

Teaching Science in Europe 4

iStage

Développer du matériel pédagogique pour les
TICE (technologies de l'information et de la
communication pour l'enseignement) dans le
domaine des sciences naturelles

PUBLIÉ PAR

Science on Stage Deutschland e.V. (SonSD)
Poststraße 4/5
D · 10178 Berlin

COORDINATEURS DES STAGES*Biologie et santé*

Dr. Miguel Andrade
Centre Max Delbrück de médecine moléculaire · Berlin-
Buch · Allemagne
miguel.andrade@mdc-berlin.de

Notre environnement

Jean-Luc Richter
Collège Jean-Jacques Waltz · Marckolsheim · France
jeanluc.richter@gmail.com

Du vélo à l'espace

Dr. Jörg Gutschank
Leibniz Gymnasium | Dortmund International School ·
Allemagne
Membre du directoire · SonSD · coordinateur principal
joerg@gutschank.eu

COORDINATION GÉNÉRALE ET ÉDITION

Prof. Otto Lührs · président · SonSD
Stefanie Schlunk · directrice · SonSD
Johanna Schulze · vice-directrice · SonSD
Matthias Rech · SonSD

RELECTURE ET TRADUCTION

Business Language Services Berlin · www.bls-berlin.com

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES ET TEXTUELS

Les auteurs ont contrôlé tous les points relatifs au copyright des images et textes utilisés dans la présente publication et ce, dans la mesure de leurs connaissances en la matière. Ils sont responsables pour le contenu.

ILLUSTRATION

tacke – atelier für kommunikation · www.rupertttacke.de

DESIGN

WEBER. Büro für Kommunikation und Gestaltung
weberkommunikation.com

PARRAINÉ PAR

SAP

PRINTING

trigger.medien.gmbh Berlin
www.triggermedien.de

**POUR TOUTE COMMANDE,
VEUILLEZ CONTACTER :**

www.science-on-stage.de
info@science-on-stage.de

ISBN 987-3-942524-12-4 (PDF-Version)

Creative-Commons-Licence : Attribution Non-commercial
Share Alike



Première édition : 2012

© Science on Stage Deutschland e.V.

Teaching Science in Europe 4



iStage

Développer du matériel pédagogique pour les TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) dans le domaine des sciences naturelles



Ce que les enseignants européens peuvent apprendre les uns des autres

Sous le patronage de l'association à but non lucratif Science on Stage Deutschland e.V., et avec le soutien financier de SAP, 22 enseignants issus de 14 pays européens et du Canada ont développé des concepts et du matériel pédagogiques pour l'enseignement des sciences à l'école.

Sommaire

- 5 Message d'introduction de Neelie Kroes · commissaire de l'UE
- 6 Message d'introduction de Michael Kleinemeier · SAP
- 7 Introduction à Teaching Science in Europe - iStage

A



9 Biologie et santé

- 10 Bibi Lapin, petit lapin
- 14 La croissance des plantes – La vie de Harry le haricot
- 18 À votre santé – Gestion de la vie

B



23 Notre environnement

- 24 Les Champs électromagnétiques basses fréquences et cadre de vie
- 28 Pluies diluviennes – Observation du climat
- 32 Durée du jour
- 38 Exposition au soleil & prix de l'habitat

C



43 De la bicyclette à l'espace

- 44 La science dans le sport
- 48 Corps oscillants
- 54 Les phases de la Lune
- 60 Voyage dans l'espace

- 65 Ressources, matériel supplémentaire et perspectives
- 66 Participants
- 67 Activités au sein du projet
- 68 Hands on Technology + SAP University Alliances
- 70 Commande de matériel · Inscription

Message d'introduction de Neelie Kroes, commissaire européenne

Nous vivons à l'ère numérique. De nouveaux appareils, de nouveaux services ont changé notre manière d'accéder aux informations et de les partager, notre manière de communiquer et de travailler. Cela n'a cependant pratiquement rien changé à la manière dont nos jeunes apprennent et acquièrent de nouvelles compétences, que ce soit à l'école ou à l'université. Cela est bien regrettable, notamment dans le domaine des sciences. En effet, nous ne parvenons pas à enseigner à nos élèves une des disciplines dans lesquelles nous manquons clairement de personnel compétent aujourd'hui et pour demain.

