

***Implantation de l'apprentissage par problèmes
dans la classe du XXI^e siècle***

*Réalisé par
Stéphan Gaumont-Guay
Enseignant au département de physique
Juin 2013*



Cégep Limoilou



Table des matières

Introduction	3
Le contexte, le programme et les compétences	4
L'APP	7
L'évaluation	11
La classe du XXI ^e siècle	12
L'impact et la pertinence de l'APP dans la classe du XXI ^e siècle	15
Conclusion	17
Annexe 1 : Document expliquant l'APP aux étudiants	18
Annexe 2: APP dans les trois cours de physique obligatoires dans le programme Sciences de la nature	23
Annexe 3: PowerPoint utilisé pour le problème 0 du cours 203-NYA-05 Mécanique	48



Introduction

Ce document se propose d'effectuer un retour sur mes activités d'enseignement pendant l'automne 2012 et l'hiver 2013 dans le cadre d'une libération pour l'implantation de l'apprentissage par problèmes (APP) dans la classe du XXI^e siècle. Ce document pourrait être utile à un enseignant intéressé et curieux, mais peu connaisseur de l'approche, de réaliser des activités qui ont fait leurs preuves dans un contexte collégial.

Premièrement, je résume l'historique et les grands principes de la démarche réalisée. Deuxièmement, je décris l'APP et la classe du XXI^e siècle, ses intérêts pédagogiques et didactiques et j'explique la démarche d'apprentissage par problèmes dans ce nouveau contexte. Troisièmement, j'évalue l'impact et la pertinence de l'APP dans le nouveau local. Finalement, je compile quelques documents remis aux étudiants ainsi que tous les APP construits dans les trois cours de physique obligatoires du programme *Sciences de la nature* (203-NYA-05, 203-NYB-05 et 203-NYC-05).



Le contexte, le programme et les compétences

Le programme *Sciences de la nature* du réseau collégial québécois a été modifié il y a plus d'une dizaine d'années. Les auteurs de ce programme tentaient, à l'époque, d'implanter une approche par compétences basée sur une épistémologie socioconstructiviste de la connaissance, approche qui semblait faire ses preuves dans les domaines techniques. Ce choix idéologique n'est pas nécessairement celui de tous les enseignants qui auront à interpréter le programme, à lui donner un sens et à le concrétiser avec leurs étudiants. C'est, en effet, dans la classe et dans l'action que le programme prend forme : celui que vivent les étudiants. On trouvera dans les pages qui suivent mon interprétation de ce programme.

Pour bien comprendre l'APP et pour saisir l'intérêt d'une telle approche au cégep, il est important de définir ce qu'on entend par le mot *compétence* parce que les deux concepts sont, à mon avis, intimement reliés. J'aime bien la définition de Jonnaert *et al.* dans un texte du Ministère de l'Éducation du Québec:

« La compétence est la mise en œuvre par une personne, dans une situation donnée et dans un contexte déterminé, d'un ensemble diversifié, mais coordonné, de ressources. Cette mise en œuvre repose sur le choix, la mobilisation et l'organisation de ces ressources et sur les actions pertinentes qu'elles permettent pour un traitement réussi de cette situation. »¹

Les mots clés *situation*, *contexte* et *traitement réussi* sont essentiels ici car les mêmes idées se retrouvent aussi dans l'APP. Voici comment Guilbert et Ouellet définissent l'apprentissage par problèmes :

« Processus de résolution d'un problème complexe où les participants, regroupés par équipes, travaillent ensemble à chercher des informations et à résoudre un problème

¹ Tiré de JONNAERT, P., D. MASCIOTRA, S. BOUFRAHI et J. BARRETTE. *Compétences, constructivisme et interdisciplinarité, contributions essentielles au développement des programmes d'études*. Montréal, Ministère de l'éducation, des loisirs et des sports du Québec, 2005, 24 p.



réel ou réaliste proposé de façon à développer des compétences de résolution de problèmes et à faire en même temps des apprentissages de contenu. »¹

La ressemblance entre ces deux définitions est frappante. L'APP s'est ainsi imposé à moi comme un outil intéressant (ce n'est pas le seul) pour implanter l'approche par compétences dans mes cours. À travers lui, il devenait possible de favoriser un apprentissage contextualisé, autonome et transférable.

Le programme prévoit aussi une dizaine de buts généraux qui s'ajoutent au concept de compétence :

- Appliquer une démarche scientifique;
- résoudre des problèmes de façon systématique;
- utiliser des technologies appropriées de traitement de l'information;
- raisonner avec rigueur;
- communiquer de façon claire et précise;
- apprendre de façon autonome;
- travailler en équipe;
- établir des liens entre la science, la technologie et l'évolution de la société;
- définir son système de valeurs;
- situer le contexte d'émergence et d'élaboration des concepts scientifiques;
- adopter des attitudes utiles au travail scientifique;
- traiter de situations nouvelles à partir de ses acquis.

Lors de la planification de ses stratégies pédagogiques, l'enseignant peut se questionner sur l'atteinte de ces buts. L'APP et la classe du XXI^e siècle sont liés à plusieurs d'entre eux. La démarche de résolution de problème, par exemple, est au cœur de la stratégie pédagogique préconisée. Elle demande, entre autres, l'utilisation de technologies de traitement de l'information. Elle favorise aussi l'autonomie et le travail d'équipe. Ici la classe du XXI^e siècle peut être très utile. Elle permet de faire des liens entre la science, la technologie et la société.

¹ Tiré de GUILBERT, L. et L. OUELLET. *Études de cas; Apprentissage par problèmes*. Sainte-Foy, Presses de l'université du Québec, 1997, 136 p.



Elle contribue à traiter des situations nouvelles et réalistes. L'APP dans la classe du XXI^e siècle s'est ainsi imposé à moi comme une stratégie pertinente compte tenu des contraintes du programme.

Au printemps 2012, l'idée d'une classe permettant la réalisation du plein potentiel de ce genre de pédagogies émerge de discussions entre différents membres du collège. Cette idée d'une classe spéciale n'est pas nouvelle, elle est née il y a une dizaine d'années à l'université de la Caroline du Nord sous la tutelle du Dr. Robert J. Beichner. Son programme SCALE-UP¹ (Student-Centered Active Learning Environment with Upside-down Pedagogies) encourage la construction d'environnements favorisant l'interaction, la collaboration et la résolution de problèmes. Dans ce type de pédagogie et d'environnement, les rôles sont inversés : l'étudiant est placé au centre des activités et l'enseignant devient un guide plus qu'un *professeur* du savoir. La construction de la classe au cégep Limoilou s'est terminée pendant la session d'automne 2012. J'ai pu démarrer mes cours de la session d'hiver 2013 dans un local opérationnel.

¹ SCALE-UP. [En ligne], <http://scaleup.ncsu.edu>, (site consulté le 22 mai 2013).

L'APP

Après la formation d'équipes de 6 ou 7 étudiants et la répartition des rôles (leader, secrétaire, chercheurs, ...), les étudiants sont guidés à travers les cinq étapes de la figure 1. On retrouve, avec plus de détails, à l'annexe 1, le document donné aux étudiants en début de session expliquant les fondements de l'approche, les étapes et le travail demandé.

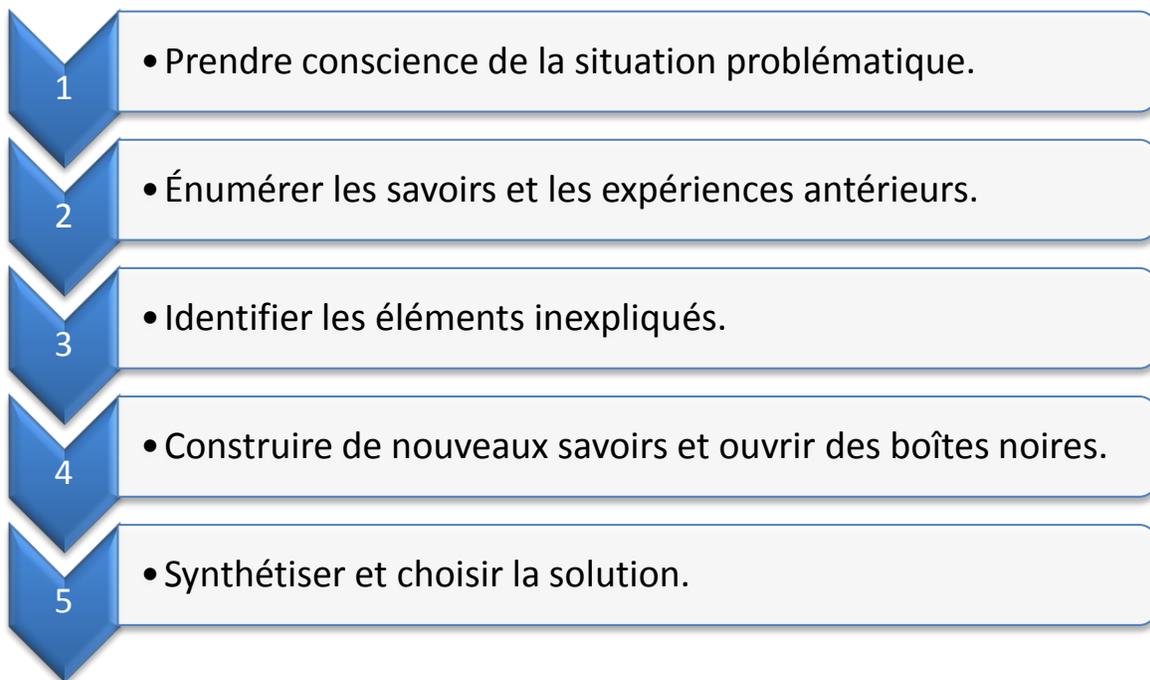


Figure 1 Tableau résumant les cinq étapes possibles de l'apprentissage par problèmes.

La première étape de l'APP est de prendre conscience de la situation problématique. Il s'agit donc, pour l'enseignant, de construire ces situations. Plus facile à dire qu'à faire! Il faut concilier les compétences et le contenu prévu au plan cadre avec le temps et le matériel de laboratoire mis à notre disposition. Il faut prévoir le temps consacré à chacune des étapes et les évaluations potentielles. Il faut trouver un sujet de la vie quotidienne ou professionnelle pouvant intéresser les étudiants et se renseigner suffisamment pour répondre aux questions. Je ne discuterai pas de mes premiers essais et me consacrerai plutôt à ce que j'ai conservé dans mes cours les plus récents.

Chacun des cours visés dans ce projet, soit 203-NYA-05 *Mécanique*, 203-NYB-05 *Électricité et magnétisme* et 203-NYC-05 *Ondes et physique moderne*, est constitué de six à huit APP qui couvrent l'ensemble de la compétence visée. Chaque APP se déroule sur une période de une à deux semaines, inclue généralement au moins une expérience de laboratoire et se termine parfois par l'écriture d'un rapport résumant la démarche. Voici un exemple du déroulement d'un APP incluant une expérience de laboratoire :

Première semaine dans la classe du XXI^e siècle (3 heures) :

- Formation des équipes.
- Attribution des rôles dans l'équipe (leader, secrétaire, rédacteur en chef, ...).
- Présentation de la situation problématique.
- Premières étapes de l'APP :
 - Prise de conscience de la situation problématique.
 - Énumération des savoirs et des expériences antérieurs.
 - Identification des éléments inexplicables.
 - Ouverture de la boîte noire #1 : les questions explorées sont soumises par l'enseignant et sont toutes liées à la problématique principale.

Première semaine en laboratoire (2 heures) :

- Ouverture de la boîte noire #2 par l'entremise d'une expérience de laboratoire. Il s'agit ici de tester une hypothèse en lien avec la problématique présentée au premier cours.

Deuxième semaine dans la classe du XXI^e siècle (3 heures) :

- Ouverture de la boîte noire #3.
- Dernière étape de l'APP :
 - Synthèse et choix de la solution.
- Rédaction du rapport de problème, s'il y a lieu.
- Retour, par l'enseignant, sur le contenu de la situation problématique précédente (1 heure). Cette partie magistrale permet de résumer le contenu et les grands principes explorés lors de l'APP.



Je présente la situation sous la forme d'un texte écrit (voir l'annexe 2) et d'une présentation verbale devant la classe. J'ajoute parfois un court vidéo sur le sujet. Il est important pendant l'amorce de placer les étudiants dans le contexte pour donner un sens à leur démarche. Je laisse ensuite du temps pour démarrer l'APP et exécuter les premières étapes. Je fais une liste des boîtes noires qui devront être ouvertes. Je pose finalement les premières sous-questions qui inciteront les étudiants à explorer le contenu et à résoudre éventuellement le problème.

