énergie cinétique à la machine d'Atwood (cas général) et au plan incliné (cas d'une bille roulant sans glissement) ▪ Énergie potentielle : définition, expression ▪ Énergie mécanique : définition, expression. Vibrations ▪ Généralités sur les vibrations : définition, période, fréquence, longueur d'onde ▪ Ondes progressives : notion de signal, milieu de propagation, diffraction, réfraction, célérité, Principe de superposition des petits mouvements, construction de Fresnel. ▪ Le son : production, nature vibratoire, célérité
--	--	--	---

3.1. PROPOSITION DE DECOUPAGE DU PROGRAMME

Le programme de sciences physiques a 3 UA. Les unités d'apprentissage sont déclinées en séquences et résumées dans le tableau ci-dessous.

GUIDE DISCIPLINAIRE DE PHYSIQUE-CHIMIE		
Niveau 11 ^{ème} Sciences		
Grille de Physique		
Nombre d'unités d'apprentissage :	3	
Nombre de séquences :	12	
Nombre de séances :	A la convenance du professeur	
Découpage	Titre	Volume horaire
UA1 :	Les champs	20 H
Séquence 1 :	Le champ de gravitation	4 H
Séquence 2 :	Le champ électrostatique	6 h
Séquence 3 :	Les condensateurs	4 H
Séquence 4	Le champ magnétique	6 H
UA2 :	La Cinématique et dynamique	20 H
Séquence 1	Généralités sur les mouvements	4 H
Séquence 2	Les mouvements rectilignes	4 H
Séquence 3	Le mouvement circulaire	2 H
Séquence 4 :	Principe fondamental de la dynamique	2 H
Séquence 5 :	Application au solide en translation	4 H
Séquence 6 :	Dynamique du solide en rotation	4 H
UA3 :	Énergie et Vibrations	
Séquence 1 :	Quantité de mouvement - Énergie	5 H
Séquence 2 :	Vibrations	3 H

4. EXEMPLES D'APPLICATION

4.1. UNITES D'APPRENTISSAGE 1 : LES CHAMPS

L'Unité d'apprentissage (UA 1) comprend quatre séquences

Séquence 1 : Le champ de gravitation (4 H)

Séquence 2 : Le champ électrostatique (6H)

Séquence 3 : Les condensateurs (4 H)

Séquence 4 : Champ magnétique (6H)

Notions :

Le champ gravitationnel : définition, loi de Newton, force de gravitation, caractéristiques, formule

Le champ de pesanteur : définition, variation, relation avec la gravitation

Le champ électrostatique : loi de Coulomb, champ créé par une charge ponctuelle, un dipôle, deux conducteurs plans parallèles, relation avec la d.d.p

Les condensateurs : définition, charge et décharge, capacité, énergie, association

Le champ magnétique : définition, champ créé par un aimant, un courant (rectiligne, circulaire, solénoïde), la terre, loi de Laplace, l'Ampère

4.1.1. Fiche de séquence 1 : Le champ de gravitation - le champ de pesanteur terrestre

Classe : 11^{ème} Sciences

Durée : 4 H

Domaine : SMT

Discipline : Physique

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Mètre à l'essai des pistes de solution
- Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats
- Participer à des échanges à caractère scientifique
- Partager des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Comprendre les phénomènes naturels

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation
- Formuler le problème
- Inventorier les différentes pistes de solution
- Tirer une conclusion
- Sélectionner des modes de représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et des modèles

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène

Objectifs spécifiques de la séance

- Faire comprendre la notion de champ
- Apprendre à calculer le champ et la force qu'il engendre
- Faire connaître l'importance de la pesanteur et ses effets sur le corps

Ressources éducatives

- Ressources Humaines :
- Ressources matérielles : craie, règle, compas, boules ou billes (Trois au moins), brique

Stratégies d'animation

- Pour administrer les compétences nous pouvons utiliser les stratégies suivantes :
- On fait des observations de phénomènes (visibles ou non) par les élèves sur les boules et la brique convenablement manipulées ;
- Après observations on les fait réfléchir en travaux de groupes sur les faits constatés et on tire ensemble la conclusion
- On fait ensemble des suggestions de loi et de grandeurs universelles
- Finalement on traite en travaux de groupes des applications numériques

Déroulement des activités

Pré-évaluation

Par brainstorming on dégage les caractéristiques d'une force

Prérequis : On vérifie chez les apprenants leurs connaissances sur le centre de gravité (ou centre de masse), les notions d'altitude et de latitude.

Situation problème

Deux enfants en promenade dans un verger constatent que toutes les mangues murs tombent sur le sol. La plus petite demande à l'aîné : pourquoi tous ces fruits tombent-ils au lieu de s'envoler ?

ACTIVITES

Activité 1 : Observations

Les boules sont placées sur la table (ou le sol) à quelques distances l'une de l'autre.

Consigne (2mn) :

- Quel effet observe-t-on de l'une sur l'autre ?
- Les boules ont-elles malgré tout une influence de l'une sur l'autre si rien ne se passe ?

Synthèse partielle (3mn) : Il n'y a pas d'effet visible mais l'influence existe peut-être

Évaluation formative (2mn) : pourquoi peut-on dire que l'influence est une possibilité ici ? Parce que dans la nature tous les phénomènes ne sont pas visibles à l'œil nu. Il est nécessaire que les enfants comprennent que le fait que les boules ne bougent pas ne signifie pas qu'elles ne s'attirent ou ne se repoussent.

Activité 2 : Découverte de la gravitation

On raconte aux élèves que le savant Isaac Newton a déclaré qu'il y a toujours un effet entre deux corps lorsqu'il a observé la chute d'une pomme sur le sol et a réfléchi sur ce phénomène.

Consigne (3mn):

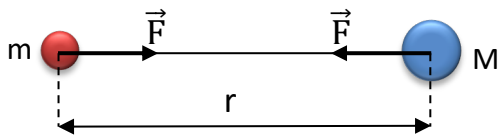
- Dans ce cas quels sont les deux corps en présence ?
- De quoi dépend l'effet des deux corps l'un sur l'autre ?
- Par quelle grandeur physique l'effet se manifeste ?

Synthèse partielle (3mn) :

- Dans le cas de Newton les deux corps sont la pomme et la terre
- On peut dire que l'effet dépend de la grandeur des corps (ici la terre est très grosse) et aussi de leur éloignement (la pomme n'est pas loin du sol et étant mûre, elle n'est plus retenue par l'arbre).
- L'effet se manifeste par une force d'attraction entre les corps

Conclusion : on donne l'énoncé et la formule de la loi de l'attraction universelle ou loi de gravitation de Newton :

« Deux masse M et m exercent l'une sur l'autre une force centrale attractive, proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance r »



On note : $F = K \frac{Mm}{r^2}$

La force est la même sur chacune des masses (principe des actions réciproques)
K est appelé constante de gravitation universelle ou constant de Newton. Elle vaut :

$$K = 6,67 \cdot 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-1}$$

Évaluation formative (2mn) : On demande aux élèves pourquoi dans le cas de nos deux boules on n'a pas observé l'attirance entre elles. La raison est que d'une part les masses des deux boules sont trop petites (la constante K étant très faible) et d'autre part les frottements du sol et l'attraction de la terre les plaquent au sol.

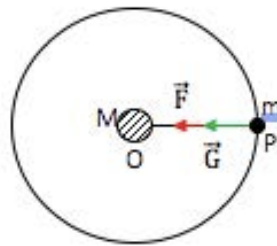
Activité 3 : Le champ de gravitation

On propose la situation suivante schématisée sur papier : O le centre de gravité d'une masse M, m une masse ponctuelle placée en un point P sur le cercle de rayon $r = OP$.

Consigne (6mn) :

- Trace le vecteur force $\vec{F}$ exercée par m sur m
- Écris son module sous la forme de la masse m multipliée par une constante
- Conclut sur cette constante

Synthèse partielle



On pose $F = K \frac{Mm}{r^2} = m \left(K \frac{M}{r^2} \right) = m.G$

La grandeur $G = K \frac{M}{r^2}$ est une grandeur vectorielle dirigée vers le centre de masse O, proportionnelle à M et inversement proportionnelle au carré de la distance considérée. Elle caractérise le champ de gravitation de la masse M au point P.

Évaluation formative (10mn) :

On demande aux élèves de tracer deux cercles C_1 et C_2 concentriques de rayons r_1 et r_2 avec une masse M au centre. On prend $r_2 > r_1$. Puis faire tracer les vecteurs gravitationnels en deux points de ces cercles ; Conclure. On trouvera que les deux vecteurs sont tous dirigés vers le centre des cercles et celui de C_1 est plus long que celui de C_2 (G est inversement proportionnel à r^2)

Synthèse globale (6mn) : Définition du champ de gravitation

A la lumière de différentes activités menées on peut dire que deux masses quelconques placées à n'importe quelle distance l'une de l'autre s'attirent mutuellement. C'est la loi de l'attraction universelle. La force de l'attraction dépend des masses et de la distance. Elle est faible à petite échelle (à cause de la constante de Newton) et ne pouvait donc s'observer dans notre expérience. Par contre pour des grandes masses comme celles des planètes et des

étoiles la gravitation a des effets très importants. C'est elle qui maintient la terre autour du soleil et la lune autour de la terre.

Définition : On appelle *champ de gravitation* la propriété que possède toute masse d'attirer une autre masse placée à toute distance d'elle.

Il décroît avec le carré de la distance.

Évaluation formative (6mn) :

On demande aux élèves comment a-t-on su l'existence de l'attraction universelle ? Pourquoi cette force est-elle dite universelle ? Cette force est-elle parfois répulsive ?

On l'expliquera par l'observation de Newton. Cette force est dite universelle parce qu'elle n'épargne aucun corps ayant une masse. Elle n'est jamais répulsive.

Activité 4 : Observation du champ de pesanteur.

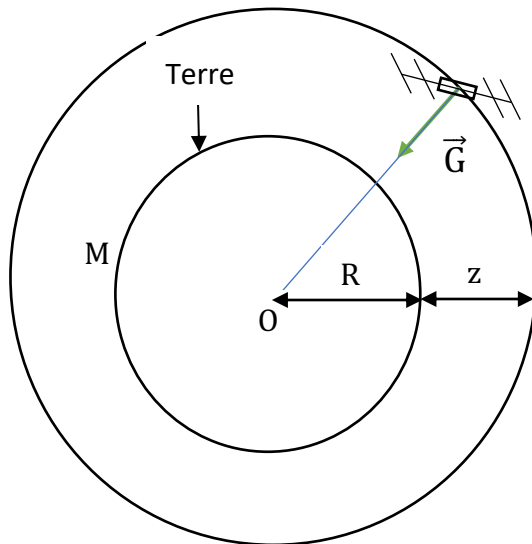
On prend un objet lourd (une brique par exemple). On le maintient au-dessus du sol pendant environ une demi-minute, puis on le dépose sur son propre pied pendant le même temps et l'on fait attention à ce qu'on ressent. On prend ensuite une boule que l'on laisse tomber vers le sol tout en l'observant. Trois ou deux élèves par groupe peuvent faire ces opérations.

Consignes (10mn) :

- La sensation du poids de la brique et l'observation de la chute de la bille sont-elles dues au même phénomène ?
- La terre a-t-elle une part dans ce qui s'est passé ?
- Quelle est la part de la gravitation universelle dans cette expérience
- Appliquer la gravitation à la terre de masse M , de rayon R , en un point d'altitude z . Donner la formule de son champ sous la forme du produit d'une constante et d'une grandeur qui ne dépend que de R et z . Conclure

Synthèse partielle (8mn) :

- On sent une charge, une fatigue d'une part et on observe la chute de la boule sur le sol d'autre part. Dans les deux cas on peut dire que la terre tire ces objets vers elle.
- Ce qui se passe est l'attraction de la terre sur les objets. C'est un phénomène universel.
- Les corps et la terre s'attirent mutuellement. Cependant comme la brique et la boule sont petites et mobiles, l'effet se fait sentir sur elles seules.
- Si M est la masse de la terre, R son rayon, un objet placé à l'altitude z de la surface de la terre se trouve à la distance $R + z$ du centre de masse de la terre. Le champ de gravitation de la terre en ce point est un vecteur dirigé vers le centre de la terre et dont l'intensité s'exprime ainsi :



$$G(z) = K \frac{M}{(R+z)^2}$$

En considérant qu'à la surface du sol la distance des deux masses $r = R$, le champ à la surface est $G(0)$. Et en notant $z = 0$ dans la formule de $G(z)$, on obtient :

$G(0) = K \frac{M}{R^2}$ Si on pose $\frac{G(z)}{G(0)} = \frac{R^2}{(R+z)^2}$ alors $G(z) = G(0) \cdot \left(\frac{R}{R+z}\right)^2$ Le champ de gravitation de la terre est un vecteur radial centripète (c'est-à-dire dirigé vers le centre de la terre) dont l'intensité diminue avec l'altitude (z).

Dans une région peu étendue de la surface du globe terrestre le champ est considéré comme vertical, uniforme. Le champ de gravitation de la terre est pratiquement égal au champ de pesanteur qui détermine le poids des corps. La différence est due au mouvement de rotation de la terre sur elle-même. Ainsi le champ G est pratiquement égal à g .

$$G(z) = g(z) \quad \text{et} \quad G(0) = g(0) \quad g(z) = g = g_0 \left(\frac{R}{R+z}\right)^2$$

Les mesures montrent que g dépend de l'altitude et de la latitude (position d'un point de la terre par rapport à l'équateur). Le champ s'affaiblit lorsqu'on s'éloigne de la terre et s'affaiblit aussi lorsqu'on passe du pôle Nord à l'équateur au niveau du sol (influence de la rotation de la terre)

Synthèse générale (8mn) :

Le champ de gravitation est une grandeur universelle de faible intensité pour les petits corps. Il se manifeste par des forces toujours attractives qui diminuent avec la distance. C'est le champ de gravitation qui maintient les planètes autour du soleil. Il maintient aussi les corps près du sol. Il s'appelle alors champ de pesanteur. Sa valeur diminue avec l'altitude, ce qui permet à un corps doté d'une puissance de s'échapper de la terre. C'est le cas des fusées pour le lancement des satellites et l'exploration spatiale. Mais la construction de tels engins

coûte très cher et nécessite souvent la coopération internationale. Les études en biologie montrent aussi que la pesanteur a un effet sur la circulation du sang dans le corps et lorsqu'un homme n'est plus soumis à la pesanteur tout son métabolisme est dérangé (d'où les précautions à prendre pour ceux qui voyagent dans l'espace).

Remarque : des informations peuvent être prises avec le professeur de SVT ici.

Le champ d'un corps de masse M en un point situé à la distance r de son centre de masse a pour formule générale

$$G = K \frac{M}{r^2}$$

La constante de Newton K étant très petite, la force liée à ce champ est souvent négligeable devant les autres forces en présence si la masse M est faible.

Application numérique : (25mn)

- Énoncé : Donner la valeur du champ de gravitation créé par le soleil en un point de l'orbite terrestre ; En déduire les forces d'attraction universelles soleil-terre. On donne :
- Masse de la terre : $m = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- Masse du soleil : $M = 1,98 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
- Distance soleil-terre : $r = 149,5 \cdot 10^6 \text{ km} = 1,495 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Solution de l'exercice :

Après que les élèves aient planché sur l'exercice pendant 10 à 15 mn, la synthèse suivante se dégage :

On a le champ de gravitation du soleil au niveau de la terre $G = K \frac{M}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,98 \cdot 10^{30}}{(1,495 \cdot 10^{11})^2} = 5,91 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$

G se mesure encore en N/kg

Le soleil exerce sur la terre la force $F = m \cdot G = 5,98 \cdot 10^{24} \cdot 5,91 \cdot 10^{-3} = 3,5 \cdot 10^{22} \text{ N}$

La terre exerce la même force sur le soleil (principe de l'action et de la réaction).

Évaluation formative :

Q1. Que peut-on dire du poids d'un sac de 50 kg de sucre sur la planète Jupiter dont la masse est 300 fois celle de la terre et le rayon 11 fois celui de la terre

Q2. Comment l'homme peut braver la pesanteur ?

Q3. Dans la formule $F = K \frac{Mm}{r^2}$ qui est l'auteur de l'action mécanique (force) et qui est le receveur ?

NB : La grille ci-dessous est administrée par personne ou par groupe de travail

Après l'analyse des résultats de l'évaluation formative, on peut former des groupes de besoin pour la remédiation et l'enrichissement. La remédiation est prévue pour ceux ou les groupes qui ont des résultats peu ou non satisfaisants.

Réponse aux questions

- Q1. On applique la formule générale $P = mg$ où m ne varie pas entre la terre et Jupiter.
On peut prendre $g_0 = 10 \text{ N/kg}$
Sur la terre ce sucre pèse environ 500 N. Sur Jupiter il pèse $50 \times G_{\text{Jup}(0)}$
Or $G_{\text{Jup}(0)} = K \frac{MJ}{R_J^2}$ en comparant avec celui de la terre $g(0)$ on trouve $G_{\text{Jup}(0)} = g(0) \cdot \frac{300}{11^2} =$
 $25. G_{\text{Jup}(0)} = 25 \text{ N/kg}$
D'où le poids du sucre à la surface de Jupiter est $50 \times 25 = 1250 \text{ N}$
- Q2. En construisant des fusées puissantes
- Q3. Chacune des masses M et m est à la fois auteur et receveur de l'action en jeu

4.1.2. Exemple de grille d'observation pour une évaluation formative

Discipline : Physique

Compétence(s) : Analyser et interpréter un phénomène, proposer un protocole expérimental

Critères	Formulation correcte du poids sur Jupiter		Calculer correctement le poids		Trouver un protocole		Indiquer l'auteur et le receveur d'une force		Résultat	
Indicateurs	La gravitation universelle est bien formulée	La force de pesanteur sur Jupiter est bien formulée	Le poids du sucre sur Jupiter est calculé	Le résultat est juste	Un moyen raisonnable est proposé	Le moyen proposer peut résoudre le problème	ne définition de l' auteur et receveur est donnée	Le cas est juste pour la formule	Remédiation	Enrichissement
Noms et Prénoms										
Groupe I	B	C	C	D	B	C	C	C	X	
Groupe II	C	B	C	D	D	D	B	D	X	
Groupe III	A	B	A	A	B	B	B	A		X

Échelle d'appréciation : A =Très satisfaisant ; B = satisfaisant ; C = peu satisfaisant ; D = non satisfaisant

Pause-réflexion :

Après le cours, à la fin d'une séquence, vous pouvez vous poser ces questions suivantes :

- Qu'est-ce qui a bien marché dans cette séquence ? Comment pourrai-je le réinvestir ?
- Qu'est-ce qui a moins bien marché ? Pourquoi ? Comment pourrai-je faire mieux la prochaine fois ? De quelle aide aurai-je besoin pour cela ? Où pourrai-je trouver cette aide ? Comment pourrai-je mettre en application cette aide ?

4.1.3. Fiche de séquence 2 : Champ magnétique

CLASSE 11^{EME} S

Durée 6 H

1. Domaine : S.M.T

Discipline : Physique

2. Compétences

Compétences de domaine

- Formuler une hypothèse sur un événement susceptible de se produire ou un paramètre pouvant jouer un rôle dans un phénomène.
- Recueillir et exploiter des informations (météorologie, téléphone portable, etc.) sur un phénomène pour avoir une première approche de la notion de champ.
- Décrire le champ associé à des propriétés physiques qui se manifestent en un point de l'espace
- Résoudre une situation- problème

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Comprendre des phénomènes naturels
- Produire et interpréter des messages à caractère scientifique et technologique

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation problème.
- Formuler le problème.
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et de modèle
- Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique

CONCEPT : CHAMPS MAGNETIQUES

Sous-concept : Aimants-Espace champ magnétique

Ressources éducatives

- Ressources humaines
- Ressources matérielles : Boussole (ou aiguille aimantée); Aimants (droit et en U) ; Solénoïde; Générateur ; Poudre de fer ; Ampèremètre, morceaux d'acier et de zinc ou de cuivre

3. Stratégie d'animation : Discussion ; travail de groupe

4. Déroulement des activités :

- **Pré-évaluations :** Champ et force de gravitation
- Situation problème :

Hamidou raconte à ses amis que lorsqu'il s'est perdu dans la forêt il a utilisé une boussole dont l'aiguille lui indiquait toujours la direction du Nord. Ainsi il a retrouvé sa route. Ceux-ci se sont demandé comment cela est-il possible, mais Hamidou ne pouvait lui-même l'expliquer

ACTIVITES

Activité 1 : LES AIMANTS

Stratégie pédagogique : observation des aimants, de leurs actions les uns sur les autres, sur les métaux en présence et sur l'aiguille aimantée

Consigne 1 :

- Définis un aimant par ses propriétés et donne ses caractéristiques.
- Décris le comportement de la boussole, en déduis ses propriétés

Synthèse partielle

- Définition et les caractéristiques de l'aimant

Les aimants sont des corps capables d'attirer les **métaux ferromagnétiques** : fer, cobalt, nickel et certains alliages mais non le cuivre

- Il existe plusieurs types d'aimants : Droit, en U, Circulaire . . .
- Un aimant possède toujours deux pôles : le pôle Nord et le pôle Sud.
- Deux pôles de même nom se repoussent.
- Deux pôles de noms différents s'attirent.

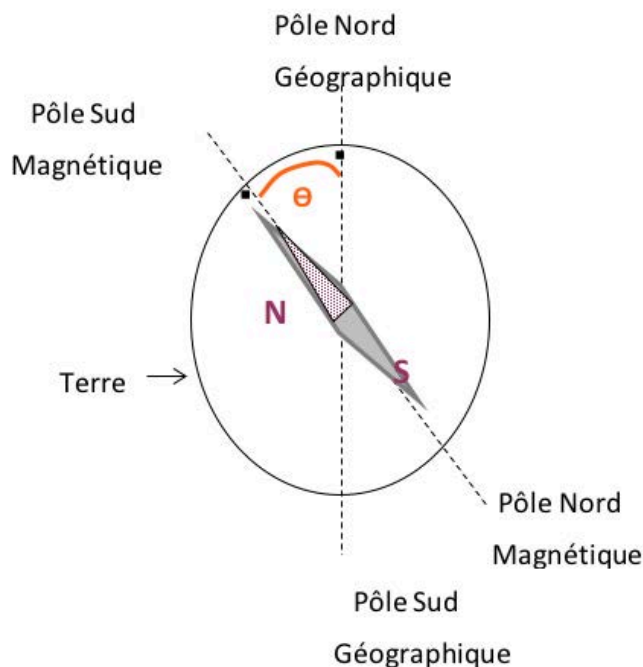
- Description du comportement de la boussole

- La boussole est un aimant léger et mobile (aiguille aimantée) monté sur un axe de rotation.



En dehors de l'influence de tout aimant, l'axe de la boussole prend toujours la même direction : la prend la direction Sud – Nord géographique (presque).

θ : Est la déclinaison magnétique. Sa valeur dépend du lieu où on se trouve.



Activité 2 : Espace champ magnétique

Stratégie d'animation : Saupoudrer la limaille de fer sur un carton plat placé successivement au-dessus des aimants de différentes formes, tapoter sur le carton et observer le comportement de la limaille

Consigne 2 :

- Définis et caractérise l'espace champ magnétique d'un aimant
- Définis les lignes de champ et indique leurs orientations autour de l'aimant.

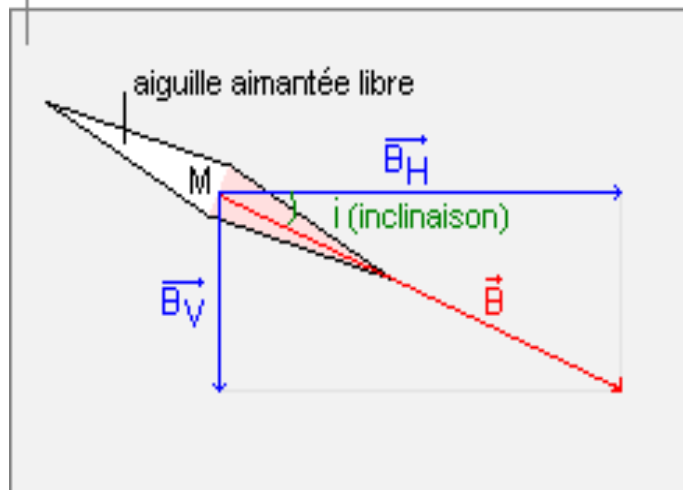
Synthèse partielle 2 :

- Définition et caractéristiques

L'espace champ magnétique d'un aimant est la zone qui l'entoure et dans laquelle il fait sentir son influence.

