

# Projets de fin d'études



**Sciences de la nature**

**2000-2001**



COLLÈGE AHUNTSIC

**Automne 2000**

*Professeur: Alice Marcotte*

## **Étude comparative de la relation entre le poids d'un mammifère et sa fréquence cardiaque**

*Marie-Ève Barrière, Maude Éthier-Chiasson, Sandy Larouche et Émilie Mondor*

La théorie soutient que la fréquence cardiaque d'un mammifère est inversement proportionnelle à son poids. Notre projet consiste à vérifier cette relation sur des animaux de toutes tailles allant du rat au cheval. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel ACQ ainsi que l'interface l'Orphy reliée à un capteur de pouls et à un capteur de pression auquel était rattaché un stéthoscope. Ces capteurs nous procurent le nombre de battements cardiaques ainsi que le nombre de respirations par minutes. Ces deux facteurs étant reliés, la prise de pression devait servir simplement à nous assurer de la validité de nos résultats. Nous avons pris des mesures sur nous même et sur dix espèces animales appartenant au Centre de la nature de Laval. La majorité des résultats obtenus se sont avérés conformes à ceux attendus. Toutefois, le capteur de pression ne convenait pas sur les animaux plus petits que l'humain et il était difficile de le maintenir en place sur l'animal déjà énervé par le capteur de pouls.

## **L'influence de la nature des sucres sur la vitesse de consommation d'oxygène des levures**

*Étienne Hébert-Chatelain et Louis Versailles*

Dans cette étude, nous tentons de comparer le taux respiratoire de levures en présence de différents sucres. Nous pensons que plus un sucre sera complexe, plus la baisse du taux d'oxygène sera lente. Pour ce faire, nous utilisons des monosaccharides (dextrose, fructose et galactose), ainsi que des disaccharides (maltose et saccharose). Nous mélangeons une solution de sucre avec une solution de levure après avoir aéré la solution de levure, pour enfin, mesurer la baisse du taux d'oxygène dans le milieu à l'aide d'une sonde oxymétrique. Suivant la théorie, la levure doit utiliser une enzyme pour dégrader les sucres complexes, par exemple la saccharase pour le saccharose. Ce processus prend un certain temps, ce qui devrait se refléter par une utilisation moins rapide de ce sucre. En effet, selon nos résultats, les sucres simples sont utilisés plus rapidement que le saccharose et le maltose.

## **Qualité de l'eau potable en fonction de son contenu organique**

*Marie-Claude Boisjoly, Yannick Méthot et Martin St-Pierre*

Notre équipe de brillants scientifiques a tenté de vérifier la qualité de l'eau de nos robinets, en nous basant sur les normes gouvernementales de l'eau potable. Nous avons recherché la présence de matières organiques ou fécales dans des échantillons d'eau potable provenant de nos résidences respectives (Montréal, Laval, Rosemère), d'eau naturelle (rivières des Prairies et des Mille-Îles) et d'eau usée épurée (usine d'épuration d'Auteuil). Les tests effectués étant la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>), la conductivité, la détection de phosphates et la présence de coliformes, nos résultats quant aux eaux de consommation concordent avec les normes établies, à savoir que ces eaux sont exemptes de coliformes et de matières organiques. Tandis que les eaux naturelles et usées ne les respectent pas, ce qui montre clairement l'importance du traitement de l'eau potable en usine de filtration.

## **L'effet de l'enzyme pectinase sur la formation du jus de fruits**

*Mylène Meunier, Philippe Morin, Marie-Eve Nadon et Valérie Turcotte*

La pectinase a pour fonction de dégrader la pectine contenue dans la paroi cellulaire du fruit, ce qui libère le jus contenu dans les cellules. Notre expérience consiste à vérifier l'effet de la pectinase sur la vitesse de formation de jus provenant d'une purée de fruits. Pour ce faire, nous avons adapté un protocole traditionnel en expérimentation assistée par ordinateur en utilisant des capteurs de pression. Ceux-ci enregistrent la variation de pression due à l'augmentation du liquide dans des éprouvettes surmontées d'un entonnoir et d'un papier-filtre contenant la même quantité de purée de raisin mais différentes quantités de pectinase. Nous avons constaté que plus on ajoute de pectinase, plus la vitesse de formation de jus de raisin augmente. Nous avons constaté que l'effet est aussi positif sur la banane et le kiwi.

## **L'effet de la concentration de sel sur la productivité nette d'algues vertes**

*Esther Joanis, Tony Kwan, Annick Michaud et Jean-Michel Tessier*

Notre projet consiste à évaluer l'effet de diverses concentrations de chlorure de sodium sur la productivité nette d'algues vertes. Cette productivité résulte de la production et de la consommation en oxygène. Nous avons divisé une solution mère d'algues en cinq éprouvettes auxquelles nous avons ajouté respectivement une solution de concentration zéro, 10, 15, 25 et 35 g/l de NaCl. Nous avons pris quatre séries de mesures de la densité de la population d'algues et mesuré le taux d'oxygène présent dans chaque éprouvette soumise à l'obscurité, puis à un éclairage de 30 w/m<sup>2</sup>. Nous avons observé une baisse des populations, suivie d'une remontée à partir du onzième jour dans les solutions de concentration moyenne. Les taux de productivité nette sont variables et plus difficiles à interpréter.

*Professeur: Jean-Marie Renaud*

## **La bière, source de fête et de plaisir...**

*Olga Chtchoupak, Karl Fortin-Doyon, Claude Mikhail et Pierre-Marc Veillette*

Pour notre équipe, la bière a été la source de la réflexion suivante: évaluation de trois bières de type «ale» fabriquées dans des conditions différentes. Nous avons fait varier la quantité de sucre pour chacune des bières fabriquées et, pour l'une d'entre elle, une quantité de sucre a été substituée par du miel. Nous avons utilisé un concentré de malt déjà houblonné et procédé à des fermentations d'environ cinq semaines. Les bières obtenues ont été distillées sur colonne de Vigreux afin d'en isoler l'éthanol. L'indice de réfraction de l'éthanol obtenu, nous a permis de calculer le pourcentage d'alcool. Une chromatographie en phase gazeuse (GCFID) a permis de confirmer les pourcentages d'alcool obtenus qui se situent aux environs de 4,5, 5,5 et 6,5%. Nous avons noté des différences pour le goût et la couleur des bières obtenues. Toutefois, si nous nous fions aux différents commentaires des personnes qui ont goûté le fruit de notre expérimentation, il semblerait que ces quelques dégustations aient fait le plaisir de ceux qui ont bien voulu nous faire confiance.

## **Cérol, Gly-Cérol... Agent mondial épaississant**

*Anne-Andrée Coté, Caroline Éthier et Geneviève Pépin*

Nous nous sommes demandées ce qui rendait nos crèmes hydratantes si consistantes. Suite à une brève recherche, nous avons appris qu'un ingrédient visqueux était présent dans plusieurs crèmes : le glycérol. Nous avons alors identifié notre but, à savoir : l'isolation du glycérol dans trois crèmes différentes. Ces dernières sont *Moisturel*, *Curel* et *Marcelle*. Étant donné que le pourcentage de glycérol présent dans la crème *Curel* était connu - environ 12% - nous nous sommes basées sur cette information pour évaluer la quantité de glycérol présent dans les crèmes choisies. Notre procédure de travail comprenait une extraction au dichlorométhane suivie d'une oxydation par le périodate de potassium et d'un titrage par l'hydroxyde de sodium. Nos résultats confirment un pourcentage de glycérol d'environ 12 % dans la crème *Curel* ainsi que de 9% et 6 % pour les crèmes *Marcel* et *Moisturel* respectivement. Une chromatographie sur couche mince a permis de montrer, qualitativement, la présence de glycérol dans chacune des crèmes étudiées.

## **Extraction de la caféine à partir de médicaments analgésiques**

*Simon Bouchard, Déborah Élie, Leïla Goulamhousen et Maude Tousignant*

Nous avons choisi d'extraire de la caféine à partir de médicaments analgésiques soit le *Tylénol* no.1, l'*Anacin* et l'*Instantine*. Comme les quantités de caféine à extraire étaient très petites, nous avons dû travailler avec des échantillons contenant une dizaine de pilules de chaque espèce. Après broyage, l'acétaminophène présent dans ces médicaments a pu être éliminé par un chauffage suivi d'une filtration. Pour l'*Instantine* et l'*Anacin*, nous avons fait une extraction avec une solution de NaOH afin d'isoler l'aspirine de la caféine. Afin d'éliminer l'eau éventuellement présente dans la caféine, nous avons ajouté un agent desséchant, le MgSO<sub>4</sub>. L'évaporateur rotatif a permis l'obtention de la caféine brute. La purification de la caféine par recristallisation à partir de l'acétone et de l'éther de pétrole ainsi que la sublimation ont été utilisées afin d'améliorer la pureté de notre produit. Nous avons choisi trois méthodes de caractérisation de la caféine obtenue : le point de fusion, le spectre UV et le spectre infrarouge.

## **Vous prendrez bien un thé ?**

*Sophie Leboeuf, Katherine Mercier et Annie Morrissette*

Nous avons extrait, à l'aide du Soxhlet, la caféine de trois sortes de thé, à savoir : le thé vert en sachet, le thé vert en feuilles et le thé *Orange Pekoe* en sachet. Le dichlorométhane a été utilisé comme solvant d'extraction. L'élimination d'eau a été complétée avec du  $MgSO_4$ , suivie de l'utilisation d'un évaporateur rotatif pour obtenir la caféine brute. Une recristallisation dans la propanone et l'éther de pétrole ainsi qu'une sublimation nous ont permis d'obtenir une caféine purifiée. La caractérisation de cette dernière s'est faite à l'aide du point de fusion ainsi que de la spectroscopie ultra-violette. Quant au rendement d'extraction, c'est avec le thé vert en sachet que les résultats ont été les plus élevés.

## **Extraction de l'huile essentielle d'orange et de citron**

*Yonathan Anahory, Marc-André Bergeron et Philippe Vaillancourt*

Les huiles essentielles sont utilisées depuis longtemps. En effet, les Égyptiens s'en servaient pour l'embaumement et les Romains les utilisaient à des fins thérapeutiques. De nos jours les pharmacies regorgent de ce type de produit naturel. Le but de notre projet était de vérifier l'influence de la méthode d'extraction sur l'huile contenue dans les oranges et les citrons. Nous avons utilisé deux méthodes d'extraction : extraction directe par solvant (dichlorométhane et cyclohexane) et entraînement à la vapeur. Nous avons observé des caractéristiques particulières pour les huiles obtenues quant à leur couleur, odeur et texture. De plus, l'indice de réfraction et le spectre infra-rouge ont permis de caractériser les huiles obtenues par les différentes méthodes et d'en vérifier leur pureté.

*Professeur: Claude Dufour*

## **Des valeurs propres et des coniques**

*Sophala Im et Joseph Pudens*

Le but de ce projet est d'illustrer la transformation d'une conique quelconque, d'équation :

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0,$$

en une forme canonique à l'aide des valeurs propres des matrices associées aux formes quadratiques de ce type. Le processus revient à translater la conique à l'origine du système de référence dans un plan cartésien puis à effectuer une rotation permettant de réorienter la conique selon les axes du système de référence. Cependant, il faut avant tout connaître la définition d'une conique, i.e. une section plane d'un cône de révolution. De ces sections on identifie l'ellipse, l'hyperbole, et la parabole.