Le concept de *boîte noire* n'est pas nouveau. C'est une idée des ingénieurs qui remplacent, dans leurs plans et devis, une partie d'une machine complexe par une boîte résumant son rôle dans le processus global. L'idée a été reprise par Gérard Fourez dans son îlot de rationalité¹. Une situation problématique peut être représentée par une série de boîtes noires liées les unes aux autres formant une toile complexe et interdisciplinaire. Ouvrir une boîte noire implique de trouver des réponses à des sous-questions permettant éventuellement de trouver une solution à la problématique principale. On peut ouvrir une boîte noire en classe, en laboratoire, à la maison en lisant un livre, un site Internet ou en discutant avec une personne ressource.

En classe, c'est l'enseignant qui fournit les questions à répondre. Après quelques APP, il est aussi possible de demander aux étudiants de construire leurs propres questions. Les équipes ont, en général, une heure ou deux pour réfléchir, fouiller le livre de référence ou internet et rédiger leurs réponses. Ce travail fait en classe a deux rôles principaux. Il s'agit premièrement d'une activité formative permettant aux étudiants de construire de nouveaux savoirs. Il me permet aussi de connaître les difficultés rencontrées par les étudiants. Je pourrai insister sur celles-ci lors de mon retour la semaine suivante.

Lors d'une expérience en laboratoire, je propose de nouveau une question à répondre. Faire l'expérience n'est qu'une autre façon d'ouvrir une boîte noire. Le laboratoire est donc situé dans le contexte de la problématique et a comme objectif de fournir de l'information nouvelle permettant de résoudre la question initiale.

¹ Fourez, Gérard et Véronique Englebert-Lecompte. *Alphabétisation scientifique et technique: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. De Boeck Université, 1994, 220 p.



L'annexe 2 présente toutes les situations problématiques réalisées dans le cadre des trois cours de physique obligatoires. Elles comprennent la mise en situation, des lectures, les contenus visés et les questions à répondre en classe. Une courte description des expériences en laboratoire est incluse.

L'annexe 3 présente le document projeté en classe pour le problème 0 du cours 203-NYA-05 *Mécanique*. Il donne un bon exemple du déroulement de l'APP en début de session.



L'évaluation

L'évaluation passe par quatre stades. À la maison, le guide de travail remis en classe encourage les étudiants à lire les sections du manuel obligatoire, à consulter des sites internet et à faire des exercices formatifs. Depuis quelques temps, je suggère fortement aux étudiants de faire les lectures avant l'APP. De cette façon, ils sont plus aptes à trouver les réponses aux questions présentées en classe. Cette pédagogie inversée est de plus en plus populaire dans le milieu collégial. Elle permet, entre autres, d'être plus efficace lors des activités dans la classe du XXIe siècle.

En classe, il y a une évaluation formative à travers le travail des étudiants autour des questions posées par l'enseignant. Je rencontre chacune des équipes et je m'informe sur leur démarche. Je réponds à des questions précises sur les activités à réaliser. Je clarifie certains points et guide les équipes. Cette partie est plus difficile lorsque le nombre d'étudiants est élevé.

À la fin de l'APP, les étudiants rédigent parfois un rapport résumant leur démarche. Les parties du rapport reflètent les cinq étapes de l'APP : résumé de la problématique, savoirs antérieurs, liste des boîtes noires, ouverture des boîtes noires et synthèse. Parmi les boîtes noires ouvertes, on retrouve les réponses aux questions vues en classe, mais surtout les réponses aux questions posées lors des expériences en laboratoire. Je demande parfois d'ouvrir une boîte noire au choix sur un sujet touchant d'autres disciplines que la physique et permettant de résoudre le problème. Le but de cette boîte noire est de montrer aux étudiants qu'un problème réaliste est toujours interdisciplinaire.

Finalement, l'examen écrit constitue le dernier stade de l'évaluation et le plus important en terme sommatif. Trois ou quatre fois dans la session, les étudiants sont soumis à un examen comprenant de cinq à dix questions. Ces questions prennent deux formes : des questions à développement mathématique du style des exercices présentés dans le livre de référence et des questions de compréhension sans calcul. Mes examens n'ont pas vraiment changé avec la venue de l'APP dans mes cours.



La classe du XXI^e siècle

Jusqu'en 2012, j'utilisais l'APP dans des locaux standards. Les étudiants formaient des équipes de quatre autour de petites tables rectangulaires, la plupart d'entre eux cherchaient les informations dans le manuel obligatoire, quelques-uns avaient un ordinateur portable avec ou sans connexion internet selon l'humeur du réseau sans fil et je projetais mes PowerPoint sur un écran. En bref, l'environnement physique n'était pas optimal pour le travail d'équipe ou la recherche d'information.

L'arrivée de la classe du XXI^e siècle a tout changé (voir la figure 2). Les étudiants sont réunis autour de tables ovales de 6 ou 7 places. Chaque table est munie d'un ordinateur connecté à un projecteur interactif pouvant projeter sur un tableau blanc installé sur le mur. Ces ordinateurs sont aussi connectés à internet. Au centre des tables on retrouve des prises de courant permettant à ceux qui ont des ordinateurs portables de se brancher. Le plancher est couvert de tapis pour réduire le bruit. L'enseignant, à l'aide de son poste informatique, peut lui aussi projeter sur son tableau et peut prendre le contrôle de certains ou tous les projecteurs de la classe selon les besoins. Les projecteurs sont contrôlés soit par l'ordinateur, soit par un crayon spécial. Le logiciel libre Open Sankore¹, conçu spécialement pour ce type de projecteur, permet d'écrire virtuellement sur les tableaux. Il donne aussi accès à une multitude d'applications comme un rapporteur d'angle, une calculatrice, une carte du monde, un compas, etc. Finalement, l'éclairage est tamisé, les chaises sont rembourrées et les couleurs, agréables.

¹ OPEN SANKORE. [En ligne], <http://open-sankore.org>, (site consulté le 6 juin 2013).



Figure 2 La classe du XXIe siècle.

L'environnement physique adapté est intéressant, mais il doit être bien utilisé. J'ai réalisé rapidement que les ordinateurs et les projecteurs interactifs peuvent être autant des outils fantastiques d'apprentissage qu'une source de distraction. Il ne suffit pas de présenter un APP et de laisser les étudiants avec cette technologie en espérant qu'il en résulte un apprentissage significatif, du moins pas en début de session. L'annexe 3 peut donner une idée des étapes réalisées en classe lors de la première semaine de cours. J'ai tenté de créer une démarche claire permettant d'atteindre le but recherché, soit résoudre la problématique. Pour faciliter le travail, j'utilise des pastilles dans mes projections symbolisant le travail à réaliser. Par exemple, lorsqu'il s'agit de chercher une information sur internet, j'utilise l'icône d'un ordinateur. S'il faut utiliser le projecteur interactif pour illustrer un problème, j'utilise l'icône d'un tableau etc. En passant d'une courte activité à une autre, j'encourage les étudiants à structurer leur approche de résolution de problème. Après quelques APP, il est possible d'être moins directif et de laisser plus de place à l'autonomie et à la créativité.

Le projecteur interactif permet, entre autres, à une équipe de travailler ensemble sur le même schéma ou calcul. Un membre de l'équipe prend alors le contrôle de l'ordinateur ou du crayon



interactif et suit les consignes de l'équipe. Sans ce projecteur, les étudiants ont tendance à travailler seulement avec les personnes assises à leur gauche ou à leur droite. Ce type d'activité est très rassembleur, tout le monde ayant la chance de contribuer au résultat final. Est-ce que ce type de projecteur est nécessaire? Je ne crois pas. En fait, quelques problèmes d'ordre technique m'ont convaincu que des projecteurs standards sur des tableaux blancs auraient probablement suffi.

L'accès à internet et au réseau sans fil est aussi très apprécié. Il est possible de trouver des informations, des vidéos, des animations et des applications en lien avec la problématique. Certaines équipes en font parfois un jeu, chacune essayant de trouver la meilleure animation permettant d'expliquer le phénomène étudié. Il en résulte une compétition saine où le but est d'impressionner les collègues et l'enseignant. Les étudiants sont parfois très fiers de montrer leur schéma aux autres. En fait, lorsque le travail projeté est intéressant, je m'avance souvent vers le tableau en question pour attirer l'attention des autres étudiants sur le travail réalisé. C'est alors l'occasion idéale pour donner une explication ou pour résumer le contenu présenté sous la forme d'un cours exposé magistral.



L'impact et la pertinence de l'APP dans la classe du XXI^e siècle

Qu'en est-il de la perception des étudiants face à cette approche et ce local peu conventionnels? Est-ce que les buts généraux du programme sont atteints en tout ou en partie? Est-ce que l'apprentissage est significatif et transférable? Les réponses à ces questions ne sont pas simples.

En début de session, les étudiants se classent généralement en trois sous-groupes : les intéressés, les inquiets et les traditionnels. Les intéressés, comme on peut le deviner, sont prêts à embarquer dans une approche différente. Les inquiets, en revanche, se questionnent plus. Il suffit, en général, de bien expliquer ce qui est attendu d'eux pour les rassurer. Les traditionnels sont plus coriaces. Ils remettent en question l'intérêt d'une telle approche et préfèrent les méthodes plus traditionnelles parce qu'ils croient mieux performer dans ce type d'apprentissage. Pourquoi, en effet, changer ce qui fonctionne pour eux? Finalement, tout est une question de choix idéologique. Lorsqu'on croit en ce qu'on fait, on réussit habituellement à convaincre les autres. De toute façon, il est impossible de plaire à tout le monde. Il est surprenant de voir le changement d'attitude chez les étudiants. Ils deviennent très performants après seulement deux ou trois APP. Lorsqu'on leur donne la chance, ils peuvent se surpasser et développer une autonomie insoupçonnée. Le fait de travailler dans la classe du XXI^e siècle aide beaucoup. Lorsqu'ils entrent dans ce local, les étudiants prennent conscience de la nature différente du cours qui s'en vient.

Le travail en équipe peut poser quelques difficultés. Il devient parfois difficile de travailler avec sept équipes de six ou sept personnes. Lors du travail en classe, il y a effectivement beaucoup de bruit et il devient parfois difficile de se concentrer. Un recouvrement de tapis au sol et l'ajout d'absorbants sur les murs contribuent à réduire le bruit dans la classe. De plus, l'enseignant ne peut répondre aux questions de toutes les équipes en même temps. Dans une activité de deux heures, il est possible de rencontrer chacune des équipes deux ou trois fois.

Un des principaux commentaires positifs sur l'APP et la classe du XXI^e siècle concerne la motivation. Plusieurs étudiants, même certains *traditionnels*, m'ont fait part de leur intérêt pour l'approche parce qu'elle permettait de mettre leurs apprentissages en contexte. Depuis



que j'utilise cette stratégie pédagogique, on en me demande plus « à quoi pourront bien servir ces connaissances? ». Plusieurs commentaires concernent aussi la rétention et le transfert des connaissances. Les étudiants disent avoir plus de facilité à se souvenir et à appliquer leurs nouveaux savoirs parce qu'ils les ont abordés dans une classe stimulante contenant des outils technologiques pertinents. Par exemple, plusieurs aiment bien projeter leur travail sur les écrans. Il est alors possible de travailler en équipe sur le même schéma et de partager leur travail avec les autres équipes.



Conclusion

L'apprentissage par problème n'est pas une fin en soi et la classe du XXI^e siècle ne règle pas tous les problèmes. Il ne s'agit que d'une stratégie pédagogique parmi d'autres dans un local adapté. Le but est toujours le même : placer l'étudiant dans une situation d'apprentissage significatif. Je crois avoir réussi à ce niveau en plaçant mes étudiants dans des situations réelles ou réalistes et en leur demandant de résoudre un problème dont la solution n'est pas encore connue. Le rôle de l'enseignant n'est plus de professer ses connaissances, mais de guider l'étudiant dans la construction de ses propres connaissances. Le rôle de la classe n'est plus simplement de *contenir* les étudiants, mais de contribuer à leur apprentissage.