Cette zone est caractérisée en chaque point par **un vecteur champ magnétique** noté $\vec{B}$ matérialisé par la limaille et l'aiguille aimantée

plan du méridien magnétique (plan contenant l'axe sud-nord de l'aiguille et le point M)



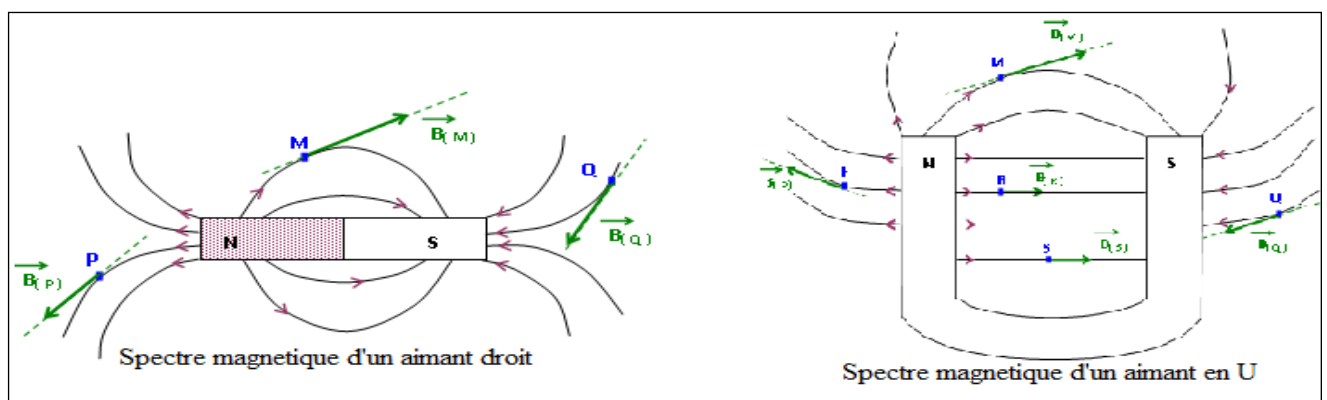
- Les caractéristiques de $\vec{B}$
- Point d'application : le point considéré
 - Direction : l'axe de l'aiguille aimantée
 - Sens : de N vers S
 - Valeur $B = \|\vec{B}\|$ en **Tesla** (T).

■ Définition et les orientations des lignes de champ d'un aimant

Les lignes de champ (spectres magnétique) constituent la topographie de l'espace champ magnétique. Elles sont orientées du pôle Nord vers le pôle Sud de l'aimant.

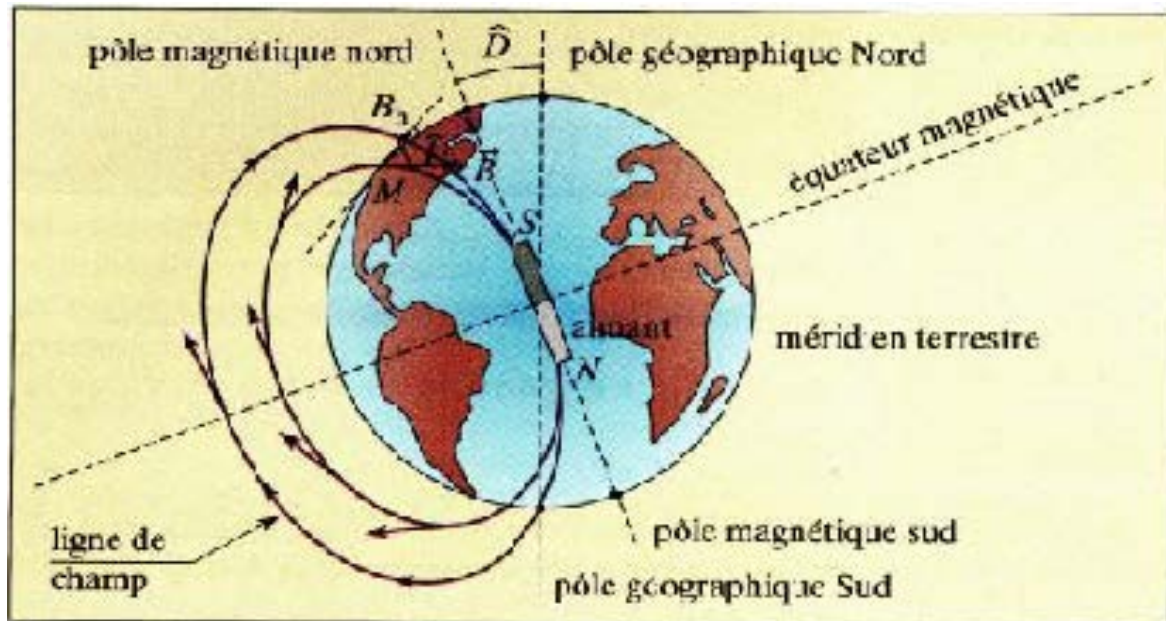
Exemples

NB : Dans l'entrefer de l'aimant en U, le champ est uniforme : En tout point, $\vec{B}$ a la même direction, le même sens et la même valeur.



Synthèse générale :

- Champ magnétique terrestre-Déclinaison Inclinaison



Le **champ magnétique terrestre** est engendré par les **mouvements de convection** (tourbillons) du **noyau métallique liquide** (Fer, Nickel) des couches profondes de la Terre. L'axe magnétique terrestre est décalé d'un **angle D** appelé « **déclinaison** » par rapport à l'axe de rotation terrestre, et qui mesure aujourd'hui $D = 10^\circ$.

Le champ magnétique terrestre est la résultante de deux composantes :

- $\vec{B}_h$ **composante horizontale** du champ magnétique terrestre au point m. On en déduit l'inclinaison i (angle). Voir ci-contre.
- $\vec{B}_v$ **composante verticale** du champ magnétique terrestre au point m.

$$\vec{B}_T = \vec{B}_H + \vec{B}_V$$

NB : $\vec{B}_H$ est souvent noté $\vec{B}_0$

1. Moment magnétique $\vec{M}$ d'un aimant

Le moment magnétique $\vec{M}$ est parallèle à la ligne des pôles de l'aimant et dirigé dans le sens SN.

Le moment du couple exercé par un champ magnétique $\vec{B}$ sur un aimant de moment magnétique $\vec{M}$ est proportionnel au sinus de l'angle que font entre eux les vecteurs $\vec{B}$ et $\vec{M}$
 $\Gamma = \mathcal{M} \cdot B \cdot \sin \alpha$

- Comment créer un champ magnétique ?

→ Expérience d'Oersted

Ce physicien danois met en évidence qu'un fil métallique (cuivre) parcouru par un courant électrique génère un phénomène magnétique : une aiguille aimantée est déviée.

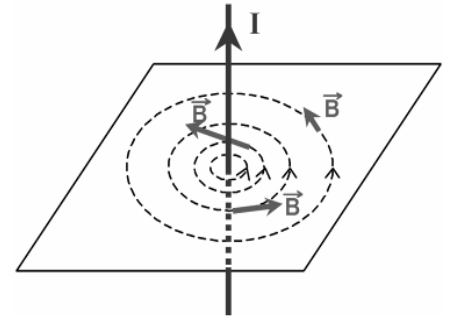
On peut créer le champ magnétique avec un courant électrique

- Champ magnétique créé par un courant.
 - Courant rectiligne

Les lignes de champ sont des cercles centrés sur le fil.

Il n'y a pas de pôles S ni N. Le sens de B dépend du sens du courant I

La valeur du champ B est proportionnelle à l'intensité du courant.



$$B = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{I}{d}$$

- Champ magnétique créé par un courant circulaire

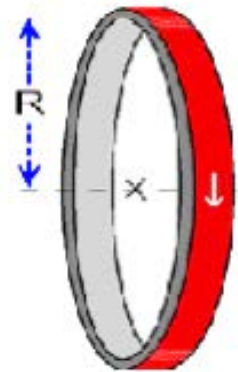
Toutes les lignes sortent par une face appelée **face nord** (N) et entrent par l'autre face appelée **face sud** (S). Le sens de B dépend du sens de I. Le champ au centre est d'autant plus important que l'intensité du courant est plus élevée et que le rayon est plus petit.

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{R}$$

N : nombre de spires

R : rayon de la bobine

Si on a plusieurs spires on obtient une bobine plate



2. Champ créé par un solénoïde

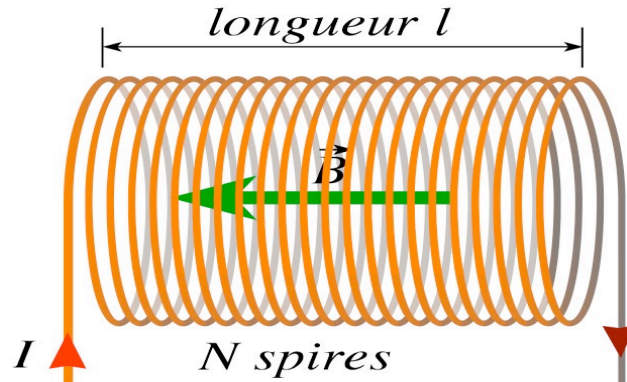
A l'intérieur d'un solénoïde le champ est uniforme d'intensité

$$B = \mu_0 \frac{N \cdot I}{\ell} = \mu_0 \cdot nI$$

- μ_0 : perméabilité du vide = $4\pi \cdot 10^{-7} \text{ U.S.I (H/m)}$
- n = densité de spires = $\frac{N}{\ell}$

- N = nombre de spires

La valeur d'un champ magnétique créé par un courant dépend de la géométrie du courant, de son intensité et de la position du point de mesure.



Remarque : Le branchement du générateur de courant continu permet d'avoir ces champs que l'aiguille pourra indiquer.

4.1.4. Exemple de travaux pratiques (TP)

Pour réaliser ce TP, vous pouvez vous référer à la fiche « comment réaliser un TP ? » en première partie de ce guide.

En examinant le programme de 11^{ème} Sciences nous constatons que très peu de concepts peuvent faire l'objet de TP **dans nos laboratoires**. En physique il n'y a pas d'appareils de mesure de champs (champ de gravitation, champ électrique, champ magnétique), de vitesse, d'accélération, d'énergie mécanique, de charge électrique, de quantité de mouvement, de fréquence et d'intensité de son chez nous. En chimie la détermination expérimentale des masses molaires et l'étude des réactions chimiques des hydrocarbures s'avèrent difficiles.

Nous suggérons seulement 2 TP rudimentaires dont nous décrivons un.

Mesure indirecte du champ de pesanteur g à l'aide du peson à ressort et de plusieurs masses marquées. On mesure les poids et on tire $F = P = mg$ d'où on tire $g = \frac{F}{m}$

Plusieurs mesures (n) donneront une valeur moyenne $g = \frac{\sum_i g_i}{n}$

Le deuxième TP que nous proposons est la mesure indirecte de la vitesse d'un mobile par application du principe de conservation de l'énergie mécanique totale d'un système isolé. Deux systèmes peuvent être utilisés :

Le pendule simple

Le pendule élastique

Exemple n°1

Objet du TP : mesure de la vitesse d'un mobile

Principe à appliquer : conservation de l'énergie mécanique totale d'un pendule simple en oscillations.

On sait que l'énergie cinétique d'un corps de masse m est l'énergie qu'il possède de par sa vitesse v ; elle est notée $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

D'autre part, l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est l'énergie qu'il possède de par sa position au-dessus de la terre. A une hauteur z du sol (pris ici comme niveau d'altitude nulle), l'énergie potentielle est $E_p = mgz$. Or l'énergie mécanique totale du système est $E = E_c + E_p$ et sa variation entre 2 états différents du système est

$\Delta E = \Delta E_c + \Delta E_p$ Pour un système isolé $\Delta E = 0$, $\Delta E_c =$ somme des travaux des forces intérieures et $\Delta E_p =$ opposé du travail des forces intérieures. Dans ce cas $\Delta E_c + \Delta E_p = 0 \rightarrow \Delta E_c = -\Delta E_p$ ou $\Delta E_c = |\Delta E_p|$ les deux énergies se transforment l'une dans l'autre. En prenant les positions extrêmes, là où l'une est nulle l'autre est maximale. Dans notre étude nous prendrons comme système l'ensemble pendule-terre. Dans ce cas la force de pesanteur est une force interne du système ; on le considère comme isolé en négligeant les

frottements de l'air et du fil de suspension. On prendra le niveau le plus bas du pendule comme niveau zéro et le niveau le plus élevé comme altitude z . A l'altitude z le pendule s'arrête, d'où $v=0 \rightarrow E_c = 0$ et E_p maximale égale mgz . A la position d'équilibre $z = 0 \rightarrow E_p = 0$ E_c est maximale égale $\frac{1}{2}mv^2$ En posant $\frac{1}{2}mv^2 = mgz$ on tire $v^2 = 2gz \rightarrow v = \sqrt{2gz}$

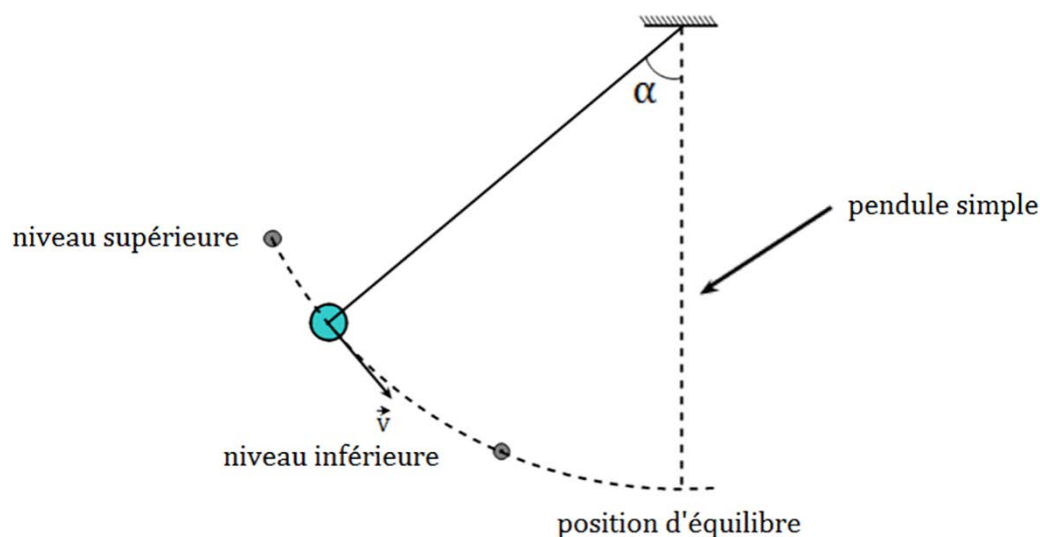
Chaque mesure de z conduit à une valeur de v et on peut même avoir les vitesses dans des positions intermédiaires du pendule.

Conditions de la manipulation : absence de vent

Résultats à délivrer dans un tableau à 2 entrées z et v

Matériel : fil mince et souple attaché à un support, petite bille dense de 3 cm de diamètre au maximum, règle graduée pour les mesure de hauteurs

Schéma du montage



Remarque :

- Ce TP nous montre que la mesure d'une vitesse est généralement basée sur le calcul à partir de certains paramètres plus faciles à mesurer.
- Ce pendule peut servir à concrétiser le principe de la quantité de mouvement et du choc élastique en couplant deux pendules semblables.

Analyse des résultats : les résultats de ce TP ne peuvent pas conduire à des vitesses supérieures à 10 m/s. Cet ordre de grandeur peut aider à juger de la qualité des manipulations. **On montrera ainsi aux enfants que toute mesure scientifique comporte une marge d'erreur qu'il est indispensable de minimiser par diverses précautions lors des mesures. On montrera par-là certains principes de la démarche scientifique.**

Pause-réflexion : En vous référant au guide transversal, quelles pratiques pédagogiques pourriez-vous utiliser pour le premier TP ?

Expliquez-comment vous prévoyez d'élaborer le deuxième TP.

4.2. UNITE D'APPRENTISSAGE 2 : CINEMATIQUE ET DYNAMIQUE

Cette unité comporte 6 séquences pour 20 H de cours

Séquence 1 : Généralités sur les mouvements (4 H)

Séquence 2 : Les mouvements rectilignes (4 H)

Séquence 3 : Le mouvement circulaire (2 H)

Séquence 4 : Principe fondamental de la dynamique (2H)

Séquence 5 : Application au solide en translation (4H)

Séquence 6 : Dynamique du solide en rotation (4H)

Les notions

Cinématique : définition, généralités sur les mouvements, mobile, référentiel, trajectoire, vitesse, accélération, mouvements rectilignes (uniforme, uniformément varié), sinusoïdale, mouvement circulaire uniforme

Dynamique : principe et relation fondamentale de la dynamique (RFD), application de la RFD aux solides en translation, en rotation, moment d'inertie

Exemple de fiche de séquence

Pour cette unité d'apprentissage, est exposé une fiche de séquence type, ainsi que le déroulement de ses activités, de ses synthèses et d'une évaluation formative. Les séances sont entièrement développées et ponctuées de méthodes et stratégies pédagogiques.

Comme exposée précédemment, la fiche de séquence peut être élaborée sous forme de tableau ou, comme présentée ci-dessous, sous forme verticale. À vous d'adapter l'outil selon votre convenance.

4.2.1. Fiche de séquence 1 : Théorème du centre d'inertie : principe fondamental de la dynamique

CLASSE : 11^{EME} S

Durée : 2h

1. Domaine : S.M.T

Discipline : Physique

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Comprendre des phénomènes naturels
- Produire et interpréter des messages à caractère scientifique et technologique

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation problème.
- Formuler le problème.
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et de modèle
- Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique

Contenu : UA2 : Cinématique et dynamique

Séquence 4 « Théorème du centre d'inertie : principe fondamental de la dynamique »

Ressources éducatives :

- Ressources matérielles : une bille ou une boule lisse, sol ou table horizontale lisse et glissant

Stratégie d'animation :

- **Techniques de pédagogie :** Travail en groupe, Questions-réponses

Déroulement des activités

- Pré-évaluations :

Mouvement d'un solide (classe de 10^e), effet dynamique des forces

- Situation problème :

Sur son vélo, Fanta descend une pente. Elle va de plus en plus vite et si elle ne freine pas à temps ce sera la catastrophe. En bas, Fanta s'est demandé pourquoi sa vitesse augmentait si vite et comment ses freins ont pu réduire cette vitesse.

ACTIVITES

Activité 1 : Définitions des concepts

Stratégie pédagogique : le *brainstorming*

Consignes :

- Définis : système mécanique ; forces intérieures ; forces extérieures ;
- Définis le référentiel Galiléen et le centre d'inertie.

Synthèse partielle 1 :

- Définitions :

Système mécanique : Un système mécanique (ou système matériel) est un solide, un ensemble de solides ou un point matériel que l'on étudie.

Lorsqu'on définit (choisi) un système matériel, il apparaît alors :

- Les forces intérieures : ce sont toutes actions mécaniques d'un élément du système sur un autre élément du système.
- Les forces extérieures : ce sont toutes actions mécaniques d'un élément extérieur au système sur un élément du système.

Référentiel Galiléen : On appelle référentiel Galiléen, tout référentiel fixe ou animé d'un mouvement rectiligne uniforme (MRU).

Exemples :

- Référentiel de Copernic composé du soleil et trois étoiles fixes les unes par rapport aux autres
- Référentiel géocentrique dont le centre est celui de la terre et les axes suivant 3 étoiles fixes
- Référentiel terrestre : lié au sol ou un objet de la terre. Il est utilisable comme référentiel galiléen pour les déplacements sur terre
- Tout référentiel animé d'un MRU par rapport à un référentiel Galiléen.
- Le centre de gravité est appelé centre de masse ou centre d'inertie du système
- L'inertie du système est sa masse ou quantité de matière

Activité 2 : Principe de l'inertie

Stratégie pédagogique : Observation de la boule immobile ou faiblement lancée sur le sol lisse

Consigne :

- Dans un cas (immobilité) ou dans l'autre (roulement uniforme) dis comment modifier l'état de mouvement de la boule
- Énonce le principe de l'inertie d'un système mécanique

Synthèse partielle :

- Pour modifier l'état de mouvement de la boule il faut lui appliquer une force extérieure
-
- Principe de l'inertie : dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie d'un système mécanique isolé :
 - Reste au repos s'il était au repos
 - Reste en mouvement rectiligne uniforme s'il était en mouvement

Évaluation formative : soit une voiture arrêtée sur le sol qui est considéré comme un référentiel galiléen. On allume le moteur et on démarre.

- Dis quelle est la nature des forces qui la font bouger. Sont-elles intérieures ou extérieures à la voiture
- Si l'on éteint le moteur mais sans freiner, la voiture va-t-elle s'arrêter de nouveau ? pourquoi ?

Réponses :

- Les forces qui font bouger la voiture sont les réactions du sol sur les roues (frottements). Ces forces sont extérieures (elles viennent du sol) Si le sol et les roues étaient parfaitement lisses le moteur n'aurait pas pu démarrer la voiture
- Sans moteur en marche la voiture finira par s'arrêter quand même sous l'effet des frottements du sol. Cet exemple montre qu'il est très difficile d'isoler un système mécanique et d'observer ainsi le principe précédent. Le principe ne se démontre pas.

Activité 3 : Principe fondamental de la dynamique.

Stratégie pédagogique : Observation de la boule que l'on pousse régulièrement pendant plusieurs secondes, dans la même direction

Consigne :

- Que remarques-tu de l'état de mouvement de la boule ?
- Quel serait l'état de mouvement d'une barrique pleine d'eau et poussée de la même façon sur un sol parfaitement lisse ?
- Essaie d'énoncer le principe fondamental de la dynamique

Synthèse partielle :

- La boule prend une vitesse de plus en plus grande
- La barrique bougerait aussi mais moins vite parce qu'elle est lourde.
- Énoncé du principe fondamental de la dynamique :

Lorsqu'un système mécanique de masse m est soumis à un ensemble de forces extérieures de résultante $\vec{F}$ alors son centre d'inertie prend une accélération $\vec{a}$ de même direction que $\vec{F}$ et inversement proportionnelle à m .

$$= \frac{\vec{F}}{m} \quad m \text{ étant positif, l'accélération et la force ont même direction et même sens}$$

On tire la relation fondamentale de la dynamique $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

Dans le cas particulier où $\vec{F} = 0$ alors $\vec{a} = 0$. Le vecteur- vitesse est donc nul ou constant : le système est soit immobile, soit en MRU, c'est le principe de l'inertie qui apparaît comme un cas particulier de la relation fondamentale de la dynamique.

Si par contre le vecteur $\vec{F}$ est constant alors celui de $\vec{a}$ l'est aussi. La vitesse est de la forme $v = at + v_0$ le mouvement du système est uniformément varié. Si alors v_0 est nul ou a et v_0 ont même direction, la trajectoire est rectiligne. Dans le cas contraire elle est parabolique (à voir en terminale)

Évaluation formative : exercice d'application. Dans un stand de fête lorraine, un objet S de masse $m = 5 \text{ kg}$, assimilable à un point matériel, est placé sur des rails horizontaux de longueur AB . Pour « tester sa force », une personne pousse cet objet avec une force F constante, horizontale, pendant une durée $t = 3 \text{ s}$.

- Déterminer la nature du mouvement de S , en supposant qu'il glisse sans frottement sur les rails en partant de la position de repos
- Sachant qu'à la fin de la période de lancement S a une vitesse égale à 6 m/s . Calcule la valeur numérique de la force F .
- Calcule la distance de lancement AB et le travail effectué par la personne.

Solution :

- Nature du mouvement de S sur les rails

Le système mécanique étudié est le solide S de masse $m = 5\text{ kg}$ et de centre d'inertie G. Le référentiel terrestre supposé galiléen est muni du repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ dans le plan vertical de la figure. Les forces exercées sur l'objet sont :

Son poids $\vec{P}$, la réaction $\vec{R}$ du support (tous les deux perpendiculaires aux rails), et la force $\vec{F}$ appliquée par la personne. Leur somme est :

$$\sum_{\vec{f}} \vec{f} = \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} \quad \text{et comme } \vec{P} + \vec{R} = \vec{0} \text{ alors } \vec{F} = m \vec{a} \text{ d'où } \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

Puisque $\vec{F}$ est constant, $\vec{a}$ aussi est constant. S a une vitesse de la forme $v = at + v_0$. Or les conditions initiales sont :

- $t = 0$, $v_0 = 0$ d'où $v = at$ et le mouvement de S est rectiligne uniformément varié.

Valeur de la force F.