## **La cryptographie**

*Frédéric Guertin et Éric Verville*

La cryptographie existe depuis toujours. Autrefois, la cryptographie était perçue comme un art où l'imagination était l'élément-clé permettant le codage de messages secrets. De nos jours, cet art s'est plutôt transformé en science. En effet, plutôt que de permuter des lettres, on leur assigne des nombres pour les transformer de façon mathématique.

Dans notre projet portant sur la cryptographie, nous développons cet aspect « mathématique » d'encodage et de décodage des messages. Nous présentons des outils de la théorie des nombres, par exemple les modulus, tout en présentant l'historique des techniques d'aujourd'hui. La cryptographie est de plus en plus présente dans nos vies et les mécanismes de codage et de décodage de plus en plus complexes et intéressants.

## **Générateurs de nombres pseudo-aléatoires**

*Jean-Nicolas Jasmin et Dominic Leduc*

Ce projet portant sur la génération de nombres aléatoires vise à produire à partir de processus modulo récurrents des séquences de nombres aléatoires. Quatre moteurs comparables de nombres pseudo-aléatoires (*mpa*) exécuteront cet ouvrage. Les séquences auront des périodes de répétition variant entre 124 pas et un nombre supérieur à 100 000 pas.

En saisissant un échantillon par séquence, nous évaluerons la qualité du caractère aléatoire de chaque échantillon et, par extrapolation, de chaque séquence, conséquemment de chaque moteur. Quatre tests statistiques seront utilisés à cette fin; il s'agit du test de la somme des rangs (*rank-sum*), du test des signes (*sign*), du test du *poker* et d'un test de fréquence à l'aide de la *khi-deux*. Le troisième volet du projet consiste à expliquer le fonctionnement du *mpa* à l'aide de la théorie des groupes et de la théorie des nombres.

## **Trigonométrie sphérique**

*Patrick Delisle et Kamran Ghazian*

Ce projet vise à introduire la trigonométrie sphérique en implémentant les lois des cosinus et des sinus d'un triangle sphérique en passant par les produits vectoriels et les produits scalaires des vecteurs dans un espace à trois dimensions.

Tout d'abord les notions de grand arc, de triangle sphérique et de triangle polaire devront être introduites, ensuite, il suffira d'utiliser les propriétés des produits vectoriel et scalaire et la notion de triangle polaire pour pouvoir obtenir les lois des cosinus (plus précisément le quadruple produit vectoriel servira de point de départ au processus).

Ensuite, il suffira d'appliquer les propriétés du triangle polaire et du triangle sphérique aux propriétés du produit vectoriel et du produit scalaire pour pouvoir obtenir les lois du sinus.

Finalement on illustrera à l'aide d'exemples l'utilisation de ces notions de trigonométrie sphérique dans différents domaines des sciences.

## **Les annuités et les mathématiques financières**

*Par Richard Zaour et Jean Asber*

Notre société, typiquement nord-américaine, a vite compris à quel point notre machine économique avait besoin d'une forte consommation afin de pouvoir bien fonctionner. Un fonctionnement qui a fait de notre société un milieu où le crédit est devenu non seulement normal mais essentiel à la vie de tous les consommateurs.

Pour traiter ces différentes situations de consommation nous faisons souvent appel aux annuités. Ces dernières nous permettent de calculer différents paramètres liés au crédit: les versements, les taux, les valeurs finales et actuelles, etc.

Notre travail consistera donc à éclaircir et présenter ce sujet à l'aide de différents outils tels les fonctions exponentielles et logarithmiques et les progressions. La résolution du problème des taux sera effectuée par la méthode de Newton-Raphson.

Nous établirons également des tables de constantes en fonction de taux courants afin de montrer à quel point la variation d'un taux peut être significative à moyen et à long terme.

## **Résolution d'équations polynomiales du troisième et du quatrième degré**

*David Rheault et Michaël Botelho*

Ce projet a pour but de faire découvrir différentes méthodes permettant de calculer les racines d'équations polynomiales du troisième et du quatrième degré. Plutôt que de s'en remettre uniquement à la division synthétique afin de trouver les racines des équations polynomiales, nous introduirons des techniques permettant de déterminer tous les zéros des polynômes du troisième et du quatrième degré, peu importe leur nature (rationnelle, irrationnelle ou complexe).

Dans le cas des polynômes du troisième degré, nous utiliserons et démontrerons la formule de Cardan. Dans le cas des polynômes du quatrième degré, nous verrons une technique très semblable à celle de Cardan qui utilise les changements de variables. Ensuite nous introduirons une autre technique par complétion de carrés, évitant ainsi une partie de la complexité du problème. Suivront des exemples, dans lesquels on utilise des nombres complexes. Enfin, on introduira les formules de Newton ainsi que quelques exemples graphiques.

*Professeurs: Pierre Jodoin et Jean Mongeon*

### **L'équilibre dans une échelle**

*François Bourdon, Jean-François Lauzon et Nathalie Le*

Beaucoup de personnes chutent lorsqu'elles montent sur une échelle. Il faut savoir quelles lois physiques sont impliquées pour assurer la stabilité de cette échelle. Notre projet consiste à déterminer la valeur minimale du coefficient de frottement  $\mu_s$  entre le bas de l'échelle et le sol. Nous avons créé un montage expérimental qui nous a permis de cueillir des données nous permettant de déterminer la valeur de  $\mu_s$ . Nous représentons deux situations différentes où nous avons à valider les équations théoriques prédisant  $\mu_s$ .

Dans le premier cas nous cherchons à connaître à quelles conditions l'échelle seule (sans personne dessus) est en équilibre. Nous avons déterminé l'équation suivante :  $\mu_s \geq \cot\theta / 2$ , où l'angle  $\theta$  est celui entre le bas de l'échelle et le sol.

Dans le deuxième cas, nous faisons une simulation d'une personne montant sur l'échelle. Dans le montage, nous suspendons une masse à l'échelle. L'équation à valider est  $\mu_s \geq \cot\theta ((m / 2) + m_w\alpha) / (m_w + m)$ , où  $\theta$  est encore l'angle entre le bas de l'échelle et le sol,  $m$  est la masse de l'échelle,  $m_w$  est la masse rajoutée sur l'échelle et  $\alpha$  est le rapport de la distance entre la masse suspendue et le bas de l'échelle sur la longueur de l'échelle. Nous faisons varier la masse suspendue représentant une personne montant sur l'échelle. Cette variation est définie partant de masses inférieures à celle de l'échelle et allant jusqu'à des masses nettement plus grandes. Lorsque le poids de l'échelle devient négligeable par rapport à celui de la masse suspendue, l'équation théorique devient  $\mu_s \geq \alpha \cot\theta$ .

### **Mouvement d'une bille dans un fluide**

*Alexandre Favreau et Jonathan Plourde*

Le but de ce projet est d'établir une formule décrivant le mouvement d'un objet dans un fluide et de vérifier cette formule à l'aide de l'expérimentation. Pour trouver cette formule, il faut analyser les trois forces agissant sur une bille en chute dans un fluide : la gravité, la poussée d'Archimède ainsi que la résistance du fluide. Cette dernière force est en lien direct avec l'aire que présente la bille à l'écoulement du fluide et augmente avec la vitesse selon l'équation  $F = kv^2$ , où  $k$  est une constante. En appliquant la deuxième loi de Newton suivi d'un développement mathématique relativement complexe, on arrive à une formule pour la position en fonction du temps :

$$x(t) = \frac{m}{k} \ln \left\{ \cosh \left( \frac{kv_l t}{m} \right) \right\} \quad \text{où } m \text{ est la masse de la bille et } v_l \text{ la vitesse limite.}$$

Nous avons mesuré le temps que prennent deux billes, de diamètre différent, pour accomplir une série de distances dans une colonne d'eau. Pour savoir si l'équation précédente est validée, on trace les courbes expérimentale et théorique et on fait la comparaison.

## **Aérodynamique d'une aile**

*Phanie Ouimet et Sébastien Tremblay*

Notre projet de fin d'études en physique se rapporte à l'aérodynamique. L'objet choisi, sur lequel porteront nos recherches, tentera d'imiter le profil d'une aile d'avion placée à l'intérieur d'un tunnel aérodynamique pour observer deux forces qui s'y exercent : la portance et la traînée. Dans ce dessein, nous comparerons des données dites plus théoriques obtenues de formules d'aérodynamique à celles que nous mesurerons expérimentalement.

Nous utiliserons la formule :  $F = \frac{1}{2} \rho \cdot v^2 \cdot S \cdot C$

où  $\rho$  = masse volumique de l'air,  $v$  = vitesse de l'air dans le tube,  $S$  = la surface de l'extrados du profil d'aile et  $C$  = constante de portance ou de traînée.

De plus, en connaissant la vitesse de l'écoulement de l'air dans le tube, nous pourrons utiliser le principe de Bernoulli pour analyser notre expérience. Selon nous, plus la différence entre les aires inférieure et supérieure de notre aile sera grande plus les valeurs de notre portance et notre traînée augmenteront. Les premières mesures confirment cette hypothèse.

## **Le temps de vidage d'un récipient**

*Ziad Hanna et Eli Kano*

Notre projet de fin d'études, donnant l'impression d'être beaucoup plus simple que ce qu'il est en réalité, consiste en l'étude du temps de vidage d'un récipient de section constante par un trou de dimensions variables. Nous cherchons à établir une relation entre le temps nécessaire pour vider un contenant et les dimensions de ce dernier ainsi que celles du trou. Nous sommes arrivés à la relation suivante :

$$h = [ A_t t^2 2g / 4A^2 ] - [ A_t ( 2gh_0 )^{1/2} / A ] + h_0$$

où  $A_t$  est l'aire du trou,  $t$  le temps pour que le récipient se vide jusqu'à une hauteur  $h$ ,  $A$  l'aire de la section du contenant,  $h_0$  la hauteur initiale et  $g$  est l'accélération gravitationnelle.

Expérimentalement nous avons trouvé que l'aire efficace du trou n'est en fait que d'environ 60 % de l'aire mesurée géométriquement. À l'aide de cette équation et de l'aire efficace, nous sommes capables de déterminer le temps nécessaire pour vider complètement ou même partiellement un récipient.

## **Équilibre d'un bloc**

*Boustani Ange et Chacon Antonio*

Dans la vie courante, chacun d'entre nous, a déjà essayé de pousser ou de tirer un meuble quelconque. Dans cette situation, nous appliquons une force sur l'objet pour le déplacer sans que celui-ci ne bascule. Alors, notre but est d'établir les conditions limites d'équilibre d'un bloc en fonction de la hauteur, de l'angle d'application et de la grandeur de la force. Pour cela, nous devons prendre en considération que le frottement entre la surface de bois et le bloc peut être très grand. Lors de l'expérience, ce frottement est remplacé par une mince plaque fixée à la surface qui bloque le déplacement du bloc. Nous allons étudier les cas où le bloc se trouve sur un plan horizontal ou sur un plan incliné. À l'aide de l'analyse des forces et des moments de forces appliqués sur le bloc, nous avons obtenu une relation théorique entre la hauteur d'application de la force et la force maximale aux paramètres du système (masse, dimension du bloc, angle du plan et angle d'application). Les mesures expérimentales confirment la validité des équations théoriques.