J'utilise souvent l'analogie du sport pour expliquer ce que je tente d'accomplir dans mes cours. Lorsqu'on apprend les techniques d'un nouveau sport, le badminton par exemple, il ne suffit pas d'être assis sur une chaise et d'écouter son instructeur. Il faut plutôt pratiquer, apprendre dans l'action le sport en question et se laisser guider par l'instructeur dans un local adapté et en utilisant du matériel adéquat. Même si ce genre d'approche semble évidente dans ce type d'activités, il y a encore un blocage lorsqu'appliquer dans d'autres domaines. Les étudiants et les enseignants semblent encore réfractaires à l'idée de laisser leurs rôles habituels et d'utiliser un local et du matériel adaptés. Pourquoi, en effet, changer ce qui semble fonctionner depuis des années?

Annexe 1 : Document expliquant l'APP aux étudiants

L'APPRENTISSAGE PAR PROBLÈMES

Voici comment Guilbert & Ouellet, dans leur livre intitulé *Étude de cas; Apprentissage par problèmes*¹, définissent l'apprentissage par problèmes :

« Processus de résolution d'un problème complexe où les participants, regroupés par équipes, travaillent ensemble à chercher des informations et à résoudre un problème réel ou réaliste proposé de façon à développer des compétences de résolution de problèmes et à faire en même temps des apprentissages de contenu. »

Ainsi la résolution d'un problème est un processus, c'est-à-dire une suite d'étapes organisées conduisant éventuellement à un résultat. **Le résultat attendu est un apprentissage** et non une solution au problème posé. Si le résultat obtenu n'est pas satisfaisant, l'équipe doit poursuivre le travail et revenir à certaines des étapes. Donc, une grande part de la responsabilité repose sur les épaules des apprenants et le résultat de la démarche dépend grandement de l'implication des étudiants.

L'enseignant, quant à lui, joue un rôle de guide. Il présente le problème aux équipes, donne des indices, accompagne les étudiants dans leur processus et évalue le travail résultant. Selon Guilbert & Ouellet :

« L'enseignant doit :

- s'assurer d'une démarche cohérente;
- s'assurer que les questions importantes sont couvertes; [...]
- s'assurer de la compréhension et de la progression de la démarche des apprenants; [...]
- favoriser les interactions entre les apprenants, notamment en ayant soin de faire participer l'ensemble des individus et non quelques leaders seulement; [...]
- être attentif aux besoins individuels et à la bonne marche des équipes; [...]
- faire confiance aux apprenants et accepter d'être dirigé par la démarche de ces derniers dans des secteurs qu'il connaît moins bien; »

Compte tenu des idées de Jean Piaget et de Guilbert & Ouellet sur l'apprentissage, on vous propose, à la page suivante, cinq étapes au processus de l'apprentissage par problèmes. Ce n'est pas la seule méthode possible.

On ne réalise pas toujours ces étapes dans cet ordre et tout le processus est itératif, c'est-à-dire qu'il faut revenir continuellement en arrière sur certaines étapes pour en arriver à un résultat satisfaisant.

¹ Tiré de GUILBERT, L. et L. OUELLET. *Études de cas; Apprentissage par problèmes*. Sainte-Foy, Presses de l'université du Québec, 1997, 136 p.

Étapes possibles d'un apprentissage par problème

Étapes	Description	Questionnement possible
Étape 1 Prendre conscience de la situation problématique (équipe)	Donner une description spontanée de la situation; clarifier les termes et les concepts; identifier les informations significatives; définir le problème jugé principal ou prioritaire; identifier le contexte.	De quoi s'agit-il? Quel est le contexte de la situation? Quels sont les aspects ou les éléments essentiels de la situation? Doit-on chercher des informations complémentaires? Est-ce qu'un problème (primaire) engendre d'autres problèmes (secondaires)? À quelles questions devons-nous tenter de répondre?
Étape 2 Énumérer les savoirs et les expériences antérieurs (équipe)	Identifier les savoirs et les expériences antérieurs significatifs; dresser un inventaire systématique des hypothèses, des solutions ou diagnostics possibles; faire une liste des acteurs concernés.	A-t-on déjà vu un problème semblable? Pouvons-nous faire une analogie? Que savons-nous déjà avant de commencer? Quels seraient les causes, les hypothèse, les solutions ou les diagnostics possibles à ce moment-ci? Qui est concerné par ce problème?
Étape 3 Identifier les éléments inexpliqués (équipe)	Faire une liste de boîtes noires à explorer; déterminer les aspects à approfondir; formuler des objectifs de recherche et d'étude; identifier les ressources; répartir les tâches.	Quels sont les termes que je ne comprends pas? Quels sont les éléments inexpliqués (boîtes noires)? De quoi avons-nous besoin? Avons-nous déjà ces informations? Où chercher? Qui rencontrer? Que devons-nous faire? Comment répartir les tâches?
Étape 4 Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires (seul ou par deux)	Ouvrir des boîtes noires; se documenter dans plusieurs sources de références; faire des résumés ou des réseaux conceptuels; réaliser des expériences de laboratoire ou sur le terrain; rencontrer des spécialistes.	Comment définir les principaux termes? Est-ce que les informations sont crédibles? Quelles sont les informations à retenir? Comment pouvons-nous les résumer? Quelles expériences devons-nous réaliser? Quelles personnes devons-nous rencontrer? Quelles questions posées? Quels livres, articles ou site Internet consulter? Devons-nous continuer à chercher et à expérimenter?
Étape 5 Synthétiser et choisir la solution (équipe)	Mettre en commun les nouveaux savoirs et boîtes noires; synthétiser l'information et tenter de résoudre le problème en appliquant les nouveaux savoirs (connaissances ou habiletés) au problème; construire de nouveaux savoirs si nécessaire; déterminer les critères de choix; retenir la solution ou le diagnostic le plus pertinent.	Quelles sont les savoirs et boîtes noires pertinents au problème? Est-ce que les informations sont contradictoires? Pouvons-nous maintenant résoudre le problème? Devons-nous construire de nouveaux savoirs? Quels sont les diagnostics, les solutions ou les actions à retenir? Quels sont nos arguments? Quels sont nos critères pour retenir la solution ou le diagnostic le plus plausible?
Objectivation et retour critique (équipe ou grand groupe)	Revenir sur le processus, les acquis et les stratégies utilisées; évaluer la valeur des connaissances produites.	Comment avons-nous résolu ce problème? Est-ce que nos stratégies étaient appropriées? Que devrions-nous améliorer dans l'avenir? Qu'avons-nous appris? Est-ce satisfaisant et valable? Sommes-nous adaptés à la situation?

LE TRAVAIL

Comment maintenant passer de ces concepts plutôt théoriques à la réalisation d'un travail écrit? Il s'agit de se donner un plan de travail, un peu comme le plan de cours organise l'ensemble de la session. Il faut, entre autres :

- former des équipes, échanger les numéros de téléphones et les adresses de courriel, établir les règles de fonctionnement de l'équipe et les responsabilités de chacun (secrétaire, leader, représentant, rédacteur, ...).
- Établir un échéancier des tâches à accomplir (lectures, expériences, calculs, ...).
- S'inspirer des cinq étapes de l'apprentissage par problèmes.
- Rédiger le rapport demandé.

Rappelez-vous que le but de l'apprentissage par problèmes est de construire de nouveaux savoirs et d'explorer le contenu disciplinaire, donc d'apprendre! Trouver une ou des solutions aux problèmes n'est qu'accessoire dans ce contexte. Toutes les étapes devraient être pensées et réalisées en fonction de cet objectif.

Les différentes parties de votre rapport écrit sont basées sur les cinq étapes de l'APP.

Partie #1. Introduction

- Contexte de la situation
- Définition de la problématique

Pour bien démarrer un apprentissage par problèmes (APP), il faut définir le contexte et la problématique le plus précisément possible. Un sujet mal défini au départ entraîne d'autres difficultés par la suite. Chaque équipe peut percevoir le problème de façon différente, c'est ce qui rend l'APP intéressante. Il ne faut pas avoir peur de redéfinir sa problématique en cours d'apprentissage si on en sent le besoin.

Partie #2. Savoirs et expériences antérieurs

- Analogies ou problèmes semblables
- Les personnes concernées par le problème
- Solutions ou hypothèses de départ

Dans cette partie, on énumère les savoirs et les expériences antérieurs qui pourraient être utiles dans le contexte du problème. On peut aussi proposer des cas semblables et des analogies pour aider à mieux cerner la situation. La rédaction d'une liste des gens concernés et d'une liste de solutions ou hypothèses possibles peut aider à préciser la recherche et la construction de savoirs plus tard.

Partie #3. Liste des boîtes noires possibles

Faire une liste des éléments et des termes inexplicables qui mériteraient d'être approfondis. Comme un problème réaliste est toujours interdisciplinaire, les éléments inexplicables peuvent toucher différentes disciplines (physique, chimie, biologie, mathématique, mais aussi technologie, histoire, art, sport, sociologie, psychologie, religion, ...). Choisir quelques-uns des éléments parmi cette liste qui seront étudiés dans la partie suivante. On choisit souvent

ces éléments en fonction de leur pertinence, des objectifs du cours et du temps à notre disposition.

Partie #4. Ouverture de boîtes noires

- Définitions des principaux termes
- Explications des éléments inexpliqués retenus

C'est l'étape la plus longue. On développe chaque élément inexpliqué en fonction de la problématique de départ. L'ouverture d'une boîte noire peut prendre plusieurs formes (lecture d'un livre ou d'un site Internet, expérience en laboratoire, essai en situation réelle, discussion avec un enseignant ou une personne ressource, ...). Il s'agit de bien identifier notre source d'information et de faire un résumé de ce qu'on a appris. C'est dans cette partie que l'on explore, entre autres, les contenus du cours. L'utilisation de schémas, de graphiques ou de calculs est possible et souvent souhaitable pour aider le lecteur à mieux comprendre.

Si la boîte noire est une expérience de laboratoire, on présente l'information comme un rapport ou une partie de rapport de laboratoire habituel (selon les consignes de l'enseignant) avec une introduction, un cadre théorique et méthodologique, une instrumentation et des manipulations, des observations, des calculs et des résultats, une discussion et une conclusion. Vous trouverez un exemple de rapport de laboratoire dans la section *Outils* de mon site Internet.

Partie #5. Synthèse

- Résumer et interpréter les boîtes noires ouvertes en fonction de la problématique
- Proposer une ou des solutions au problème en fonction de ces boîtes noires

Comme un bon détective, on fait ici des liens entre les informations à notre disposition. On synthétise tous les savoirs construits pour en arriver à une solution viable au problème défini. Il peut arriver, parfois, de ne pas pouvoir offrir de solution au lecteur, mais il faut lui expliquer pourquoi c'est le cas. La synthèse est aussi l'endroit idéal pour proposer une suite au problème et prendre conscience de la nature inter-disciplinaire d'un problème réaliste.

Annexe 2: APP dans les trois cours de physique obligatoires dans le programme Sciences de la nature

Les documents donnés aux étudiants sont légèrement différents de ceux présentés dans l'annexe. J'inclus souvent des images. Je propose toujours une liste d'exercices à faire. De plus, j'utilise les présentations Powerpoint pour présenter les questions à répondre en classe et en laboratoire. Pour mieux comprendre ce que je fais en classe, je présente mon Powerpoint pour le problème 0 du cours *203-NYA-05 Mécanique* dans l'annexe 3.

203-NYA-05 Mécanique

PROBLÈME 0 : Un saut stratosphérique

Felix Baumgartner vient tout juste de faire un saut préparatoire dans le cadre de son entraînement pour son éventuel saut stratosphérique. L'analyse du premier saut permettra de mieux préparer le second où un des objectifs est de dépasser la vitesse du son.

L'équipe Red Bull Stratos fait appel à vos services en tant que consultant en physique pour analyser les données du saut préparatoire. Felix aimerait savoir si la vitesse du son est atteignable. Pour alimenter vos réflexions, on vous fournit les mesures GPS du saut préparatoire ainsi que les données prévues pour le saut final.

Saut préparatoire :

- Altitude initiale : 21828 m
- Vitesse maximale : 163 m/s à une altitude de 18274 m après 30 s
- Ouverture du parachute : 2503 m après 3 m 40 s en chute libre.