On calcule la valeur de l'accélération : $a = \frac{v}{t}$

- $t = 3\text{ s}$ et $v = 6\text{ m/s}$ d'où $a = \frac{6}{3} = 2\text{ m/s}^2$ on tire $F = ma = 5 \cdot 2$ **$F = 10\text{ N}$**

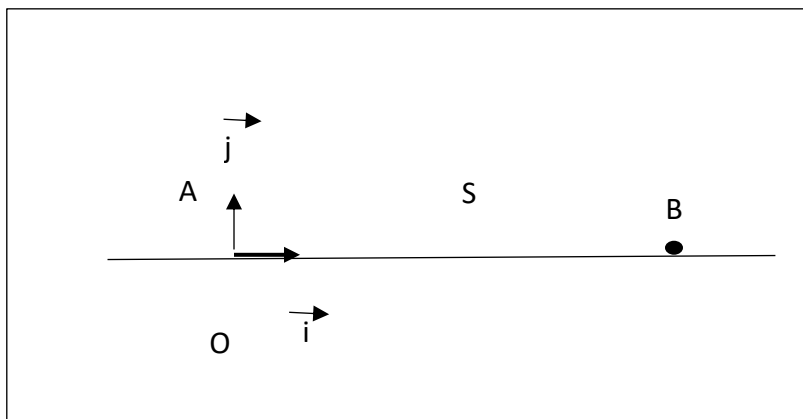
Distance de lancement $AB = l$

Dans le repère l'équation du mouvement est : $x = \frac{1}{2} a t^2$

Pour $t = 3\text{ s}$, $a = 2\text{ m/s}^2$ alors

- $x = AB = l = 9\text{ m}$

Le travail effectué par l'homme est : $W = F \cdot l = 10 \cdot 9$ **$W = 90\text{ J}$**



« Le déplacement AB de l'objet S dans un repère (O, i, j) »

4.3. UNITE D'APPRENTISSAGE 3 : ÉNERGIE ET VIBRATIONS

UA3 comporte 2 séquences de 8 H

Séquence 1 : Quantité de mouvement-énergie (5 H)

Séquence 2 : Vibrations (3 H)

Les notions

Énergie : énergie cinétique (définition, formule, théorème), énergie potentielle (définition, formule pour la pesanteur et pour un ressort), énergie mécanique totale, sa conservation

Vibrations : généralités (période, fréquence, amplitude, élongation, onde progressive (loi de propagation, célérité, longueur d'onde), principe de superposition des petits mouvements, interférence mécanique

Le son : production, nature vibratoire, célérité, notion sur les qualités physiologiques (intensité, hauteur, timbre)

4.3.1. Fiche de séquence 1 : Quantité de mouvement-énergie

Classe : 11^{ème} Sciences

Durée : 5 H

Domaine : SMT

Discipline : Physique

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Mètre à l'essai des pistes de solution
- Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats
- Participer à des échanges à caractère scientifique
- Partager des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Comprendre les phénomènes naturels

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation
- Formuler le problème
- Inventorier les différentes pistes de solution
- Tirer une conclusion
- Sélectionner des modes de représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et des modèles

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène

Contenus

- UA3 : Énergie et vibrations
- Séquence 1 : Quantité de mouvement et énergie

Objectifs spécifiques de la séquence

- Découvrir les notions de quantité de mouvement et les formes mécaniques de l'énergie avec leurs caractéristiques

Ressources éducatives

- Ressources humaines

- Ressources matérielles : pendules simple et élastique, dispositif à onde progressives, lame vibrante, corde, chronomètre, règle de tableau

Déroulement des activités

Prérequis : grandeurs scalaires, grandeurs vectorielles

Situation-problème : Le petit Hamidou a constaté que lorsqu'on le pousse suffisamment sur son vélo il continue à rouler même si l'on a cessé de le pousser ou qu'il a cessé de pédaler. Il demande à son grand frère si quelqu'un de caché tire alors le vélo.

ACTIVITES

Activité 1 : Définir et caractériser la quantité de mouvement.

Une boule (de 3 à 5 kg) et un ballon étant posés côte à côte sur le sol, on essaie de leur imprimer la même vitesse en les poussant avec le pied. Fait le constat et répond aux questions suivantes :

Consigne :

- A-t-on fourni le même effort ?
- En considérant que deux corps de masses différentes ne peuvent être lancés à la même vitesse avec le même effort et dans les mêmes conditions, définit la quantité de mouvement comme une grandeur dépendant à la fois de la vitesse et de la masse.

Synthèse partielle :

- Il s'avère plus difficile de lancer la boule à la même vitesse que le ballon
- Définition : On appelle quantité de mouvement d'un corps la grandeur $p = mv$, égale au produit de sa masse par sa vitesse

p est une grandeur vectorielle de même direction et même sens que la vitesse du corps. On note :

$$\vec{p} = m \vec{v} \quad \text{avec } m \text{ en kg et } v \text{ en m/s, l'unité SI de } p \text{ est le kgm/s}$$

Activité 2 : Propriétés de la quantité de mouvement

En considérant que la quantité de mouvement d'un système mécanique se conserve, on lance successivement sur le sol une boule contre une autre, immobile de même masse puis de masse double et on observe

Consigne : -

- Que constates-tu dans les différents cas ?
- En prenant comme m_1 et v_1 la masse et la vitesse de la première boule et m_2 et v_2 celles de la deuxième, donne v_2 en appliquant le principe de conservation de la quantité de mouvement.

Synthèse partielle :

L'expérience s'appelle choc. Le résultat dépend de l'état des boules.

- Pour des boules en argile humide on a affaire au choc mou où les deux restent collées après le choc. La vitesse de l'ensemble devient faible pour les mêmes masses combinées
- Pour des boules élastiques dures, la première s'immobilise tandis que l'autre s'éloigne avec une certaine vitesse : on dit qu'il y a choc élastique. L'analyse de la situation veut qu'on évalue la quantité de mouvement des 2 boules avant le choc puis après le choc
 - Dans le cas où les deux boules ont la même masse $m_1 = m_2$

Choc mou : avant le choc : $p_1 = m_1v_1$; $p_2 = m_2v_2$ avec $v_2 = 0$ (boule immobile)

La quantité de mouvement du système est $p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + 0 = m_1v_1$

Après le choc : $p' = (m_1 + m_2)v'$. En posant $p = p'$, on tire $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v'$

$$v' = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1 \text{ avec } m_1 = m_2 \quad v' = \frac{m_1}{2m_1} v_1 \text{ soit } v' = \frac{v_1}{2}$$

Cela veut dire que les deux boules continuent ensemble avec la moitié de la vitesse de la première

Choc élastique : avant le choc : $p = p_1 + p_2 = m_1v_1 + 0 = m_1v_1$

Après le choc : $p' = p'_1 + p'_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2 = m_1v'_1 + m_1v'_2$

On pose $p = p'$ $m_1v_1 = m_1(v'_1 + v'_2)$

En fait la première boule s'arrête sur place et l'autre continue avec $v'_2 = v_1$

Si les masses sont différentes d'autres cas de figure se présentent. Par exemple si $m_2 = 2m_1$ la deuxième boule ne bouge pas et la première retourne sur ses traces ou est déviée.

Activité 3 : Le recul des armes à feu.

Tire le pistolet jouet et observe l'effet sur la main. Cet effet est d'autant plus remarquable que la balle est lourde.

Consigne :

- Donne une explication du recul d'une tirée ;

Synthèse partielle :

L'arme, la poudre et la balle ou l'obus sont constitués par un système immobile avant le choc (explosion de la poudre). Sa quantité de mouvement est donc nulle. Après l'explosion, la balle et la fumée sortent de l'arme avec une certaine vitesse donc avec une quantité de mouvement non nulle.

Pour que la quantité de mouvement globale du système se conserve nulle, la masse de l'arme doit se déplacer en sens inverse avec une certaine vitesse. **C'est le phénomène du recul des armes à feu**
Sans précaution, le phénomène peut être dangereux

Remarque : le principe est utilisé pour la propulsion des avions à réaction et des fusées.

Activité 4 : Définir et caractériser la notion d'énergie, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et l'énergie mécanique totale.

Consigne :

- Définis les notions suivantes : énergie, énergie cinétique, énergie potentielle, énergie mécanique totale
- Donne leurs formules caractéristiques

Synthèse partielle :

a) Énergie :

On dit qu'un corps possède de l'énergie si au cours d'une évolution dans son état il est capable de fournir du travail. L'unité SI de toute énergie est le Joule (J)

b) Énergie cinétique :

L'énergie cinétique est l'énergie que possède un corps du fait de sa vitesse.

On distingue :

- Énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation :

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot V^2 \quad m : \text{masse en kg, } V : \text{vitesse linéaire en m.s}^{-1}$$

- Énergie cinétique d'un solide en mouvement de rotation :

$$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega^2$$

J_{Δ} : moment d'inertie du solide en **Kg.m⁻²**

ω : vitesse angulaire en **rad.s⁻¹**

Énoncé du Théorème de l'énergie cinétique :

Dans un référentiel galiléen la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux des forces extérieures s'exerçant sur le solide entre ces deux instants.

$$\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$$

c) Énergie potentielle :

L'énergie potentielle d'un système est l'énergie qu'il possède de par la position relative de ses parties.

- Énergie potentielle de pesanteur

C'est l'énergie que possède un solide du fait de sa position par rapport à la terre.

Son expression est : $E_p = m \cdot g \cdot Z$; Z : côte ou altitude du centre d'inertie

- Énergie potentielle élastique

L'énergie potentielle élastique d'un système (ressort + solide) de constante de raideur K notée E_{pe}

a pour expression : $E_{pe} = \frac{1}{2} k x^2$; x : l'allongement du ressort en m et k en Nm^{-1}

- Énergie potentielle de torsion

Elle a pour expression $E_p = \frac{1}{2} C \theta^2$ C : constante de torsion en $\text{N} \cdot \text{rad}^{-1}$, θ = vitesse angulaire en rad s^{-1}

- Énergie potentielle de gravitation

L'énergie potentielle de gravitation du système « satellite – terre » a pour expression :

$E_p = - \frac{m G_0 R_0^2}{(R_0 + h)}$ m = masse du satellite R_0 = rayon de la terre en m, h = altitude du satellite en m, G_0 = champ de pesanteur de la terre en Nkg^{-1}

d) Énergie mécanique

L'énergie mécanique notée E_m d'un système est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle. $E_m = E_c + E_p$

- Conservation de l'énergie mécanique

Lorsque le système s'évolue et sans frottement, son énergie mécanique est alors conservée : $\Delta E_m = 0$.

- Non conservation de l'énergie mécanique

Lorsque le système s'évolue et avec frottement, alors la variation de son énergie mécanique est égale au travail de la force de frottement : $\Delta E_m = W(\vec{f})$

Exercice : Une voiture de 800 kg est lancée contre un mur à la vitesse de 100 kmh^{-1} . Imagine ce qui se passe si le mur ne cède pas. Calcule la quantité de mouvement et l'énergie cinétique du système avant et après le choc et justifie les dégâts.

Solution

$$V = 100 \text{ kmh}^{-1} = 100 \times \frac{1000}{3600} \text{ ms}^{-1} = 27,7 \text{ ms}^{-1}$$

Si le mur ne cède pas la voiture s'écrase contre le mur qui s'écorche et s'échauffe

Avant le choc

La quantité de mouvement de la voiture est $p = mv = 800 \times 27,7 = 22160 \text{ kgms}^{-1}$

Celle du mur est nulle.

L'énergie cinétique de la voiture est $E_c = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{800}{2} (27,7)^2 = 306916 \text{ J}$

Celle du mur est nulle

Après le choc la quantité de mouvement de la voiture se retrouve dans l'écrasement de sa carcasse. Son énergie cinétique se disperse dans cet écrasement et dans le réchauffement de l'ensemble voiture-mur.

4.3.2. Fiche de séquence 2 : Vibration

Domaine : SMT

Durée : 3 H

Classe : 11^{ème} Sciences

Discipline : Physique

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Mètre à l'essai des pistes de solution
- Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats
- Participer à des échanges à caractère scientifique
- Partager des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Comprendre les phénomènes naturels

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation
- Formuler le problème
- Inventorier les différentes pistes de solution
- Tirer une conclusion
- Sélectionner des modes de représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et des modèles

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Contenus :

- UA3 : Énergie et vibrations
- Séquence 2 : Vibration

Objectifs spécifiques de la séquence :

- Faire comprendre les phénomènes vibratoires et les propriétés des ondes
- Apprendre à écrire les équations des ondes progressives
- Faire connaître l'importance des phénomènes ondulatoires

Stratégies d'animation :

- Expérimentation, observations de faits courants, questions réponses

Situation problème : La petite Saly entend toujours à la radio : "nous émettons sur la fréquence suivante", d'autres disent, sur la longueur d'onde suivante et elle se demande à quoi ces annonces servent.

ACTIVITES

Activité 1 : Définitions et exemples des vibrations.

Stratégie d'animation : On fait osciller ou vibrer un pendule simple, un pendule élastique, une lame d'acier une corde élastique tendue

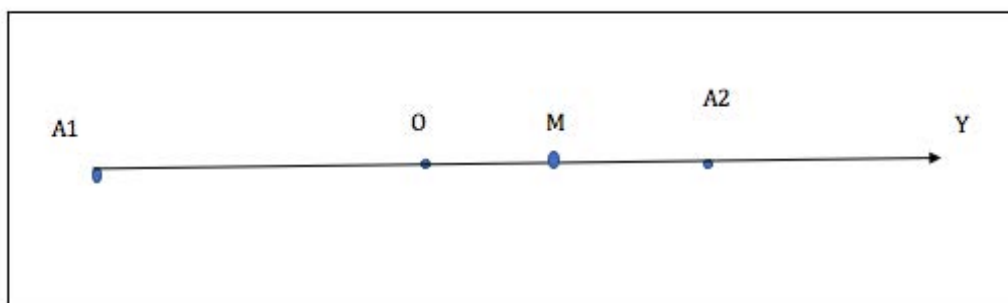
Consigne : A la lumière de tes observations, définis une vibration. Caractérise-la par son nombre de répétitions dans le temps

Synthèse partielle : période et fréquence d'un phénomène vibratoire

- Définition : le mouvement vibratoire simple d'un point matériel est un mouvement de va-et-vient entre deux points symétriques par rapport à une position d'équilibre. Une vibration lente s'appelle oscillation
- Exemples : aiguille d'une machine à coudre, pendule simple et élastique...
- Un mouvement vibratoire est périodique
- La période T d'une vibration est l'intervalle de temps au bout duquel le mouvement se reproduit de manière identique.
- La fréquence N d'une vibration est le nombre de vibrations qui s'effectuent par seconde
- Entre N et T existe la relation $N = \frac{1}{T}$ N en Hertz (Hz) T en secondes

Si la trajectoire est orientée, O étant la position d'équilibre, $A1$, $A2$ les positions extrêmes, à l'instant t où le point matériel est en M , alors la distance OM s'appelle **élongation** du mouvement. On note $OM = y$

La distance $OA1 = OA2 = a$ est l'élongation maximale : c'est l'amplitude du mouvement



Activité 2 : Équation et graphe.

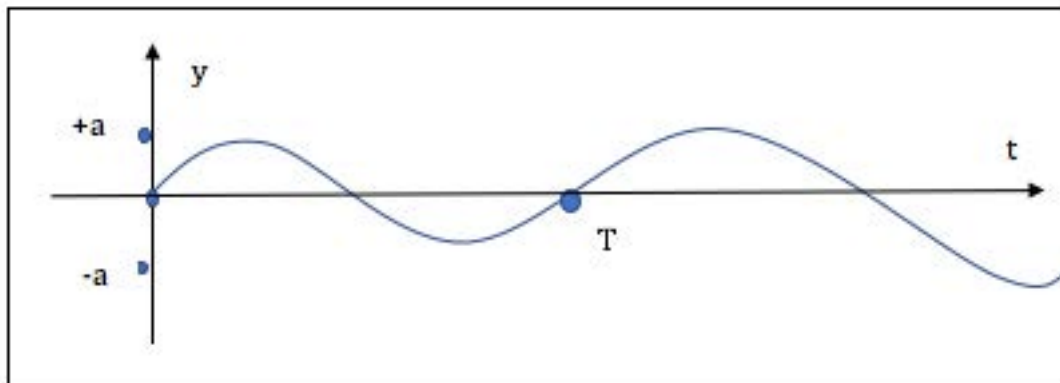
Stratégie d'animation : discussion

Consigne : Le mouvement étant sinusoïdale, écris l'équation de y

Synthèse partielle

L'équation horaire est de la forme $y = a \sin 2\pi \frac{t}{T} = a \sin 2\pi N t$

L'enregistrement du mouvement donne une courbe de la forme



Activité 3 : Étude expérimentale du mouvement sinusoïdal.

Stratégie d'animation : expérience de mesure de la période d'un pendule simple ou d'un pendule élastique de ressort suspendu ; on fait osciller le pendule et on chronomètre la durée de 10 oscillations (10 aller-retours) en même temps qu'on mesure à la règle ou au rapporteur (cas du pendule simple) l'amplitude.

Consigne : Calcule la période à partir des mesures

Synthèse partielle : Une oscillation correspond à une période ; Pour des raisons pratiques on mesure le temps de 10 oscillations. Soit t ce temps. On tire $T = \frac{t}{10}$

C'est la méthode la plus simple pour mesurer la période. Des moyens plus sophistiqués comme l'enregistrement sur tambour ou sur caméra et la stroboscopie permettent d'avoir une mesure plus précise.

Activité 4 : Notion d'ébranlement ou signal :

Stratégie d'animation : Brainstorming

Consigne :

Donne les définitions : ébranlement, célérité, onde progressive, longueur d'onde

Synthèse partielle

Un ébranlement ou signal est une courte déformation causée dans un milieu élastique (qui reprend sa forme après la déformation). Un signal a la particularité de se propager dans les milieux élastiques convenables.

La vitesse de propagation d'un signal s'appelle **célérité** et se note **c**.

Si le signal est une vibration, tous les points atteints répètent le mouvement de l'origine des vibrations avec un certain retard qui dépend à la fois de la célérité et de l'éloignement. Pour un point M situé à la distance x de la source S le retard est :

$$\theta = \frac{x}{c}$$

x en m
 c en m/s
 θ en s

Lois de la célérité : La célérité d'un signal est :

- Indépendante de la forme et de l'amplitude du signal
- Constante dans des conditions expérimentales données
- Dépendant des caractéristiques physiques et mécaniques du milieu de propagation (nature, tension, température...)

Lois de la propagation d'un signal :

Dans un milieu homogène :

- Un signal se propage dans toutes les directions avec la même célérité (cas du son)
- Un signal ne transporte pas de la matière mais de l'énergie

Activité 5 : Notion d'ondes progressives.

Stratégie : Faire le montage décrit dans la partie « confection de matériel » de ce guide. On peut aussi tendre une corde mince entre un point fixe et une lame vibrante entretenue.

Consigne : A la lumière de vos observations, définis une onde progressive et définis la longueur d'onde.

Synthèse partielle :

Définition : On appelle onde progressive la propagation d'un mouvement vibratoire entretenu dans un milieu élastique homogène

Une onde progressive se propage avec les mêmes lois qu'un signal

Le ralenti au stroboscope ou à la caméra montre :

- Que tous les points de l'eau ou de la corde touchés par l'onde ont le même mouvement de période T et d'amplitude a que la source
- Que le milieu de propagation ait la forme d'une sinusoïde qui bouge
- Il y a donc périodicité temporelle et périodicité spatiale.

Définition : on appelle longueur d'onde λ la distance parcourue par le front de l'onde en une période.

C'est aussi la longueur occupée par deux sommets consécutifs de la sinusoïde des espaces.

On note

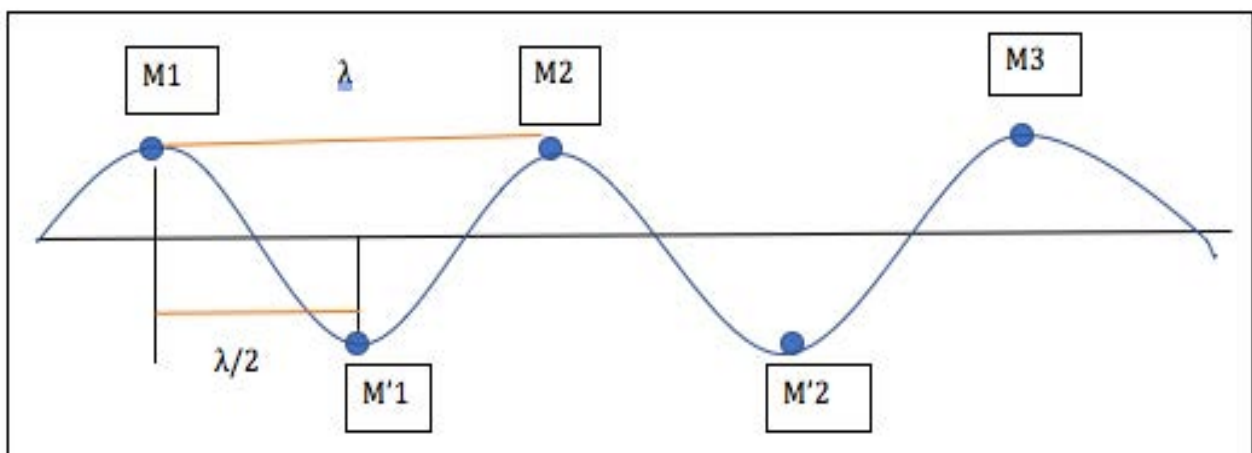
$$\lambda = cT = \frac{c}{N} \quad \lambda \text{ est en mètres}$$

Activité 6 : Points en phase et points en opposition de phase

Stratégie pédagogique : discussion autour de la sinusoïde des espaces présentée au ralenti

Consigne :

En observant la sinusoïde des espaces on remarque certains points qui montent ensemble et descendent ensemble. Ils montent au moment où d'autres descendent, d'où :



- On dit que des points sont en phase s'ils ont à chaque instant la même élongation.
- Deux points vibrent en opposition de phase s'ils ont à chaque instant des élongations opposées
- Sur la sinusoïde des espaces on constate que deux points qui vibrent en phase sont séparés par une distance d qui est un multiple de la longueur d'onde λ
- $d = k \cdot \lambda$ avec k entier naturel $k = 1, 2, 3, 4 \dots$
- Deux points en opposition de phase sont séparés d'une distance d'égale à un nombre impaire de demi longueur d'onde $d' = (2k + 1) \frac{\lambda}{2}$ AVEC $k = 0, 1, 2, \dots$

- M1, M2, M3 sont en phase entre eux mais en opposition de phase avec M'1, M'2 qui sont eux aussi en phase entre eux

Remarque : à la manière de la lumière qui est aussi une onde progressive, les ondes progressives mécaniques subissent la réfraction et la diffraction à travers certaines ouvertures.

Évaluation formative :1. On donne un signal de fréquence 575 Hz Quelle est sa période ? Quelle est sa longueur d'onde s'il se propage à 1200km/h

Sur la sinusoïde spatiale d'une corde on mesure la distance entre deux points en phase consécutifs et on trouve 25 cm. Calcule la longueur d'onde et la célérité sachant que la période est 0,02 s

5. LES PROGRAMMES DE CHIMIE 11^E

La chimie est enseignée à raison de deux heures par semaine en 11^e.

COMPETENCES	COMPOSANTES	MANIFESTATIONS	CONTENUS
Compétence 1 : Résoudre une situation problème	Diagnostiquer la situation problème	- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation - Établir des relations entre les données retenues - Comparer cette situation-problème avec des situations-problèmes déjà résolues - Formuler le problème	UA1 : Chimie générale et hydrocarbures Chimie générale - Détermination des masses molaires : loi d'Avogadro Ampère (rappel) - Détermination de la formule brute d'un composé organique - Formules développées notion d'isomérie. Hydrocarbures - Les hydrocarbures saturés : Le carbone tétraédrique, nomenclature des alcanes
	Mettre à l'essai des pistes de solution	- Inventorier les différentes pistes de solution - Choisir une piste parmi un éventail de possibilités - Appliquer cette piste	

Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques	Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats 	 - Se servir au besoin de contre-exemples pour préciser, réajuster ou réfuter des démarches et des résultats - Tirer une conclusion - Choisir un mode de représentation approprié - Utiliser le mode retenu - Tirer une conclusion	- Réactions de combustion et de substitution (se limiter à un dihalogène: exemple du méthane) - Les alcènes : structure, additions (dihydrogène, halogène, HCl et eau) - Les alcynes : structure, additions (dihydrogène, halogène, HCl et eau)
	Exercer son jugement critique sur les retombées de la science et de la technologie 	 - Analyser les retombées à long terme de la science et de la technologie sur l'individu, la société, l'environnement et l'économie - Examiner leurs effets sur le mode de vie des individus - Identifier des questions et enjeux sur le plan éthique	UA2 : Polymérisation et hydrocarbures aromatiques - Polymérisation : hydrocarbures insaturés et dérivés à double liaison (le polyéthylène, le polychlorure de vinyle, le polystyrène) - Le benzène : structure du noyau, additions (dihydrogène, dihalogène), notion d'hydrocarbure aromatique - Hydrocarbures oxygénés : présentation des fonctions (alcool, aldéhyde, acide, ester, cétone), réactions caractéristiques
	Comprendre le fonctionnement des phénomènes naturels 	 - Se poser des questions sur son environnement - S'interroger sur certains phénomènes - Les décrire de manière qualitative - S'en donner une représentation schématique	

Compétence 3 : Communiquer à l'aide des langages mathématiques, scientifiques et technologiques	Participer à des échanges à caractère scientifique Divulguer des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques	▪ Expliquer le phénomène à l'aide de lois et de modèles ▪ Vérifier la cohérence de l'explication donnée ▪ S'approprier des concepts pertinents et en reconnaître le caractère évolutif ▪ Respecter les points de vue des autres ; ▪ Consulter au besoin différentes sources d'information ▪ Comparer ses données et sa démarche avec celles des autres ▪ Valider son point de vue ou sa solution en le confrontant avec d'autres ▪ Recourir à divers formats de représentation (symbole, tableau, dessin technique etc) ▪ Sélectionner des modes de représentation selon l'objet du message et l'interlocuteur	UA3 : Chimie minérale ▪ Identification de quelques ions (anions et cations) ▪ Oxydoréduction en solution aqueuse : action de l'ion h_3o^+ sur un métal, action d'un cation métallique sur un autre métal, couple oxydant réducteur ▪ Classification électrochimique des couples oxydant réducteurs ▪ Effet de pile entre couples $\text{m}^{\text{n}+}/\text{m}$: potentiel d'oxydoréduction, généralisation du couple oxydant réducteur, prévisions des réactions.
--	--	--	---

5.1. PROPOSITION DE DECOUPAGE DU PROGRAMME

Niveau 11 ^{ème} Sciences		
Grille de Chimie		
Nombre d'unités d'apprentissage :	3	
Nombre de séquences :	11	
Nombre de séances :	A la convenance du professeur	
Découpage	Titre	Volume horaire
UA1 :	Chimie générale et hydrocarbure	20 H
Séquence 1 :	Détermination des masses molaires-Formules brutes	4H
Séquence 2 :	Formules développées-Notions d'isomérie	4 H
Séquence 3 :	Hydrocarbures saturés	6 H
Séquence 4 :	Les hydrocarbures insaturés	6 H
UA2 :	Polymérisation et hydrocarbures aromatiques	20 H
Séquence 1 :	Polymérisation	4 H
Séquence 2 :	Les hydrocarbures aromatiques : Le benzène	6 H
Séquence 3 :	Les hydrocarbures oxygénés	10 H
UA3 :	Chimie minérale	14 H
Séquence 1 :	Identification de quelques ions	4H
Séquence 2 :	Oxydo-réduction en solution aqueuse	4 H
Séquence 3 :	Classification électrochimique des couples oxydo-réducteur	3 H
Séquence 4 :	Effet de pile M^{n+}/M	3 H

6. EXERCICES D'APPLICATION

6.1. UNITE D'APPRENTISSAGE 1 : CHIMIE GENERALE ET HYDROCARBURES

2 heure par semaine soit 20H

L'unité d'apprentissage¹ en chimie comporte 4 séquences pour 20 H

Séquence 1 : Détermination des masses molaires-formules brutes (4H)

Séquence 2 : Formules développées planes, notion d'isométrie (4H)

Séquence 3 : Les hydrocarbures saturés (6 H)

Séquence 4 : Les hydrocarbures insaturés (6 H)

Les notions

Chimie générale : détermination des masse molaires (loi d'Avogadro-ampère, détermination de la formule brute, formules développées planes et isométrie)

Chimie organique :

- Les hydrocarbures saturés (nomenclature, réactions de combustion et de substitution du méthane)
- Les alcènes (structure, destruction, addition de H₂, HCl, H₂O)
- Les alcynes (structure, destruction, addition de H₂, HCl, H₂O)

6.1.1. Fiche de Séquence 1 : Formule développée plane - notion d'isomérie.

La fiche de séquence proposée ci-dessous spécifie les composantes, manifestations et compétences disciplinaires en lien avec les compétences attendues. Elle vous permet donc d'identifier concrètement les objectifs de votre séquence et de vos séances.