Je m'engage pour l'amélioration de la culture numérique et des compétences à faire face aux défis à venir. Les étudiants doivent apprendre en tant que citoyens scientifiques à relever les défis de notre société et de notre économie de la connaissance. De jeunes talents sont nécessaires au succès de l'économie européenne. Il est nécessaire de pouvoir faire face au manque de compétences et remédier aux discordances pouvant menacer la future main-d'œuvre européenne. Nous devons trouver de nouvelles idées pour promouvoir le partage d'idées et les meilleures pratiques. L'enseignement innovant dans des classes utilisant des TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) est indispensable pour la stimulation des étudiants. Des pratiques pédagogiques basées sur des méthodes de questionnement sont plus efficaces que les pratiques traditionnelles. Les enseignants doivent être des guides qui ouvrent des voies et aident à définir des stratégies d'apprentissage, conduisant les étudiants à rechercher l'information, l'interroger et l'appliquer.

Le projet «Teaching Science in Europe – Développer du matériel pédagogique pour les TICE dans le domaine des sciences naturelles» mené par Science on Stage Germany et SAP AG est particulièrement louable. J'approuve entièrement leur approche de l'enseignement et la motivation des enseignants, car c'est la meilleure voie à suivre. Toutes les études et recherches permettent de conclure que les enseignants sont les meilleurs outils dont nous disposons pour l'apprentissage. Ils sont les mieux placés pour motiver les élèves et faire découvrir la science aux enfants. Je suis certaine qu'avec une utilisation systématique de TICE dans les cours de sciences, les informations de cette brochure permettront aux enseignants de rendre leurs cours de sciences bien plus intéressants.

NEELIE KROES

Commissioner for the Digital Agenda



Message d'introduction de Michael Kleinemeyer, SAP

La formation crée des chances et elle est notre tâche commune. Dans la société du savoir, c'est le fondement de la croissance et de l'emploi car seul le savoir-faire nous permet de rester innovateurs et de garder notre économie concurrentielle.

En tant qu'entreprise créant des logiciels, nous le vivons quotidiennement. Pour développer nos produits, nous avons besoin de salariés très qualifiés et nous investissons constamment dans leur perfectionnement. Une main d'œuvre qualifiée suffisante pouvant exister dans un environnement de travail de plus en plus complexe continue cependant à manquer. C'est un obstacle à la croissance, pas seulement pour les entreprises, mais également pour la société.



Et c'est surtout la main d'œuvre MINT qui fait le plus défaut : l'«Institut der Deutschen Wirtschaft» (institut de l'Economie allemande) de Cologne a chiffré en 2010 ce manque de main d'œuvre MINT en Allemagne à 70 000 personnes. Il y manque 38 000 experts IT (Technologies Informatiques), avec une tendance plutôt à la hausse. C'est donc notre tâche sociétale commune d'éveiller l'intérêt pour la technologie auprès des enfants et des jeunes le plus tôt possible. SAP soutient cet engagement sur tous les plans : par notre engagement dans la FIRST LEGO League (FLL) ou via les projets comme erp4school, qui introduit des jeunes dans le monde des processus modernes d'entreprise.

Nous nous réjouissons donc tout particulièrement d'avoir pu contribuer à développer le projet de Science on Stage Deutschland e. V. C'est une occasion pour SAP d'éveiller l'enthousiasme des jeunes aussi tôt que possible. Le fait que les outils pédagogiques aient été développés par des professeurs pour des professeurs les rend encore plus adaptés au quotidien des collèges et lycées, et cela indépendamment de l'équipement et du lieu de l'école. Je souhaite une bonne lecture à l'ensemble des professeurs d'Europe, qu'elle les aide à construire leurs cours de manière motivante et qu'ils parviennent ainsi à enthousiasmer de nombreux écoliers pour les sciences.

Nous remercions chaleureusement tous les membres du groupe de travail TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) de Science on Stage Deutschland e.V. pour leur engagement intense dans la création des outils pédagogiques.

MICHAEL KLEINEMEIER

Regional President Middle and Eastern Europe
SAP

Teaching Science in Europe – iStage

Paris, le 11 septembre 2011. Un petit groupe d'enseignants des sciences venus des quatre coins de l'Europe et du Canada se sont réunis pour échanger leurs idées sur l'enseignement. Désormais rentrés dans leur pays respectif, ils continuent à communiquer par courrier électronique et ont déjà fixé la date de leur prochaine rencontre en février 2012 à Berlin.