Saut final prévu:

- Altitude initiale : 39000 m
- Vitesse maximale souhaitée : la vitesse du son

À lire :

- Serway (2012). *Physique Mécanique*¹ :
 - ✓ Les chapitres 1 et 3 ne font pas partie du problème 0. Ce sont des chapitres de révision de concepts de base en physique et mathématique.
 - ✓ Chapitre 1 : sections 1.1 à 1.6
 - ✓ Chapitre 3 : sections 3.1 à 3.4

 - ✓ Chapitre 2 : sections 2.1 à 2.8
 - ✓ Chapitre 6 : section 6.4
 - ✓ Chapitre 13 : sections 13.1 et 13.2

À faire :

- Comprendre les concepts de vecteurs déplacement, vitesse et accélération,
- Prédire le mouvement rectiligne des objets à vitesse et accélération constantes,
- Comprendre l'effet de la résistance de l'air sur le mouvement en chute libre,

À répondre :

- Tracer un graphique du déplacement en fonction du temps et un graphique de la vitesse en fonction du temps.
- Quelle est la vitesse maximale atteinte?
- Quelle est l'accélération moyenne pendant les 30 premières secondes?

Expérience de laboratoire:

- Chute libre.

¹ Serway, Raymond A. . *Physique tome 1 : Mécanique*. Édition Modulo. 2012.

PROBLÈME 1 : Au feu, eau secours!

Chaque été, de nombreux feux de forêt ravagent les forêts du Québec et du Canada. De causes naturelles ou humaines, bénéfiques ou dévastateurs, on tente tout de même de les contrôler et de les éteindre. L'avion CL-415 est le dernier né des avions citernes de la compagnie Bombardier utilisé dans la lutte contre ces incendies de forêt.

L'habileté et les connaissances des pilotes sont testées quotidiennement lors du repérage des feux, de l'écopage, des vols au-dessus des arbres et du largage. Par exemple, lors d'un largage, le pilote doit ouvrir les portes des réservoirs au bon moment pour atteindre le feu au sol.

On vous engage comme instructeur pour former la prochaine génération de pilotes de CL-415. Dans cette formation, vous aurez, entre autres, à enseigner les rudiments d'un largage réussi au-dessus d'un feu et les conséquences des feux de forêt sur l'écosystème.

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 4 : sections 4.1 à 4.6

À consulter:

- Bombardier aéronautique :
http://www.bombardier.com/fr/3_0/3_3/3_3_8.html
- Ressources naturelles Canada :
http://fire.cfs.nrcan.gc.ca/faq_fire_f.php
- Ressources naturelles Québec :
<http://www.mrn.gouv.qc.ca/echo-foret/2002-10/savoir/savoir.jsp>

À faire :

- Décrire les mouvements de translation de différents corps.
- Décrire le mouvement relatif dans différentes situations.
- Comprendre et savoir utiliser les variables et les équations de la cinématique de translation à accélération constante.

À répondre :

- Quels sont les concepts et les équations clés nécessaires pour calculer la trajectoire de l'eau évacuée par l'avion citerne?
- Quelles sont les données connues sur le vol d'un avion citerne CL-415? Vitesse, altitude de largage, angle de vol au largage, temps pour évacuer l'eau des réservoirs.
- Que voit le pilote dans son cockpit par rapport à un observateur au sol?
- Comment la vitesse du vent pourrait-elle affecter la trajectoire de l'eau par rapport à un observateur au sol et un observateur dans le cockpit?

Expérience de laboratoire:

- Chute d'eau parabolique + évaluation des incertitudes.

PROBLÈME 2 : Attention, piéton!

Vous êtes enquêteur pour la police et on vous demande d'enquêter sur un accident de la route mortel impliquant une automobile et un piéton. Vous vous rendez aussitôt sur les lieux de l'accident afin de recueillir le témoignage des témoins et les informations nécessaires à la suite de l'enquête.

Selon le premier témoin, un piéton qui a assisté à la scène, l'accident s'est produit en fin d'après-midi lors d'une journée ensoleillée. Il dit avoir vu un autre piéton traversé une courbe. Selon lui, l'automobile arrivait de l'Est. Le conducteur a bien tenté de freiner, mais il a quand même percuté le piéton.

Le conducteur de l'automobile, encore sous le choc, vous raconte qu'il roulait vers l'Ouest et a pris une courbe en respectant la vitesse limite lorsqu'un piéton a surgi devant lui. Il a tenté de freiner en bloquant ses roues, mais il n'a pu l'éviter. Il semble effectivement que le conducteur ait tenté de freiner car on peut encore voir des marques de freinage sur la chaussée. Après vérification du dossier du conducteur, vous découvrez qu'il a déjà été impliqué dans un autre accident de la route il y a deux ans.

En tant qu'enquêteur, vous devez recueillir toutes les informations nécessaires et déterminez les causes possibles de l'accident qui seront présentées lors d'un éventuel procès. Les procureurs de la couronne décideront, à la lumière de vos recommandations, s'il faut porter des accusations criminelles.

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 5 : sections 5.1 à 5.8
 - ✓ Chapitre 6 : sections 6.1 à 6.4

À consulter:

- Freins ABS :
http://www.tc.gc.ca/securiteroutiere/tp/tp13082/abs1_f.htm
- Société de l'assurance automobile du Québec:
<http://www.saaq.gouv.qc.ca/prevention/vitesse/ralentir/index.html>
- Jeu sur le temps de réaction d'un conducteur :
<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/Reaction/reactionTime.html>
- Documentation sur quelques aspects physiques de la circulation routière :
http://www.rpn.ch/cer/Concerpop/Documents/Lois_physiques.doc

À faire :

- Appliquer les concepts et les lois de la dynamique à l'analyse du mouvement des corps.
- Comprendre les principes de fonctionnement des freins ABS et leur impact sur la conduite automobile.

À répondre :

- Décrivez les forces en présence sur l'automobile?
- Quel est le rôle de la courbe de la route dans cet accident?
- Quelles sont les données nécessaires pour calculer la vitesse initiale de l'automobile?
- Quel est le type de frottement agissant lorsque l'auto roule, freine, dérape dans le virage?
- Comment les marques de freinage peuvent-elles aider pour déterminer les causes de l'accident?

Expérience de laboratoire :

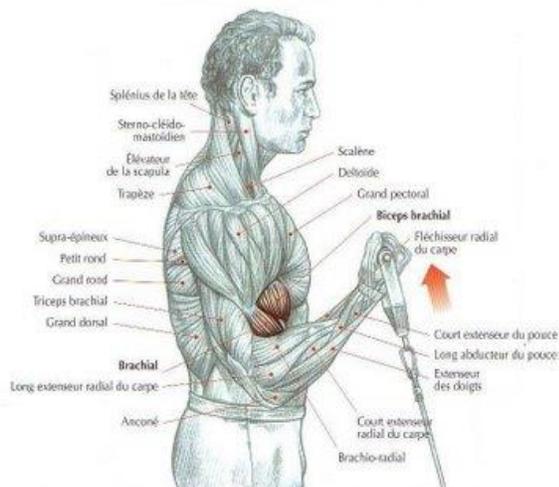
- Coefficients de frottement.

PROBLÈME 3 : Éducation physique

Vous venez de décider de vous mettre en forme. Pour ce faire, vous vous rendez désormais au centre d'entraînement près de chez vous deux fois par semaines. Les deux appareils d'entraînement illustrés au bas de la page ont particulièrement attiré votre attention. Avant de commencer l'exercice sur ces deux appareils, vous vous demandez s'ils sont bien adaptés à vos besoins.

Quels muscles seront sollicités lors de chacun ces exercices?
Quelle force et quelle puissance ces muscles devront-ils déployer?
Quel sera l'effet de cet exercice sur votre condition physique?
Est-ce que cet exercice vous permettra de perdre un peu de poids?

À la lumière de ces réflexions, vous pourrez juger si l'entraînement sur ces appareils convient à vos besoins. Pouvez-vous suggérer un appareil différent qui compléterait bien votre entraînement?



Entraînement 1 : flexion des bras

Tiré de <http://guide-musculation.blogspot.com>



Entraînement 2 : Extension des jambes

Tiré de <http://eu.precor.com/comm/fr/tools/workouts/?aid=str2>

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 7 : sections 7.1 à 7.9
 - ✓ Chapitre 8 : sections 8.1 à 8.5

À consulter:

- Les muscles du corps humain : <http://www.letempledelafirme.com/anatomie/>
- L'énergie du corps humain http://energie-environnement.ch/dp_pdf/brico_crde_docs/fc_corps_humain.pdf

À faire :

- Décrire différents types d'énergie : cinétique, potentielle, thermique, chimique.
- Effectuer des calculs de travail, de puissance et d'énergie dans des situations simples.
- Déduire le rendement d'un système physique donné.
- Employer différentes notions de physique pour décrire les mouvements du corps humain.

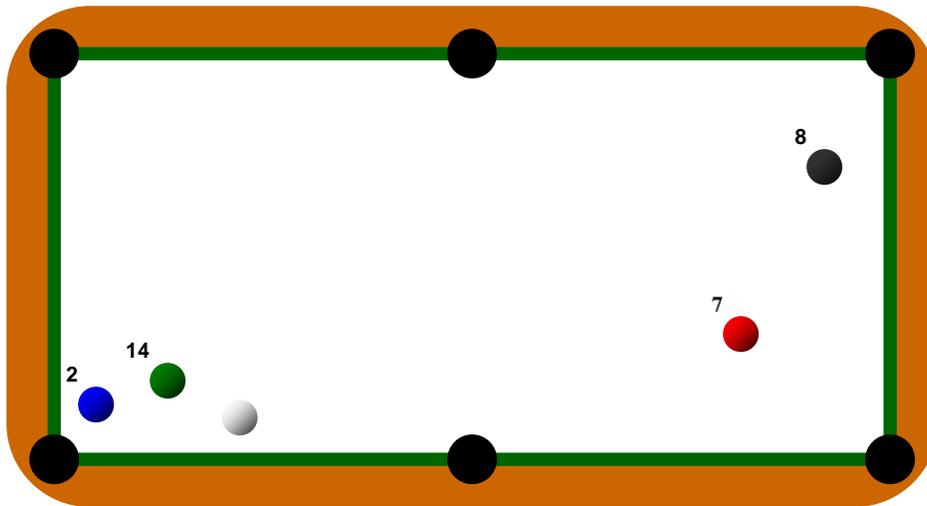
À répondre :

- Qu'est-ce que le travail et comment ce concept s'applique-t-il lors d'un entraînement en salle?
- Lors d'un même exercice en cardio, dépense-t-on plus d'énergie en le faisant plus rapidement? Pourquoi semblons-nous moins fatigués si nous le faisons lentement?
- Décrivez deux appareils d'entraînement en terme de transfert d'énergie?
- D'où provient l'énergie dépensée lors d'un exercice? Est-ce que l'énergie totale est conservée?
- Quel est le rendement du corps humain?

Expérience de laboratoire :

- Conservation de l'énergie.

PROBLÈME 4 : Le billard du vendredi soir



Vous jouez au billard avec des amis tous les vendredis soirs. Lors d'une partie particulièrement excitante, vous vous retrouvez devant la table décrite dans le schéma. C'est votre tour de jouer. Vous avez les « basses » (boules chiffrées en-dessous de 8). Quelle sera votre stratégie si vous ne pouvez mettre de l'effet sur la boule blanche? Quel coup est le plus facile ou le plus avantageux pour vous? Quels coups sont à éviter? N'oubliez pas que vous avez promis de payer la bouffe si vous perdiez!

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 9 : sections 9.1 à 9.7.

À consulter:

- Une simulation de billard :
<http://www.funny-games.biz/realpool.html>

À faire :

- Décrire les types de collisions entre différents corps.
- Appliquer le principe de conservation de la quantité de mouvement à différentes situations.
- Comprendre le lien entre la quantité de mouvement et l'énergie lors de collisions.

À répondre :

- Comment la troisième loi de Newton s'applique-t-elle au billard?
- Qu'est-ce que la quantité de mouvement? Est-ce qu'elle est conservée dans une collision avec la bande? Avec une autre boule?
- Décrivez la collision entre la baguette et la boule blanche en terme d'impulsion? Quel est l'ordre de grandeur de la force appliquée sur la boule pendant le contact?
- Est-ce que l'énergie est conservée lors d'une collision? Si non, où est l'énergie manquante?

Expérience de laboratoire :

- Collision sur table à coussin d'air.

PROBLÈME 5 : Pédaler sans dérailer

Les sports de compétition sont, de nos jours, plus qu'une question de gros muscles. Les meilleurs sportifs savent maintenant conjuguer stratégies, connaissances et techniques pour performer.