## Illusion optique aquatique

*Mathieu Ashby et Bach Heng Ta*

Dans la vie quotidienne, nous sommes souvent victimes d'une illusion optique. Par exemple, lorsqu'on regarde un poisson dans un aquarium avec un certain angle sa position et sa grandeur observées ne correspondent pas à la réalité. Nous voyons seulement l'image virtuelle du poisson. La réfraction est l'explication physique de ce phénomène. Dans notre projet, nous allons déterminer les coordonnées de l'image virtuelle d'un objet placé dans l'eau et observé selon un angle quelconque. À l'aide de la loi de Snell-Descartes et de la trigonométrie, on trouve les coordonnées  $(x, y)$  de l'image virtuelle :

$$x = L^3 (n_l^2 - 1) / D^2 \quad \text{et} \quad y^{2/3} = [ D^2 - (n_l^2 - 1) L^2 ] / (D^{4/3} n_l^{2/3})$$

où  $L$  est la distance entre la verticale à l'objet et le rayon réfracté à la sortie de l'eau,  $n_l$  est l'indice de réfraction de l'eau et  $D$  est la profondeur de l'objet.

Pour valider ces équations, nous avons réalisé une expérience en utilisant un bocal, un fil, un objet, de l'eau, un mètre et un rapporteur d'angle pour mesurer  $L$  et l'angle entre la normale et le fil qui représente l'angle de réfraction. Nous allons prendre ces valeurs pour tracer des droites sur feuilles quadrillées. Les prolongements des deux rayons ou droites qui sont très proches l'un à l'autre vont nous donner un point image  $(x, y)$ . Enfin, nous devons réaliser deux graphiques :  $x$  en fonction de  $L^3$  et  $y^{2/3}$  en fonction de  $L^2$ . Pour valider les deux équations, il faudra que les graphiques donnent des droites et que les pentes et les ordonnées à l'origine correspondent aux paramètres ( $D$  et  $n$ ) du système.

## Formation d'une couche de glace par rapport au temps

*Simon Dagenais et Julien Guay*

Le but de notre projet est de vérifier si l'épaisseur de la glace est proportionnelle au radical du temps de gel. Dans ce dessein, nous avons besoin de comprendre la notion de chaleur latente et le phénomène de conduction thermique. Grâce à ces connaissances, nous avons obtenu une équation pouvant vérifier l'hypothèse de départ, soit :

$$L = \sqrt{KA(T_c - T_f)t/167}$$

où  $L$  = épaisseur de la glace,  $K$  = constante de conductivité thermique,  $A$  = aire de la surface,  $T_c$  = température chaude (glace),  $T_f$  = température froide (congélateur) et  $t$  = temps.

Nous devons aussi savoir qu'un film d'air au-dessus de la glace peut être considéré comme un isolant thermique additionnel et que, par conséquent, l'équation obtenue ne peut pas s'appliquer à une situation où il y a présence d'un tel film. Nous avons donc élaboré une nouvelle équation qui tient compte du film d'air pour des temps de gel inférieurs à environ 30 heures :

$$L = K_l L_1 1,0 \times 10^{-2} \cdot A \Delta T t$$

où  $L$  = épaisseur de la glace,  $K_l$  = constante de conductivité de l'air,  $L_1$  = épaisseur du film d'air,  $A$  = aire de la surface,  $\Delta T$  = différence de température et  $t$  = temps.

Avec cette dernière équation, nous sommes en mesure de calculer l'épaisseur de la glace à un temps donné lorsqu'il y a un film d'air sur la glace. Le graphique de  $L$  en fonction de  $t$  étant une droite jusqu'à environ 31 heures, cela démontre la validité de la deuxième équation. Pour vérifier la validité de la première équation lorsqu'il n'y a aucun film d'air, nous utiliserons un ventilateur.

## L'oscillation d'une balançoire

*Christian Martel et Vichith So*

Le but de notre projet est de déterminer la masse qu'il faut ajouter aux pieds du portique d'une balançoire pour qu'ils ne se soulèvent pas du sol lors d'une oscillation. Soit une oscillation dont l'angle de départ est  $\theta_{max}$ , notre objectif consiste à trouver la masse minimale à ajouter au bas du portique afin qu'il n'ait pas de mouvement vertical pour une position angulaire  $\theta$  quelconque de l'escarpolette durant l'oscillation.

Pour ce faire, nous devons appliquer les lois de la mécanique telles que la seconde loi de Newton en translation et en rotation ainsi que la loi de la conservation de l'énergie mécanique. Après quelques substitutions nous pouvons isoler  $F_{2y}$ , qui est la force verticale qu'exerce le sol sur le pied des montants. Si  $F_{2y}$  est négatif on doit ajouter des masses, mais s'il est positif il n'y a pas de mouvement vertical.

Un graphique de  $F_{2y}$  en fonction de  $\theta$  nous permet de conclure que la masse à ajouter, pour avoir stabilité, est maximale pour un angle inférieur à  $\theta_{max}$ , soit avant que l'escarpolette n'atteigne sa hauteur maximale.

**Hiver 2001**

*Professeurs: Francis Gagnon et Alice Marcotte*

## **Recherche de développement sur un capteur d'éthanol**

*Christian Gagnon, Cathy Levan, Alexandre Léveillé et Anthony Panetta*

Par une recherche de développement, nous avons tenté de développer un protocole impliquant un étalonnage pour utiliser un nouvel instrument de mesure, un capteur d'éthanol. Nous avons identifié les variables qui influencent la précision du capteur et procédé à une série d'expérimentations pour enfin obtenir de multiples courbes logarithmiques ayant des équations semblables. Ces équations montrent que la précision diminue lorsque les concentrations d'éthanol sont élevées. Nous avons remarqué que le capteur offre une précision relative, c'est-à-dire qu'une concentration inconnue peut être identifiée par comparaison avec les données précédentes. Des mesures effectuées sur une bière inconnue ont montré une incertitude relative d'environ 13% sur la valeur indiquée par le fabricant. Nous avons aussi expérimenté à partir de levures et nos résultats montrent que plus il y avait de sucre, plus la vitesse de fermentation est élevée.

## **Effet des phosphates sur la reproduction et la productivité des algues**

*Julien Dugré, Gabrielle Forget et Daniel Sanche*

Partant de l'hypothèse qu'une hausse de la concentration de phosphates entraîne une augmentation de la productivité des algues et une prolifération de celles-ci, nous avons ajouté différentes quantités de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  à des cultures d'algues (*Chlorella*). Sur une période de 14 jours, nous avons mesuré le taux d'oxygène dans chaque culture à l'aide d'un oxymètre (alors que les algues étaient soumises à une luminosité favorable pour la photosynthèse) et nous avons compté chacune des populations en utilisant un hématimètre. La baisse du nombre d'organismes, de même que la diminution de la productivité, avec l'augmentation de la concentration de phosphates, directement après l'ajout de la solution nutritive, serait due au choc osmotique subi par les algues. L'ajout de  $\text{NaHCO}_3$ , une source de gaz carbonique, a permis d'améliorer les conditions de croissance et la productivité des *Chlorella*.

## **Effet de la concentration du gaz carbonique sur la prolifération des algues**

*Juan-Andrés Gonzalez, Annie Lapierre, Marie-Renée Lambert et Isabelle Quintal*

Notre projet consiste à observer les effets du gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) sur la croissance et la productivité d'une population d'algues. Inspiré par l'effet de serre et l'équation de la photosynthèse, notre projet comporte deux volets. D'une part, avec l'expérimentation assistée par ordinateur (ExAO), nous avons trouvé le pourcentage de productivité d'oxygène des algues pour différentes concentrations de  $\text{CO}_2$  et à l'aide d'un hématimètre nous avons compté les populations. Un deuxième comptage a été effectué après une semaine sur les différents échantillons pour comparer les pourcentages d'augmentation des populations d'algues des différentes populations. Ces tests nous ont donné des résultats concordant avec les caractéristiques de la photosynthèse, soit une hausse de productivité et de population pour les échantillons exposés à des concentrations de  $\text{CO}_2$  élevées.

## **Production de jus en fonction de la maturité de la banane**

*Pascal De Repentigny, Éliane Marmo-Lecompte et Josianne Trottier*

Plus une banane est mûre, moins elle contient de pectine, sucre qui maintient la structure du fruit; alors on devrait en extraire une plus grande quantité de jus. D'un même régime de bananes très vertes et conservées à 10°C, nous avons ajouté, à cinq degrés de maturation, de la pectinase aux bananes broyées. Avec l'étalonnage du capteur de pression, nous avons mis en relation le volume de jus produit après 20 minutes en fonction de la maturation. La quantité de jus augmente jusqu'à un volume maximal à 15 jours de maturation et par la suite le volume redescend. De plus, lorsque nous avons obtenu ce volume maximal, le jus était le plus apprécié par son goût plus sucré et plus prononcé.

## **Effets de l'intensité d'un effort physique sur quelques variables physiologiques chez l'humain**

*Marie-Josée Charbonneau, Christine Langlois et Marie-Suzanne Mucci*

Notre objectif était de déterminer les fréquences cardiaque et respiratoire ainsi que la force avec laquelle la personne respire en fonction de l'effort fourni. Pour étudier ces variables, nous avons pris les mesures sur 5 sujets au repos et après une course en 2 étapes dans l'escalier (75 et 150 marches). Nos résultats montrent qu'au niveau de la fréquence cardiaque et du rythme ventilatoire, il y avait une augmentation du repos à l'effort suivie d'une stabilisation contrairement à la pression de l'air inspiré et expiré. La mesure des variables de la température corporelle et du taux d'oxygène dans l'air expiré ont été abandonnées suite à des problèmes de montage. Il serait intéressant de refaire une étude similaire avec un plus grand nombre de sujets sur une base statistique.

## **La glycémie chez l'écrevisse**

*Andrée-Anne Corbeil, Isabelle Gélinas-Cadieux, Christine Lamarche Lauzon et Julie Racette*

Le but principal de notre expérience était de déterminer l'effet de différentes hormones et du glucose sur la glycémie. Pour estimer l'efficacité des substances, nous avons déterminé leur vitesse d'action en injectant chacune d'elles à des écrevisses et observé la variation du taux de glucose de l'écrevisse dans l'heure suivante. Nous avons donc pu observer que le glucose agit beaucoup plus rapidement que l'octopamine et l'adrénaline et que ces trois substances augmentent le taux de glucose sanguin. À l'opposé, l'insuline diminue la glycémie des écrevisses et ce, à une vitesse comparable à celle de l'octopamine. Toutefois, différents facteurs peuvent influencer ces résultats tels la taille et le métabolisme des écrevisses, les facteurs de stress extérieurs... Puisque nous travaillons avec des vivants, l'obstacle majeur rencontré a été de garder nos cobayes en vie.