Cet échange continu d'idées personnelles entre enseignants européens, est ce qui fait la spécificité de l'initiative «Teaching Science in Europe». L'association à but non lucratif Science on Stage Deutschland e.V. organise cet atelier pour enseignants sur différents sujets (voir Teaching Science in Europe I à III). Le thème du prochain atelier de formation est intitulé «iStage»; il est financé par SAP, un partenaire compétent.

Le groupe de 22 personnes de 15 pays différents a eu l'occasion de se rencontrer lors d'une réunion à Paris pour échanger leurs points de vue sur l'enseignement des sciences à l'aide des technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement (TICE). Le groupe était hétérogène, constitué d'individus très divers à plusieurs titres : ils enseignent la biologie, la chimie ou les sciences physiques, les programmes de leur pays respectif ne sont pas les mêmes, leurs idées sur la pédagogie et leurs méthodologies étaient souvent très différentes et leurs connaissances en informatique étaient très disparates voire nulles.

Les coordinateurs avaient des connaissances scientifiques et nationales très diverses, mais ils avaient tous le même objectif : encourager et aider les enseignants européens à leur faire intégrer la programmation dans leur enseignement. Leur mot d'ordre pendant tout l'atelier était «iStage». C'est également le titre de la publication de Science on Stage Deutschland e.V., également disponible au format iBook.

D'un point de vue constructiviste, il semble que ce soit une bonne idée de permettre aux élèves en sciences du secondaire d'apprendre à résoudre eux-mêmes des problèmes scientifiques en (re)construisant la solution sur un ordinateur. Cela les aide de bien des façons à entrer dans le vif du sujet et à bien comprendre la physique, la chimie et la biologie. C'est d'autant plus important que cette approche est loin de ressembler à la réalité des écoles européennes, où la plupart des enseignants de

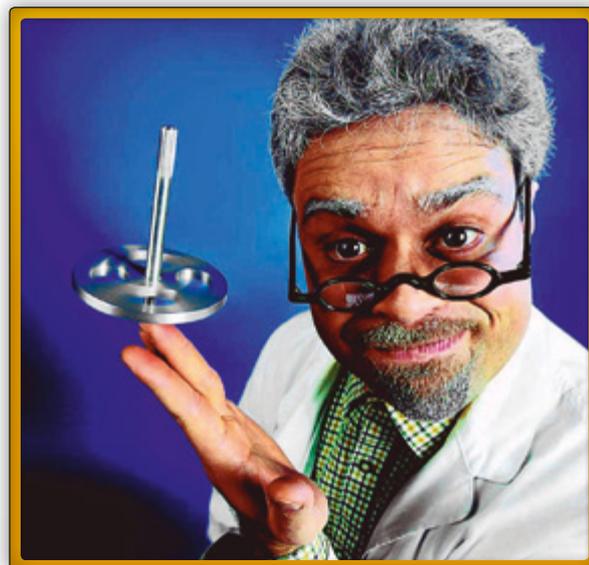


Image courtesy of Wolfgang Herzberg

sciences ne sont pas formés à l'informatique. Le premier objectif à atteindre est donc de faire écrire des programmes informatiques aux enseignants ou de leur organiser l'aide d'experts présents dans leur environnement scolaire. L'étape suivante consiste à amener les enseignants à faire réaliser un programme à leurs élèves. Pour atteindre cet objectif, les participants échangent leurs idées pendant les séquences de formation sur les façons d'inclure les TICE et notamment la programmation dans leur enseignement.

Remerciements

Science on Stage Germany tient à beaucoup remercier l'ensemble des participants pour tous les efforts qu'ils ont consentis. Les enseignants impliqués dans ce projet ont investi beaucoup d'énergie et de temps pour réaliser les unités en dehors de leurs heures de travail habituelles. Qu'ils en soient vivement remerciés !

Cette manifestation, la publication et la diffusion des résultats n'auraient pas été possibles sans la générosité de SAP. Les participants et les organisateurs les en remercient sincèrement.

Les coordinateurs essaient également d'encourager les participants à inclure de petits programmes dans chaque séquence d'enseignement. Il serait bien que chaque séquence d'enseignement intègre une action de programmation de la part des élèves, ce que nous nous efforçons de faire dans nos séquences d'enseignement. Dans un premier temps, nous sommes ravis de constater que nous avons réussi à encourager la plupart des enseignants à écrire un programme pour leurs élèves. Les séquences d'enseignement sont décrites par les participants dans les chapitres suivants.