Vous vous entraînez pour le Raid Trans-Gaspésien : une traversée en vélo de montagne de 200 km à travers les monts Chic-Choc, de la Haute-Gaspésie à la Baie-des-Chaleurs. Vous planifiez ainsi votre programme d'entraînement avec précision pour arriver à un maximum d'efficacité et de forme physique lors de la compétition. Pour obtenir des résultats satisfaisants, vous êtes convaincus qu'il faudra recueillir des informations sur les questions suivantes :

Comment utiliser efficacement les changements de vitesse pour optimiser l'effort?

Quelle force minimale dois-je être en mesure d'appliquer sur les pédales pour monter la plus grosse côte du parcours?

Comment puis-je maintenir mon équilibre dans les passages délicats?

Bon entraînement et bonne chance pour la course!

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 10 : sections 10.1 à 10.9
 - ✓ Chapitre 11 : sections 11.2 à 11.5

À faire :

- Décrire les mouvements de rotation de différents corps.
- Comprendre et savoir utiliser les variables et les équations de la cinématique de rotation.
- Comprendre et savoir utiliser le concept de moment d'inertie.
- Comprendre et savoir utiliser le concept de centre de masse.
- Comprendre et savoir utiliser le concept de moment cinétique.

À répondre :

- Décrivez les variables de la cinématique en lien avec le vélo.
- Quels sont les liens entre la vitesse de rotation des pédales et la vitesse du vélo?
- Comment peut-on utiliser efficacement les engrenages sur le pédalier et la roue arrière?
- Qu'est-ce que le moment d'inertie des roues?
- Quelle est la force résultante sur la roue arrière connaissant la force exercée sur les pédales?
- Pourquoi est-il plus facile de se tenir en équilibre sur un vélo en mouvement?

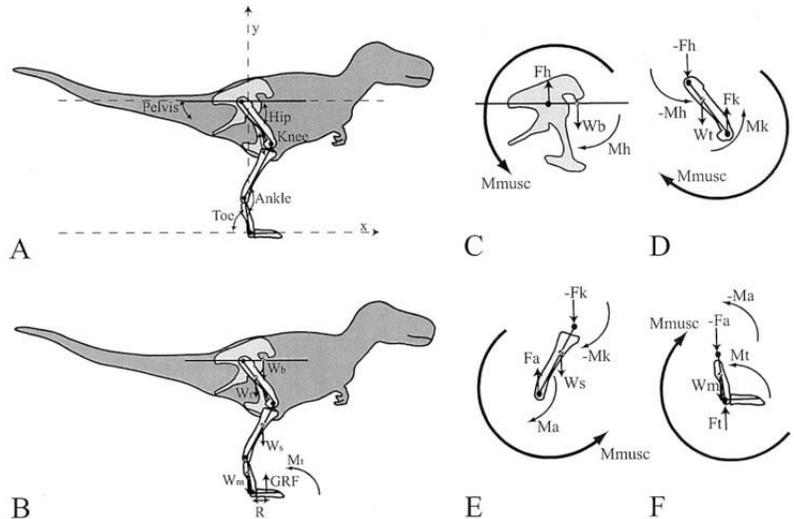
Expériences de laboratoire :

- Cinématique de rotation avec un vélo.
- Dynamique de rotation avec un vélo.

PROBLÈME 6 : Parc jurassique

Le tyrannosaure était-il un prédateur ou un charognard? Pouvait-il atteindre de grandes vitesses pour capturer ses proies ou était-il beaucoup plus lent que ne le laisse croire plusieurs films d'Hollywood? Certains paléontologues utilisent la physique et leur connaissance de l'anatomie et la physiologie animales pour reconstruire la marche de ces animaux disparus. Certains continuent de croire que le tyrannosaure était rapide tandis que d'autres croient au contraire qu'il était plus lent. Qu'en pensez-vous?

L'analyse biomécanique de la marche de certains animaux encore existant pourrait peut-être aider les chercheurs à trouver une solution à ce problème. En effet, on peut comprendre les mouvements d'un animal, tel que le tyrannosaure, par l'analyse d'animaux comme l'autruche ou la poule, par exemple. Avec les données connues sur le squelette du tyrannosaure et sur nos connaissances des muscles, on peut calculer les forces et moments de force responsables de la marche et prévoir ainsi la vitesse de l'animal.



Tiré de <http://www.rvc.ac.uk/AboutUs/Staff/jhutchinson/documents/JRH13.pdf>

À lire:

- Serway (2012). *Physique Mécanique* :
 - ✓ Chapitre 12 : sections 12.1 à 12.3

À consulter:

- La marche du Tyrannosaure (en anglais) : <http://www.amnh.org/exhibitions/dinosaurs/theropod/walk.php>
- L'étude mécanique du Tyrannosaure (en anglais) : http://whyfiles.org/shorties/099run_dino/

À faire :

- Décrire les conditions d'équilibre des corps statiques.
- Comprendre les concepts de moment de force et de centre de gravité.

À répondre :

- Décrivez les forces en présence sur la jambe d'un tyrannosaure?
- Est-ce que les forces sont concourantes?
- Quels sont les moments de force en présence sur la jambe?
- Quelles sont les conditions d'équilibre nécessaire pour que le tyrannosaure puisse se tenir debout sans bouger?
- Comment le centre de gravité affecte-t-il les forces sur la jambe du tyrannosaure?
- Est-ce que le tyrannosaure est en équilibre stable, instable ou indifférent?

Expériences de laboratoire :

- Le moment de force.

203-NYB-05 Électricité et magnétisme

PROBLÈME 0 : Lavez, lavez, savez-vous sécher?

Vous venez de porter votre dernier chandail propre. Comme vous avez des cours le lendemain, vous décidez de faire le lavage de vos vêtements. Avant d'aller dormir, vous faites sécher vos vêtements dans la sècheuse. Vous mélangez les bas de coton avec les chandails de laine et les pantalons en nylon. Le matin, avant de partir pour l'école, vous enfiler votre chandail de laine préféré sorti tout droit de la sècheuse et vous cherchez le bas manquant, mais sans succès.

Votre ami vous révèle, après trois heures de cours de physique, que vous avez un bas collé au dos de votre chandail. Vous comprenez enfin pourquoi on rigolait de vous depuis votre arrivée!

À lire :

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 1 : sections 1.1 à 1.5, exemples 1.1 à 1.3

À consulter :

- Liste triboélectrique :
http://www.gel.usherbrooke.ca/leroux/projet/data/Moteur/chap5/liens/elec_sta.htm
- Article « La chaussette voleuse » paru dans le Journal Le Soleil
<http://www.cyberpresse.ca/article/20070107/CPSCIENCES/70107049/1020/CPSCIENCES>

À faire :

- Comprendre les concepts de charge électrique, de conducteurs et d'isolants, la loi de Coulomb.

À répondre:

- Quelle est la force qui colle ensemble le bas et le chandail? Comment peut-on la décrire mathématiquement?
- Pourquoi est-elle apparue après le séchage et pas avant?
- Y a-t-il des trucs pour empêcher ce type de phénomène plutôt embarrassant?

PROBLÈME 1 : Oui, allo!

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) se questionne sur l'utilisation d'appareils électriques produisant des champs électrique et magnétique. Selon l'OMS,

*«**Les champs électromagnétiques** dans toute la gamme des fréquences, qui sont de plus en plus présents dans notre cadre de vie, suscitent de fait toujours plus d'inquiétude et alimentent les spéculations. A présent, tous les habitants de notre planète y sont exposés peu ou prou, les niveaux d'exposition continuant toutefois d'augmenter globalement à cause de la diffusion des techniques concernées.»*

(tiré de <http://www.who.int/peh-emf/fr/index.html>)

Depuis quelques années, certains groupes sont préoccupés par les effets d'une exposition prolongée au champ électrique produit par les téléphones cellulaires. Selon le site Doctissimo,

«Maux de tête, troubles auditifs, picotements de la peau, clignements oculaires, pertes de mémoire, troubles de la concentration, bourdonnements d'oreilles... Les études contradictoires se multiplient pour démontrer les dangers des téléphones portables.»

(tiré de http://www.doctissimo.fr/html/sante/mag_2000/mag1/sa_1649_telepho_porta.htm)

D'autres groupes, en revanche, semblent dire que les études traitant des effets des radiations émises par les téléphones cellulaires sur la santé ne sont pas concluantes. Selon le site Gizmodo,

« Que la génération portable se rassure, les premières conclusions d'une étude menée par une équipe d'experts britanniques viennent de nous parvenir. Et à notre grand soulagement, il semblerait que les personnes qui utilisent régulièrement un téléphone portable ne présentent pas plus de risques que d'autres de développer une tumeur au cerveau.»

(tiré de http://fr.gizmodo.com/2006/01/21/le_telephone_portable_sans_dan.html et

<http://www.bloomberg.com/apps/news?pid=10000100&sid=a8mbrEgqSKsc&refer=germany>)

Malgré les débats et les différentes études, le sujet demeure très controversé! Selon vous, est-ce que l'utilisation du téléphone cellulaire peut causer des problèmes de santé? Est-ce que vous utiliseriez un téléphone cellulaire sachant que les effets sur la santé sont plus ou moins connus à ce jour?

À lire :

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 2 : sections 2.1 à 2.6, exemples 2.1 à 2.7
- Chapitre 8 : section 8.1
- Chapitre 9 : section 9.1
- Chapitre 13 : 13.3, 13.4, 13.6 et 13.7

À faire :

- Comprendre les concepts de champs électrique et magnétique et de ligne de champ électrique.
- Calculer le champ électrique produit par des charges électriques.
- Décrire le mouvement des charges dans un champ électrique uniforme.
- Comprendre le principe de la cage de Faraday.
- Comprendre le concept d'onde électromagnétique.

À répondre :

- Que sont les champs électrique et magnétique?
- Comment le champ électrique interagit-il avec les tissus vivants?
- Qu'est-ce qu'une cage de Faraday?

PROBLÈME 2 : Mon cœur s'électrise

« Au Canada, entre 35 000 et 45 000 personnes meurent chaque année d'un arrêt cardiaque subit. »¹

C'est ce que nous apprend le site de la *Fondation des maladies du cœur*. Il serait possible de diminuer ces statistiques avec l'utilisation d'un défibrillateur externe automatisé (DEA). Selon la même source :

« Un défibrillateur externe automatisé (DEA) est un appareil équipé de composantes électroniques sophistiquées servant à identifier le rythme cardiaque et à administrer une décharge électrique destinée à rectifier l'activité électrique anormale du cœur »

Malgré l'apparition des nouveaux défibrillateurs plus faciles à opérer certains décideurs hésitent encore à les rendre accessibles au public. Pourtant, leur efficacité semble reconnue :

« Pour chaque minute d'attente avant la défibrillation, le taux de survie lors d'un arrêt cardiaque diminue de 7 % à 10 %. Après plus de 12 minutes de fibrillation ventriculaire, le taux de survie chez l'adulte se situe sous les 5 % »

Dans le cadre d'un projet spécial d'implantation des DEA dans le cégep, on vous demande de réaliser un plan de formation pour les intervenants en secourisme du collège. Plusieurs questions pourraient trouver réponse dans la formation: Comment fonctionne cet appareil? Comment faut-il placer ce DEA sur le malade? Qu'arriverait-il si on utilisait un DEA sur une personne qui n'en a pas besoin? etc.

À lire:

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 4 : sections 4.1 à 4.3, 4.5, exemples 4.1 à 4.4
- Chapitre 5 : sections 5.1 à 5.3, 5.5 et 5.6 et exemples 5.1, 5.2, 5.6 à 5.8 et 5.11
- Chapitre 7 : section 7.5

À consulter:

- Le site de la Fondation des maladies du cœur :
<http://ww2.fmcoeur.ca/Page.asp?PageID=907&ArticleID=5822&Src=living&From=SubCategory>

À faire :

- Comprendre les concepts de potentiel électrique, de différence de potentiel et d'équipotentielle.
- Comprendre les concepts de condensateur et de capacité.
- Savoir calculer la capacité équivalente d'association de condensateurs.
- Comprendre les concepts de charge et décharge d'un condensateur.

À répondre :

- Qu'est-ce que la différence de potentiel (DDP)?
- Quelle est la relation entre la DDP et l'énergie électrique d'un objet chargé?
- Quelles sont les DDP produites par le cœur humain et les DEA?
- Qu'est-ce qu'un condensateur?
- Quelle est la relation entre la charge, la DDP et l'énergie emmagasinée dans un condensateur de DEA?
- Comment se charge et se décharge un condensateur dans un DEA?