## **Influence de la température sur le développement des ténébrions**

*Patricia Boucher, Jean-Christophe Currie, Roxanne Guénette et Lesly Leroy*

Notre projet avait pour but de vérifier l'influence de la température sur la croissance et le développement des insectes *Tenebrio molitor*. Nous avons compté et pesé trois populations placées respectivement à 4°C, 22°C et 30°C et ensuite mesuré leur consommation d'oxygène, laquelle s'est avérée très faible. À 30°C, la masse corporelle des larves est plus élevée et leur métamorphose en nymphe et en adulte est plus rapide. À 22°C, le développement est plus faible tandis qu'à 4°C, il n'y a pas de nymphes et les larves restent petites. En conclusion, lorsque le taux d'humidité est suffisant, une température plus élevée favorise le développement et la croissance d'une population de ténébrions.

## **Le degré de maturation des bananes et leur rendement en jus**

*Mélanie Gagnon, Anne-Sophie Monat et Antoine Poulin*

Notre projet tente de vérifier si le degré de maturation de la banane influence son rendement en jus. Nous avons d'abord déterminé la quantité optimale de pectinase. Sur une durée de 21 jours, nous avons mesuré, deux fois par semaine, la quantité de jus produite avec des bananes provenant d'un même régime, au départ vertes et à la toute fin noires. Nos résultats ont montré que la quantité de jus produit tend à augmenter très rapidement durant les deux premiers jours, puis diminue graduellement pour finalement atteindre le même volume qu'au départ. Cela pourrait signifier que les bananes se déshydratent dû au fait que la pelure absorbe le jus lorsqu'il tente de s'évaporer, ce qui diminue la quantité de jus dans le fruit lui-même et ramollit la pelure.

## **L'effet de l'entraînement sur la forme physique quant au temps de récupération**

*Nicole Nicolas, Valérie Pedneault, Eliza Pham et Hélène Therrien*

Lors de notre projet de fin d'étude, nous étudions l'amélioration de la condition physique chez quatre sujets. Afin d'y parvenir, nous avons choisi de mesurer le temps de récupération au cours d'un entraînement intensif de 10 semaines. Si la santé cardiovasculaire s'améliore, alors le temps de récupération devrait diminuer de semaine en semaine. Nous avons couru 10 minutes pour ensuite mesurer les pulsations et le rythme respiratoire à intervalles réguliers. De plus, nous transformons les résultats bruts en écarts. Ce dernier est une mesure du temps de récupération. Finalement, il y a une tendance qui porte à croire qu'il y a une amélioration chez tous les individus, mais elle est moins marquée chez les individus déjà entraînés.

## **Comment élever vos propres petites crevettes ??**

*Claude Lessard Amyot, Marie-Noël Morissette et Julie Reeves*

Pour les étudiants en biologie, il est fort important d'avoir à portée de main de petits organismes en quantité pour expérimentations. Après les échecs des élevages de *Daphnies*, nous avons choisi d'étudier les *Artémias*, de petits crustacés, facile à se procurer. Cette petite crevette pouvant s'adapter à différents milieux, nous avons voulu déterminer la salinité optimale d'élevage. Nous avons pris une salinité semblable à celle de la mer (3,5%) et avons sélectionné une plus faible et une plus élevée. Nos résultats n'étant pas concluants, nous avons mis sur pied huit bacs, avec et sans bulleur, de salinité 1,8% et 3,9%. En faisant varier certains paramètres entre la première et la deuxième expérience, nous avons pu obtenir une régénération de la population. Nous n'avons pas déterminé de salinité optimale, mais un éventail propice à l'élevage d'*Artémias*.

## **Respiration bactérienne**

*Nadjib Benhamed, Jeong Mi Kim et Patricia Miranda*

Notre projet consiste à établir une relation entre la vitesse de consommation du taux d'oxygène dissout dans un bouillon de culture en fonction de la concentration bactérienne qui y est contenue. Nous utilisons *Escherichia coli*, bactérie anaérobie facultative, qui utilise l'oxygène s'il est abondant dans son milieu. Ainsi, dans le bouillon de culture, qui doit être oxygéné le plus possible, nous mesurons la variation du taux d'oxygène dissout en fonction du temps et de la température. Nous reprenons les mesures avec différentes dilutions du bouillon de culture. Nous anticipons l'obtention d'une pente croissante qui représente la vitesse de consommation de l'oxygène en fonction de la concentration bactérienne. Éventuellement, la relation va nous permettre d'évaluer la concentration bactérienne sans comptage avec dilution.

## **Résistance des bactéries à un antibiotique périmé et non périmé**

*Cristina Biagioni, Katherine Desrosiers, Philippe Lamarche et Joannie Pinard*

Dans notre projet de fin d'étude en biologie, nous nous sommes interrogés sur l'efficacité de l'antibiotique amoxicilline selon sa date de péremption sur la bactérie *Staphylococcus epidermidis*. Selon nous, plus la concentration d'antibiotique est élevée et moins le temps d'expiration est long, plus il est meurtrier. Après dilution du médicament, nous mettons les bactéries en contact avec celui-ci durant une période d'incubation de 24 heures, après lequel nous faisons un dénombrement des bactéries survivantes. Comme attendu, le nombre de bactéries restantes est supérieur en présence d'un médicament périmé (que non périmé), et davantage sans présence d'antibiotique. Cependant, nous avons rencontré certaines difficultés dans la comparaison de différentes concentrations d'antibiotique de même qualité.

*Professeurs: Kader Boualia et Jean-Marie Renaud*

## **Extraction de la caféine dans les boissons gazeuses**

*Andréane Champeau, Shirley Gesse et Stanley Fontaine*

Le but de notre projet était d'extraire la caféine de certaines boissons gazeuses et d'en comparer la quantité avec les valeurs théoriques. Nos attentes face à ce projet étaient en premier lieu d'isoler le maximum de caféine contenu dans chacune des boissons, ensuite de purifier la caféine obtenue. La méthode utilisée est la suivante : nous avons effectué à 3 reprises une extraction liquide-liquide à l'aide du dichlorométhane comme solvant. Par la suite, nous avons procédé à une évaporation sous vide pour évaporer le dichlorométhane et ainsi recueillir la caféine. Finalement, nous avons purifié le solide par recristallisation et sublimation. Le spectre UV nous a permis de confirmer l'existence de caféine. De plus, les points de fusion montrent la présence de certaines impuretés. Par contre, à cause du manque de produit recueilli, il nous a été impossible d'effectuer la purification.

## **La vitamine C est-elle capricieuse ?**

*Samir Al Alwani, Lara Safadi et Patrice Tessier*

Le but de notre projet était de vérifier l'effet de la température et de la lumière sur l'acide ascorbique (vitamine C) contenue dans différents jus d'oranges commerciaux (*Tropicana* 100% pur et *Oasis* fait de concentré). De plus, nous avons comparé deux méthodes de dosage de la vitamine C : le titrage au 2,6-dichlorophénolindophénol (DCPI) et la chromatographie liquide à haute précision (HPLC). Pour analyser l'effet de la température, nous avons préparé deux séries d'échantillons de jus; une série était entreposée dans le réfrigérateur et l'autre sur le comptoir. Nous nous attendions à ce que la vitamine C se dégrade beaucoup plus rapidement à la température ambiante et c'est ce qui s'est produit. Quant à la lumière, nous avons préparé encore une fois deux séries d'échantillons de jus. Une des deux était recouverte de papier d'aluminium afin d'éliminer l'exposition à la lumière. Notre hypothèse était que la vitamine C contenue dans les solutions à l'abri de la lumière se dégrade moins rapidement. Les résultats infirment cette hypothèse. Néanmoins, nous pouvons conclure qu'il est important de conserver nos jus d'oranges au réfrigérateur dans des contenants opaques pour éviter une perte considérable de vitamine C. De plus, la marque *Tropicana* semble contenir plus de vitamine C que la marque *Oasis* et sa conservation y est plus efficace. Finalement, le dosage par titrage avec le DCPI donne des résultats moins précis et moins exacts que ceux obtenus par chromatographie.

## **Extraction du dextrométorphane du sirop contre la toux**

*Alexandre Boulanger, Simon Roy et Jonathan Rozon*

Notre projet avait pour but d'isoler le dextrométorphane (DXM) contenu dans divers sirops contre la toux et de vérifier le rendement d'extraction pour chacun d'eux. Le DXM est un agent actif contenu contre la toux. Il produit après absorption l'arrêt du réflexe de la toux afin de la guérir. Les trois sirops utilisés étaient les suivants : *Bénylin*, *Balminil* et *Personnelle*. Nous avons utilisé l'hexane comme solvant d'extraction. Ce dernier a été évaporé à l'aide de l'évaporateur rotatif, ce qui nous a permis de récupérer le DXM. Les points de fusion des solides obtenus ont démontré que le DXM obtenu n'était pas parfaitement pur. Par contre, les rendements d'extraction sont en accord avec ceux attendus.

## Extraction de la caféine des médicaments

Marie Bernard, Sami Boualia et Jean Chau

Dans le cadre du cours de projet de chimie, nous nous sommes posé la question suivante : « Est-ce que, dans les médicaments, la quantité de caféine correspond à la valeur indiquée sur l'étiquette par le fabricant ? ». Pour y répondre, nous avons extrait la caféine du *Midol*, de l'*Instantine* et de l'*Excedrin* avec une méthode de séparation de la caféine des autres composantes des médicaments et en utilisant le dichlorométhane comme solvant d'extraction. Cette séparation est basée sur la différence de solubilité des différents ingrédients dans le dichlorométhane. La purification de la caféine brute a été effectuée par sublimation. Nous avons caractérisé la caféine obtenue à l'aide du point de fusion et du spectre UV. Pour le *Midol*, nous avons obtenu un rendement de 93 %, mais un point de fusion beaucoup plus bas signale la présence de beaucoup d'impuretés. L'*Excedrin* nous a donné un rendement de 59% et un produit pur. Pour l'*Instantine*, nous avons obtenu un rendement très faible (moins de 20%) avec une caféine relativement pure. Suite à l'analyse de nos données, nous avons conclu que c'est avec l'*Excedrin* que nos résultats correspondent le plus aux valeurs indiquées par le fabricant.

## Vitesse de dégradation de la vitamine C en fonction de la température

Sari Chengberlin, Louis-Philippe Couture et Valérie Falardeau

Y a-t-il une relation entre la vitesse de dégradation de la vitamine C et la température de la solution ? Afin de répondre à cette question, nous avons étudié la vitesse de dégradation de l'acide ascorbique pur et celle de la vitamine C contenue dans un jus d'orange pressée à 25 °C et à 60 °C. La vitamine C a été analysée par titrage à l'iode selon la réaction :



Lorsque la vitamine C aura complètement réagi avec  $I_2$ , l'ajout de  $I_2$  réagira avec  $I^-$  et avec l'amidon préalablement additionné, selon la réaction :

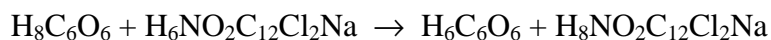


Le traitement mathématique des résultats a montré que la vitesse de dégradation de la vitamine C était plutôt d'ordre 2 que d'ordre 1 et que la vitamine C se dégradait plus vite à haute température.