Le processus d'iStage a donné la possibilité aux participants de découvrir différents outils qu'ils ont utilisés dans leurs unités d'enseignement et qu'ils aimeraient désormais recommander à leurs collègues européens. Nous encourageons l'utilisation des logiciels gratuits ou open source comme «Tracker» (pour l'analyse vidéo), un langage de programmation simple mais efficace comme «Scratch», des bibliothèques Java comme «Open Source Physics (OSP)» ou «Stifte und Mäuse (SuM)» et un outil appelé «Easy Java Simulation (EJS)» qui sont tous gratuits et qui fonctionnent normalement avec presque tous les systèmes d'exploitation. Ces outils sont décrits par nos experts en programmation Jürgen Czischke et Bernhard Schriek dans un chapitre à part (voir annexe).

Il est clair, aux vues de l'objectif visé – encourager les enseignants à enseigner, alors même que certains d'entre eux n'ont jamais touché à pareille discipline – que les unités d'enseignement présentées ici et les programmes réalisés pour les accompagner, sont loin d'être parfaits et exhaustifs. Notre objectif n'est pas de réaliser un produit fini mais de déclencher des mécanismes et nous continuerons en ce sens après la publication du présent livret. Nous souhaiterions par conséquent qu'iStage soit considéré comme une activité en pleine évolution, réalisée par des enseignants pour des enseignants.

DR. JÖRG GUTSCHANK

Leibniz Gymnasium | Dortmund International School,
Allemagne

Membre du directoire Science on Stage Deutschland e.V.
Coordinateur principal

Biologie et santé

Cette section présente trois projets illustrant l'utilisation de l'informatique pour étudier trois aspects différents de la biologie : la génétique, la croissance des végétaux, et le régime alimentaire et l'exercice physique.

Les processus biologiques se distinguent par leur complexité à des niveaux très différents dans l'espace et dans le temps. À petite échelle spatio-temporelle, les cellules ont des tailles minuscules de l'ordre du millième de millimètre, mais n'en contiennent pas moins des centaines de molécules différentes qui agissent de concert pour mettre à profit les nutriments et réagir à l'environnement en l'espace de fractions de seconde et générer d'autres cellules. À grande échelle spatio-temporelle, d'immenses communautés de millions d'espèces interagissent au niveau écologique des océans et des continents, et évoluent depuis des centaines de millions d'années.

L'existence de cette grande échelle spatio-temporelle implique parfois qu'il est impossible d'effectuer une expérience. C'est ainsi que la propagation d'une variante génétique dans une espèce animale peut prendre de nombreuses générations. Si cette population est composée d'un grand nombre d'individus répartis à des kilomètres de distance, il n'est pas même possible de trouver tous ces animaux et de les examiner pour voir si leurs parents leur ont ou non transmis une variante génétique. Dans les cas de ce type, la simulation informatisée, qui permet de construire un modèle manipulable et pouvant simuler le cours du temps à vitesse accélérée, est un instrument précieux. La première unité d'enseignement, «Bibi lapin, petit lapin», permet de démontrer grâce à une simulation ce qu'on appelle l'équilibre de Hardy-Weinberg, en vertu duquel la fréquence d'un allèle dans une population demeure constante à moins qu'une perturbation n'apparaisse. Le programme simule une population modèle. Les élèves peuvent apprendre qu'une simulation informatisée présente un grand intérêt pour expliquer un modèle génétique de l'hérédité.

«La croissance des plantes – La vie de Harry le haricot» illustre comment on peut utiliser l'informatique pour étudier et quantifier des paramètres dans une expérience biologique facilement réalisée par les élèves : le suivi des conditions influant sur la germination et la croissance d'une plante. On peut utiliser un logiciel ou un tableur pour comparer les profils de croissance et en dériver une fonction de croissance constante. Cette unité d'enseignement nous apprend qu'en biologie, la quantification est une étape indispensable pouvant aboutir à démontrer ou à infirmer une hypothèse, et qu'un biologiste doit s'assurer

que l'ordre de grandeur retenu est bien adapté à la propriété biologique qu'il s'agit d'observer, et encore qu'il importe de contrôler toutes les autres conditions susceptibles d'influer sur l'objet à observer.