Expérience de laboratoire :

- Décharge d'un condensateur.

¹ Tiré de <http://ww2.fmcoeur.ca>

PROBLÈME 3 : Court-circuit

Vos amis Jean et Jeanne ont décidé de construire eux-mêmes leur maison. Ils ont déjà dessiné les plans avec l'aide du père de Jean qui est architecte. Comme vous avez étudié les circuits électriques au cégep, ils font appel à vous pour dessiner le plan électrique.

Jeanne vous rappelle que leur maison aura deux chambres à coucher, un salon, une cuisine et une chambre de bain. Comme ils sont profanes dans le domaine, ils ne savent pas ce qu'est un circuit sécuritaire ou un disjoncteur, comment raccorder l'entrée électrique principale à la boîte de service, s'ils auront besoin de prises de 240 V ou de 120 V, comment brancher une prise de courant, une ampoule ou un interrupteur, quelle est la norme pour la grosseur des fils ...

Jean vous rappelle aussi qu'ils utiliseront probablement plusieurs appareils électriques en même temps dans la cuisine : une cuisinière, un réfrigérateur, un four micro-onde, un grille-pain, une bouilloire, un mélangeur etc. Il ne faut pas oublier le chauffe-eau pour l'eau chaude.

Pouvez-vous répondre à leurs interrogations et bien planifier l'installation électrique de leur résidence? N'oubliez pas de considérer leur style de vie et la nouvelle tendance concernant l'économie d'énergie. Le type, le nombre et la fréquence d'utilisation des appareils ont certainement un impact sur l'installation électrique. Pensez aussi au chauffage, à l'éclairage, aux interrupteurs, aux différents appareils électriques et à la sécurité!

À lire:

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 6 : sections 6.1 à 6.5, exemples 6.1, 6.3 et 6.5, sujet connexe
- Chapitre 7 : sections 7.1 à 7.4, exemples 7.1 à 7.13, aperçu historique et sujet connexe
- Chapitre 12 : sujet connexe : L'électricité domestique

À consulter:

- Un site sur l'installation électrique résidentielle :
http://www.rona.ca/webapp/wcs/stores/servlet/rona/project_chron_guide.jsp?assetNo=874§ionId=117&storeId=10001&langId=-2
- Comprendre sa facture d'Hydro-Québec :
http://www.hydroquebec.com/residentiel/facture/facture_mensuelle.html

À faire :

- Comprendre et savoir utiliser les concepts de courant, de résistance, de puissance électrique, de f.é.m. et de circuit.
- Appliquer la loi d'Ohm.
- Calculer la résistance équivalente d'un circuit complexe de résistances.
- Savoir utiliser les lois de Kirchhoff pour analyser un circuit complexe.

À répondre :

- Qu'est-ce que le courant électrique? Qu'est-ce que la résistance?
- Quelles sont les relations entre la puissance, l'énergie, la DDP, le courant et la résistance dans les appareils électriques?
- Quelles sont les f.é.m. utilisées dans nos maisons?
- Comment peut-on trouver la résistance équivalente d'une association d'appareils électriques domestiques?
- Décrire la méthode pour résoudre un circuit complexe domestique?

Expériences de laboratoire :

- Mesure de tension et courant.
- Circuits série, parallèle et mixte.
- Électricité de la maison.

PROBLÈME 4 : Débousolé?

Je te dis que nous sommes perdus! Cette sortie en forêt tourne au cauchemar!

Non, non, je suis presque certain que l'auto est vers le sud ... Tu vois, nous suivons la ligne à haute tension depuis plus d'une heure et selon la carte, elle se dirige vers le sud . De plus, j'ai ma boussole dans mon sac.

Tu as une boussole!?! Sors-là pour qu'on puisse enfin se sortir du pétrin !

Le problème, c'est que je ne suis pas certain de savoir m'en servir. Tu sais, toutes ces théories sur le nord géographique et le nord magnétique, les azimuts, la déclinaison magnétique, la triangulation et tout le tralala ... je m'y perds.

Ah ! Ah ! Piètre jeu de mots ! Si je me rappelle mon cours de physique, les lignes du champ magnétique de la Terre ne sont pas tout à fait orientées selon le nord géographique. C'est, je crois, ce qu'ils appellent la déclinaison magnétique, mais je ne suis plus certaine. Je me rappelle aussi qu'il y a un lien entre les fils électriques et le champ magnétique. Peut-être que cette ligne à haute tension perturbe ta boussole ?

On n'ira pas loin avec des «peut-être» et des «je crois». Qu'est-ce qu'on fait ? La boussole indique le nord et le sud, non? Alors, si tu veux sortir de cette forêt, moi je dis qu'il faut suivre l'indication de la boussole!

Bof ... Allons-y ! De toute façon, j'aurais peut-être mieux fait de rester à la maison ou encore mieux, d'écouter mon prof de physique ...

À lire :

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 8 : sections 8.1, 8.2, 8.5 à 8.7, exemples 8.1 à 8.3, 8.4 à 8.6, 8.11 à 8.15,
- Chapitre 9 : sections 9.1 à 9.3, exemple 9.1, sujet connexe : Le champ magnétique terrestre

À consulter :

- Un site sur le champ magnétique terrestre:
<http://www.meteo.be/CPG/FAQ.htm>
- Un sites sur l'orientation et l'utilisation de la boussole:
http://www.raidrunner.com/orientation_avec_une_boussole.htm

À faire :

- Comprendre les concepts de champ magnétique, de ligne de champ et de force magnétique.
- Comprendre l'effet du champ magnétique sur le mouvement de particules chargées.
- Savoir calculer le champ magnétique produit par un long fil rectiligne et par un enroulement de fil.
- Connaître les caractéristiques du champ magnétique terrestre.

À répondre :

- Qu'est-ce que le champ magnétique?
- Quelle est l'influence du champ magnétique sur les charges électriques?
- Expliquez un phénomène naturel causé par le champ magnétique terrestre.
- Décrire le champ produit par un courant?
- Quelle est la forme du champ produit par une boucle de courant? Faire un lien avec le champ de la Terre.
- Décrire la force entre le champ terrestre et la boussole.

Expérience de laboratoire :

- Fil et boussole.

PROBLÈME 5 : Tasse-toi mononcle!

Avec l'augmentation du prix de l'essence et de la pollution par la combustion de carburants fossiles, la pression pour l'utilisation de moyens de transport plus écologiques ne s'est jamais fait autant sentir. Dans ce contexte, certains voient la venue des véhicules hybrides comme une bonne nouvelle, d'autres sont plus sceptiques.

Les plus optimistes semblent apprécier leur faible consommation d'essence et leur rendement sur la route. Les plus pessimistes se plaisent à dire que leur prix et leurs performances routières ne sont pas compétitifs. Qui croire ?

Vous décidez donc d'explorer le sujet dans la perspective d'un achat éventuel. Les questions sont nombreuses : comment fonctionnent-elles, comment peut-on combiner efficacement un moteur à combustion avec un moteur électrique, quel est leur rendement énergétique, quel est leur prix, sont-elles aussi performantes que les voitures conventionnelles, y a-t-il des piles à recharger, qui devrais-je rencontrer, quelles sources d'informations sont fiables, que puis-je conclure de toutes ces informations, etc. Connaissant la réputation des vendeurs de voitures, vous ne voulez surtout pas faire un achat sur un coup de tête.

À lire:

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 8 : sections 8.3, exemple 8.8, aperçu historique : le moteur électrique,
- Chapitre 10 : sections 10.1 à 10.4 et 10.7, exemples 10.1 à 10.5, 10.7 à 10.10 et 10.13, aperçu historique : la découverte de l'induction électromagnétique.

À consulter:

- Un très bon site, en anglais, sur le fonctionnement des voitures hybrides:
<http://auto.howstuffworks.com/hybrid-car.htm>
- Une animation du principe du moteur électrique :
http://www.walter-fendt.de/ph11f/electricmotor_f.htm
- Une animation du principe du générateur :
http://www.walter-fendt.de/ph11f/generator_f.htm

À faire :

- Comprendre le concept d'induction électromagnétique.
- Appliquer les lois de Faraday et de Lenz.
- Savoir calculer le moment de force agissant sur une boucle de courant dans un moteur électrique.
- Comprendre les principes à la base du moteur électrique et du générateur.

À répondre:

- Comment fonctionne le moteur électrique?
- Décrire les lois de Lenz et Faraday
- Quel est le principe du générateur?

Expérience de laboratoire :

- Moteur et générateur.

PROBLÈME 6 : Radio Liberté Controversée

La radio du Québec suscite, depuis quelque temps, beaucoup de passion. Certains groupes remettent en cause le principe de la liberté d'expression sur les ondes hertziennes. Ce mode de communication à distance, on le sait, rejoint une grande partie de la population et permet de transmettre et recevoir facilement une information ou une opinion à faible coût. On se questionne donc sur la façon dont on devrait utiliser ces ondes. Il fut une époque où ce lien électromagnétique entre les membres d'une communauté et les problèmes qui en découlent étaient absents.

Certains attribuent l'invention de la radio à un canadien autour de 1900, mais comme le poste récepteur radio n'était pas disponible, les animateurs de l'époque n'enflammaient pas encore l'opinion publique. Il fallut attendre 1910 pour qu'on invente le circuit à la base du radio AM (pour amplitude modulée). En effet, un circuit RLC résonnant simple pouvait être facilement construit. Si le poste émetteur était assez puissant, il n'était même pas nécessaire d'amplifier le signal, dans le poste récepteur, pour l'entendre.

L'invention du poste récepteur radio changea le monde et le change encore aujourd'hui. Pour comprendre l'impact social d'une telle technologie, on commence généralement par explorer les principes à la base de son fonctionnement. On découvre alors que la science et la société ne sont que deux aspects d'une même réalité : la première influence la deuxième qui, à son tour, influence la première dans une danse sans fin. Le sujet est sur toutes les lèvres et les controverses actuelles sont le parfait exemple de l'interaction entre la science, la technologie et la société.

À lire :

Benson, Harris. (2004). *Physique Électricité et magnétisme, 3^e édition*. Montréal, Éditions ERPI :

- Chapitre 11 : sections 11.1 et 11.4, exemples 11.1 et 11.7,
- Chapitre 12 : sections 12.1 à 12.7 et 12.9, exemples 12.1 et 12.2.

À consulter :

- Un bon résumé de la technologie radio:
http://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9cepteur_radio
- Un site sur le fonctionnement des circuits RLC et du radio AM :
<http://www.chimix.com/devoirs/spe039.htm>
- Une animation du principe de résonance dans un circuit RLC :
<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/kap23/RCL/app.htm>

À faire :

- Comprendre les concepts d'auto-induction, de tension alternative et d'impédance.
- Comprendre les principes à la base des circuits RLC résonnants et du radio AM.
- Comprendre les principes à la base du transformateur.

À répondre:

- Qu'est-ce que l'inductance?
- Décrire les oscillations dans un circuit LC
- Décrire la tension et le courant alternatifs.
- Décrire le comportement d'une résistance, d'une bobine et d'un condensateur dans un circuit c.a.
- Expliquer le fonctionnement d'un circuit RLC série et faire le lien avec le poste de radio AM.

Expériences de laboratoire :

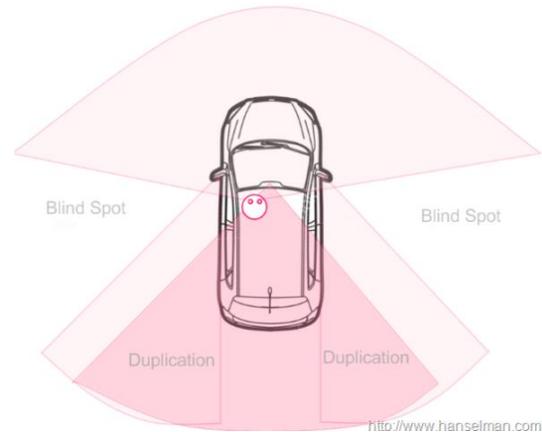
- Circuits RL et RC.
- Circuit RLC.

203-NYC-05 Ondes et physique moderne

PROBLÈME 0 : L'angle de la mort

Vous passez votre permis de conduire et partez en ballade avec des copains. Sur l'autoroute, vous tentez de dépasser une autre voiture, mais vous n'avez pas vu le véhicule situé à votre gauche juste en arrière de votre pare-choc. Au dernier moment, vous apercevez le véhicule en question, vous donnez un coup de volant et vous évitez de justesse la collision.