## Que préfère le piment rouge ? Le sucre ou le sel ?

Nicolas Lahaie, Karine Mercier et Patrick Tremblay

Le but de notre projet était d'étudier l'influence de différents condiments sur le passage de la vitamine C (acide ascorbique) du piment rouge vers l'eau. La vitamine C a été déterminée par titrage par oxydo-réduction au 2,6-dichlorophénol-indophénol (DCPI). Ce dernier est un colorant qui joue le rôle non seulement d'agent oxydant, mais aussi d'indicateur, selon la réaction :



Nous avons utilisé de l'eau distillée, de l'eau du robinet, de l'eau salée, de l'eau sucrée et de l'eau additionnée de fructose (sucre naturel). L'analyse des résultats montre que l'eau du robinet n'influence pas le passage de l'acide ascorbique du piment vers la solution et qu'il y avait beaucoup plus de vitamine C dans l'eau salée que dans l'eau sucrée.

## **Tout un aliment, le lait!**

*Élyse Boissonneault, Manuel Charbonneau, Carine Roy-Guérrette et Patrick Sénéchal*

Quelle est la proportion des principaux constituants de quelques types de lait? Pour répondre à cette question, nous avons choisi plusieurs sortes de lait dont nous avons déterminé la composition expérimentalement. Nous avons étudié principalement les laits de vache et de chèvre, crus et commerciaux, mais aussi le lait maternel (humain) et le lait maternisé afin de déterminer leur composition en calcium, caséine, matières grasses et lactose. Les principes de notre méthode expérimentale sont les suivants : acidification du lait qui entraîne la précipitation de la caséine et des matières grasses qui sont ensuite séparées du reste du lait par filtration puis entre elles à l'aide de solvants organiques. Le filtrat recueilli contient le lactose qui est cristallisé dans l'éthanol. Le calcium a été dosé par titrage par complexométrie avec l'EDTA. Les résultats obtenus permettent de conclure que le lait de vache cru contient environ deux fois plus de caséine que le lait de chèvre cru et que les traitements commerciaux ne semblent pas affecter la quantité de caséine présente dans les laits. De plus, nous avons observé que le lait de chèvre cru était légèrement moins gras, mais surtout, qu'il contenait beaucoup moins de lactose que le lait de vache cru. Par contre, le lait de chèvre semble généralement contenir plus de lactalbumine et plus de calcium que le lait de vache. Les laits maternels et maternisés contenaient nettement moins de calcium que les autres types de lait.

## **Extraction de la caféine de trois thés différents**

*Marie-Eve Desrosiers, Annick Drouin et Marie-Julie Favé.*

Le but de notre projet était d'extraire la caféine de trois variétés de thé différent, de la purifier et de la caractériser. Nous avons choisi un thé vert, un thé chinois et un thé ordinaire. Pour extraire la caféine, nous avons utilisé la méthode d'extraction au soxhlet suivie d'une extraction au dichlorométhane. Ensuite, le dichlorométhane a été évaporé à l'aide d'un évaporateur rotatif et nous avons obtenu de la caféine solide, une poudre blanche. Celle-ci a ensuite été purifiée par recristallisation. Nous avons obtenu en général une quantité de caféine proche des valeurs théoriques anticipées, soit d'environ 40 mg. Cette caféine était presque pure même avant la purification, sauf dans le cas du thé vert. Nous attribuons cela au fait que la chlorophylle contenue dans le thé vert est extraite en même tant que la caféine. La recristallisation nous a permis d'obtenir de la caféine pratiquement pure.

## **La quantification de la vitamine C**

*Jacinthe Aubin, Mélanie Bétournay et Karine Lefebvre*

Notre projet consistait à valider deux méthodes, l'une avec du dichlorophénolindophénol (DCPI) et l'autre avec du permanganate de potassium, qui puissent nous permettre de quantifier la teneur en vitamine C dans différents produits dont une orange, du jus d'orange et une capsule de vitamine C. Nous avons également voulu savoir si le fait de laisser le jus à la lumière et à la chaleur changeait la teneur en vitamine C. Nous avons conclu que la méthode utilisant le DCPI était beaucoup plus précise que celle avec le permanganate de potassium. Nous avons aussi constaté qu'il y a plus de vitamine C dans un verre de jus d'orange que dans une orange et que la capsule de 1000 mg en contient beaucoup plus que les deux autres produits. De plus, il y a moins de vitamine C dans le jus après une exposition à la chaleur et à la lumière. Même si la capsule contient beaucoup de vitamine C, elle n'est pas pour autant plus recommandée dans un régime équilibré étant donné que l'apport quotidien en vitamine C n'est seulement que de 60mg.

## **Qui est le plus huilé dans le cèdre ? La feuille, le bois ou l'écorce ?**

*Christian Croisetière et François Dionne*

L'huile de thuyone est la principale composante des huiles essentielles contenues dans le cèdre d'Amérique (*Thuja occidentalis*). Afin de savoir quelle était la partie du cèdre qui renfermait le plus d'huile essentielle, nous avons extrait l'huile par entraînement à la vapeur. La caractérisation des échantillons obtenus a été faite par spectrophotométrie infrarouge et par mesure de l'indice de réfraction. Ces deux techniques ont confirmé que la thuyone était le constituant principal. Les rendements d'extraction ont par ailleurs montré que les feuilles contenaient environ quatre fois plus d'huile que le bois et l'écorce, soit 0,42 % pour les feuilles, 0,12 % pour le bois et 0,12% pour l'écorce.

## **Extraction de l'huile essentielle de citron**

*Nicolas El Habr, Sarah-Monalisa El Kady et Kévy Stephen*

Dans le cadre de notre projet de fin d'études, nous avons extrait l'huile essentielle de zestes de citrons (d'Espagne) par entraînement à la vapeur, en utilisant deux solvants différents : le dichlorométhane et le cyclohexane. La caractérisation des huiles obtenues a été faite par spectrophotométrie IR, par mesure de l'indice de réfraction et celle de la masse volumique. L'analyse des résultats obtenus a montré que la quantité d'huile extraite avec le dichlorométhane est environ 5 fois plus élevée que celle extraite avec le cyclohexane (0,55% et 0,18%). Les spectres infrarouge et les masses volumiques ont confirmé que le constituant principal était le limonène.

## **Vitesse de solubilisation de la caféine dans l'eau**

*Mathieu Albanese et Daniel Beaudoin*

Notre projet consiste à évaluer la vitesse de solubilisation de la caféine dans l'eau portée à ébullition. La méthode expérimentale consistait à faire macérer des feuilles d'un thé vert japonais pendant des temps différents. La caféine contenue dans l'eau était ensuite extraite par le dichlorométhane dans lequel elle est plus soluble. La caféine brute est récupérée par évaporation du dichlorométhane. Elle est enfin purifiée par sublimation et quantifiée. Pour caractériser nos échantillons, nous avons pris les spectres UV et les points de fusion et les avons comparés à ceux d'un échantillon pur de référence. Les résultats ont montré que la masse de caféine extraite est une fonction logarithmique du temps et que la vitesse d'extraction était une fonction inverse du temps, c'est à dire que plus le temps d'extraction augmentait, plus la vitesse diminuait.

## **Extraction de la caféine de l'analgésique Midol**

*Philippe Angers, Dominique Chayer et Hélène Restieri*

Quelle méthode d'extraction de la caféine de l'analgésique *Midol* est la meilleure ? Celle à l'aide d'une base ou celle à l'aide d'un acide ? Pour le savoir, nous avons tout d'abord dissout du *Midol* en poudre dans le dichlorométhane dans lequel seules la caféine et l'aspirine sont solubles. L'ajout d'un acide (HCl) permet l'extraction de la caféine qui est une base, alors que l'ajout d'une base (NaOH) permet l'extraction de l'aspirine qui est un acide. La caféine obtenue dans chaque cas a été purifiée par sublimation et caractérisée par spectrophotométrie UV et par le point de fusion. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus avec une caféine pure fournie au laboratoire. L'analyse des résultats a montré que l'extraction à l'aide de la base donnait un rendement de 4% supérieur à celui de l'extraction avec l'acide. Cette dernière méthode fournissait par contre une caféine légèrement plus pure.

*Professeur: Daniel Bourbonnais*

## Les approximations de Padé: des approximations songées

*Khalil Mawassi, Alain Poirier et Manuel Ste-Marie*

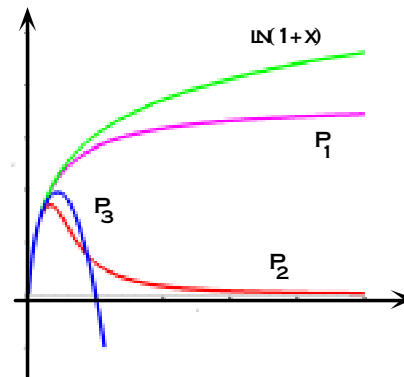
Les approximations de Padé consistent à approcher une fonction  $f(x)$  par des fonctions rationnelles  $\frac{Q_n(x)}{R_m(x)}$  où  $Q_n$  et  $R_m$  sont des polynômes en  $x$  de degrés  $n$  et  $m$ . Notre projet consiste à mesurer, pour une fonction donnée, la précision de l'approximation sur un intervalle donné.

Par exemple, avec la fonction  $\ln(1+x)$ , les fonctions

$$P_1(x) = \frac{11x^3 + x^2 + x}{20x^3 + 3x^2 + 3x + 1}$$

$$P_2(x) = \frac{27x^2 + x}{3420x^4 - 11x^3 + 31x^2 + 23x + 1}$$

$$P_3(x) = \frac{1x^4 + 15x^3 + 5x^2 + x}{2x^2 + 4x + 1}$$



sont trois approximations de Padé qui sont indiscernables lorsqu'on les trace sur l'intervalle  $[0, 1]$  alors qu'il en est tout autrement sur l'intervalle  $[0, 100]$  comme on peut le voir sur le graphique.

## La musique sérielle: de la musique démocratique

*Daliya Abdul-Amir et Isabelle Gervais*

Partant du principe qu'il faut traiter toutes les notes sur un même pied, on a construit une cellule musicale constituée des 12 sons (sans répétitions) de la gamme. Nous avons composé une pièce musicale en répétant plusieurs fois cette cellule, mais après lui avoir fait subir des transformations (transposition, inversion, ...). Ces transformations ont été réalisées à partir de fonctions que nous avons implantées dans *Maple*. Lors de nos expérimentations, nous avons pu observer graphiquement les effets de chacune de ces transformations sur une cellule musicale puisque nous avons, dans un premier temps, construit un modèle graphique pour représenter des cellules musicales. Ces effets ont ensuite pu être observés en écoutant ces cellules musicales après les avoir codées au format MIDI.

## Les ondes

*Julien S. Bourrelle, Samuel Langevin et François Tanguay*

Notre projet consiste à étudier la propagation d'ondes sur une surface rectangulaire possédant des extrémités fixes. Notre expérimentation portera sur différents éléments dont la propagation des ondes, la réflexion de celles-ci et leurs superpositions. Nous allons faire l'étude du mouvement en 2 et 3 dimensions. Nous visualisons la situation en 3 dimensions par une piscine à vagues dans laquelle les ondes (les vagues) se propagent, rebondissent sur les bords et se superposent.