Classe : 11^{ème} Sciences

Durée : 4 H

Domaine : SMT

Discipline : Chimie

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques, scientifiques et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation problème
- Mettre à l'essai des pistes de solutions
- Partager les informations relatives à la démarche et au résultat
- Participer à des caractères scientifiques
- Partager des ou des résultats scientifiques technologiques

Manifestations

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapports avec la situation.
- Formuler le problème.
- Inventorier les différentes pistes de solutions.
- Choisir un mode de représentation approprié
- Respecter les points de vue des autres
- Recourir à divers formats de représentation (symbole, tableau dessin technique etc.. ..)

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène

Les ressources éducatives :

- Ressource humaine : laborantin.
- Ressources matérielles : modèles moléculaires.
- Ressources financières : Néant

Stratégie d'animation :

- Pédagogie active : question-réponses, jeu de rôle, collaboration entre groupes

Déroulement des activités :

- Pré-évaluation :
 - Définis une liaison covalente et donne un exemple
 - Définis une liaison ionique et donne un exemple.
 - Définis une liaison semi-polaire et donne un exemple

Situation problème :

Dans le village de Seydou il y a trois grandes familles : les Traoré, les Koné et les Ballo. Seydou a remarqué que les Traoré et les Koné se marient entre eux mais pas avec les Ballo. De plus il a vu que lorsqu'il y a mariage la femme quitte sa famille et que les Ballo vont chercher leurs femmes dans d'autres villages. Il demande à son grand frère les raisons de toutes ces « bizarreries » de la société.

Activité1 : Insuffisance de la formule brute d'un composé organique.

Stratégie d'animation : question-réponses autour d'une formule donnée

Soit un composé chimique de formule C_2H_5ON

Consigne

- Quels sont les éléments qui constituent ce composé ?
- Comment appelle-t-on un tel composé ?
- Définis alors un composé organique.

Synthèse partielle

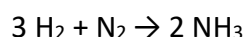
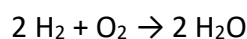
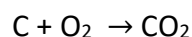
- Les éléments constitutifs du composé sont :C, H,O et N.
- Un tel composé est appelé composé organique.
- Un composé organique est un composé constitué essentiellement du carbone, d'hydrogène, d'oxygène, d'azote...

Activité 2 : Application de la loi de proportion définie aux masses.

Stratégie d'animation : Jeu de rôle (on forme trois groupes d'élèves représentant les 3 familles du village de Seydou, avec filles et garçons mais en proportions différentes dans les 3 groupes. Simuler les mariages entre 2 des groupes et montrer à quelle conditions le village peut garder sa stabilité à la satisfaction de tous, la polygamie est permise mais le mariage inter-caste est à débattre)

Soit $C_xH_yO_zN_t$ la formule brute d'un composé organique, m_s la masse de la substance à étudié et soit m_C , m_H , m_O et m_N les masses respectives du C, H, O et de N contenues dans la substance organique S.

On donne les équations suivantes :



Consigne

En utilisant ces équations :

- Donne la masse du carbone (m_C) en fonction de la masse du CO_2 et la masse d'hydrogène (m_H) en fonction de la masse (H_2O), la masse de l'azote(m_N) en fonction de la masse de (NH_3).
- Donne la masse de l'oxygène en fonction de m_s , m_H , m_N et m_C .
- Détermine le nombre de mole de chaque constituant dans la molécule de $C_xH_yO_zN_t$ sachant que $n = \frac{m}{M}$
- Établis la loi des proportions définies aux masses sachant que tous les éléments constitutifs ont même nombre de mole.

Synthèse partielle

- $m_C = \frac{3}{11} m_{CO_2}$; $m_H = \frac{1}{9} m_{H_2O}$; $m_N = \frac{14}{17} m_{NH_3}$
- $m(O) = m(S) - (m_C + m_H + m_N)$
- $n(C) = \frac{m(C)}{M(C)} = \frac{m(C)}{12x}$; $n(H) = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{m(y)}{y}$;
- $n(O) = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{m(O)}{16z}$; $n(N) = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{m(N)}{14t}$

Loi des proportions définies aux masses

Supposons que $n(C) = n(H) = n(O) = n(N) = n(S)$

$$\frac{m(C)}{M(C)} = \frac{m(H)}{M(H)} = \frac{m(O)}{M(O)} = \frac{m(N)}{M(N)} = \frac{m(S)}{M(S)}$$

$$\frac{m(C)}{12x} = \frac{m(H)}{y} = \frac{m(O)}{16z} = \frac{m(N)}{14t} = \frac{m(S)}{M(S)} \text{ Ou } \frac{12x}{m(C)} = \frac{y}{m(H)} = \frac{16z}{m(O)} = \frac{14t}{m(N)} = \frac{M(S)}{m(S)}$$

Activité 3 : Application de la loi des proportions définies aux pourcentages.

Stratégie d'animation : Exercice de calcul sur des données

Soient %C, %H, %O, %N respectivement la quantité de C, de H, de O et de N contenues dans 100g de la substance.

Consignes :

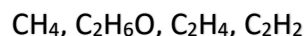
- En s'inspirant de la relation : $\%x = 100 \frac{m_x}{m_s}$; détermine les pourcentages de C, de H, de O et de N
- En utilisant la relation de proportions définies aux masses, en déduit la relation des proportions définies aux pourcentages

Synthèse partielle :

- Les pourcentages de C, de H, de O et de N sont :
- $\%C = 100 \frac{m_C}{m_s}$; $\%H = 100 \frac{m_H}{m_s}$;
- $\%N = 100 \frac{m_N}{m_s}$; $\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N)$
- $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{14t}{\%N} = \frac{M(S)}{100}$

Activité 4 : Formules développées planes.

Stratégie d'animation : Manipulation des modèles moléculaires (on donne aux élèves les modèles d'atomes en vrac avec les liaisons longues et on leur demande de construire les modèles de molécules ci-dessous données)



Consignes :

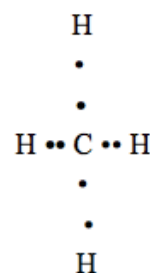
- Donne le schéma de Lewis du carbone, de l'oxygène et de l'hydrogène.
- Donne la représentation de Lewis d'une molécule.
- A partir des modèles obtenus, établis la liaison chimique entre les différents atomes de chaque molécule.
- Définis la formule développée plane.

Synthèse partielle :

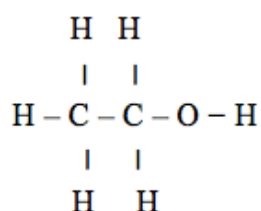
- Je donne le schéma de Lewis du carbone de l'hydrogène et de l'oxygène :



- Je donne la représentation de Lewis de la molécule CH_4



- J'établis la liaison chimique entre les différents atomes de $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$



- Définition de la formule développée plane : c'est une projection plane des atomes d'une molécule.

Activité 5 : Formule semi-développée.

Stratégie d'animation : Manipulation des modèles moléculaires (on donne les atomes et les liaisons longues et courtes et on leur demande d'utiliser les liaisons longues entre les atomes de carbone seulement et les liaisons courtes entre C et H dans les molécules suivantes : C_4H_{10} et C_4H_8

Consignes :

- Détermine le nombre d'atome d'hydrogène que porte chaque atome de carbone
- Donne une représentation en faisant apparaître seulement les liaisons C-C
- Défini alors une formule semi-développée.

Synthèse partielle :

- .
- $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$; b : $CH_3-CH=CH-CH_3$
- C'est la forme condensée de la formule développée plane

Activité 6 : Notion d'isomérisation.

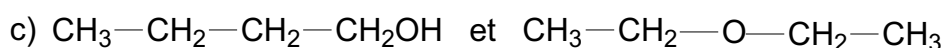
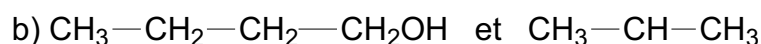
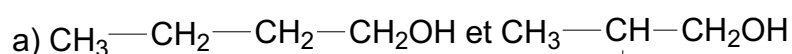
Stratégie d'animation : Travail collaboratif dans la manipulation (on donne les atomes de C, H, et O et les liaisons longues et courtes pour construire en semi-développé la molécule suivante : $C_4H_{10}O$. Chaque groupe construit un seul type des quatre modèles qui diffèrent soit par l'alignement des C, soit la dérivation de C, soit l'alcool secondaire, ou enfin le O intercalé entre 2 C.

Consignes :

- Construisez le modèle qui vous est défini
- Essayer d'imaginer d'autres possibilités sur le papier
- Défini alors l'isomérisation de position, l'isomérisation de fonction et l'isomérisation de chaîne

Synthèse partielle :

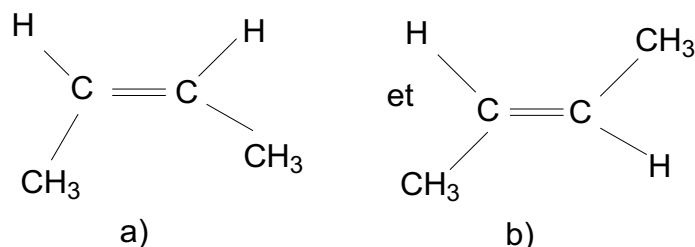
- Quatre modèles sont obtenus dont 2 diffèrent par la position du groupement fonctionnel OH ; 2 diffèrent par la longueur de la chaîne de carbone ; 1 diffère par la fonction.



- Et 3) a : isomérisation de chaîne ; b : isomérisation de position ; c : isomérisation de fonction.

Activité 7 : L'isométrie géométrique Z/E.

Stratégie d'animation : Travail collaboratif (on fait construire les deux isomères Z et E par des groupes différents pour la molécule C₄H₈)



Consignes :

- Quelle est la position des atomes d'hydrogène par rapport à la double liaison ?
- Sachant que l'isométrie a) est l'isométrie Z et b) l'isométrie E, défini alors l'isométrie Z et E

Synthèse partielle :

- Les atomes d'hydrogène se trouvent du même côté de la double liaison
- Les atomes d'hydrogène se trouvent de part et d'autre de la double liaison
- C'est une isométrie qui s'applique aux molécules contenant une double liaison et certains atomes ou groupements d'atomes entre les deux atomes.

Synthèse générale :

- Détermination de la formule d'un composé

a) Loi de proportions définie aux masses

Soit un composé C_xH_yO_zN_t

La loi de proportionnalité s'écrit : $\frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16z}{m_O} = \frac{14t}{m_N} = \frac{M}{m_S}$

NB : m_C, m_H, m_O, m_N et m_S sont respectivement la masse de carbone, d'hydrogène de l'oxygène et de l'azote de la substance.

X, y, z et t sont des entiers naturels indiquant respectivement d'atomes de carbone, d'hydrogène de l'oxygène et de l'azote.

Expression de m_C, m_H, m_O, m_N et m_O.

$$m_C = 3 \times \frac{m_{CO_2}}{11}; m_H = \frac{m_{H_2O}}{9}; m_N = 14 \times \frac{m_{NH_3}}{17}$$

$$m_S = m_C + m_H + m_N + m_O;$$

$$m_O = m_S - (m_C + m_H + m_N)$$

b) Loi des proportions définies aux pourcentages

La loi de proportionnalité s'écrit :

$$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{14t}{\%N} = \frac{M}{100}$$

NB : %C, %H, %O, %N sont respectivement les pourcentages en Carbone, en Hydrogène, en Oxygène et en Azote ;

M : la masse molaire de la substance

Expression de %C, %H, %N et %O

$$\%C = 100 \frac{m_C}{m_S} ; \%H = 100 \frac{m_H}{m_S} ; \%N = 100 \frac{m_N}{m_S} \text{ et}$$

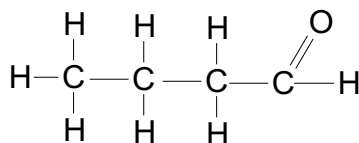
$$\%O = 100 - (\%C + \%H + \%N)$$

- Formules développées

a) Formules développées plane :

Définition : C'est une projection plane des atomes d'une molécule.

Exemple : C₄H₉O



b) Formule semi-développée

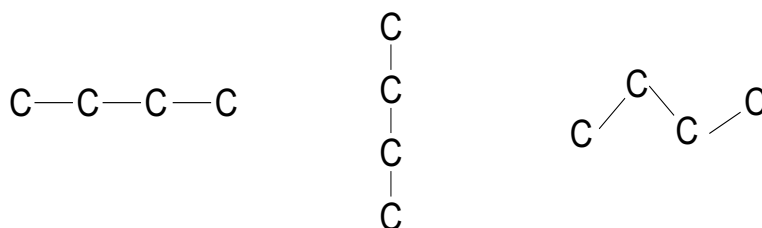
Définition : C'est la forme condensée de la formule développée plane.

Les différents types de formules semi-développées

c) Formules semi-développée linéaire :

Définition : Une formule semi-développée est dite linéaire lorsque les atomes de carbone sont liés directement les uns après les autres uns à un.

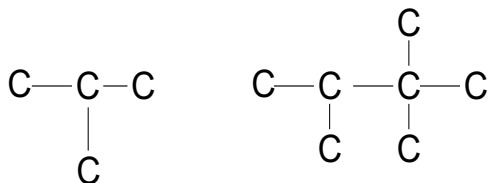
Exemples :



d) Formule développée ramifiée :

Définition : Une formule est dite ramifiée lorsqu'elle comporte des substituants sur les côtés. Elle comporte au moins un atome de carbone lié à trois autres carbones

Exemples :

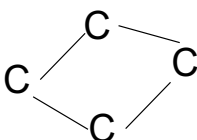


NB : il faut éviter de placer des carbones sur les atomes de carbones qui sont aux deux extrêmes.

e) Formule cyclique :

Définition : une formule est dite cyclique lorsqu'elle forme une boucle d'oreille.

Exemple :



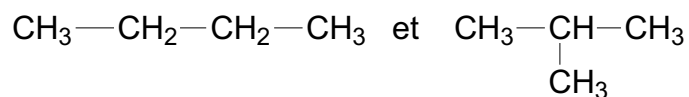
■ Notion d'isomérisation

Définition de l'isomérisation : C'est l'étude des composés ayant la même formule brute mais des formules semi développées différentes.

Définition des isomères : Ce sont des composés ayant la même formule brute mais des formules semi développées différentes.

Exemples :

C_4H_{10} :



C_2H_6O :



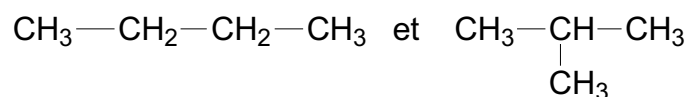
- Les différents types d'isomérisation :

a) Isomérisation de chaîne

Définition : C'est une isomérisation où les isomères ne diffèrent que par leur chaîne carbonée.

Exemples :

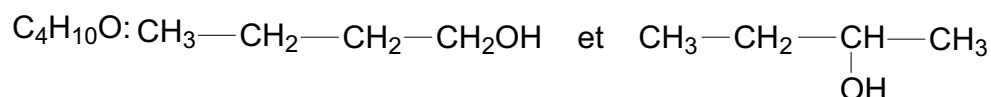
C_4H_{10} :



b) Isomérisation de position

Définition : C'est une isomérisation où les isomères ne diffèrent que par la position de la chaîne carbonée.

Exemple :



c) Isomérisation de fonction

Définition : C'est une isomérisation où les isomères ne diffèrent que par le groupement fonctionnel (la fonction chimique).

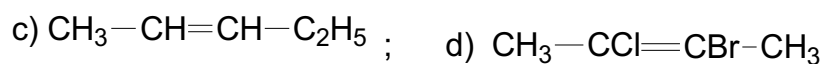
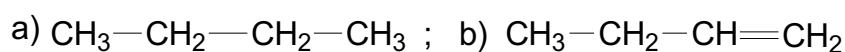
Exemple :



d) Isomérisation géométrique

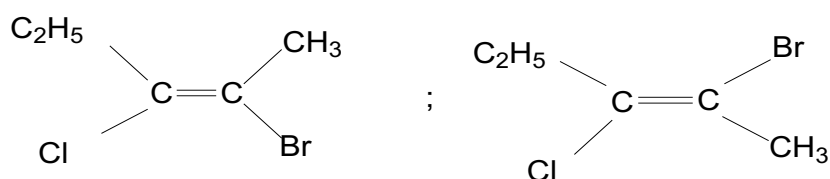
Définition : C'est une isomérisation qui peut s'appliquer aux molécules contenant une double liaison entre deux atomes de carbones :

Exemple : Donne si possible l'isomérisation (Z/E) des corps suivants :



Synthèse partielle :

Je donne l'isomérisation Z/E



Évaluation formative : soit le composé $C_5H_{13}N$. En développant sa formule, trouve ses différents isomères sachant qu'il porte le groupement fonctionnel $-NH_2$. Donne la nature de ces isomères.

Compétence(s) : Analyser et interpréter un phénomène chimique, formuler une hypothèse

Pour cette évaluation, vous pouvez vous appuyer sur la grille déjà présentée que vous pouvez consulter dans les fiches-outils. Autrement, vous pouvez utiliser une autre forme proposée ci-dessous.

Les critères et indicateurs de l'évaluation pourraient être :

Critères	Indicateurs	Groupe I	Groupe II	Groupe III	Total
Développement correct des formules	Plusieurs formules développées sont trouvées				
	Les formules données sont justes et complètes				
Identification des isomères	Les définitions sont correctes				
	Les isomères sont identifiés				
Nature exacte des isomères	Les isomères sont nommés				
	La nature donnée est correcte				
Résultat	Remédiation				
	Enrichissement				

6.1.2. Fiche de séquence 2 : Hydrocarbures insaturés ; les Alcènes et les alcynes

Domaine : SMT

Classe : 11^e Sciences

Durée : 6 H

Discipline : Chimie

Domaine : SMT

Compétences :

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide de langages mathématiques scientifiques et technologiques

Composantes (choix des composantes pouvant développer une partie de la compétence)

Manifestations (sélectionner les manifestations appropriées)

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Contenu : UA1 Chimie générale et hydrocarbures

Séquence 4 : Hydrocarbures insaturés ; les Alcènes et les alcynes

Ressources éducatives

- Ressources humaines : laborantin
- Ressources matérielles : boîtes de modèles moléculaires
- Ressources financières : néant

Stratégie d'animation :

L'observation, la discussion, la communication, le questionnaire,

Déroulements des activités

Pré évaluation : Définis un hydrocarbure, un hydrocarbure saturé. Donner la formule générale des hydrocarbures saturés acyclique et cyclique, définis une réaction d'addition.

Situation problème : Suivant la façon dont les atomes de carbone sont liés entre eux à l'intérieur d'une molécule, il est possible de distinguer différents types d'hydrocarbures de formule brute générale $C_x H_y$.

Quel type de liaison va-t-elle caractériser les alcènes ? Les alcynes ?

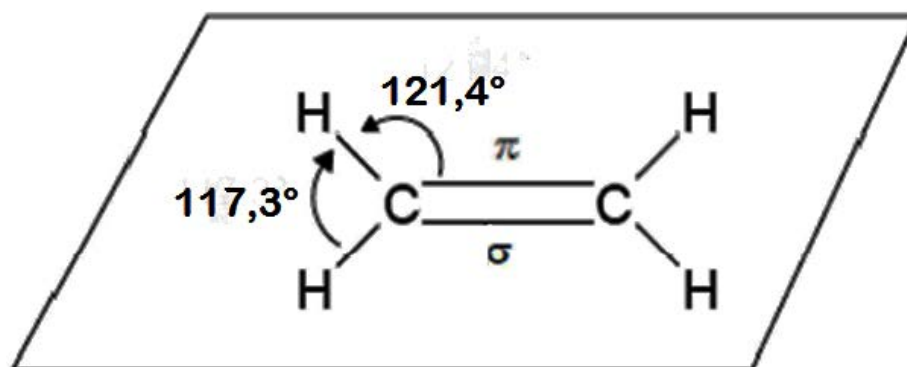
Activité 1 : Structures

Alcènes

Consigne 1 :

L'éthylène ou l'éthène est le premier composé de la série des alcènes, sa formule brute est C_2H_4 .

Observe sa représentation dans le plan :



A l'aide de ta boîte de modèles moléculaires, construit cette molécule et effectue les mesures d'angles puis réponds aux questions.

- Quels types de liaisons sont présents dans la molécule de l'éthylène ?
- Définis les alcènes.
- La double (multiple) liaison entre les atomes de carbones de l'éthylène est composée de deux liaisons simples. Comment s'appelle ces liaisons ?
- Quelle est la mesure de l'angle entre deux hydrogènes du même carbone ? entre l'hydrogène et l'une des liaisons de la double liaison ?

Synthèse partielle :

- Les liaisons présentes dans la molécule sont des liaisons simples et une liaison double.
- Les alcènes sont les hydrocarbures insaturés qui comportent des simples liaisons et au moins une double liaison.
- L'une des liaisons appelée liaison pi (π), se brise assez facilement au cours des réactions d'addition et l'autre appelée liaison sigma (σ), s'ouvre difficilement au cours des réactions d'addition.
- La mesure de l'angle entre deux hydrogènes du même carbone est $117,3^\circ$, entre l'hydrogène et l'une des liaisons de la double liaison est $121,4^\circ$

Alcynes

Observe la représentation de l'acétylène ou l'éthyne de formule brute C_2H_2 dans le plan :



Consigne 2 :

A l'aide de ta boîte, construis cette molécule en faisant attention aux liaisons entre les carbones

- Quels sont les types de liaisons présents dans la molécule de l'acétylène ?
- Définis les alcynes.
- Comment s'appelle les liaisons simples qui composent la liaison triple (multiple) entre les atomes de carbones de l'acétylène ?

Synthèse partielle 2 :

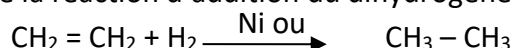
- Les liaisons présentes dans la molécule de l'acétylène sont des liaisons simples et une liaison triple.
- Les alcynes sont les hydrocarbures insaturés qui comportent des simples liaisons et au moins une triple liaison.
- Deux des liaisons sont appelées liaisons pi (π), elles se brisent assez facilement au cours des réactions d'addition et l'autre, appelée liaison sigma (σ) s'ouvre difficilement au cours des réactions d'addition.

Activité 2 : Réactions d'addition

Les alcènes et les alcynes présentent des liaisons multiples (insaturation) qui peuvent fixer des atomes ou groupe d'atomes.