Vous ne comprenez pas pourquoi vous n'avez pas vu le danger. Vos rétroviseurs sont placés selon les normes. Il y a toujours ces fameux angles morts sur les côtés, mais il semble qu'ils soient inévitables, mais le sont-ils vraiment? N'y a-t-il pas un moyen de mieux utiliser les rétroviseurs pour diminuer les effets des angles morts?



À lire:

Benson, Harris. (2005). Physique Ondes, optique et physique moderne :

- Chapitre 4 : sections 4.1 à 4.3, 4.7 et 4.8, exemples 4.1, 4.8 à 4.11

À consulter:

- Wikipedia sur les miroirs : http://fr.wikipedia.org/wiki/Miroir_%28optique%29
- Comment corriger les angles morts avec vos rétroviseurs (en anglais) : <http://www.cartalk.com/content/features/mirrors/CarTalkMirrors.pdf>

À faire:

- Comprendre la loi de la réflexion et le principe de Huygens.
- Savoir dessiner les rayons principaux ou utiliser la formule des miroirs pour trouver l'image formée par des miroirs plan, convexe ou concave.

À répondre :

- Quels types de miroir sont utilisés dans les voitures?
- Est-il possible de trouver les angles morts à partir de la loi de la réflexion et de la position des miroirs et du conducteur?
- Pourquoi est-il écrit sur le miroir extérieur côté passager « Les objets réfléchis par le rétroviseur sont plus près qu'ils ne le paraissent »?
- Est-ce que ce miroir est différent des autres? Comment cela affecte-t-il l'image qu'il produit?
- Quelle est la relation qui permet de connaître la déformation produite par ce miroir?

Expérience de laboratoire :

- Les miroirs plans et sphériques.

PROBLÈME 1 : Œil à vendre

Votre lunetterie fonctionne bien depuis déjà quelques mois lorsqu'un client entre dans votre boutique et vous soumet son problème.

Il semble qu'il ait beaucoup de difficulté à voir les objets lointains depuis l'âge de l'adolescence. À 18 ans, il pouvait voir clairement les objets jusqu'à une distance d'environ 10 m. Maintenant à 55 ans, cette distance a diminué pour atteindre seulement 3 m! Et ce n'est pas tout.

C'est qu'en vieillissant, il n'arrive plus à lire son journal comme avant. En effet, il y a une dizaine d'années, il pouvait lire son journal à une distance d'environ 25 cm. Maintenant, il doit tenir son journal à bout de bras à une distance de 45 cm pour voir le texte clairement.

Il vous demande de lui prescrire des lunettes lui permettant de corriger tous ses problèmes de vision.

Lorsque vous prenez le temps d'évaluer la forme de son visage, la position de son nez et de ses oreilles, vous concluez que les lentilles devront être montées à 2 cm de sa cornée.

De quels types de problèmes de vision souffre-t-il? Est-ce possible de corriger tous ces problèmes avec une seule paire de lunette? Quel type de lentille pourraient potentiellement corriger ces problèmes? Pour fabriquer ces lentilles, votre fournisseur aura besoin de quelles informations?

Il ne reste qu'à choisir les montures pour conclure votre vente!

À lire:

Benson, Harris. (2005). Physique Ondes, optique et physique moderne :

- Chapitre 4 : sections 4.4 à 4.6, exemples 4.2 à 4.7
- Chapitre 5 : sections 5.1 à 5.8, exemples 5.1 à 5.14

À consulter:

- Un site sur l'oeil :
<http://e.m.c.2.free.fr/oeil.htm>
- Correction des problèmes de l'oeil :
<http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/optigeo/oeil.html>

À faire :

- Comprendre la loi de la réfraction et la réflexion totale interne.
- Savoir dessiner les rayons principaux ou utiliser la formule des lentilles minces pour trouver l'image formée par des lentilles.
- Comprendre les principes à la base de quelques instruments d'optique (œil, loupe, microscope, télescope, ...).

À répondre :

- Quelles sont les types de lentilles utilisées dans les lunettes?
- Quel est le rôle de ces lentilles?
- Comment peut-on calculer et dessiner l'effet d'une lentille sur l'image produite?

Expérience de laboratoire :

- Les lentilles et l'œil.

PROBLÈME 2 : Photo presto

L'âge d'or de la photographie sur film est révolu. Les photographes ont laissé le papier et la diapositive pour les pixels et les cartes mémoires. Certains ont cru que la technologie des appareils numériques ferait de nous de meilleurs photographes et que nos plus beaux souvenirs seraient à jamais immortalisés dans des œuvres d'art digitalisées. Il n'en n'est rien!

C'est vrai que l'apparition de ces appareils a permis à plus de gens de faire de la photographie et que les prix associés à un tel passe-temps ont beaucoup diminué. En revanche, ces amateurs de beaux paysages n'ont pas une meilleure idée du fonctionnement de leurs appareils. Comme n'importe laquelle des technologies qui nous entourent, lorsqu'elle est mal comprise, elle demeure mal utilisée. Le résultat est souvent le même : nos photos sont floues et les couleurs sont mauvaises.

Pour corriger ces défauts, on tente de nous vendre des filtres, des polariseurs, des lentilles grand-angle, Certains de ces accessoires sont peu dispendieux et les corrections sont souvent pires que les images originales.

En partant du principe qu'on utilise mieux ce qu'on comprend, est-il possible d'explorer les principes physiques à la base des appareils photographiques modernes pour faire de meilleures photographies? Ces principes sont de différentes natures : optique géométrique, lentilles et miroir, mais aussi interférence, couches anti-reflet, diffraction, critère de Rayleigh, polarisation, etc.

À lire:

Benson, Harris. (2005). Physique Ondes, optique et physique moderne :

- Chapitre 6 : sections 6.1 à 6.3, 6.5 et 6.6, exemples 6.1 à 6.3, 6.4 à 6.6 et 6.9
- Chapitre 7 : sections 7.1 à 7.4 et 7.9, exemples 7.1 à 7.4 et 7.9

À consulter:

- Un site avec plusieurs simulations d'optique physique (ce site utilise un langage de programmation appelé Java qui n'était, aux dernières nouvelles, pas accessible sur les ordinateurs du cégep) : <http://www.univ-lemans.fr/enseignements/physique/02/optiphy/mnuopphy.html>

À faire :

- Comprendre les concepts de l'interférence et de la diffraction.
- Savoir appliquer ces deux concepts dans différentes applications en optique comme les pellicules minces et les interféromètres.
- Appliquer le critère de Rayleigh dans des appareils optiques.
- Comprendre le principe de la polarisation.

À répondre :

- Expliquez le phénomène d'interférence à la base des enduits antireflets.
- Comment les enduits antireflets peuvent-ils réduire la quantité de lumière réfléchie par les lentilles d'un appareil photographique?
- Expliquez le phénomène de diffraction à la base du critère de Rayleigh.
- Comment le critère de Rayleigh affecte-t-il la netteté des images produites par un objectif d'appareil photo?
- Comment un filtre polariseur permet-il de créer des photos avec des cieux plus bleus?

Expériences de laboratoire :

- Interférence.
- Diffraction.

PROBLÈME 3 : He'e nalu

L'explorateur James Cook et son lieutenant James King furent les premiers européens à décrire le *he'e nalu*, le mot hawaïen pour désigner le surf. Dans leur journal décrivant un voyage fait en 1779 dans les îles d'Hawaï, on peut lire que les natifs des îles en question utilisaient des planches de bois de forme ovale pour glisser sur les vagues qui se brisaient près de la plage.

Ce que ces explorateurs ne savaient pas à l'époque, c'est que ce sport était pratiqué depuis des siècles par les polynésiens et qu'il faisait partie d'une culture du surf dépassant la simple activité physique. Par exemple, le chef était, souvent, le plus habile des surfeurs du village et il s'appropriait les plus belles plages. On a même découvert des pétroglyphes très anciens sculptés dans la roche volcanique des îles montrant des surfeurs en action.

De nos jours, le surf est devenu un sport international. On surfe encore les eaux chaudes du Pacifique, mais aussi les eaux de l'Atlantique et de l'océan Indien. Les meilleurs surfeurs de la planète s'entraînent pour améliorer leurs performances et participent à des compétitions.

La technologie et notre compréhension des phénomènes physiques permettent maintenant de mieux performer dans ce sport. Par exemple, les satellites, les bouées marines ainsi que la physique des ondes donnent une meilleure vision des conditions de vagues sur l'océan. On peut maintenant prévoir les vagues, comme on peut prévoir la météo.

Votre ami aimerait bien surfer avec vous lors de votre prochain voyage dans le sud. Quels conseils pourriez-vous lui donner pour lui permettre de mieux surfer? Comment, entre autres, prévoir les conditions de vagues à partir d'informations tirées de bouées et de prévisions météorologiques? Comment choisir sa planche? Comment attraper la bonne vague? Quelle partie de la vague se surfe plus facilement? Etc.

À lire:

Benson, Harris. (2005). *Physique Ondes, optique et physique moderne* :

- Chapitre 1 : sections 1.1 à 1.5, exemples 1.1 à 1.10,
- Chapitre 2 : sections 2.1 à 2.8, exemples 2.1 à 2.7

À consulter:

- Site web sur le surf en général présentant quelques concepts de physique : <http://entertainment.howstuffworks.com/surfing.htm>
- Site très complet sur les ondes et les vagues: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/trawvcon.html#c1>
- Site de prévision des vagues : <http://www.wavewatch.com/Surf-Forecast.php>

À faire:

- Comprendre les principes à la base de l'oscillation harmonique simple.
- Comprendre le phénomène de résonance.
- Identifier les types d'onde et comprendre le principe de superposition des ondes.
- Savoir écrire l'équation d'une onde sinusoïdale progressive.
- Comprendre le principe des ondes stationnaires.

À répondre :

- Est-ce que les vagues océaniques sont des oscillations harmoniques simples? Les surfeurs prétendent qu'on peut prévoir l'arrivée des grosses vagues par la mesure de grandes périodes par les bouées au large.
- Quelle force de rappel agit dans ce cas?

- Y a-t-il un lien entre l'amplitude d'une vague et son énergie?
- Expliquer le mouvement d'une vague en fonction du mouvement de l'eau. Les vagues océaniques correspondent à quel type d'onde?
- La vitesse d'une vague dépend de quels facteurs?
- Décrire mathématiquement une vague.

Expérience de laboratoire :

- Vitesse des ondes dans l'eau.

PROBLÈME 4 : Cette musique qui adoucit les mœurs

Toutes les cultures du monde utilisent la musique comme moyen d'expression. Bien qu'il existe une diversité incroyable de styles musicaux, on observe certaines caractéristiques fondamentales qui se répètent dans l'ensemble des formes de musiques traditionnelles. Par exemple, la quarte et la quinte sont des intervalles qui sont utilisés de façon presque universelle.

Les humains ont élaboré d'ingénieuses techniques pour arriver à produire une variété de sons. La confection d'instruments de musique est un art dans lequel chaque petit détail peut faire une différence énorme sur le résultat final. On n'a qu'à penser aux violons de Stradivarius qui, selon les dires de plusieurs, possèdent une qualité sonore inégalée et dont personne n'a pu percer le secret, pas même certaines analyses scientifiques très poussées!

La musique peut parfois faire naître en nous certaines émotions intenses. Elle est capable d'embraser les foules, mais aussi, parfois, de nous calmer, de nous relaxer, de nous faire voyager. Pourtant, il ne s'agit que de sons perçus par notre ouïe, au même titre que d'autres qui nous semblent parfois agressant. Certains artistes contemporains utilisent d'ailleurs différents bruits qui peuvent sembler extrêmement désagréables pour créer leurs œuvres. Ils créent ainsi une musique discordante, abstraite et ambiante dans laquelle le bruit, le silence et le hasard remplacent l'harmonie, le rythme et la structure. La frontière entre la musique et le bruit, entre écouter et entendre, devient alors très mince.