## Contrôle de la qualité

*Crystal Drouin, Josiane Roy et Valérie Tremblay*

Comment peut-on, à partir des mesures prises sur un certain nombre d'objets choisis au hasard parmi les éléments d'un ensemble, établir si l'ensemble en entier est conforme ou non à des spécifications pré-établies? Est-il possible d'estimer quel est le risque de se tromper?

Dans un premier temps, afin de pouvoir faire nos expérimentations, nous avons développé des procédures qui permettent de générer aléatoirement des *populations* (des séries de nombres) en respectant certaines contraintes concernant leur distribution, leur moyenne, leur écart-type et leur étendue. D'autres procédures, permettant de représenter graphiquement les données à l'aide d'histogramme et de créer des *échantillons* à partir de la population, ont été implantées. Cela nous a permis d'illustrer des résultats importants en statistique dont la forme de la distribution de la nouvelle population formée de l'ensemble de toutes les moyennes des échantillons de même taille qu'il est possible de générer à partir de la population initiale, ainsi que le lien qu'il y a entre les deux moyennes et les deux écarts-types de ces populations. Ensuite, nous avons validé une équation statistique qui sert à fabriquer la courbe d'efficacité. C'est une courbe qui est utilisée pour déterminer, selon certains critères préétablis, si on doit rejeter ou accepter un échantillon.

Afin de pouvoir mettre en pratique ces résultats, nous avons construit, à l'aide de *Maple*, une procédure qui simule une *machine* qui fabrique des vis d'une certaine longueur. Dans cette procédure, une instruction fait en sorte qu'à un moment donné la machine se dérègle très légèrement. À l'aide des résultats théoriques auxquels nous avons fait référence précédemment, nous avons pu établir assez précisément à quel moment la machine s'est dérégulée, en faisant un *contrôle de la qualité* consistant à prendre, à intervalle régulier, des échantillons de vis et en indiquant la moyenne des longueurs de celles-ci sur des cartes de contrôle.

## Modélisation d'une courbe

*Hugue Blier, Éric Scandella et Frédéric Tanguay*

Le but de notre projet a été de représenter algébriquement certaines courbes (routes, rivières, frontières de villes, contours de plans d'eau...) à partir de points sélectionnés sur celles-ci afin d'en déterminer certaines caractéristiques (longueur de la courbe, aire de la surface, ...). Il existe plusieurs techniques pour modéliser des courbes et nous avons expérimenté avec trois d'entre elles :

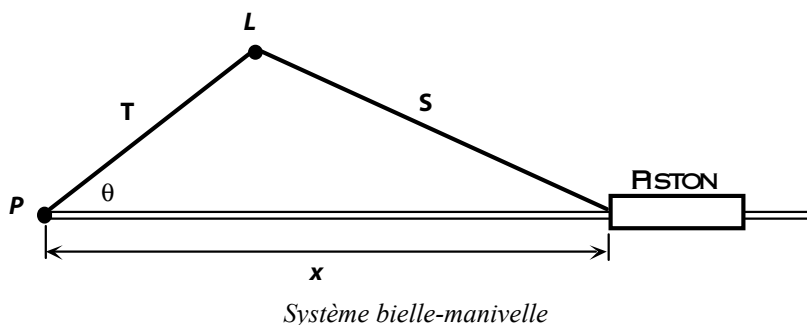
- la méthode du minimax, qui consiste à trouver une courbe théorique qui passe près des points sélectionnés tout en minimisant l'écart maximal qu'il y a entre la courbe et ces points;
- la méthode de Lagrange qui permet de construire des polynômes passant par les points sélectionnés;
- la méthode des splines cubiques qui permet de construire une courbe naturelle passant par ces points, c'est-à-dire une courbe dont l'allure s'approche d'un dessin à main levée.

Nous avons comparé les trois techniques pour tenter de trouver dans quelle condition l'une donne de meilleurs résultats que les autres. Pour chacune, nous avons fait une analyse de la précision des mesures (longueurs, aires, ...) en fonction du nombre de points choisis et de leur position. Finalement, nous avons utilisé un logiciel pour faire la collecte de points sur une carte routière numérisée afin de mettre en pratique nos résultats.

## Écoute ton fer, piston

Duy Chinh Doan, Tito Lim et Sopheaseth Pheng

Nous nous sommes intéressés à la façon dont varie la position d'un piston en fonction du temps lorsque celui-ci, couissant sur une tige de fer, est entraîné par la tige T qui tourne autour du point P.



Nous avons analysé le mouvement du piston en fonction des divers paramètres (longueur des tiges T et S et vitesse angulaire de la tige T) et nous avons traité les deux questions suivantes:

- Si T tourne à vitesse constante, en sera-t-il de même pour le piston ?
- Si on permute les tiges T et S, obtiendra-t-on le même mouvement du piston ?

Nous avons aussi analysé le mouvement de l'extrémité L de la tige T en exprimant ses coordonnées en fonction du temps et nous avons traité le système bielle-manivelle lorsqu'il est utilisé, comme c'est le cas avec un moteur d'automobile où l'on retrouve plusieurs pistons, en de multiples exemplaires.

D'autres mécanismes, permettant de transformer des mouvements rotatifs en mouvements longitudinaux, ont été analysés dont la came, le cric et le treuil. Ces analyses furent basées sur des expérimentations réalisées à partir de modèles mathématiques que l'on a développés puis implantés dans le logiciel *Maple*. De plus, le mécanisme de la came a été analysé à l'aide d'une distributrice à bonbons que nous avons réalisée en bois et en plexiglas. Nous avons également construit le système bielle-manivelle à l'aide de blocs de Lego.

## Cartes sur table, Monte-Carlo!

Julie Fiset-Laniel et Julie Mc Dermott

Après avoir bien brassé un jeu de cartes régulier, on tire des cartes, une après l'autre, jusqu'à ce qu'on obtienne une dame et on cherche à déterminer le nombre de cartes qu'il faut tirer (*boum!*) en moyenne. Quelle serait cette moyenne  $M$  si le jeu contenait  $n$  cartes dont  $d$  sont des dames? En fixant tour à tour les deux paramètres, le nombre de cartes  $n$  et le nombre de dames  $d$ , et en donnant à l'autre plusieurs valeurs différentes, nous avons trouvé un lien entre  $M$  et ces paramètres à l'aide de la méthode des moindres carrés.

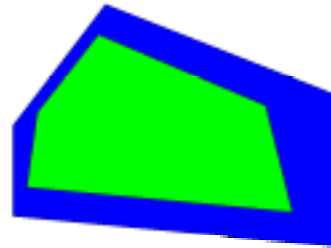
Puisque l'expérimentation avec des cartes réelles nécessiterait beaucoup trop de manipulations, nous avons simulé cette expérience en développant un modèle avec *Maple*. Cela nous a permis de traiter beaucoup de cas et de guider notre intuition pendant l'expérimentation. Aussi, nous nous sommes intéressées au Blackjack en déterminant expérimentalement, en fonction de la valeur des cartes que nous avons entre les mains, la probabilité de dépasser 21 en prenant une carte supplémentaire.

## Les zéros complexes

Brigitte Bertrand, Hubert Breault et Olivier Dello Sbarba

Les mathématiciens Bairstow et Hitchcock ont développé un algorithme permettant de trouver des approximations aux zéros complexes d'un polynôme à coefficients réels. Ce projet consiste à implanter cet algorithme à l'aide du logiciel *Maple* puis illustrer deux résultats très surprenants :

- La moyenne des zéros complexes d'un polynôme  $P$  coïncide avec celle des zéros complexes de  $P'$
- Le plus petit polygone convexe, dans le plan complexe, contenant les zéros de  $P'$  se trouve à l'intérieur du plus petit polygone convexe contenant les zéros de  $P$ .



À l'aide d'expérimentations, nous avons tenté d'établir s'il y a un lien entre les formes des deux polygones. Par exemple, si le polygone convexe associé aux zéros de  $P$  est régulier, en sera-t-il de même pour celui associé aux zéros de  $P'$ ?

Nous avons ensuite modifié à plusieurs reprises le polynôme  $P$  de telle sorte que le polygone obtenu à partir des zéros du nouveau polynôme soit une dilatation ou une translation du polygone initial, afin de voir de quelle façon ces modifications allaient se transmettre au polygone associé aux zéros de  $P'$ .

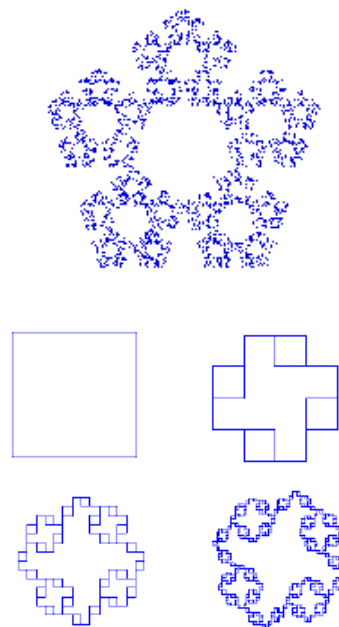
## Les fractales et les systèmes de fonctions itérées

Danny Chhin et Kim Foy So

La création d'une fractale peut s'obtenir en modifiant chaque point d'une image initiale par une série de transformations affines, chacune d'elles étant choisie au hasard dans une liste préétablie.

En implantant ce procédé en *Maple*, une particularité intéressante a été observée: si on construit à plusieurs reprises des fractales à partir d'un même ensemble de transformations affines, il n'est pas possible de distinguer les fractales obtenues bien que les fonctions aient été, à chaque étape du procédé, choisies au hasard dans l'ensemble des transformations.

Cette façon de construire une fractale est aussi utilisée dans les algorithmes de compression d'images, la création d'images de synthèse, les effets spéciaux au cinéma, la modélisation de la croissance de populations de bactéries, etc.



*Professeurs: Martin Charest, Pierre Jodoin et Jean Mongeon*

## **Aérodynamique : étude de la portance**

*Chantal Brisson et Julie Marcoux.*

La portance est la force perpendiculaire à l'écoulement d'un fluide non compressible à vitesses subsoniques. Ce projet élucide les fondements de cette force, soit la pression différentielle résultante entre l'extrados et l'intrados et la déflexion de l'air vers le bas au bord de fuite. À partir des principes de Bernoulli et de Venturi, nous avons déduit l'équation qui décrit la force de portance:

$$F_p = 1/2 \rho v^2 S C_z$$

où  $F_p$  = force de portance (N),  $\rho$  = densité de l'air ( $\text{kg/m}^3$ ),  $v^2$  = carré de la vitesse ( $\text{m}^2/\text{s}^2$ ),  $S$  = surface alaire ( $\text{m}^2$ ),  $C_z$  = coefficient de portance.