Alcènes

Observe l'équation bilan de la réaction d'addition du dihydrogène ci-dessous :



Consigne 1:

- Que constates-tu ?
- Quel est le nom du produit formé ?
- Quel rôle joue le Nickel (Ni) ou le platine (Pt) ?
- Définis un catalyseur.
- Définis alors la réaction d'addition.

Synthèse partielle 1 :

- Les atomes d'hydrogène se sont fixés aux atomes de carbone pour briser la double liaison.

- Le nom du produit formé est : l'éthane.
- Le Nickel (Ni) ou le platine (Pt) joue le rôle de catalyseur.
- Un catalyseur, est une substance qui intervient en faible quantité, entraînant une réaction chimique (et n'est pas transformée).
- Une réaction d'addition, est une réaction au cours de laquelle un atome d'hydrogène se fixe sur une molécule contenant une double liaison.

Consigne 2

En s'inspirant de la consigne précédente complète alors les équations suivantes et nomme les produits formés :

- Addition de dihalogène :



- Addition de HCl :



- Addition de H₂O :

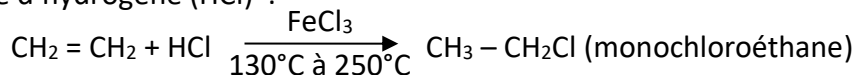


Synthèse partielle

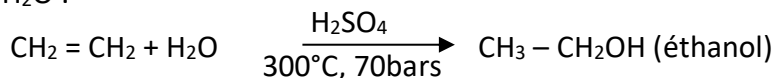
- Addition de dihalogène :



- Addition de chlorure d'hydrogène (HCl) :

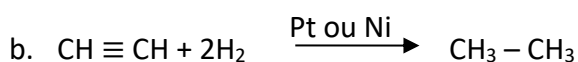
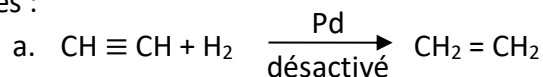


- Addition de H₂O :



Alcynes

Observe les équations suivantes :



Consigne 3:

- Que constates-tu ?
- Définis alors la réaction d'addition.

Synthèse partielle 3 :

- Dans (a.) une molécule de dihydrogène (H_2) se fixe sur l'acétylène en présence d'un catalyseur peu réactif (palladium désactivé) pour donner l'éthylène.
- Dans (b.) deux molécules de dihydrogène (H_2) se fixent sur l'acétylène en présence d'un catalyseur très réactif (platine Pt ou nickel Ni) pour donner l'éthane.
- Une réaction d'addition, est une réaction au cours de laquelle une ou deux molécules d'hydrogène se fixent sur une molécule contenant une triple liaison pour donner un alcène ou un alcane.

Synthèse Générale

Définitions

- On appelle hydrocarbures insaturés des composés formés uniquement de carbone et d'hydrogène contenant une liaison multiple (double ou triple).
- On distingue deux types d'hydrocarbures insaturés : les alcènes (contenant une double liaison) et les alcynes (contenant une triple liaison).

Structures

Les six atomes de la molécule de l'éthylène sont coplanaires : la molécule est plane.

L'éthylène possède une liaison solide appelé sigma (σ) et une liaison fragile pi (π) qui empêchent la libre rotation autour de l'axe C-C des groupes CH_2 .

- Les noyaux des quatre atomes de l'acétylène sont linéaires. La molécule possède une liaison solide appelé sigma (σ) et deux liaisons fragiles pi (π).
 - L'angle formé entre H et la double liaison est : **121,4°** ;
 - L'angle formé entre H et la double liaison est : **117,3°** ;
 - La longueur de la liaison double entre C et C ($C = C$) est : **1,33 Å** ;
 - La longueur de la liaison triple entre C et C ($C \equiv C$) est : **120 Pm** ;
 - La longueur de la liaison entre C et H (C-H) est : **1,10 Å**.

Å se lit Angstrom : **1 Å = $10^{-10}m$** .

Formules générales et nomenclature

- Formules générales
 - **Les alcènes** : formule générale : C_nH_{2n} ; terminaison en « **ène** ».
 - **Les alcynes** : formule générale : C_nH_{2n-2} terminaison en « **yne** ».
- Nomenclature

Les règles sont les mêmes que pour les alcanes sauf que le suffixe **ane** est remplacé par le suffixe **ène** pour les alcènes et **yne** pour les alcynes. La position de la liaison multiple (double ou triple) est précisée par un indice. On numérote la chaîne carbonée la plus longue de façon que le premier atome de carbone qui porte la liaison multiple ait l'indice le plus petit.

Exemples :

Alcènes

- Chaînes linéaires

$\text{CH}_2=\text{CH}_2$: éthène (éthylène)

$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 \\ \text{CH}_2 & =\text{CH} & -\text{CH}_3 \end{array}$: prop-1-ène (propène-1 ou propène)

$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_2 & =\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$: but-1-ène (butène-1 ou butène)

$\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \text{CH}_3 & -\text{CH} & =\text{CH} & -\text{CH}_3 \end{array}$: but-2-ène (butène-2)

- Chaînes ramifiées :

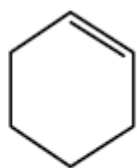
$\begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ \text{CH}_2 & =\text{C} & -\text{CH}_3 \end{array}$: **2-méthyl** propène



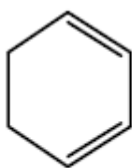
$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_3 & -\text{C} & =\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$: **4-éthyl-2-méthyl** hex-2-ène
 $\begin{array}{cc} | & | \\ \text{CH}_3 & \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$

$\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ \text{CH}_3 & -\text{C} & =\text{CH} & -\text{CH} & -\text{CH}_2 & -\text{CH}_3 \end{array}$: **2, 4-diméthyl** hex-2-ène
 $\begin{array}{cc} | & | \\ \text{CH}_3 & \text{CH}_3 \end{array}$

- Chaînes cycliques :



cyclohexène



cyclohexa-1,3-diène



cyclopenta-1,3-diène

Alcynes

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_3$
Acétylène	Propyne	But-1-yne	But-2-yne

Réactions

- Réactions d'addition
 - Addition de dihydrogène ou hydrogénation

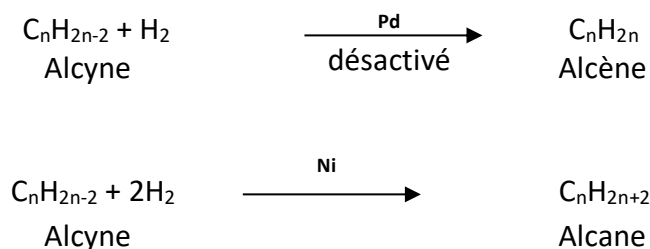
Alcènes :

L'hydrogénation d'un alcène donne un alcane d'équation générale :



Alcynes :

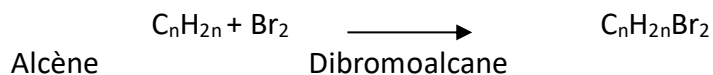
L'hydrogénation d'un alcyne en présence d'un catalyseur peu réactif donne un alcène et très réactif un alcane d'équations générales



- Addition de dihalogène ou halogénéation

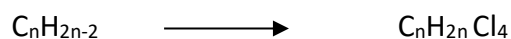
Alcènes :

Un halogène réagit sur l'alcène en s'additionnant sur les carbones de la double liaison donnant un dérivé d'alcane d'équation générale :

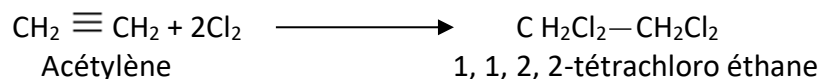


Alcynes :

L'addition d'un dihalogène (Cl_2 par exemple) sur les alcynes conduit à un dérivé d'alcane de formule générale :



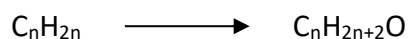
Exemple :



- Addition d'eau ou hydratation

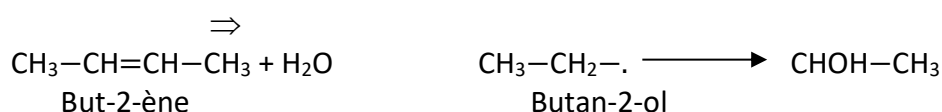
Alcènes :

L'addition d'eau sur les alcènes conduit à la fonction des alcools d'équation générale :

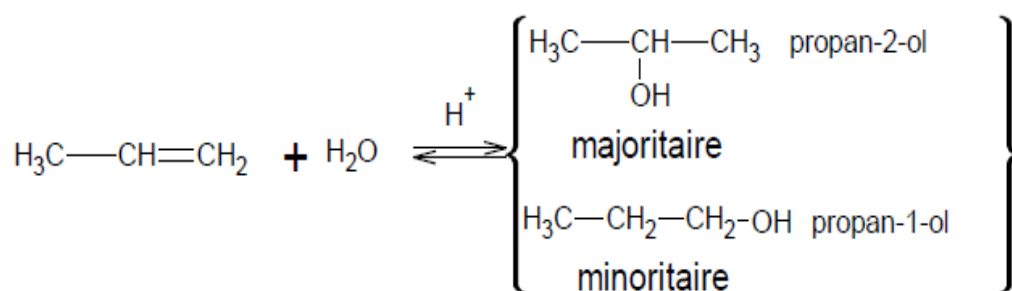


Exemples :

⇒ Avec les alcènes symétriques (double liaison au centre de la molécule) la réaction donne un seul alcool :



⇒ Avec les alcènes dissymétriques la réaction donne deux alcools dont l'alcool de classe supérieure est majoritaire et l'autre est minoritaire :

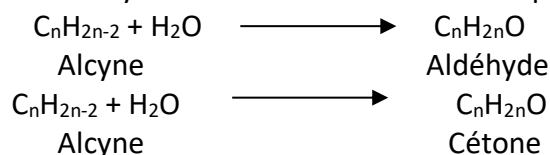


Règle de Markovnikov

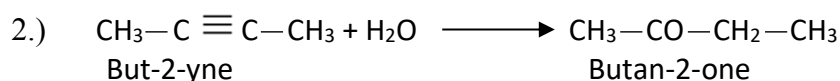
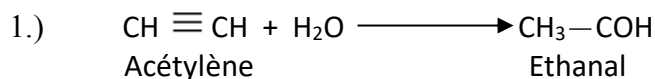
La règle permet de prévoir l'atome de carbone sur lequel se fixe l'hydrogène de l'hydracide : Lors de l'addition d'un hydracide (**acide ne contenant pas d'oxygène mais de l'hydrogène combiné avec un corps simple non métallique**) sur un alcène dissymétrique l'atome d'hydrogène se fixe sur l'atome de carbone le moins substitué (**plus hydrogéné**).

Alcyne :

L'addition d'eau sur les alcyne est catalysée par les ions Hg^{2+} . A partir d'un alcyne terminal on obtient un aldéhyde et d'un alcyne disubstitué une cétone d'équations générales :



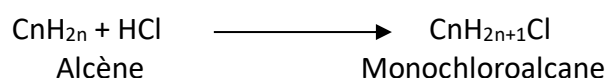
Exemples :



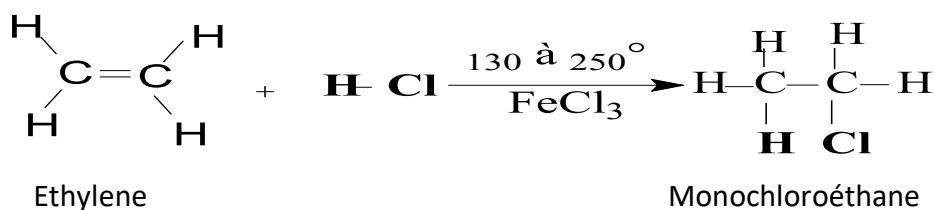
- Addition de chlorure d'hydrogène

Alcènes :

Le chlorure d'hydrogène réagit sur l'alcène en donnant un dérivé d'alcane d'équation générale :

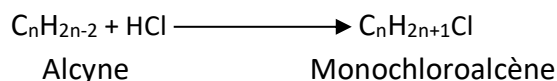


Exemple :



Alcyne :

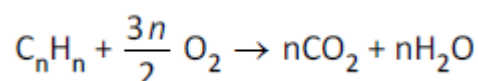
L'addition du chlorure d'hydrogène sur un l'alcyne donne un dérivé d'alcène d'équation générale :



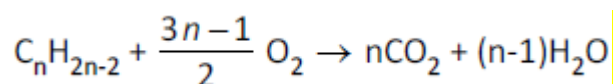
- Réactions de combustion

Les hydrocarbures insaturés donnent par une combustion complète du dioxyde de carbone et de l'eau d'équations générales :

Alcènes :



Alcyne :



Évaluation

- Écris les formules semi- développées des composés suivants :
 - a) But-1ène
 - b) But-2ène
 - c) Méthyl-4 hex-2ène
- Nomme les composés de formules semi-développées suivantes :
 - a.) $\text{CH}_2\text{-CH}=\text{C}(\text{CH}_3)\text{-CH}_3$
 - b.) $\text{CH}_3\text{-CHCl-CH=CH}$

Appui exercices

- Identification d'un alcène.
 - Un alcène, a une densité de vapeur par rapport à l'air égale à 2,4. Quelle est sa formule brute ? Quels sont les alcènes correspondant à cette formule brute. Les nommer.
 - On s'intéresse aux trois isomères A, B et C donnant par hydrogénation le même alcane ramifié
 - Quel est cet alcane ?
 - Par hydratation, A et B donnent préférentiellement le même alcool. Quel est le corps C ?
- Combustion de l'acétylène
 - Quel volume d'air est nécessaire à la combustion complète de 5,2 g d'acétylène.
 - Dans les CNTP, la combustion de 1,12 l d'un hydrocarbure gazeux donne 1,8 g d'eau.
 - Donner le nom et la formule de cet hydrocarbure.

6.2. UNITE D'APPRENTISSAGE 2 : POLYMERISATION ET HYDROCARBURES AROMATIQUES

L'UA2 en chimie qui est la chimie organique comporte 3 séquences de 20 H

- **Séquence 1** : La polymérisation (4 H)
- **Séquence 2** : Les hydrocarbures aromatiques : le benzène (6 H)
- **Séquence 3** : Les hydrocarbures oxygénés (10 H)

Les notions

Polymérisation : définition, préparation du polyéthylène, du polychlorure de vinyle et du polystyrène, quelques propriétés et applications des polymères

Le benzène : structure, addition de H₂ et Halogènes, hydrocarbures aromatiques (notions)

Les hydrocarbures oxygénés : fonctions et réactions caractéristiques des alcools, aldéhydes, acides, cétones, esters

6.2.1. Fiche de séquence 1 : La polymérisation

Domaine : SMT

Durée : 4h

Classe : 11^e

Discipline : Chimie

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation-problème : la société d'aujourd'hui utilise plus de produits de l'industrie chimique organique que de produits naturels et des produits de l'industrie de la chimie minérale. Comment sont produits la majorité de ces articles et quel est leurs impacts sur notre environnement et notre santé ? Peut-on minimiser les dangers qu'ils représentent ?
- Comprendre des phénomènes naturels
- Produire et interpréter des messages à caractères scientifiques et technologiques.
- Participer à des échanges à caractère scientifique
- Partager des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Divulguer des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Comprendre les phénomènes naturels

Manifestations

- Sélectionner les composantes et les manifestations susceptibles d'être travaillées par les contenus de la séquence.
- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation
- Formuler le problème
- S'interroger sur certains phénomènes
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et des modèles
- Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène

Contenus

- UA2 : Polymérisation et hydrocarbures aromatiques
- Séquence1 : polymérisation

Objectifs spécifiques de la séquence

- Définir un monomère, un polymère, la polymérisation
- Écrire les équations de polymérisation en précisant les conditions de réactions, reconnaître les macromolécules et connaître certaines de leurs propriétés physiques et leurs usages parler des dangers que représente la combustion des polymères pour la santé

Ressources éducatives

- Ressources humaines : professeurs de SVT
- Ressources matérielles : morceaux de polymères de tout genre (matières plastiques et tissu à fibres artificielles), brûleur, allumette

Stratégie d'animation

Le *brainstorming*, les questions-réponses appuyés par la méthode inductive conduiront à l'acquisition des compétences. Les débats sont ouverts à toute la classe et supervisés par le professeur

Déroulement des activités

- **Pré évaluation** Rappel sur les propriétés additives des hydrocarbures non saturés
- **Situation-problème** : le vieux Sidy s'inquiète des bouleversements opérés autour de lui dans son ménage. Les ustensiles ont tous changés : tout ce qui était en bois et en argile est maintenant en plastique, pas très commode pour lui. Mais que faire ?

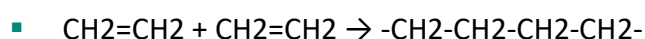
Activités

Activité1 : Recherche de définition des termes polymère et monomère

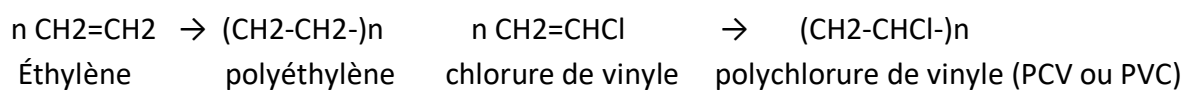
Consignes :

- En vous rappelant des propriétés d'addition des alcènes, envisager une molécule formée par l'addition de deux ou plusieurs molécules d'éthylène ou de chlorure de vinyle ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$)
- Imaginer le nombre de sortes de corps qu'on peut ainsi obtenir si l'opération se réalise à l'infinie
- Comment appelle-t-on de tels corps et comment on nomme les réactifs dans ce cas ?

Synthèse partielle :



Ou encore



Suivant les conditions des réactions (température, pression, catalyseurs) on peut obtenir différents corps à masse molaire élevée appelés macromolécules.

L'opération s'appelle **polymérisation**. Les macromolécules obtenues sont les **polymères** et les réactifs sont appelés **monomères**. Le nombre **n** est le **degré de polymérisation**

On peut dire que la polymérisation est la simplification de plusieurs doubles liaisons en une longue chaîne de simples liaisons de carbone donnant lieu à des corps aux propriétés variées et remarquables. Les polymères obtenus à haute pression (polymères HP) ont un degré n voisin de 1000 ; ceux obtenus à basse pression (polymères BP) ont $15\,000 \leq n \leq 20\,000$

Évaluation formative : Comment fabrique-t-on un polymère ?

Activité 2 : Propriétés et usages des polymères. On chauffe suffisamment chacun des corps en présence et on observe leur comportement.

Consignes :

- Que constate-t-on dans l'ensemble ?
- Selon leurs apparences et l'effet de la chaleur sur ces corps quelles utilisations en fait-on ?
- Quelle est la conséquence de l'abondance de ces corps sur notre environnement ?
- Suggérer un moyen de lutte contre les déchets plastiques

Synthèse partielle

- Les polymères sont des matières plastiques. Certains fondent, d'autres s'enflamment, d'autres encore durcissent.
- Deux propriétés importantes vis-à-vis de la chaleur permettent de les classer.

Les thermoplastiques : Ils se ramollissent et même deviennent fluides sous l'effet de la chaleur ; Ils conservent à froid les déformations qu'on leur fait subir et sont donc facile à remouler en d'autres objets. Ce sont les polymères HP, polyéthylènes assez transparents qui servent à fabriquer des sacs plastiques, des flacons, des objets de laboratoire, des jouets... Dans cette famille se trouve aussi les polymères BP : plus denses et plus opaques ils servent à fabriquer des bidons, des fûts et récipients pour lessive. Il y a encore le PVC, solide rigide, dur, chimiquement inerte, servant à fabriquer des tuyaux, des emballages, des bouteilles, des fibres textiles ; Enfin nous y comptons le polystyrène de structure : $(-CH_2-CH-)$ n transparent et léger il sert à fabriquer des articles ménagers, de la colle, emballage de produits fragiles, casque de sûreté...

Les thermodurcissables : Ils durcissent à la chaleur et ne peuvent donc être remoulés. C'est le cas du Téflon ou polytétrafluoréthylène (PTFE) : **$(-CF_2-CF_2-)$** n solide blanc qui sert à fabriquer des joints d'étanchéité et des isolants électriques.

c. Les plastiques sont abondants et fragiles. Ils créent ainsi un grand nombre de déchets pour l'environnement. Les maisons, les rues, les champs et les cours d'eau en sont remplis. De plus les l'expérience et les études ont montré que ces matières ne se dégradent pas vite contrairement aux objets en bois (calebasses) et en fer (couteaux). Enfin les éleveurs disent que la consommation des fibres plastiques par les ruminants décime leurs cheptels.

d. Un des moyens de lutte contre les déchets plastiques consiste à les ramasser, les trier suivant leurs propriétés et les recycler. Une autre voie consiste à revoir leur mode de fabrication de façon à les rendre biodégradables (dégradation rapide dans la nature).

Évaluation formative : comment peut-on trier les polymères ?

Remarque : *Les synthèses partielles sont les traces écrites des acquis découlant de l'activité que les élèves viennent de réaliser, seul ou en groupe. Mais généralement, c'est ce que les élèves doivent retenir qui sont mentionnés, en oubliant d'attirer l'attention de ces derniers sur ce qui n'a pas marché. Ce qui n'a pas marché est aussi un apprentissage, en ce sens que, dans une autre situation similaire, les élèves se rappelleront que telle démarche ou tel raisonnement sont à écarter.*

Synthèse générale : Dans la polymérisation il n'y a pas élimination de composés. Les monomères se soudent seulement pour donner de grosses molécules à masse molaire très élevée. On les appelle des macromolécules. Elles ont des propriétés physiques et chimiques très différentes des monomères qui les ont engendrées.

Évaluation : Comment pouvez-vous contribuer à assainir votre environnement ?

- Appui :

La nature de l'appui est dictée par les résultats de l'évaluation.

- **Remédiation :** tous les élèves ne commettant pas les mêmes erreurs, les activités de remédiation ne doivent pas être les mêmes (remédiation ciblée).

- **Enrichissement :**

Rappel : *L'enrichissement permet de poursuivre l'apprentissage au-delà des performances exigées, et ce, quel que soit les phases ou les étapes d'acquisition de la compétence. L'enrichissement peut être compris dans le sens de valeur ajoutée ou de perfectionnement. Les activités que l'enseignant propose permettent à l'élève d'élargir sa compréhension, d'améliorer une production, à exécuter une tâche plus rapidement ou avec une plus grande autonomie.*

Les séquences d'apprentissages sont construites par l'enseignant en fonction des ressources disponibles et du public-cible.

6.2.2. Fiche de séquence 2 : Les hydrocarbures oxygénés

Classe : 11^{ème} S

Discipline : Chimie

Domaine : SMT

Durée : 10 heures

Compétences :

- Résoudre une situation-problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques et technologiques

Composantes :

- Diagnostiquer la situation problème
- Comprendre des phénomènes naturels
- Produire et interpréter des messages à caractère scientifique et technologique

Manifestations :

- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation problème.
- Formuler le problème.
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et de modèle

Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Objectifs spécifiques : Identifier un hydrocarbure oxygéné, découvrir certaines propriétés des alcools, aldéhydes, cétones et acides

- UA2 : Polymérisation et hydrocarbures aromatiques
- Séquence 3 : Les hydrocarbures oxygénés

Ressources éducatives :

- Ressources humaines : laborantin.
- Ressources matérielles : Boite de modèle moléculaire, alcool, éthanal, acétone,

Stratégie d'animation : Travail de groupe, manipulation de modèles, schématisation, discussion

Déroulement des activités

Pré-évaluations :

- Nomenclature des hydrocarbures saturés et insaturés
- Propriétés chimiques des hydrocarbures

Situation problème

Tous les composés contenant de l'oxygène sont-ils des hydrocarbures oxygénés ?

ACTIVITES

Activité 1 : Les composés organiques oxygénés

On donne les formules brutes suivantes : C_3H_8O et $C_3H_6O_2$

Consigne :

- Donne deux formules semi-développées différentes de chacune à l'aide des modèles moléculaires
- Donne une définition des hydrocarbures oxygénés

Synthèse partielle

Définition : Ce sont des composés organiques comportant un ou plusieurs atomes d'oxygène.

L'oxygène est lié aux autres atomes par deux types de liaisons covalentes :

- Liaison de covalence simple $-O-$
- Liaison de covalence double $O=$

Activité 2 : Composés contenant un atome d'oxygène lié par deux liaisons simples

Les alcools

Consigne 1 :

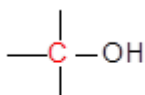
- Définis et donne les caractéristiques d'un alcool
- Donne la formule générale et sa nomenclature.

Synthèse partielle 1 :

- Définition et caractéristiques
 - Un alcool est un composé organique dont la molécule possède un groupe hydroxyle $-OH$ fixé sur un atome de carbone à structure tétraédrique.