À lire:

Benson, Harris. (2005). *Physique Ondes, optique et physique moderne* :

- Chapitre 3 : sections 3.1 à 3.5 et 3.7, exemples 3.1 à 3.7

À consulter:

- Site sur la musique, son effet sur le cerveau et la société : <http://www2.cnrs.fr/presse/journal/3417.htm>
- Reportage de Découverte sur la musique : http://www.radio-canada.ca/tv/decouverte/26_music/index.htm

À faire:

- Décrire la nature physique des ondes sonores.
- Comprendre la création d'ondes stationnaires résonantes.
- Analyser une situation où une variation de la fréquence observée est créée par effet Doppler.
- Utiliser le principe de superposition des ondes pour décrire le phénomène de battement.
- Utiliser l'échelle des décibels pour décrire l'intensité du son.

À répondre :

- Quel type d'onde sont les ondes sonores? Est-ce que les ondes sonores produites par les instruments à cordes et les instruments à vent sont de même type?
- Comment les instruments font-ils pour produire des sons? Expliquez le fonctionnement des flûtes et autres instruments à vent.
- Avant l'apparition des accordeurs électroniques, on utilisait le battement pour accorder les instruments à corde comme les guitares. Comment faisait-on?
- La perception de l'intensité d'un son par l'oreille n'est pas simple. Pourquoi les 10 violons de l'orchestre ne sont pas perçus 10 fois plus fort par l'oreille?
- Pourquoi un accord de piano ou de guitare semble agréable à l'oreille? Quel est le lien entre les différentes notes jouées pour qu'elles soient agréables à entendre?

Expérience de laboratoire :

- Vitesse des ondes dans l'air et dans une corde.

PROBLÈME 5 : Une position relative?

Qui n'a pas entendu parler d'Einstein? Il est probablement le physicien le plus populaire de l'histoire même si ses théories sont plus ou moins comprises de la plupart des humains sur Terre. En fait, qui pourrait trouver une conséquence ou une application des modèles d'Einstein dans notre vie quotidienne?

Depuis quelques années, une de ces applications gagne en popularité : le GPS (Géo-Positionnement par Satellite). On retrouve ces petits bidules électroniques dans nos voitures, en bateau et dans nos excursions en forêt. Qui aurait cru que ces engins aient des liens avec Einstein?

Justement, quels sont-ils ces liens? Einstein ne disait-il pas que tout était relatif et que nos observations dépendaient de point de vue de l'observateur? Pourtant, le système GPS est très précis et permet de situer quelqu'un sur Terre avec une incertitude de quelques mètres seulement! Pour vous situez ainsi vous aurez besoin d'un système de 24 satellites en orbite à environ 20 000 km d'altitude, d'une horloge atomique dans chacun de ces satellites, d'un récepteur GPS et de quelques notions de mathématiques.

Le problème survient lorsqu'on essaie de calculer notre position. Selon les principes de la relativité restreinte, le temps subit une dilatation lorsqu'on se déplace par rapport à un système de référence. Comme les satellites GPS font le tour de la Terre deux fois par jour, il est possible de calculer le retard de leurs horloges internes à environ 7 μ s par jour par rapport à celles sur Terre. Cette différence pourrait sembler négligeable, mais après quelques heures seulement, elle entraîne des problèmes de positionnement de plusieurs kilomètres!

Alors, votre position est-elle relative? Si vous étiez perdus, comment pourriez-vous retrouver votre chemin avec votre GPS?

À lire:

Benson, Harris. (2005). *Physique Ondes, optique et physique moderne* :

- Chapitre 8 : sections 8.1 à 8.9, 8.12 et 8.13, exemples 8.2 à 8.5 et 8.11 à 8.13,

À consulter:

- Film très intéressant sur la relativité :
http://www.dailymotion.com/video/x4c54w_la-relativite-deinstein-12_tech
- Site complet sur les GPS:
http://fr.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

À faire:

- Comprendre les deux principes à la base de la relativité restreinte.
- Comprendre les conséquences de la relativité sur la dilatation du temps et la contraction des longueurs.
- Comprendre les conséquences de la relativité sur la quantité de mouvement et l'énergie.

À répondre :

- Quels sont les postulats d'Einstein?
- Connaissant la vitesse des satellites par rapport à un point fixe sur la Terre, peut-on calculer l'écart temporel créé par la dilatation du temps?
- Estimer l'erreur spatiale résultante sur votre GPS à partir de l'écart temporel prévu par la relativité restreinte.

PROBLÈME 6 : « Quand le Soleil dit bonjour aux montagnes »¹

Les besoins en énergie de la population mondiale sont en augmentation constante. Certains annoncent, dans un avenir rapproché, la fin des stocks de pétrole. Les humains devront alors se tourner vers d'autres sources d'énergie. Plusieurs, pensant bien faire, voudraient se tourner vers le ciel et l'énergie solaire.

En effet, la Terre reçoit une intensité moyenne de 1000 W/m^2 du Soleil. Lorsqu'on connaît la surface totale de la partie ensoleillée de notre planète, on peut imaginer la quantité astronomique d'énergie à notre disposition. Le problème survient lorsqu'on essaie de capter, canaliser et utiliser cette énergie.

Vous pensez justement, depuis déjà quelques années, à équiper votre maison de panneaux solaires pour diminuer votre dépendance aux autres formes d'énergie. On prêche partout que cette technologie est écologique et rentable, mais est-ce le cas? Avant d'acheter pour plusieurs milliers de dollars d'équipement, il est indispensable de vous renseigner sur le sujet.

Qu'est-ce qui caractérise la lumière en provenance du Soleil? Quelle est la durée de la période moyenne d'ensoleillement dans votre région? Est-il pensable d'installer des panneaux solaires compte tenu des hivers rigoureux du Québec? **Quel est le principe de fonctionnement des panneaux solaires?** Quelles autres composantes électriques seront nécessaires pour faire fonctionner votre système? Quel est le prix d'un panneau? Quels sont la puissance, le rendement et la durée de vie utile d'un tel panneau? Combien de panneaux seront nécessaires pour satisfaire vos besoins? Est-ce que l'énergie économisée avec ces panneaux vous permettra de rembourser le prix d'achat du système? Quel est le coût en CO_2 d'un système solaire de ce type? Est-ce aussi écologique qu'on le prétend? La question n'est pas simple et la réponse encore moins, mais un acheteur averti en vaut deux!

À lire:

Benson, Harris. (2005). *Physique : Ondes, optique et physique moderne* :

- Chapitre 9 : sections 9.1 à 9.7, exemples 9.1 à 9.10,

À consulter:

- Wikipédia sur les panneaux solaires :
http://fr.wikipedia.org/wiki/Panneau_solaire

À faire:

- Comprendre le principe du rayonnement d'un corps noir, de l'effet photoélectrique et de l'effet Compton.
- Comprendre les conséquences de la physique quantique sur le modèle atomique.
- Comprendre les forces et faiblesses des deux modèles expliquant la lumière.

À répondre :

- Le soleil, la source d'énergie des panneaux solaires, peut-il être considéré comme un corps noir?
- Est-ce que le rayonnement d'un corps noir est compatible avec le spectre des raies observées sur le soleil?
- Les panneaux solaires sont basés sur les concepts de photon et de l'effet photoélectrique. Expliquez!
- Décrivez comment le modèle de Bohr peut expliquer le spectre des raies lumineuses émises par le soleil .

Expérience de laboratoire :

- Spectroscopie.
- Constante de Planck.

¹ Titre d'une chanson de Marie King

PROBLÈME 7 : Entre deux maux, il faut choisir le moindre

Depuis quelques temps, votre mère ne se sent pas bien. Elle se plaint de fatigue chronique, de perte de poids et de douleurs abdominales fréquentes. Une visite chez son médecin de famille ne la rassure guère car la radiographie par rayons X ne permet pas de voir le problème. Ne pouvant arriver à un diagnostic précis, son médecin l'envoie à l'hôpital pour des tests supplémentaires.

Le premier test suggéré par le médecin est appelé communément « scanner » ou tomodensitométrie (CAT-scan, en anglais). Selon le spécialiste consulté, il s'agit d'un test utilisant une série d'images en deux dimensions produites par des rayons X pour reconstruire une image tridimensionnelle du corps humain. Ce test pourrait révéler plus de détails que la radiographie standard.

Le deuxième test est une tomographie par émission de positrons. Dans cette procédure, on injecte du fluor radioactif qui produira des positrons et des rayons gamma détectables par une caméra. L'analyse de ce rayonnement permet de visualiser l'activité métabolique des organes du corps.

Ces tests font un peu peur à votre mère : les rayons X, les positrons et les rayons gamma sont supposément dangereux pour les êtres vivants. Devrait-elle s'exposer à toutes ces radiations? Pouvez-vous la rassurer? Le médecin insiste sur la nécessité de passer ces tests pour détecter un cancer possible et il rajoute que la chimiothérapie et la radiothérapie (thérapie par radiation) seront peut-être à envisager! Ces thérapies ont aussi plusieurs effets secondaires et entraînent beaucoup de souffrances sans garantie de guérison. Votre mère devra prendre une décision ...

À lire:

Benson, Harris. (2005). *Physique : Ondes, optique et physique moderne* :

- Chapitre 12 : sections 12.1 à 12.7, exemples 12.1 à 12.6.
- Document sur les radiations

À consulter:

- Bon résumé des différents tests en radiologie : <http://en.wikipedia.org/wiki/Radiology>

À faire:

- Comprendre le lien entre l'équation d'Einstein sur la masse et l'énergie et l'énergie du noyau atomique.
- Comprendre la loi de désintégration radioactive.
- Connaître les différents types de désintégrations et de radiations ainsi que leurs effets sur les êtres vivants.

À répondre :

- Quels sont les types de désintégrations radioactives? Lesquels sont utilisés en médecine nucléaire selon vous? Comment?
- Les matériaux radioactifs utilisés en radiothérapie ont une demi-vie de quelques heures pour minimiser la dose radioactive reçue. Qu'est-ce que la demi-vie? Comment la quantité de radiation émise varie-t-elle en fonction du temps?
- Expliquer le principe de la radiographie par rayons X (production, énergies, interaction avec les tissus, ...).
- Comment mesure-t-on l'effet biologique des radiations (unités, vulnérabilités des tissus, ...)?
- Comment les tabliers de plomb, utilisés sur les patients, arrivent-ils à protéger les tissus sains?

Expérience de laboratoire :

- Décroissance radioactive.
- Protection radioactive.

Annexe 3: Projection utilisée pour le problème 0 du cours 203-NYA-05
Mécanique

PROBLÈME 0

Un saut stratosphérique



Prendre conscience de la situation problématique

-  Court vidéo du saut.
-  Quelle est la question?
-  Écrivez, en quelques lignes, votre version de la problématique.

Énumérer les informations connues et les savoirs antérieurs

-  Quelles sont les informations connues?
-  Quelles sont vos hypothèses initiales?
-  Quels modèles ou outils peuvent vous aider à résoudre la problématique?
-  Faites une liste des informations et hypothèses retenues.

Identifier les éléments inexpliqués

-  Quelles sont les informations manquantes?
-  Quels sont les sujets que vous devrez approfondir?
-  Où trouverez-vous ces informations?
-  Faites, sous forme de courtes questions, une liste des boîtes noires retenues.

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

-  **Question 1:**
Quelle est la valeur de la vitesse du son?
Change-t-elle en fonction de l'altitude?
Pourquoi?

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

-  **Question 2:**
Faites un schéma de la situation.
N'oubliez pas d'inclure un axe et de dessiner les vecteurs déplacement et vitesse.

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

Question 3:

À l'aide des données du saut préparatoire, tracez ...

- un graphique du déplacement en fonction du temps,
- un graphique de la vitesse moyenne en fonction du temps.

Altitude m	Temps s
21828	0
21595	5
21363	10
20793	15
20068	20
19275	25
18415	30
17622	35
16859	40
16134	45
15459	50
14819	55
14219	60
13664	65

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

Question 3 (suite):

- Quelle est la vitesse maximale atteinte?
- Quelle est l'accélération moyenne pendant les 10 premières secondes?
- Quelle est l'accélération moyenne pendant les 30 dernières secondes?
- Comment expliquer ce changement d'accélération?

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

Question 4:

Compte tenu des informations sur le saut préparatoire et connaissant les données prévues pour le saut stratosphérique, calculez l'altitude où Felix atteindra la vitesse du son (340 m/s).

Construire de nouveaux savoirs et ouvrir des boîtes noires

Question 5:

- Quelle sera la forme de la courbe de la vitesse après les 60 premières secondes?
- Quelle sera la forme de la courbe lorsque Felix ouvrira son parachute?

Synthétiser et choisir la solution

- Quelle est votre solution?
- Quelle est l'altitude initiale recommandée selon vous?