En comparant le coefficient de portance de différents profils et en l'étudiant pour différents profils inclinés, nous voulions déterminer la nécessité, pour des profils symétriques, de l'angle d'incidence et le résultat d'une augmentation de l'angle d'attaque. Nous supposons que plus cet angle est grand, de  $-10^\circ$  à  $+15^\circ$ , plus le coefficient de portance augmentera. Passé un certain angle ( $\cong 10$  à  $15^\circ$ ), il y aura une faible diminution de portance pour une forte augmentation de traînée ce qui provoquera le décrochage. De plus, nous supposons que pour les profils symétriques, la portance, sous un angle d'attaque de  $0^\circ$ , devrait être nulle. Nous supposons finalement que plus le profil offrira une grande traînée ( $C_x$ ), i.e. un rapport élevé aire extrados/ aire intrados, plus la portance sera élevée [ $C_z \propto C_x$ ].

## **L'optique de l'arc-en-ciel**

*Marie-Josée Bolduc et Benjamin Carrier*

Quel est le plus beau phénomène que Mère-Nature nous permet d'observer ? C'est bien sûr celui de l'arc-en-ciel. Cette manifestation, due à la réfraction, la réflexion et la dispersion de la lumière dans chaque goutte d'eau, est à la fois simple et compliquée. Nous avons étudié le phénomène de l'arc-en-ciel primaire et celui rarement visible de l'arc-en-ciel secondaire. Aussi, nous avons validé à l'aide de nos expérimentations la théorie s'y rattachant. Nos expérimentations nous ont permis d'expliquer la forme et l'agencement des couleurs de l'arc-en-ciel ainsi que des circonstances de son observation. Soyez sûrs que nous ne verrons plus jamais un arc-en-ciel de la même façon!

## **Temps de vidage d'un récipient**

*Thomas Jiji et Danny Merymo*

Notre projet consiste à étudier l'écoulement d'un liquide à travers une ouverture situé au bas d'un réservoir ouvert. Nous établirons des relations entre la vitesse d'écoulement et la hauteur du niveau d'eau dans un récipient. Ces relations théoriques sont utilisées dans la conception d'un barrage hydroélectrique. Les ingénieurs qui ont conçu ces barrages ont nécessairement dû vérifier le niveau que l'eau atteindrait pour savoir si cette hauteur pouvait engendrer une vitesse rentable au pied du barrage. Nous avons vérifié les équations que nous avons trouvées théoriquement par une expérimentation. Cependant, même si nous avons validé la forme de dépendance entre  $h$  et la vitesse d'écoulement, nous n'obtenons pas l'aire réelle du trou. Nous en sommes venus à la conclusion que l'aire du débit n'occupait pas l'aire du trou au complet.

## L'équilibre d'un bloc

*Philippe Côté et David Tringle.*

Lorsque l'on pousse un objet au-delà d'une certaine hauteur, il se peut qu'au lieu de glisser ou de rester immobile, l'objet bascule. Il nous semblait intéressant d'analyser plus en profondeur ce phénomène à l'aide des lois de Newton de translation et de rotation. Nous avons étudié la force à appliquer sur un bloc en fonction de la hauteur et de l'angle d'application de cette force, ainsi que de l'angle d'inclinaison du plan toujours à la limite de l'équilibre. Nous avons obtenu une relation inversement proportionnelle entre la force et la hauteur d'application que nous avons vérifiée expérimentalement, et ce pour chaque situation étudiée. Les pentes des droites mettant en relation ces deux variables correspondaient à celles attendues selon la théorie. Nous avons donc atteint tous nos objectifs.

## La forme d'un liquide en rotation

*Marc-André Girard et Marc-Etienne Henri*

Imaginons-nous à la Ronde il y a quelques années, enfants que nous étions, dans Le Rotor : ce bocal géant qui nous écrasait contre sa paroi. Que d'images de bonheur! Imaginons maintenant que nous sommes des molécules d'eau qui peu à peu «montent» et s'entassent sur les côtés d'un récipient qui tourne. En effet, un liquide en rotation prend la forme particulière d'une parabole. Le but du projet est de vérifier si notre analyse théorique concorde avec nos expérimentations.

Après avoir décomposé les forces agissant sur une molécule d'eau en surface, nous avons obtenu l'équation reliant sa position verticale ( $y$ ) à sa position horizontale ( $x$ ) ainsi qu'à sa vitesse de rotation ( $w$ ) :  $y = w^2 x^2 / 2g$  (équation décrivant une parabole). De plus, nous avons mis en relation la hauteur du liquide au repos ( $h$ ), la hauteur du centre du liquide qui tourne ( $a$ ), le rayon du bocal ( $R$ ) et la vitesse de rotation ( $w$ ) :  $a = h - w^2 R^2 / 4g$ . Nos expérimentations et l'analyse des graphiques obtenus nous indiquent effectivement que la forme particulière que prend le liquide est une parabole.

## L'eau chaude gèle-t-elle plus vite que l'eau froide ?

*Barbara Nelson et Trung Quoc Vu*

Pour répondre à cette question, on a mesuré la variation de la température en fonction du temps d'un volume d'eau dans différents contenants se trouvant dans un milieu extérieur de température donnée. Les expériences ont eu lieu dans un environnement très froid, soit au congélateur à  $-16,3^\circ\text{C}$  environ. Elles ont été effectuées de manière à ne faire varier qu'un seul paramètre, soit la température initiale, et en tenant compte des incertitudes. On a utilisé deux types de contenants, un métallique et un isolant, avec un même volume d'eau, soit 100 ml. Les expériences avec le contenant en laiton révèlent que l'eau chaude, initialement à  $69^\circ\text{C}$ , prend environ 20 minutes de moins que l'eau froide, initialement à  $21^\circ\text{C}$ , pour atteindre la congélation. Cette expérience met en évidence l'effet de l'évaporation qui augmente avec la température: on a constaté que la masse de l'échantillon d'eau chaude a beaucoup diminué et cela a permis sa congélation plus rapide. Cependant, avec le contenant isolant les résultats ne sont pas concluants; malgré qu'il y ait aussi de l'évaporation, le même volume d'eau chaude initialement à  $69^\circ\text{C}$ , prend plus de temps pour geler que l'eau froide.

Dans une deuxième partie du projet, on a vérifié la loi de refroidissement de Newton qui s'écrit de la façon suivante :  $d(\Delta T)/dt = -\Delta T/\tau$  où  $\Delta T$  = différence de température entre le liquide et le milieu extérieur,  $t$  = temps et  $\tau$  = constante de temps. Cette loi a été vérifiée avec un contenant fermé, pour empêcher l'évaporation, placé dans un milieu à température ambiante. À l'aide d'un graphique du logarithme de la température en fonction du temps, on a trouvé la constante inconnue  $\tau$  en calculant la pente de la droite obtenue.

## **Le mouvement d'une bille dans un fluide**

*Renaud Duval, Philippe Pariseau et Mathieu Sergerie*

Notre mission : décrire le mouvement d'une bille dans un fluide. Notre objectif : repousser les limites de cette expérience et en explorer les moindres facettes. Tels trois courageux soldats, nous avons affronté cette épreuve avec courage et persévérance. Voici ce à quoi nous avons dû faire face.

Tout d'abord, le mouvement d'une bille dans un fluide implique trois forces : la gravité, la force de traînée et la poussée d'Archimède. À l'aide de notre ami Newton et de sa deuxième loi, nous sommes parvenus à trouver une fonction décrivant l'accélération de la bille. Puis, après avoir intégré cette équation à deux reprises, nous avons obtenu les fonctions de la vitesse et de la position. À la suite de nombreuses semaines d'expérimentation, nous sommes finalement parvenus à trouver expérimentalement les vitesses limites atteintes par nos billes lorsque les forces s'équilibrent et que l'accélération est nulle. Après cette grande étape de notre mission, nous avons dirigé notre expérimentation vers un nouvel horizon et avons trouvé la vitesse instantanée à différentes positions pour les comparer avec notre équation théorique. Puis, dans un élan de rigueur, nous avons décidé de vérifier si le nombre de Reynolds, qui nous permet de trouver si nous sommes en présence d'un écoulement laminaire ou turbulent, était semblable à ce que nous avions émis dans nos hypothèses. Enfin, pour satisfaire notre curiosité et nous permettre de voir l'influence du milieu sur l'écoulement de la bille, nous avons terminé notre expérimentation dans un autre liquide que l'eau, soit la glycérine.

## **La corde à penser**

*Caroline Leblanc et Youni Shabah*

Un jour, Galilée se demanda : « Mais quelle peut bien être la forme d'une corde suspendue ? ». Cinq cents ans plus tard, nous nous sommes posé la même question. Se remémorant notre cours de physique mécanique, nous avons tracé un schéma des forces qui agissent sur un segment de corde suspendue. Le problème peut paraître simple au premier abord, mais attention, c'est loin d'être le cas! Dans un premier temps, nous avons découvert que dans les ponts suspendus, là où le poids est répandu uniformément de façon horizontale, l'équation de la forme de la corde correspond à une parabole :  $y = (k/2)x^2 + b$ . Mais ensuite, les choses se sont compliquées pour obtenir l'équation d'une corde de densité linéaire  $\lambda$ . Ainsi, après quelques pages de calculs d'intégrales nous avons obtenu une très belle équation :  $y = (1/k) \sinh(kx) - 1/k$ . Par la suite, désireuses d'élucider totalement le mystère des cordes suspendues, nous avons recherché et trouvé la merveilleuse équation de la tension en un point donné de hauteur  $y$  par rapport au point le plus bas :  $T = \lambda gy + T_0$  où  $T_0$  est la tension au point le plus bas. Que de mystères résolus dans ce projet!

## **Évolution temporelle d'une couche de glace en formation**

*Philip Nguyen et Pascal Pen*

On sait très bien qu'un lac refroidit et se recouvre de glace durant l'hiver, ce qui nous permet de faire diverses activités comme le patinage par exemple. Cependant, il y a toujours un risque réel si l'épaisseur de glace est insuffisante. C'est pourquoi nous voudrions connaître la relation qui existe entre l'épaisseur de la glace formée et le temps de gel pour une température extérieure donnée. Nous avons conçu un modèle de la situation à l'aide d'un seau d'eau isolé et d'un congélateur. Nous voulons vérifier s'il existe vraiment une relation de proportionnalité entre l'épaisseur de la glace et le temps de gel ou plutôt avec la racine du temps de gel comme l'affirme Gabriel Lamé. Nos résultats ne confirment pas cette dernière relation car elle ne tient pas compte de l'existence d'un film d'air entre la glace et l'air extérieur. Cependant, en éliminant ce film d'air en le soufflant à l'aide d'un ventilateur, nous avons confirmé cette relation.

## L'échelle meurtrière II : le retour

*Benjamin Vinet et Laurent White*

Après avoir succombé aux atroces tortures de l'échelle, Albert le Bûcheron, en attendant la guérison de ses fractures, élabore un diabolique stratagème pour enfin venir à bout de l'échelle possédée du Démon. Comment réussir à gravir l'échelle sans qu'elle ne glisse ou ne bascule, entraînant à nouveau Albert dans une chute funeste ? Après des nuits blanches à analyser la somme des forces et des moments de force agissant sur l'échelle, le Bûcheron acharné atteint finalement son but : déterminer le coefficient de frottement minimum entre le pied de l'échelle et le sol en fonction de l'angle d'inclinaison de l'échelle, des masses de la personne et de l'échelle, ainsi que de la position de la personne. Si ses prédictions sont bonnes, il pourra enfin gravir l'échelle maudite dans le triomphe et la gloire. Sinon, il n'aura d'autre choix que de dégainer sa hache et d'achever l'échelle au terme d'un duel sanglant!