L'atome de carbone qui porte le groupe $-OH$ est appelé carbone fonctionnel. Le groupe $-OH$ est le groupement fonctionnel

- La structure générale d'un alcool est :



La formule générale d'un alcool dérivant d'un alcane est : $C_nH_{2n+1} - OH$ ou $R - OH$ (R est un groupe alkyle)

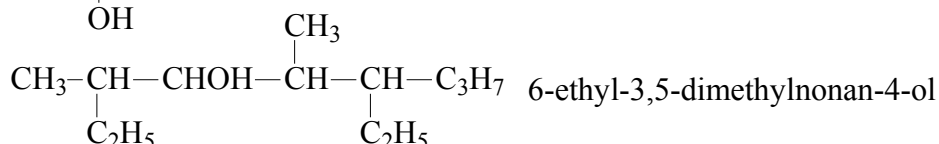
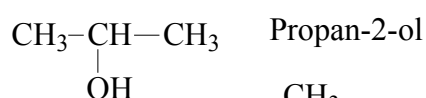
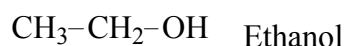
La formule brute d'un alcool est : $C_nH_{2n+2}O$.

▪ Nomenclature

La nomenclature des alcools est semblable à celle des alcanes. Seulement on remplace la terminaison e de l'alcane correspondant par la terminaison **ol**. Le carbone fonctionnel doit avoir l'indice de position le plus faible possible et doit appartenir à la chaîne principale si la chaîne est ramifiée.

Alcane → alcan**ol** ou alcan – **n** – **ol** avec n l'indice du carbone fonctionnel

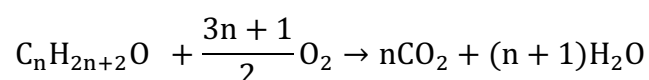
Exemples :



▪ Propriétés chimiques

a) Réaction de combustion

Les alcools brûlent dans le dioxygène de l'air pour donner du dioxyde de carbone et de l'eau.



b) Oxydation ménagée

Contrairement à la réaction de combustion, l'oxydation ménagée des alcools conserve la chaîne carbonée. Elle se fait en présence d'un oxydant puissant comme le ($KMnO_4$ ou $leK_2Cr_2O_7$). Les produits sont fonction de la position du carbone fonctionnel. On obtient soit un aldéhyde soit une cétone.

Pour les aldéhydes, si l'oxydant est en excès, on obtient successivement un aldéhyde et un acide carboxylique.

Les éther-oxydes

Consigne 2 :

- Définis et caractérise les éther-oxydes
- Donne la nomenclature et les propriétés

Synthèse partielle 2 :

- Définition et caractéristiques

Ce sont des composés organiques comportant un groupement fonctionnel oxyde $-O-$ lié à deux atomes de carbone

Ils ont pour formule brute $C_nH_{2n+2}O$ ou $R-O-R'$

NB : Les alcools et les éther-oxydes sont des isomères de fonction

- Nomenclature

Le nom de l'éther-oxyde est obtenu en faisant précéder par « oxyde de » les noms des groupements rattachés à l'atome d'oxygène énoncé dans l'ordre alphabétique.

Exemples

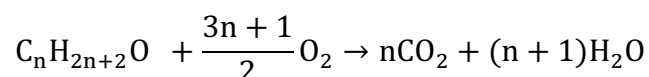
CH_3-O-CH_3 oxyde de diméthyle

$CH_3-O-CH_2-CH_3$ oxyde d'éthyle et de méthyle

$C_2H_5-O-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_3$ oxyde d'éthyle et de 2-méthylpropyle

- Propriété chimique

Comme tous les autres composés organiques, ils participent à des réactions de combustion.



Activité 3 : Les composés carbonyles

Consigne 3 :

- A l'aide des modèles moléculaires, construis des molécules différentes en semi-développé de C_3H_6O avec l'oxygène lié à un seul atome de carbone par une double liaison
- Définis un composé carbonyle

Synthèse partielle 3 :

Ce sont des composés qui comportent le groupement carbonyle.

Les aldéhydes

Consignes 4 :

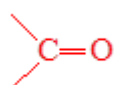
- Définis et caractérise les aldéhydes
- Donne la nomenclature et les propriétés chimiques

Synthèse partielle 4 :

- Définition et caractéristiques

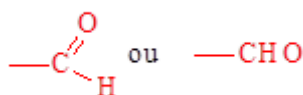
Un aldéhyde est un composé organique comportant nécessairement le groupe carbonyle en bout de chaîne.

Son groupement fonctionnel est :

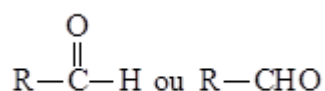


Le carbone du groupe –CHO est le carbone fonctionnel.

La formule générale d'un aldéhyde est :



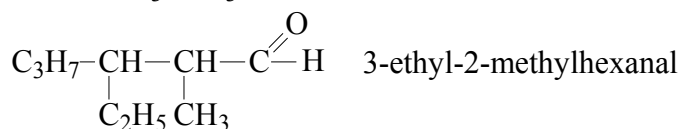
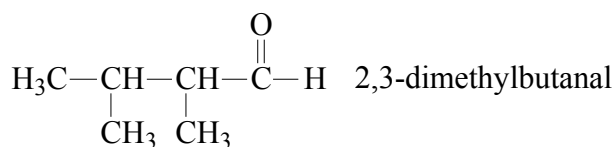
La formule brute d'un aldéhyde est $C_nH_{2n}O$ ou encore :



- Nomenclature

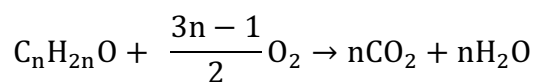
Alcan**e** → Alcan**a**l

Exemple :



- Propriété chimique

a) Réaction de combustion



b) Oxydation ménagée

En présence d'un oxydant puissant l'aldéhyde se transforme en acide carboxylique.

Les cétones

Consignes 5 :

- Définis et caractérise les cétones
- Donne la nomenclature et les propriétés chimiques

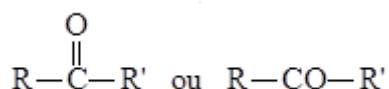
Synthèse partielle 5 :

- Définition et caractéristiques

Une cétone est un composé organique renfermant le groupement carbonyle en milieu de chaîne.

Sa formule brute est : $C_nH_{2n}O$ avec $n \geq 3$

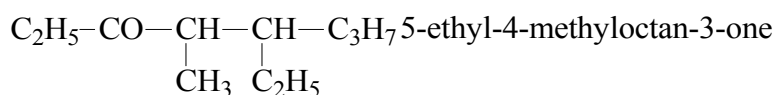
Sa formule générale est



- Nomenclature

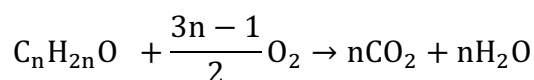
Alcane → Alcanone ou alcan - n - one avec n l'indice du carbone fonctionnel

Exemple :



- Propriété chimique

Comme tous les autres composés organiques, elles participent à des réactions de combustion.



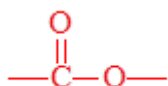
Activité 4 : Les composés carboxyles

Consigne 1 :

- Construis avec tes modèles moléculaires la molécule $C_3H_6O_2$ avec un O lié par double liaison à un carbone
- Définis un composé carboxyle

Synthèse partielle 1 :

- **Définition :** Ce sont des composés qui renferment le groupement carboxyle.



Les acides carboxyliques

Consigne 2 :

- Définis et caractérise les acides carboxyliques
- Donne la nomenclature et les propriétés chimiques

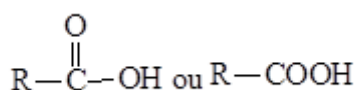
Synthèse partielle 2 :

- Définition et caractéristiques

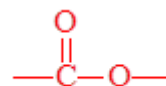
Un acide carboxylique est un composé organique comportant le groupement carboxyle en bout de chaîne.

Sa formule brute est $C_nH_{2n}O_2$

Sa formule générale est :



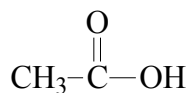
Le groupe carboxyle de la forme :



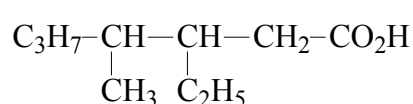
- Nomenclature

Alcane → Acide alcanique

Exemples :



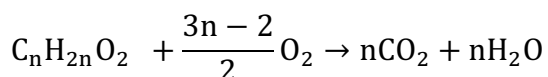
Acide ethanoïque



Acide 3-ethyl-4-méthylheptanoïque

- Propriété chimique

Comme tous les autres composés organiques, ils participent à des réactions de combustion.



Les esters

Consigne 3 :

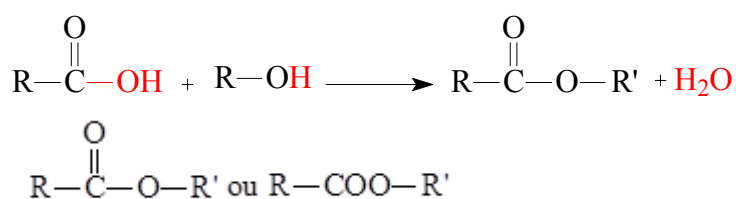
- Définis et caractérise les esters
- Donne la nomenclature et les propriétés chimiques.

Synthèse partielle 3 :

- Définition et caractéristiques

C'est composé organique renfermant le groupement carboxyle en milieu de chaîne. C'est un dérivé d'acide carboxylique.

Sa formule générale est : $R' \neq H$

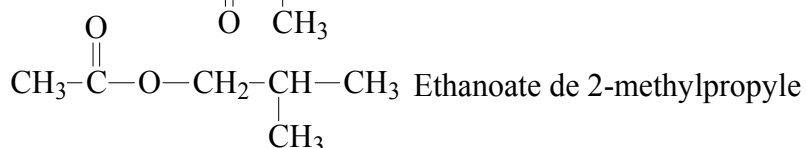
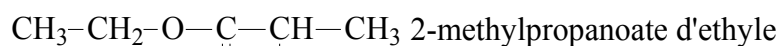
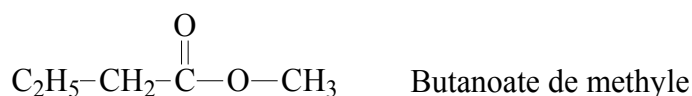


Sa formule brute est : $C_nH_{2n}O_2$

- Nomenclature

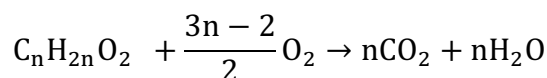
Acide alcan*o*ique → Alcan*o*ate d'*alkyle*

Exemples :



- Propriété chimique

Comme tous les autres composés organiques, ils participent à des réactions de combustion.



NB : La réaction entre un acide carboxylique et un alcool conduit à un ester. Cette réaction est appelée **estérification**.

6.3. UNITE D'APPRENTISSAGE 3 : CHIMIE MINERALE

Cette unité comprend quatre séquences de 14 H

Séquence 1 : Identification de quelques ions (4 H)

Séquence 2 : Oxydo-réduction en solution aqueuse (4 H)

Séquence 3 : Classification électrochimique de couples oxydo-réducteur (3H)

Séquence 4 : L'effet de pile M^{++}/M (3H)

Les activités du professeur et des apprenants pourraient être celles exposées ci-dessous :

Les activités du professeur	Les activités des apprenants
▪ Former les groupes ▪ Distribuer les kits entre les groupes ▪ Soulever la situation-problème ▪ Donner le protocole expérimental et le temps ▪ Partager les informations relatives à la démarche et aux résultats ▪ Administrer les consignes et surveiller les manipulations ou les discussions ▪ Recenser les résultats et faire la synthèse	▪ Se mettent en groupes de travail ▪ Diagnostiquent la situation-problème ▪ Demandent des éclaircissements au besoin ▪ Manipulent et répondent aux consignes ▪ Délivrent leurs résultats et participent à la synthèse ▪ Prennent notes

6.3.1. Fiche de séquence 1 : Oxydo-réduction en solution aqueuse

Domaine : SMT

Durée : 4h

Classe : 11^e

Discipline : Chimie

Compétences

- Résoudre une situation problème
- Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques
- Communiquer à l'aide des langages mathématiques ; scientifiques ; et technologiques

Composantes

- Diagnostiquer la situation-problème : la société d'aujourd'hui utilise plus de produits de l'industrie chimique organique que de produits naturels et des produits de l'industrie de la chimie minérale. Comment sont produits la majorité de ces articles et quel est leurs impacts sur notre environnement et notre santé ? Peut-on minimiser les dangers qu'ils représentent ?
- Comprendre des phénomènes naturels
- Produire et interpréter des messages à caractères scientifiques et technologiques.
- Participer à des échanges à caractère scientifique
- Partager des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Divulguer des savoirs ou des résultats scientifiques et technologiques
- Comprendre les phénomènes naturels

Manifestations

- Sélectionner les composantes et les manifestations susceptibles d'être travaillées par les contenus de la séquence.
- Sélectionner les connaissances qui sont en rapport avec la situation
- Formuler le problème
- S'interroger sur certains phénomènes
- Expliquer le phénomène à l'aide des lois et des modèles
- Recourir à des modèles de représentations conformes aux règles et aux conventions propres à la science, à la technologie et à la mathématique

Compétences disciplinaires

- Analyser et interpréter une situation de nature physique ou chimique et prendre position
- Analyser un phénomène physique ou chimique
- Formuler des hypothèses de recherche
- Proposer un protocole expérimental permettant de comprendre (expliquer) le phénomène.

Contenu(s) :

- UA3 : Chimie minérale
- Séquence2 : oxydo-réduction en solution aqueuse

Objectifs spécifiques de la séquence

- Reconnaître si une solution aqueuse est ionique
- Faire connaître les ions métalliques et des ions poly-atomiques courants
- Maîtriser les réactions d'oxydo-réduction

Ressources éducatives :

- Ressources matérielles : morceaux ou poudre de métaux (Ag, Cu, Zn, Al, Fe), Chlorure d'argent, sulfate de cuivre et de zinc, acide sulfurique, indicateurs colorés ; voltamètre, piles et fils conducteurs

Stratégie d'animation

- Expérimentation sur certains produits disponibles, exercices d'écriture des équations chimiques, discussion en groupes

Déroulement des Activités

- **Pré-acquis** : définir solutions aqueuses, ions

ACTIVITES

Activité 1 : Vérifier qu'une solution donnée est ionique.

Stratégie d'animation : à l'aide d'électrodes appropriées on vérifie sur les solutions disponibles que le courant les traverse.

Consigne : connaissant la nature de la solution en présence, écris la formule des ions qu'elle contient

Synthèse partielle : Identification de quelques ions (anions et cations)

Une solution aqueuse ionique contient toujours des cations et des anions en nombre tel que la somme des charges soit nulle. Les cations sont chargés positivement et les anions chargés négativement. Les métaux donnent plus ou moins facilement des cations monoatomiques appelés ions métalliques. Ils donnent aussi des complexes négatifs. Citons **les ions sodium** Na^+ ; **potassium** K^+ ; **fer (II)** Fe^{2+} ; **fer (III)** Fe^{3+} ; **cuivre (II)** Cu^{2+} ; **argent** Ag^+ ; **zinc** Zn^{2+} ; **plomb** Pb^{2+} ; **ion dichromate** $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$; **ion chlorure** Cl^- ; **ion sulfate** SO_4^{2-} ; **ion permanganate** MnO_4^- ; **ion nitrate** NO_3^- . . .

Activité 2 : Oxydoréduction en solution aqueuse

Stratégie : faire réagir l'acide sulfurique sur le fer, le zinc, l'aluminium, puis certains sels sur d'autres métaux.

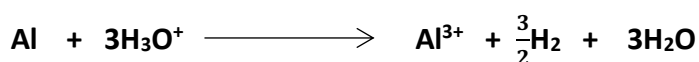
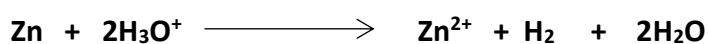
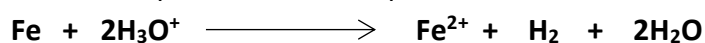
Consignes :

- Si des réactions ont été observées, écris les équations bilans ioniques correspondantes en considérant l'acide comme uniquement les ions hydroniums et les sels métalliques comme les cations du métal.
- Interprète ces réactions comme des transferts d'électrons

Synthèse partielle :

- Action de l'ion H_3O^+ sur un métal

Le fer, le zinc et l'aluminium réagissent de la même façon sur l'ion H_3O^+ pour donner un dégagement de dihydrogène et former un cation métallique : Fe^{2+} ; Zn^{2+} ; ou Al^{3+} ; selon les équation- bilans respectives suivantes :



- Action d'un cation métallique sur un métal
 - Action des ions argent sur le métal cuivre

Les ions argent Ag^+ , réagissent sur le métal cuivre pour donner un dépôt d'argent métallique et des ions cuivre (II) Cu^{2+} . L'équation de la réaction s'écrit :

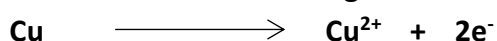
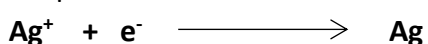


- Interprétation de la réaction par transfert électronique

Chaque ion Ag^+ se transforme en atome Ag en captant un électron. Ce qui se traduit par la demi-équation électronique : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$

Chaque atome Cu se transforme en ions Cu^{2+} en cédant deux électrons. Ce qui se traduit par la demi-équation électronique : $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$

L'équation – bilan de la réaction :



- Action des ions cuivre (II) sur le métal Zinc

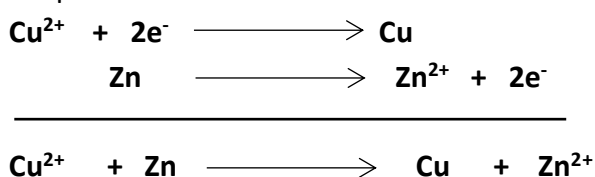
Les ions cuivre (II) Cu^{2+} , réagissent sur le métal zinc pour donner un dépôt de cuivre et des ions zinc Zn^{2+}

- Interprétation électronique

Chaque ion cuivre (II) se transforme en atome, en gagnant deux électrons, ce qui se traduit par la demi-équation électronique : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

Chaque atome de zinc se transforme en ion zinc perdant deux électrons, ce qui se traduit par la demi-équation électronique : $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$

L'équation- bilan s'écrit :



Activité 3 : Définition de l'oxydoréduction

Stratégie d'animation : Questions réponses autour des définitions

Consigne : à la lumière des équations ioniques écrites, donne une définition de l'oxydoréduction comme étant un échange d'électrons

Synthèse partielle : La réaction d'oxydoréduction

Définitions :

- Les réactions d'échange d'électrons en solution aqueuse constituent une partie très importante de la chimie : ce sont des réactions d'oxydoréduction.
- Définissons quelques termes :
 - Une oxydation est une perte d'électrons ;
 - Une réduction est un gain d'électrons ;
 - Un oxydant est un réactif qui peut capter un ou plusieurs électrons ;
 - Un réducteur est un réactif qui peut céder un ou plusieurs électrons ;
 - En captant des électrons, l'oxydant est réduit ;
 - En cédant des électrons, le réducteur est oxydé.

Application à un exemple :

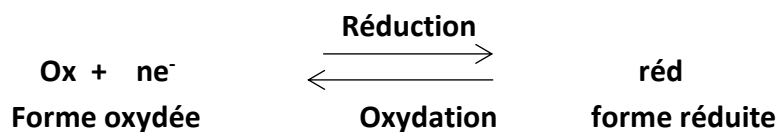


- (1) Montre que Ag^+ a capté un électron, Ag^+ est un oxydant ; Ag^+ a subi une réduction.
- (2) Montre que Cu a cédé deux électrons, Cu est un réducteur ; Cu a subi une oxydation.

■ Couple oxydant- réducteur

Dans le bilan $2\text{Ag}^+ + \text{Cu} \longrightarrow 2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+}$, l'élément argent apparait sous la forme oxydée Ag^+ et sous forme réduite Ag.

L'ensemble de ces deux formes conjuguées constitue un couple oxydant-réducteur qui s'écrit : Ag^+ / Ag . Par convention tout couple oxydo-réducteur s'écrit sous la forme ox / réd, l'oxydant figure toujours en premier dans l'écriture et la demi-équation électronique s'écrit généralement :



Un couple oxydant-réducteur est composé d'un oxydant et d'un réducteur formé à partir du même élément.

Exemples : $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$; $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$; $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$

Synthèse générale :

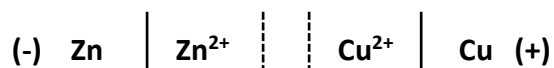
- Classification électronique des couples oxydo-réducteurs
- Principe de la classification : Lors de la réaction chimique spontanée entre deux couples oxydo-réducteurs, c'est l'oxydant le plus fort qui réagit avec le réducteur le plus fort.
- Classification de quelques couples Mn^+ / M

Oxydant le plus fort	
Ag^+	Ag
Cu^{2+}	Cu
H^+	H_2
Pb^{2+}	Pb
Fe^{2+}	Fe
Zn^{2+}	Zn
Al^{3+}	Al
Mg^{2+}	Mg
Réducteur le plus fort	

- Effet de pile entre couple M^{n+} / M : la pile Zinc / Cuivre (pile Daniell)

Notation conventionnelle de la pile Daniell

On convient d'utiliser la représentation de la pile par le symbole suivant :



Le pôle **(-)** est placé à gauche, le pôle **(+)** à droite. La double barre verticale en pointillés schématise le point de jonction (pont salin). De chaque côté du pont se trouve une **demi-pile** métallique constituée par une électrode métallique plongeant dans une solution du cation, oxydant conjugué du métal considéré. Les piles ainsi formées peuvent produire du courant continu pendant un certain temps

- Potentiel d'oxydoréduction

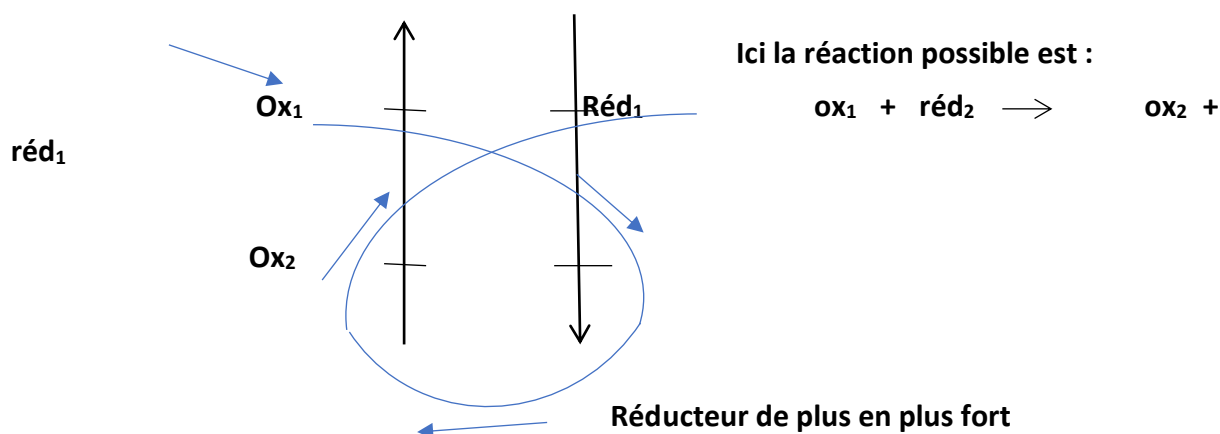
Par définition, la d.d.p. en circuit ouvert entre l'électrode métallique et l'électrode standard à hydrogène (E.S.H) est égale à $E_{M^{n+} / M}$, potentiel d'oxydoréduction du couple M^{n+} / M . $E_{M^{n+} / M} = (V_M - V_{E.S.H})_0$

$E_{M^{n+} / M}$ peut être positif ou négatif ; sa valeur absolue n'est autre que la force électromotrice (f.é.m) de la pile ainsi constituée.

- Prévision des réactions chimiques

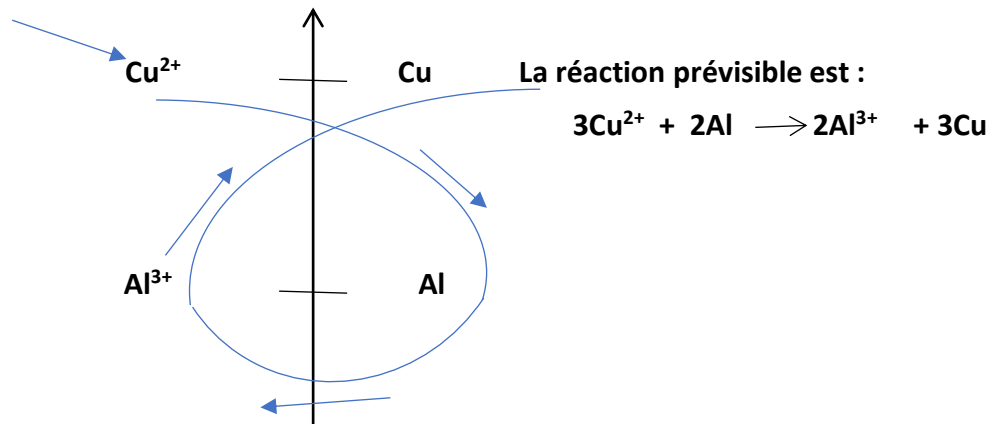
Les réactions d'oxydo-réduction sont prévisibles selon la position relative des couples dans la classification (**règle du gamma γ**)

Oxydant de plus en plus fort



Exemple : prévision de la réaction entre les couples $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$ et $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$

Pouvoir oxydant croissant



Évaluation formative

- A quoi peut servir la connaissance d'un couple Oxydo/réducteur donné ?
- Écris les équations ioniques des réactions au niveau des électrodes de la pile Daniell lorsque le circuit extérieur est fermé.

6.3.2. Exemple d'évaluation sommative en 11^e Sciences

Évaluation sur UA3 Physique et UA3 chimie. Durée : 2 H

Critères : *la notion de quantité de mouvement et d'énergie cinétique (caractéristiques et théorème) est maîtrisée ; niveau appréciable de connaissance des phénomènes vibratoires et leur propagation ; maîtrise des réactions d'oxydo-réductions*

PARTIE A

- Traite les questions suivantes en justifiant tes réponses :
 - Q1.
 - a. La quantité de mouvement et les énergies cinétique et potentielle peuvent-elles être négatives ?
 - b. Quelle est la quantité de mouvement d'un camion de 30 Tonnes, lancé à la vitesse de 50 km/h ; précise alors son énergie cinétique.
 - c. Si le camion freine et s'arrête sur 24m, détermine le travail des forces de freinage et précise ce que ce travail devient.
 - Q2.
 - a. Les ions hydroniums caractérisent les solutions aqueuses : comment peut-on les mettre en évidence ?
 - b. Lors d'une réaction d'oxydo-réduction, il y a simultanément :
..... par le réducteur et par l'oxydant
 - c. Une réaction d'oxydo-réduction est une réaction..... D'électrons entre deux.....
 - Q3
 - a. Donne la nature du son et en te basant sur les lois de propagation et de célérité des ondes progressives, précise :
 - b. Du son d'un tam-tam de 120 Hz et celui d'un sifflet de 1200 Hz, produits dans l'air et au même lieu, lequel va plus vite. Si le premier a une longueur d'onde de 2,5 m, quelle est celle du second ?

PARTIE B

- Traite les exercices suivants en précisant les lois utilisées
 - Une boule de billard B_1 (masse m_1), en mouvement à la vitesse $v_1 = 5$ m/s frappe de plein fouet une deuxième boule B_2 (masse m_2) initialement immobile. Après le choc la boule B_1 reste immobile.
 - 1.a. Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse v_2 de la boule B_2 après le choc ?
 - 1.b. Calcule v_2 dans les cas suivants :

1.b.1- $m_1 = m_2$

1.b.2- $m_1 = 0,5m_2$

▪ Après avoir décapé une lame d'aluminium, afin d'éliminer la couche d'alumine, on la plonge dans une solution de sulfate de zinc(II). On observe la formation d'un dépôt métallique grisâtre sur l'aluminium. Dans quelques cm^3 de la solution résultante, on ajoute quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de sodium qui permet de mettre en évidence un précipité blanc d'hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui se dissout dans un excès d'hydroxyde de sodium.

2.a. Interprète ces réactions chimiques

2.b. Écris en la détaillant, l'équation-bilan de la réaction d'oxydo-réduction entre l'aluminium et la solution de sulfate de zinc (II).

Ci-dessous, un exemple de grille d'évaluation sommative en chimie.

GRILLE DE CORRECTION (A la fin de de l'UA3)

Établissement :

Nom de l'élève :

Discipline :

Physique-Chimie

Compétence(s) :

Analyser un phénomène scientifique, formuler des hypothèses

Classe :

11^e

Consignes	Indicateurs	Barème	Critères						Total des notes
			C1		C2		C3		
Par leurs formules précise le signe des énergies cinétique, potentielle et de la quantité de mouvement	Les formules sont correctes	1,5	[0; 0,25]	note	[0; 0,25]		[0; 0,25]		
	Les signes sont justes		[0; 0,25]		[0; 0,25]		[0; 0,25]		
Calcule la quantité de mouvement et l'énergie cinétique du camion	Valeur de p	2	[0; 0,5]		[0; 0,5]				
	Valeur de Ec		[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Retrouve le travail des forces de freinage et précise ce qu'il devient	Valeur du travail des forces	2	[0; 0,5]		[0; 0,5]		[0; 0,5]		
	Sa transformation est précisée		[0; 0,25]		[0; 0,25]				
Nomme la grandeur qui permet de caractériser les ions hydroniums	Le symbole de la grandeur	1	[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Précise les phénomènes que subissent oxydant et réducteur dans l'oxydo-réduction	Les phénomènes sont bien cités	1,5	[0; 0,5]		[0; 0,5]		[0; 0,5]		

Définit l'oxydo-réduction entre deux couples rédox	Définition correcte de l'opération	1 ,5	[0; 0,5]		[0; 0,5]		[0; 0,5]		
Donne la nature du son et les caractéristiques de sa propagation	Les lois de propagation et de célérité sont citées	3	[0; 0,5]		[0; 0,5]		[0; 0,5]		
	La comparaison est juste		[0; 0,25]		[0; 0,25]				
	La longueur d'onde est juste		[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Donne les caractéristiques du vecteur v2	Le vecteur est bien caractérisé	1	[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Calcule v2 pour m1 = m2	La valeur de v2 est juste	1	[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Calcule v2 pour m1 = 0,5m2	La valeur de v2 est juste	1	[0; 0,5]		[0; 0,5]				
Interprète les deux réactions	Les réactions sont correctement interprétées	2	[0; 1]		[0; 1]				
Ecris l'équation-bilan de la première réaction	L'équation-bilan est correcte	1,5	[0; 0,5]		[0; 0,5]		[0; 0,5]		
Bon usage des unités de grandeurs		1							
Total		20							
Note obtenue									/20

Solution de l'évaluation

PARTIE 1

■ Q1

- a. Oui pour la quantité de mouvement et certaines formes de l'énergie potentielle. La quantité de mouvement $p = mv$ est une grandeur vectorielle, dépendant du vecteur- vitesse, donc lié à une direction et un sens. Dans un repère orienté certains vecteurs ont des valeurs algébriques négatives.

L'énergie potentielle de pesanteur est aussi liée à un axe orienté avec une origine choisie. Sa valeur $E_p = mgz$ peut donc être négative. Par contre l'énergie potentielle élastique d'un ressort $E_p = \frac{1}{2} kx^2$ ne peut être négative (k entier naturel)

De même l'énergie cinétique ainsi définie $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ ne peut être négative (m toujours positif, v^2 également positif)

- b. $m = 30T = 30 \times 10^3 \text{ kg}$; $v = 50 \text{ km/h} = 50 \cdot 10^3 \text{ m} / 3600 \text{ s} = \frac{50}{3,6} \text{ m/s}$

La quantité de mouvement du camion est alors: $p = mv$. Soit :

$$P = 30 \cdot 10^3 \times \frac{50}{3,6} = 416,6 \cdot 10^3 \text{ kg.m.s}^{-1}$$

$$\text{L'énergie cinétique du camion est: } E_c = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} 30 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{50}{3,6}\right)^2$$

$$E_c = 28,56 \cdot 10^5 \text{ J}$$

- c. Le théorème de l'énergie cinétique stipule que la variation de l'énergie cinétique d'un système dans un intervalle de temps donné est égale au travail des forces extérieures appliquées au système pendant le même temps. Ici les forces extérieures sont les frottements du freinage.

$\Delta E_c = E_{c2} - E_{c1} = W_{\text{Fext}}$ En prenant pour E_{c1} l'énergie cinétique du camion avant le freinage et E_{c2} son énergie cinétique à l'arrêt, on a :

$$E_{c1} = E_c = 28,56 \cdot 10^5 \text{ J} ; E_{c2} = 0 \text{ J d'où } \Delta E_c = 0 - 28,56 \cdot 10^5$$

Le travail des forces de freinage est donc $W_{\text{Fext}} = - 28,56 \cdot 10^5 \text{ J}$ Cette énergie a été dissipée sous forme de chaleur.

Remarque : il est pratiquement impossible de calculer ce travail en utilisant la distance de freinage sans connaître la valeur des forces de freinage.

■ Q2.

- a. On peut mettre les ions hydroniums en évidence à l'aide du pH-mètre
b. Il y a simultanément : **perte d'électrons** par le réducteur et **capture d'électrons** par l'oxydant.

.....est une réaction **de transfert** d'électrons entre deux **couples oxydant/réducteur**

■ Q3

a. Le son est une vibration mécanique. Il se propage dans les milieux élastiques isotropes dans toutes les directions avec la même célérité qui ne dépend pas de la fréquence ni de l'amplitude

b. Les sons du tam-tam et du sifflet vont à la même célérité. Si la longueur d'onde λ de l'un est 2,5 m ; on note :

$$\lambda = cT = \frac{c}{N} \text{ avec } c = \text{célérité}, T = \text{période}, N = \text{fréquence du son.}$$

Puisque c est le même pour les 2 sons, on peut avoir :

$$\lambda_1 = \frac{c}{N_1} \text{ et } \lambda_2 = \frac{c}{N_2} \rightarrow \lambda_1 \cdot N_1 = \lambda_2 \cdot N_2 \text{ En posant :}$$

$$\lambda_1 = 2,5 \text{ m}, N_1 = 120 \text{ Hz}, N_2 = 1200 \text{ Hz on tire } \lambda_2 = \frac{\lambda_1 N_1}{N_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{2,5 \cdot 120}{1200} = 0,25 \text{ m} \quad \lambda_2 = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

Remarque : On pouvait calculer d'abord la célérité du son en posant $c = \lambda_1 \cdot N_1 = 2,5 \times 120 = 300 \text{ m/s}$

PARTIE B

■ Énoncé 1 :

a. $v_1 = 5 \text{ m/s}$ Avant le choc la quantité de mouvement du système des deux boules est $p = m_1 v_1 + 0$. Après le choc (élastique) la quantité de mouvement du système se conserve et vaut $p = 0 + m_2 v_2$. Soit $m_1 v_1 = m_2 v_2$ v_2 a même direction et même sens que v_1

b.1. $m_1 = m_2$ on a alors $m_1 v_1 = m_1 v_2 \rightarrow v_2 = v_1 = 5 \text{ m/s}$

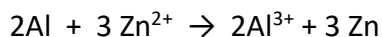
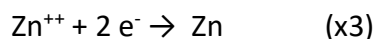
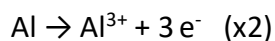
b.2. $m_1 = 0,5 m_2 \rightarrow m_2 = 2m_1 \rightarrow m_1 v_1 = 2m_1 v_2 \rightarrow v_1 = 2 v_2$ Soit $v_2 = 0,5 v_1 = 0,5 \times 5 = 2,5 \text{ m/s}$

$$v_2 = 2,5 \text{ m/s}$$

■ Énoncé 2

a. En solution aqueuse le sulfate de zinc peut s'écrire (Zn^{++} , SO_4^{--}) Il réagit sur l'aluminium en produisant du zinc métallique qui se dépose sur la plaque d'aluminium. L'aluminium attaqué se dissout dans la solution sous forme d'ions Al^{3+} , formant du sulfate d'aluminium (Al^{3+} , SO_4^{--}). L'addition d'hydroxyde de sodium précipite les ions Al^{3+} en hydroxyde d'aluminium $\text{Al}(\text{OH})_3$ qui est une base plus faible. Celle-ci se dissout dans la solution s'il y a suffisamment d'hydroxyde de sodium.

b. Équation-bilan de la réaction d'oxydo-réduction



Il y a eu simplement échange d'électrons entre l'aluminium et les ions Zn(II).

Indicateurs pour les résultats : Chaque bonne réponse donne lieu à un point et demi si les explications tiennent et un point s'il n'y a pas d'explication ou si elle est fausse. Un résultat de 12 point ou plus est satisfaisant.

Pause-réflexion : *Méthode générale pour résoudre les problèmes et exercices.*

- Toujours lire l'énoncé en entier avec grande attention deux fois de suite pour bien cerner le sujet à traiter
- Repérer les parties indépendantes de façon à pouvoir passer sur une partie en cas de difficultés (quitte à revenir sur cette partie après avoir fini avec le reste)
- Se remémorer (ou revoir) les parties du cours dont il est question dans le problème
- Relever les données numériques en faisant les conversions d'unités si nécessaire
- Faire une figure nette et détaillée répondant aux descriptions
- Relire point par point en traitant chaque question. Pour cela il faut :
 - Bien analyser le phénomène dont il s'agit
 - Voir ce qui est donné dans l'énoncé et ce que l'on demande
 - Choisir en conséquence la méthode à utiliser pour y parvenir
 - Faire le calcul littéral total avant le calcul numérique
 - Encadrer le résultat littéral et le résultat numérique qui porte les unités.

Transmettez-vous des méthodes à vos élèves avant de réaliser l'évaluation ?

Quels types de méthodes recommandez-vous ?

7. LES OUTILS

Liste des outils :

- **Outil 1** : Fiche de déroulement d'une séquence
- **Outil 2** : Apprendre à s'autoévaluer
- **Outil 3** : S'appuyer sur son environnement (auto-formation et formation par les pairs), grille pour s'évaluer
- **Outil 4** : Comment analyser et comment interpréter un tableau
- **Outil 5** : Les graphiques
- **Outil 6** : Comment analyser un texte scientifique
- **Outil 7** : Comment faire un compte-rendu d'expérience
- **Outil 8** : Grille d'évaluation des dessins de travaux pratiques
- **Outil 9** : Évaluer l'apprentissage
- **Outil 10** : Grille de correction pour une évaluation sommative (à la fin de la séquence, de fin de l'UA ou de fin de cycle)
- **Outil 11** : Intégrer les REL
- **Outil 12** : Les ressources pédagogiques et REL

7.1. OUTIL 1 : FICHE DE DEROULEMENT D'UNE SEQUENCE

Étapes	Activités du professeur	Activités des élèves	Moyens matériels et documents utilisés	Connaissances apportées
Évaluation formative :				
Évaluation Sommative :				

7.2. OUTIL 2 : APPRENDRE A S'AUTOEVALUER

Objectif : évaluer la préparation de sa classe et de la séquence		
Aspects observables	Qu'est-ce que j'ai réussi	Ce que je dois travailler (améliorer)
Sélection des composantes et des manifestations		
Stratégie employée : ■ Méthodes et techniques utilisées ■ Organisation de la classe ; ■ Interactions élèves-élèves ■ Climat dans la classe		
Relation activités- manifestations		
Gestion du temps		

7.3. OUTIL 3 : S'APPUYER SUR SON ENVIRONNEMENT (AUTO-FORMATION ET FORMATION PAR LES PAIRS), GRILLE POUR S'ÉVALUER

J'AI SU				
	Bien	Assez bien	Passablement (des progrès à faire)	Pas eu l'occasion de mettre en œuvre cette compétence
Gérer mon temps, m'organiser ■ Hiérarchiser mes priorités ■ Respecter les horaires ■ Utiliser les ressources efficacement ■ Être rigoureux dans ma méthode de travail				
Exploiter l'information ■ Utiliser les sources d'informations efficacement ■ Sélectionner et exploiter des sources variées d'information ■ Ordonner et organiser les informations ■ Les synthétiser				
Mettre à profit mes compétences ■ Analyser un problème ■ Imaginer et évaluer des solutions ■ Choisir la solution pertinente ■ Gérer les contraintes de temps				

Avoir le sens des responsabilités ■ Faire preuve d'assiduité ■ Prendre des initiatives adaptées ■ Tirer un enseignement de mes erreurs et trouver les moyens de m'améliorer ■ Donner confiance à mes élèves				
Travailler en équipe ■ Agir dans le groupe ■ Faire preuve d'ouverture d'esprit ■ Écouter et respecter les idées des autres ■ Savoir argumenter mes points de vue ■ Savoir me rallier à l'opinion générale ■ Accepter les critiques constructives ■ Aider quelqu'un à réaliser une tâche ■ Partager l'information				
Communiquer ■ Structurer mes idées (à l'oral comme à l'écrit) ■ Être clair et concis ■ Utiliser différentes techniques d'enseignement				

M'ouvrir à mon environnement professionnel ■ Échanger régulièrement avec mes collègues du comité pédagogique ■ Créer des contacts en dehors de mon comité pédagogique ■ Faire preuve de curiosité ■ M'intéresser à ce que font les autres				
M'impliquer ■ Faire preuve de persévérance devant les difficultés ■ Entreprendre des actions non prévues ■ Réagir de façon adaptée aux événements				
M'adapter ■ M'ajuster rapidement au changement ■ Adapter ma tenue vestimentaire ■ Utiliser un langage adapté				
Faire preuve d'initiative ■ Agir de mon propre chef sans être forcé par les événements, sollicité par quelqu'un ■ Proposer des solutions à des problèmes dysfonctionnement ■ Faire spontanément des propositions				

Faire preuve d'autonomie ■ Être à mesure d'organiser mon travail ■ Me fixer une méthode de travail ■ Réunir les informations et les moyens nécessaires pour accomplir une tâche ■ Savoir adapter mes méthodes de travail au contexte et aux objectifs				
---	--	--	--	--

Remarque : il serait trop ambitieux de vouloir s'autoévaluer en tenant compte de ces différents aspects à la fois. Il serait plus pédagogique d'y aller progressivement

Vous pouvez vous faire évaluer par vos pairs du comité, du domaine ou par l'administration, etc., en employant des modalités variées. Enfin, vous pouvez vous faire évaluer par vos élèves.

Mais attention ! L'évaluation de vos enseignements par vos élèves (par écrit) est une source intéressante pour obtenir différentes informations : sur la façon dont ils perçoivent votre enseignement en particulier et leur vie à l'école en général, mais vous pouvez craindre que le jugement des élèves porte sur vous en tant que personne sociale et non sur l'enseignement, c'est-à-dire les activités.

Par ailleurs, pour vous faire évaluer par vos élèves, il faudrait que ceux-ci soient assurés que leurs appréciations ne tireront pas à conséquence, quand bien même les appréciations écrites doivent être anonymes.

7.4. OUTIL 4 : COMMENT ANALYSER ET COMMENT INTERPRETER UN TABLEAU

Les tableaux que les élèves seront amenés à étudier sont pour la plupart des tableaux à double entrée, c'est-à-dire qu'ils correspondent à une comparaison de deux (2) facteurs, généralement des données ou des caractéristiques et une liste d'objets. Les données sont en ordonnée et les objets en abscisse.

Exemple : les résultats d'une expérience sont consignés dans le tableau ci-après.

Tableau 1 : Tableau type

Surface (en m ²)	1	2	...	...	...	...	...	N
Nombre d'espèces	2	3	...	...	...	...	..	n

Pour lire et analyser ce tableau, il faut passer par plusieurs étapes :

1. Lire le titre :

Cette étape peut être fondamentale, car elle donne déjà une idée du contenu du tableau.

2. Repérer les 2 entrées :

- Les données peuvent être des caractéristiques (physiques, chimiques, etc.) ;
- Les objets peuvent être des objets physiques, et aussi des numéros d'expériences, le temps, etc.

3. Repérer le contenu des cases

- Des signes (regarder dans ce cas la signification des signes) ;
- Des mots ;
- Des chiffres (dans ce cas, repérer l'unité).

4. Repérer le problème posé

Ce problème est souvent donné par la question.

5. Analyser le tableau

- Cette analyse se fait établissant une comparaison (points communs et différences) entre les différentes cases. Cette comparaison doit tenir du problème posé ;
- Rédiger cette comparaison en citant quelques chiffres significatifs.

6. Conclure : Élaborer une conclusion qui réponde au problème posé.

7.5. OUTIL 5 : LES GRAPHIQUES

- Savoir construire un graphique

Un graphique, par exemple une courbe de résultats, permet de visualiser les variations d'une grandeur mesurée en fonction d'une autre grandeur qui varie naturellement (le temps...) ou que l'on fait varier au cours d'une expérience.

Le graphique est généralement donné comme document pour mieux comprendre un phénomène biologique, géologique, physique, économique, chimique, etc.

La représentation des données peut être : un diagramme en secteurs, une courbe, un histogramme.

Exemple : on donne le document suivant. :

Temps (mn)	0	2	4	6
Quantité de dioxygène (mg)	0	0,5	1	2

Question : Construis la courbe correspondante

- Pour construire un graphique :

a) Comprendre ce que l'on demande de représenter

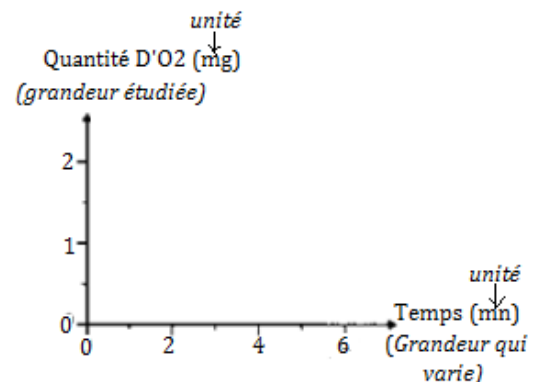
Un graphique représente les variations d'un phénomène biologique ou géologique.

b) Préparer les axes de représentation

- Je repère la grandeur que l'on fait varier ou qui varie naturellement (ici le temps) et celle que l'on mesure (ici la quantité d'oxygène).
- Je trace deux demi-droites perpendiculaires représentant les axes des abscisses (horizontale) et des ordonnées (verticale).
- J'indique ce que chaque axe représente et je précise les unités.
- Je choisis une échelle pour chaque axe en tenant compte des valeurs minimales et maximales de chaque grandeur indiquée.

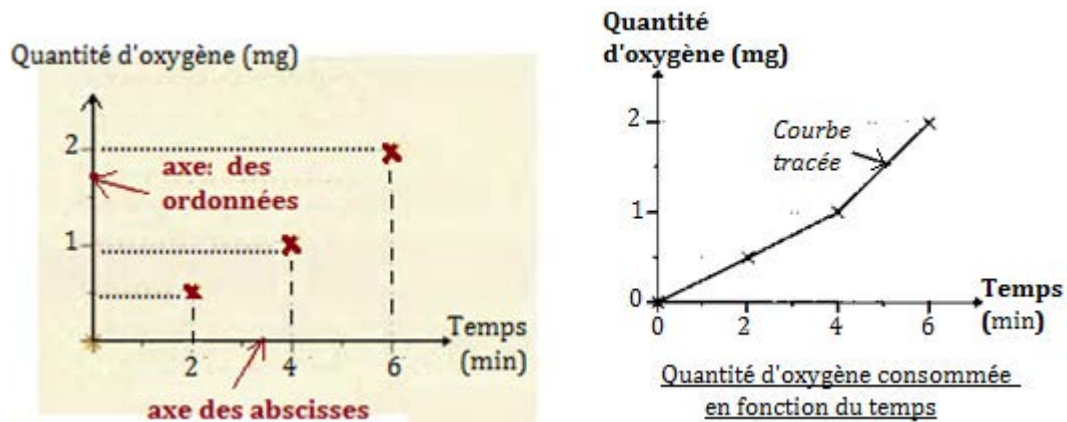
c) Mettre en place les points

- Je place, sur l'axe des abscisses, la première valeur qui varie et je trace, en pointillé, la verticale qui passe par ce point.
- Je place la valeur mesurée correspondante sur l'axe des ordonnées et je trace, en pointillé, l'horizontale qui passe par ce point.
- Je marque le point d'intersection par une croix.



d) Tracer la courbe

- Je relie les croix à la main en essayant de tracer une **courbe continue** (sans angles)
- Éviter d'employer la règle pour joindre les points sauf indication particulière.



- Je donne un titre au graphique.

Dans le cas d'un **graphique simple : Variation de (paramètre mesuré) en fonction de (variable)**
(En précisant éventuellement les conditions d'expérience.)

Si **la variable est le temps**, le titre devient : **Évolution de (paramètre mesuré) pendant la (période de temps pendant laquelle est effectuée les mesures)**

Remarque : Un graphique peut comporter trois axes lorsque deux fonctions sont représentées simultanément. Dans ce cas, le troisième axe est situé à droite. Les indications à porter sont de même nature que celles des deux autres axes.

Pour pouvoir tracer une courbe, l'élève doit mobiliser des savoirs et des outils d'une autre discipline, en l'occurrence les mathématiques. C'est un cas de transfert et de réinvestissement des acquis.

- Savoir présenter, analyser et interpréter un graphique

Le graphique est une représentation très utilisée en Sciences pour montrer rapidement des résultats d'expériences ou d'observation. On peut tirer des informations d'un graphique en les présentant avec différentes étapes.

a) Présenter le graphique

On doit donner la nature du document : ici le graphique.