## Le temps de vidage d'un récipient

*Isabelle Destroismaisons et Issa Jad*

Notre projet vise à déterminer l'équation permettant de trouver la hauteur de l'eau en fonction du temps lors du vidage d'un récipient percé d'un trou. De plus, nous étudions l'effet de la variation du diamètre du trou sur le temps de vidage afin de vérifier si le rendement est constant. Nous partons de l'équation du débit de l'eau au niveau du trou :  $D = A_t v$  où  $A_t$  = aire du trou et  $v$  = vitesse de l'eau au niveau du trou, et de l'équation de Torricelli :  $v = \sqrt{2gH}$ . Ces équations nous permettent de trouver l'équation de

la hauteur en fonction du temps, soit  $\sqrt{H} = \sqrt{H_0} - t \frac{A_t}{A_c} \sqrt{\frac{g}{2}}$ . Expérimentalement, on a utilisé un bidon d'eau troué de cinq trous de diamètres différents. Nous avons effectué trois prises de données consistant à prendre le temps nécessaire pour que l'eau baisse d'un centimètre à la fois dans le bidon. Ces données sont utilisées pour tracer des graphiques de la hauteur, précisément  $\sqrt{H}$ , en fonction du temps. Les pentes des graphiques sont utilisées dans l'équation précédente pour déterminer l'aire efficace des trous. Nous trouvons un rendement d'environ 66% par rapport au trou réel (mesuré à l'aide d'un pied à coulisse).

## Facteurs influençant le refroidissement d'un liquide

*Caterina Cristiano et Mildred Gonzalez*

Le sujet de notre expérience qui porte sur la thermodynamique, est l'étude de l'influence des paramètres sur la variation de température d'un liquide par rapport au milieu ambiant en fonction du temps. Nous avons choisi l'eau comme liquide pour effectuer l'expérience car c'est un liquide accessible, constant et propre. Les deux paramètres que nous étudions sont le volume du liquide et l'aire de la surface de transmission de chaleur pour mieux comprendre le refroidissement d'un liquide. Selon la théorie, on s'attend à ce que le liquide refroidisse plus rapidement lorsque son volume diminue et que sa surface augmente. La constante de temps varie selon la relation suivante :  $\tau = mcL/\mu A$  où  $\tau$  = constante de temps,  $m$  = masse (ou volume) du liquide,  $c$  = chaleur spécifique du liquide,  $L$  = épaisseur d'air entre le liquide et le milieu ambiant,  $\mu$  = constante de conductivité thermique et  $A$  = aire de la surface.

Suite à l'expérience, nous avons tracé un graphique de la constante de temps en fonction du volume du liquide et un graphique de la constante de temps en fonction de l'inverse de l'aire de la surface. Nous avons obtenu des droites dans les deux cas ce qui valide l'équation. Nous pouvons donc conclure que plus le volume est grand, plus ça prend du temps au liquide à refroidir et plus l'aire de la surface est grande, plus le liquide refroidit rapidement.

## Équilibre d'un bloc

*Harrick Boucicaut et Lynda Edmond*

Nous avons tous eu un jour à pousser un objet massif sur une certaine distance. En poussant l'objet, celui-ci peut glisser ou encore entrer en rotation. L'un ou l'autre de ces résultats provient des conditions limites d'équilibre de l'objet qui dépendent de la hauteur, de l'angle d'application et de la grandeur de la force. Lorsqu'on déplace un objet sur une surface avec une hauteur et une force spécifique, la normale s'applique au centre de masse de l'objet. Le bloc est donc en équilibre. Selon l'endroit où la force est appliquée, l'axe de rotation du bloc sera localisé. Le point d'application de la normale se déplace sous la base du bloc à mesure que la grandeur de la force appliquée augmente. Le bloc entre en rotation (déséquilibre) sous l'effet de la force appliquée (grandeur et hauteur) lorsque le point d'application de la normale se situe sur un coin du bloc. Pour vérifier les conditions d'équilibre, nous mettrons en relation la deuxième loi de Newton et le moment de force pour obtenir à une équation qui dépendra des paramètres tels que l'intensité de la force, la hauteur de son point d'application et son angle d'inclinaison par rapport au plan.

## L'aérodynamique

*Guillaume Doucet et Guillaume Dubois*

Notre projet porte sur l'étude d'un des phénomènes aérodynamiques reliés aux ailes, la portance. La portance est définie comme la force qui agit sur une aile dont la différence de longueur entre l'intrados et l'extrados est non négligeable. C'est cette force qui fait en sorte qu'un avion beaucoup plus lourd que l'air puisse voler. À l'occasion de ce projet, nous nous sommes efforcés d'établir une relation mathématique entre la force de portance et le rapport intrados/extrados des ailes. Pour ce faire, l'équation de Bernoulli nous a servi de point de départ. Nous en avons simplifié les paramètres pour obtenir une nouvelle équation plus représentative du phénomène étudié. Cette nouvelle équation nous a permis d'isoler la portance.

Par la suite nous avons construit plusieurs ailes en variant la longueur de l'extrados et, du même coup, le ratio intrados/extrados. Nous avons ensuite comparé les forces de portance mesurées sur ces ailes grâce à une soufflerie, ce qui nous permet de vérifier la validité de l'équation obtenue :

$$F = 1/2 A \rho v_o^2 (1 - l_1^2/l_2^2)$$

où  $F$  = force de portance,  $A$  = surface de l'aile,  $\rho$  = densité spécifique de l'air,  $v_o$  = vitesse relative de l'air et de l'aile,  $l_1$  = longueur de l'intrados et  $l_2$  = longueur de l'extrados.

## L'arc-en-ciel

*Marilyne Durand et Jasmin Lapalme*

Notre projet étudie la formation de l'arc-en-ciel. Pour ce faire, nous avons analysé le cheminement des rayons lumineux circulant dans une gouttelette d'eau. Ce cheminement inclut une réfraction à l'entrée, une réflexion à l'intérieur de la goutte et une seconde réfraction à la sortie. À l'aide d'un béccher rempli d'eau et d'un rayon laser, nous avons analysé le parcours du rayon et nous avons mis en évidence une déviation maximale. Nous avons trouvé l'indice de réfraction de chacune des couleurs à l'aide d'un spectromètre et d'un prisme triangulaire rempli d'eau. Cette connaissance des indices de réfraction nous permet d'expliquer l'ordre des couleurs de l'arc-en-ciel. Nous avons cherché à savoir pourquoi l'arc-en-ciel est en arc de cercle, pourquoi nous observons les arcs-en-ciel surtout tôt en matinée ou en fin d'après-midi. Nous nous sommes également intéressés au phénomène de l'arc-en-ciel secondaire moins intense qui se forme au-dessus du premier.

## **Au bas de l'échelle**

*Ahmed Rihane et Joey Zirpolo*

L'échelle a toujours été un outil indispensable. Cependant, pour bien s'en servir il faut en connaître les limites d'application, d'où notre projet. Tout d'abord, il faut étudier les différentes forces qui agissent sur le système lorsque celui-ci est en équilibre. Ensuite, il faut analyser les moments de force, tout en sachant que leur somme doit s'annuler pour une échelle en équilibre de rotation. Enfin, on obtient une courbe théorique du coefficient de frottement en fonction de l'angle que forme l'échelle avec la base. De là, on compare la courbe obtenue expérimentalement avec celle prédite par la théorie. Le but de notre projet est de connaître la valeur du coefficient de frottement nécessaire pour que l'échelle, placée selon une position connue, reste en équilibre. Notre travail est divisé en deux parties : premièrement, on étudie le cas où l'échelle est dépourvue de poids additionnels; deuxièmement, on refait l'analyse en plaçant un poids supplémentaire à différents endroits de l'échelle.

## **Patinage de vitesse et angle d'inclinaison**

*Philippe Lefrançois et Philippe Tremblay*

En patinage de vitesse courte piste, les virages représentent une très grande partie de la distance parcourue au cours d'un tour complet du tracé réglementaire, soit plus de 60%. Ce tracé est en fait un ovale d'environ 111 mètres de circonférence, où nous retrouvons deux parties droites et deux virages de rayon égal à 8 mètres. Étant tous deux des patineurs de vitesse depuis plusieurs années, ces parties courbes piquent notre curiosité et sont à la base de notre étude. Tout comme à bicyclette, il est essentiel de s'incliner pour être en mesure de tourner lors d'un virage. Notre projet consiste donc à calculer l'angle d'inclinaison d'un patineur par rapport à la surface glacée, pour une vitesse et un rayon donnés, qu'un patineur se doit de prendre pour pouvoir suivre le tracé. En mesurant cet angle expérimentalement il nous sera aussi possible de calculer la vitesse du patineur et vice-versa.

## **Mouvement d'une bille dans un fluide**

*Benoit Desbiens et Annie Marquez*

Notre projet consiste à étudier le comportement d'une bille lisse lorsqu'elle est en chute libre dans un liquide. Nous avons choisi l'eau puisque c'est un liquide facile d'utilisation. Lorsque la bille tombe, sa position varie en fonction du temps en obéissant à une équation traduisant la 2<sup>e</sup> loi de Newton. Cette loi veut que la somme des forces agissant sur la bille est égale à la masse de cette bille multipliée par son accélération. Les trois forces qui s'appliquent sur la bille sont : le poids, la force d'Archimède et la force de résistance de l'eau. À partir de cette équation, nous avons pu déduire la vitesse instantanée de cette bille en fonction du temps. Ainsi, on remarque qu'après un temps théoriquement infini la bille n'accélère plus et atteint une vitesse limite. Après cette analyse théorique, nous avons étudié expérimentalement la chute de différentes billes dans l'eau. Cette expérience nous a ainsi permis de corroborer la théorie en trouvant une valeur expérimentale se rapprochant de la vitesse limite théorique pour les différentes billes.

## **Évolution temporelle de la glace en formation**

*Sébastien Guay et Philippe Lebel*

Souvenez-vous des beaux jours d'hiver où vous enfiliez vos patins et filiez sur le lac glacé avec vos amis! Épris de sentiments de nostalgie, mais ayant acquis une approche plus scientifique des phénomènes naturels, nous nous sommes questionnés à propos du taux de formation de cette glace et de l'influence des conditions climatiques. À cet effet, nous avons utilisé des notions de thermodynamique pour appliquer la théorie à notre expérimentation. Celle-ci devra se faire en milieu artificiel puisque le milieu naturel, le lac, n'offre pas de conditions constantes. Dans un congélateur, nous avons créé 2 milieux à températures stables. Ces milieux, l'eau et l'air ambiant, furent les hôtes du transfert de chaleur. À l'aide de ce milieu artificiel qui reproduit toutes les conditions présentes sur un lac, nous avons prouvé la formule Lamé-Clapeyron établie en 1831. Cette relation stipule que l'épaisseur de la couche de glace est proportionnelle au radical du temps de gel.