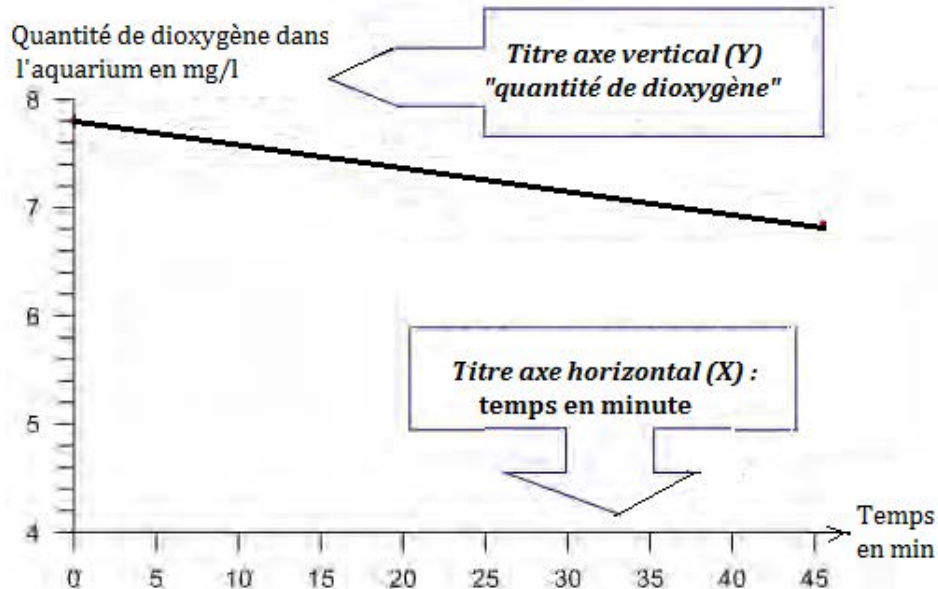
On doit dire de quoi parle le graphique en fonction de quoi.

Pour cela, on doit regarder

- Le titre de l'axe vertical ;
- Le titre de l'axe horizontal ;

Et rédiger une phrase du type : « ce graphique présente –*titre de l'axe vertical* – en fonction – *titre de l'axe horizontal* »

Exemple : ce document est un graphique présentant la quantité de dioxygène dans l'aquarium en mg/L en fonction du temps en minute.



b) Analyser le graphique.

L'analyse du graphique est la description avec des mots de ce que l'on voit sur le graphique. Pour cela on doit :

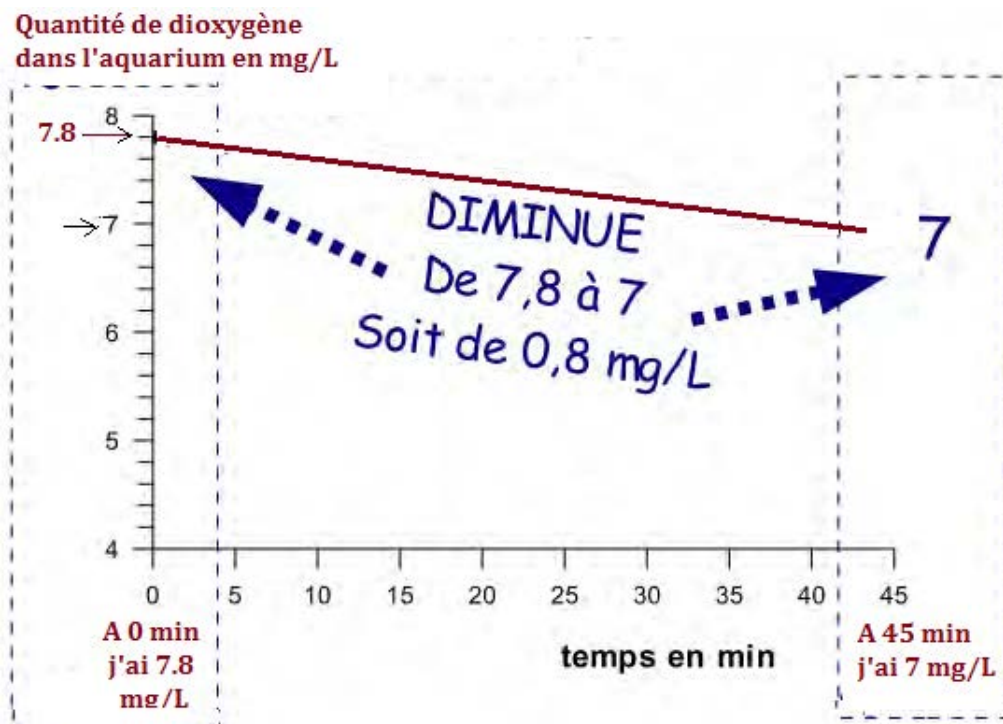
- Repérer les axes, les unités, les échelles pour préparer son analyse ;
- Repérer les différentes parties du graphique ;
- Repérer les valeurs remarquables (le point minimum, le maximum, le sommet, s'il y a un pic).

Une fois ces étapes effectuées au brouillon ou sur le graphique, on peut rédiger la phrase d'analyse en employant certains mots de vocabulaire spécifiques aux analyses de graphiques et en interdisant d'autres.

Le vocabulaire d'une analyse

Mots autorisés	Mots interdits
La quantité de ... augmente diminue reste constante se stabilise rapide/lente ... forte/faible	La courbe monte descend ne bouge pas vachement ...

Exemple de graphique :



A partir de la 10^e et en 11^e, il faudra justifier ce que l'on voit à partir des valeurs du graphique en les comparant.

Exemple de phrase en 10^e et 11^e

Dans notre graphique exemple, on constate :

- Que la quantité de dioxygène est à 7,8mg/L au temps 0 minute
- Que la quantité de dioxygène est à 7mg/L au temps 45 minutes
- Donc : elle diminue.

Je peux calculer la différence entre la quantité de dioxygène à 0 minute de la quantité à 45 minutes, soit $7,8 - 7 = 0,8\text{mg/L}$

Ainsi, la phrase pourrait être :

La quantité de dioxygène dans le bassin diminue de 0,8mg/L durant 45 minutes de l'expérience.

c) Interpréter le graphique.

C'est déduire des informations que nous observons. Dire ainsi pourquoi les valeurs du graphique augmentent, diminuent ou restent constantes.

La quantité de dioxygène diminue, donc le poisson présent à l'intérieur de l'aquarium prélève du dioxygène pour respirer. Il en a prélevé 0,8mg/L durant les 45 minutes de l'expérience.

7.6. OUTIL 6 : COMMENT ANALYSER UN TEXTE SCIENTIFIQUE

Les textes scientifiques décrivent des observations ou des expériences réalisées dans le but d'informer le lecteur sur un sujet supposé inconnu.

- Analyse et critiques

Analyse

- Retrouver le sujet que traite l'article, l'idée principale ou la question posée ;
- Repérer les questions que l'auteur se pose, ses hypothèses et les éventuelles conclusions ;
- Distinguer le matériel utilisé et la méthode employée : dispositifs expérimentaux, enquêtes (interviews, questionnaires, sondages, etc.) ;
- Comprendre les résultats : les réponses apportées doivent correspondre aux questions posées et aux hypothèses émises ;
- Dégager les conclusions et discuter les résultats.

Critiques

- Qu'est-ce qui n'est pas clair ? de quelle information supplémentaire a-t-on besoin ?
- Quelle valeur accordée aux réponses ?
- Quelles sont les connaissances nouvelles apportées au lecteur par rapport à ses acquis ?

Aussi bien dans ce cas que dans l'interprétation de graphique, l'élève fait appel à ses connaissances en français.

C'est l'occasion de dire que l'enseignement des sciences physiques et chimie participe aussi à l'apprentissage et à la maîtrise du médium d'enseignement (le français dans notre cas). En effet, l'alternance des échanges oraux et des écrits individuels favorise, pour chaque élève, la structuration de sa pensée scientifique en construction.

Pour ce faire, vous devez proposer des activités qui placent les élèves en situation de lire et comprendre des textes documentaires ou des consignes, de produire différents types d'écrits, de s'exprimer à l'oral pour rendre compte d'un travail ou prendre part à un débat.

7.7. OUTIL 7 : COMMENT FAIRE UN COMPTE-RENDU D'EXPERIENCE

Le compte-rendu d'activité expérimentale précise les étapes de la recherche d'une solution à un problème biologique ou géologique. On y trouve :

- Le contexte de la mise en place de l'activité expérimentale ;
- Les étapes de la réalisation ;
- La conclusion par rapport au problème posé au départ.
- Pour vérifier la rédaction de son compte-rendu

Rédaction du compte-rendu	Vérification
Introduction	
▪ Le problème est posé	
▪ Les hypothèses sont formulées	
▪ L'expérience est proposée dans le but de tester une hypothèse	
L'expérimentation	
▪ La description du protocole expérimental	
▪ Grandeur mesurée	
▪ Facteur variable	
▪ Le ou les facteurs constants	
▪ Dispositif expérimental	

Le déroulement de l'expérience : schématisation	
Les résultats	
- Présentation sous forme : texte, tableau, graphique, dessins, schémas	
- Confrontation de l'hypothèse testée aux résultats	
- Hypothèse validée, hypothèse rejetée	
Conclusion	
Elle est dégagée en reprenant la formulation de la (ou des) hypothèses.	

7.8. OUTIL 8 : GRILLE D’EVALUATION DES DESSINS DE TRAVAUX PRATIQUES

La forme : 8 points	++	+	-	--	Note
Taille /1					
Précision du trait /1					
Trait des légendes /1					
Présence de détails /2					
Respect des formes et des proportions /2					
Perfectionnement /1					
Le fond : 12 points	++	+	-	--	Note
Titre, précision du type de coupe /2					
Grossissement ou échelle /2					
Légendes exactes et complètes /4					
Présence d’un texte descriptif adapté /2					
Validité des structures dessinées /2					
Total :					
Commentaires :					

7.9. OUTIL 9 : EVALUER L'APPRENTISSAGE

Référez-vous au guide transversal qui rappelle quelques méthodes et techniques.

Exemple (un cas de remédiation)

Devoir : un professeur demande à ses élèves d'analyser et d'interpréter une courbe traduisant l'évolution d'un phénomène chimique en fonction du temps.

Après correction des copies, le professeur construit un tableau qui rend les résultats de chaque élève pour chaque critère (tableau ci-après).

N°		C1 Pertinence de la production	C2 Utilisation des outils de la discipline	C3 Qualité/Cohérence de la production
1	Kéné	2/6	4/6	5/6
2	Oumar	3/6	3/6	1/6
3	Isaac	1/6	1/6	3/6
4	Juliette	5/6	4/6	3/6
5	Karim	1,5/6	1/6	1/6
6	Maïmouna	6/6	5/6	6/6
7	Broulaye	3/6	2/6	5/6
8	Djènèba	3/6	6/6	3/6
9	Alioune	3/6	2/6	4/6
10	Bandjougou	4/6	4/6	1,5/6
11	Catherine	4/6	3/6	4/6
12	N'Tio	0,5/6	3/6	1/6
13	Awa	3/6	5/6	5/6
14	Fadima	5/6	1/6	3/6

C4 : critère de perfectionnement : 2 points

Votre collègue étant empêché, il vous demande d'assurer la remédiation et l'enrichissement dans sa classe par rapport à ce devoir.

Pause-réflexion : Comment y prendrez-vous ?

Par rapport à la remédiation : une remédiation doit être ciblée, c'est-à-dire viser l'erreur décelée. Mais il est difficile de toucher individuellement chaque élève (gestion du temps). Alors vous devez les regrouper selon le type d'erreurs commises.

Dans le cas présent, vous pouvez les regrouper suivant les critères. Tous ceux qui ont obtenu une note inférieure à 3 (c'est-à-dire la moitié des points accordés au critère) vont en remédiation.

Ainsi :

- Les numéros 3, 5 et 12 montrent des insuffisances par rapport au critère C1 ;
- Les numéros 3, 5, 7, 9 et 11 éprouvent des difficultés par rapport au critère C2 ;
- Les numéros 2, 5, 10 et 12 ont des difficultés au critère C3.

Si les erreurs peuvent être corrigées rapidement, vous proposerez à chaque catégorie d'élèves une activité qui leur permette de corriger l'erreur. C'est cela la notion de **remédiation ciblée**.

Mais l'erreur peut avoir pour origine une insuffisance dans une discipline autre que celle que vous enseignez. Dans ce cas, vous en parlez au collègue concerné pour essayer de résoudre le problème.

Les erreurs peuvent avoir une origine qui remonte dans les classes antérieures et vous ne pouvez pas y remédier pendant vos heures de cours. Alors vous impliquez les parents de l'élève en question pour qu'il suive des cours de soutien à domicile.

Dans le tableau ci-dessus, un élève (le numéro 5) se retrouve dans les trois groupes de remédiation, ce qui est difficile à gérer, même pour un enseignant expérimenté. Là aussi, il faut impliquer les parents de l'élève pour qu'ils le soutiennent ; mais il est indispensable de faire prendre conscience à l'élève de sa situation afin qu'il s'engage dans les apprentissages. Pour ce faire il faut un accompagnement individualisé (s'entretenir avec l'élève pour qu'il s'ouvre à vous par rapport à ses difficultés, chercher à résoudre ensemble ses difficultés en lui suggérant des pistes, etc.).

Par rapport à l'enrichissement : pendant ce temps, ceux qui ont eu la moyenne ou plus de la moyenne à chaque critère sont en **enrichissement**. Ils revoient leurs productions pour les améliorer ou chercher d'autres pistes de solution éventuelles.

7.10. OUTIL 10 : GRILLE DE CORRECTION POUR UNE EVALUATION SOMMATIVE (A LA FIN DE LA SEQUENCE, DE FIN DE L'UA OU DE FIN DE CYCLE)

Établissement :

Nom de l'élève :

Discipline :

Compétence(s) :

Classe :

Consignes	Indicateurs	Barème	Critères								Total des notes	
			C1		C2		C3		C4			
			pts	note	pts	note	pts	note	pts	note		
Total		20										

7.11. OUTIL 11 : INTEGRER LES REL

Il s'agit d'exploiter les ressources éducatives libres pour :

- Préparer les activités d'apprentissage ;
- Mener des activités d'apprentissage ;
- Évaluer les apprentissages, etc.

Aider les élèves à apprendre : Vous pouvez aider les élèves à élucider les opérations mentales qu'ils ont effectuées pour réussir une tâche et à reconstruire le mode opératoire : ***il s'agit de passer des actions à une réflexion sur les actions.***

Pour ce faire, vous commencez par faire s'exprimer les élèves sur ce qu'ils ont fait concrètement avant de les amener à réfléchir sur des points plus abstraits, comme la démarche de recherche par exemple.

Dans cette optique, vous pourrez poser les questions suivantes sur les différents moments de la démarche.

Il reste entendu que vous ne pourrez pas poser à la fois toutes les questions proposées. Il vous revient d'en choisir un certain nombre selon les besoins et le temps dont vous disposez.

Au début de l'activité

- A quel sujet se rapporte ce que vous allez faire ?
- Comment pensez-vous aborder le problème ?

Pendant l'activité

- Comment vous vous êtes organisés ?
- A quoi vous avez reconnu... ?
- Comment avez-vous su que... ?
- Qu'est-ce qui vous a aidé à avancer ?
- D'après vous, pourquoi ai-je agi ainsi avec vous ?
- Que pensez-vous de l'aide que je vous ai apportée ?

Après avoir terminé

- Qu'est-ce qui était faux dans vos têtes avant d'apprendre ce que vous avez appris ?
- Quels sont les obstacles (difficultés) que vous aviez à surmonter ?
- En cas d'échec partiel : qu'est-ce que vous avez tout de même réussi à faire ?
- Comment auriez-vous pu gagner du temps ?
- Qu'avez-vous appris en faisant ce travail ?
- Si c'était à refaire, est-ce que vous procéderiez différemment ?
- Comment pourriez-vous réutiliser ce que vous avez appris ? Etc.

7.12. OUTIL 12 : LES RESSOURCES PEDAGOGIQUES ET REL

Source : Espace Ressources d'Apréli@ (Association pour la promotion des ressources éducatives libres africaines, <http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/>)

Ressources librement accessibles, dont de nombreuses RELs.

- Blog de PC

- Référencement des blogs de sciences physiques et de chimie sur le site du Café Pédagogique et de l'Académie de Versailles

URL : http://www.cafepedagogique.net/lesdossiers/Pages/2013/indis2013_phchim.aspx

URL : <http://www.pedagogie.ac-nantes.fr/physique-chimie/informations/actualites/un-mooc-sur-la-physique-des-objets-du-quotidien-session-2017-949414.kjsp?RH=PHY>

URL : <http://blog.ac-versailles.fr/index.php/post/Des-blogs-de-physique-chimie>

- Le portail francophone Formatic2000 est un méta portail de sites remarquables dans toutes les disciplines, notamment en sciences et technologies :

URL : <http://pages.infinit.net/cltr/>

- Un MOOC pour se préparer au bac de sciences en 1ère ES et L ; MOOC de la [plateforme FUN](#) (France Université Numérique) :

URL : <http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/1860-un-mooc-pour-se-preparer-au-bac-de-sciences-en-1ere-es-et-l>

- Quelques sites web ayant des ressources pédagogiques, liste établie par le ministère sénégalais de l'éducation :

URL : <http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/ressources-francophones/1820-quelques-sites-web-ayant-des-ressources-pedagogiques>

- Simulation d'expériences de sciences physiques - logiciels téléchargeables gratuitement :

URL : <http://www.simulog.free.fr/>

Forum de professeurs de sciences physiques

Un site devenu incontournable, aussi pour le lycée, il s'agit d'un forum d'échange sur les sciences physiques. À découvrir de toute urgence.

<http://physiquechimie.forum.free.fr/>

Physique Chimie Mermoz



Un site à découvrir, il s'agit d'une mine d'or pour les nouveaux programmes de seconde et de premières L et ES. De très nombreuses animations powerpoints pour tous les chapitres. Ainsi que le programme de première sous forme d'activités expérimentales.

<http://thedoc777.free.fr/index.html>

Ostralo



De très nombreuses animations Flash sont disponibles sur ce site. En physique, ses animations, couvrant l'ensemble des niveaux du lycée, sont rangées par matière (ondes, mécanique, nucléaire, optique, électricité ...). En chimie, moins nombreuses, elles sont présentées dans l'ordre de leur création. Une section « Exercices et jeux » permettra aux élèves de seconde et de première S de vérifier leurs connaissances aussi bien en physique qu'en chimie.

<http://www.ostralo.net/>

- VFsilesieux

URL : <http://vfsilesieux.free.fr/Progression2de.html>

- Sites

- Sites académiques (Physique-chimie, Mathématiques, SVT):

<http://eduscol.education.fr/physique-chimie/sites-academiques-physique-chimie-et-maths-sciences.html>

- ÉDU'Bases recense les pratiques pédagogiques proposées par les académies afin d'accompagner le développement des usages des TICE, en relation avec les programmes des collèges et lycées : <http://eduscol.education.fr/cid57544/edu-bases-des-usages-repertoires-pour-les-enseignants.html>

Edu'Bases <http://eduscol.education.fr/bd/urtic/svt/>

2539 fiches sont disponibles pour la discipline **Physique-Chimie**, **1875** fiches sont disponibles pour la discipline **Sciences de la Vie et de la Terre**, **1840** fiches sont disponibles pour la discipline **Mathématiques**

- Le portail francophone Formatic2000 est un méta portail de sites remarquables dans toutes les disciplines, notamment en sciences et technologies :

<http://pages.infinet.net/cltr/>

- Un MOOC pour se préparer au bac de sciences en 1ère ES et L ; MOOC de la [plateforme FUN](#) (France Université Numérique) :

<http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/1860-un-mooc-pour-se-preparer-au-bac-de-sciences-en-1ere-es-et-l>

- Quelques sites web ayant des ressources pédagogiques, liste établie par le ministère sénégalais de l'éducation : [http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/ressources-francophones/1820- quelques-sites-web-ayant-des-ressources-pedagogiques](http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/ressources-francophones/1820-quelques-sites-web-ayant-des-ressources-pedagogiques)

- Simulation d'expériences de sciences physiques - logiciels téléchargeables gratuitement : <http://www.simulog.free.fr/>

- idneuf, Initiative pour le développement numérique de l'espace universitaire francophone, Agence Universitaire de la Francophonie

- Des milliers de ressources éducatives libres, disponibles pour tous

<http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/ressources-francophones/1816-idneuf-des-milliers-de-ressources-educatives-libres-disponibles-pour-tous>

- Educ@mer, un portail camerounais pour les TICE et le contenu local
<https://www.educamer.org/index.php>

- Continuer à se former

- Ressources "innover en pédagogie" :

http://www.intercoop.info/index.php/Ressources-innover-en-pedagogie#Interagir_avec_les_Etudiants

- Guide d'accompagnement pour le référentiel de compétences, REL :

<http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/1792-guide-d-accompagnement-pour-le-referentiel-de-competences-rel>

- Ressources interdisciplinaires :

- Boîte à outils TESSA pour la formation des enseignants en éducation inclusive :

<http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/1813-boite-a-outils-tessa-pour-la-formation-des-enseignants-en-education-inclusive>

- e-jumelages éducatifs d'Apréli@ : <http://wiki.aprelia.org/tiki-index.php> Permet également le co-développement professionnel entre pairs distants

Focus sur les REL TESSA de Sciences pour le secondaire

Il existe 15 unités TESSA* pour la formation des enseignants du Secondaire en Sciences qui ont été développées par des collègues au Ghana, en Zambie, au Kenya, en Tanzanie et en Ouganda.

Les unités sont regroupées en cinq thèmes pédagogiques. Ils correspondent à des notions des programmes, communes à tous les pays, en mathématiques, SVT et Physique-chimie, que les enseignants trouvent difficiles à enseigner.

Ces ressources sont en cours de traduction en français ; elles seront mises en ligne sur le portail aprelia.org, espace ressources panafricaines, <http://aprelia.org/index.php/fr/ressources/ressources-panafricaines>.

*Teacher Education in Sub Saharan Arica, <http://www.tessafrica.net/>

- CHAIRE UNESCO "FORMER LES ENSEIGNANTS AU XXIE SIÈCLE"

URL : <http://chaire-unesco-formation.ens-lyon.fr/>

- SVT 44 : logiciels, animations, vidéos, photos, cours ... en SVT)

URL: <http://44.svt.free.fr/jpg/sitesvt.htm>

- Outils pour les activités pratiques

URL: <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/svt/serveur/bankact/index.php?m=1&sm=1>

- Banques d'images CNRS

URL:

<http://phototheque.cnrs.fr/index.php?idPageWeb=95&PHPSESSID=46qlr5tq6sbi7a613q2km0s583&>

- RESSOURCES PÉDAGOGIQUES SECONDAIRE - SCIENCES - BIOLOGIE

URL : <http://www.enseignement.be/index.php?page=24572&navi=251>

- Sciences en action ! Ressources éducatives pour l'apprentissage des sciences

URL : <http://www.edumedia-sciences.com/fr/>

Focus sur L'espace numérique des savoirs

Ce portail ouvre des liens sur les sites experts des Écoles normales supérieures.

Le ministère français de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche développe avec les Écoles normales supérieures de Lyon, Paris et Paris-Saclay un partenariat privilégié pour mettre à disposition des enseignants du second degré des sites internet thématiques : <http://eduscol.education.fr/cid45856/ecoles-normales-superieures.html>

Les sites experts des ENS répondent à trois objectifs principaux :

- Contribuer à la formation initiale et continue des enseignants par la mise à disposition de ressources multimédia, en relation avec les programmes d'enseignements du collège et du lycée.
- Produire des ressources scientifiques et culturelles validées, pour l'actualisation des connaissances des enseignants et l'ouverture des champs disciplinaires.
- Faciliter l'accès aux résultats de la recherche.

L'indexation fine et l'enrichissement coordonnés du corpus des ressources permet une recherche multicritère sur l'ensemble des sites. Les enseignants peuvent y trouver des dossiers complets en lien direct avec l'accompagnement des programmes de seconde, première et terminale du lycée.

Nombre de ressources sont à même d'alimenter et d'enrichir la construction de séquences, notamment dans le cadre d'enseignements pratiques interdisciplinaires. Pour autant, a contrario des sites disciplinaires, les sites experts restent conçus dans une optique de formation du professeur et non comme un lieu de ressources didactiques pour la classe.

Exemples en lien avec l'interdisciplinarité :

En physique : [sur le site CultureSciences-Physique](http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/programmes/Prog_College/programme-epi), http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/programmes/Prog_College/programme-epi

En biologie : [sur le site Planet-Terre](http://planet-terre.ens-lyon.fr/programme_officiel/college/programme-SVT-college#EPI), http://planet-terre.ens-lyon.fr/programme_officiel/college/programme-SVT-college#EPI

En géologie : [sur le site Planet-Vie](http://planet-vie.ens.fr/category/category/category/category/category/category/category/taxonomy/term/771), <http://planet-vie.ens.fr/category/category/category/category/category/category/category/taxonomy/term/771>

En mathématiques : [sur le site Culture-Math](http://culturemath.ens.fr/category/-11), <http://culturemath.ens.fr/category/-11>

Egalement, [Thèmes pluridisciplinaires : sur le site CultureSciences-Chimie](http://culturesciences.chimie.ens.fr/category/eau-51) : <http://culturesciences.chimie.ens.fr/category/eau-51>

8. ANNEXE

Annexe : Pause-réflexion

Le contenu du guide vous permet-il de mieux comprendre votre programme ainsi que l'approche qui la sous-tend ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

En quoi est-ce qu'il vous permet d'améliorer vos pratiques enseignantes ? Donnez des exemples

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quels sont les aspects du guide qui vous ont posé des difficultés de compréhension ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Faites des propositions d'amélioration, dans le fond et dans la forme.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....