L'unité d'enseignement «À votre santé – Gestion de la vie» illustre que l'une des contributions les plus importantes de la recherche biologique consiste à nous permettre de vivre plus longtemps et en meilleure santé. Il s'agit pour les élèves d'observer sur une période d'une semaine leurs propres habitudes en matière d'alimentation et d'exercice physique. Un logiciel prend en charge, à partir d'une base de données, le calcul de l'apport énergétique issu de la nourriture et celui de la dépense énergétique imputable au métabolisme de base et à l'exercice physique. Outre que cette unité d'enseignement permet aux élèves de comprendre le métabolisme et la nutrition, ils peuvent en tirer des conclusions qui les amèneront à vivre plus sainement.

Proposant des applications informatiques dans le domaine de la génétique, de la biologie végétale et de l'alimentation, ces trois unités d'enseignement illustrent comment la biologie tire profit de l'informatique à des niveaux très divers, en l'occurrence dans trois démarches différentes : modélisation, analyse d'expériences, collecte de données cliniques.

DR. MIGUEL ANDRADE

Centre Max Delbrück de médecine moléculaire,
Berlin-Buch, Allemagne
Coordinateur

Philipp Gebhardt · Richard Spencer



A

Bibi Lapin, petit lapin

Sélection directionnelle, fréquence des al-
lèles et évolution



INTRODUCTION

Notions clés :

monohybride ; croisement mendélien ; génotype ; homozygote ; hétérozygote ; dominant ; récessif ; phénotype ; sélection directionnelle ; évolution ; pool génique ; fréquence des allèles ; principe de Hardy-Weinberg ; capacité porteuse.

Cette activité de simulation s'adresse aux élèves de 16 à 18 ans suivant des cours de biologie au niveau de la terminale. Elle vise à les aider à comprendre les principes de base suivants relatifs à l'étude de la fréquence des allèles dans un pool génique :

- ▮ transmission des allèles dominants et récessifs dans des croisements monohybrides mendéliens ;
- ▮ pourquoi les fréquences des allèles restent plus ou moins constantes dans un environnement où il n'y a pas de pression de sélection pour des phénotypes spécifiques ;
- ▮ comment le principe de Hardy-Weinberg peut être appliqué pour calculer la fréquence des allèles dominants et récessifs d'un phénotype contrôlé par deux allèles d'un seul gène dans une population d'individus où il n'existe d'avantage sélectif pour aucun phénotype donné ;
- ▮ l'évolution est un changement des fréquences des allèles dans une population pendant un certain temps ;
- ▮ pourquoi les fréquences des allèles changent dans un environnement où il y a une sélection directionnelle favorisant la survie des individus d'un phénotype spécifique ;
- ▮ pourquoi la persistance d'allèles défavorables dans un pool génique est désirable dans l'optique de l'aptitude d'une espèce à s'adapter à des changements susceptibles d'intervenir dans l'environnement.

La simulation adapte et développe certains des principes exposés dans l'article «Counting Buttons : demonstrating the Hardy-Weinberg principle» [Pongsophon, Roadranga and Campbell; *Science in School*; numéro 6 : automne 2007].

RESSOURCES

L'activité est accessible sur Internet par le portail enseignants EMBLog géré par l'European Learning Laboratory for the Life Sciences de l'EMBL. Le programme permettant d'effectuer l'activité a été élaboré à partir d'un logiciel SAP Xcelsius basé sur Flash.

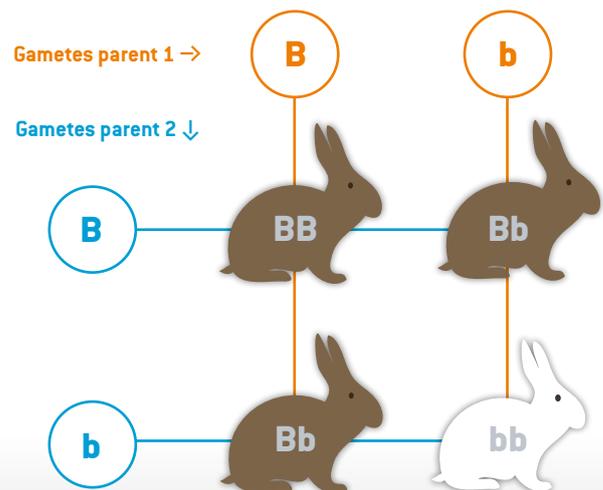
Lien web vers le portail enseignants EMBLog : www.science-on-stage.de (il est nécessaire d'être inscrit pour accéder au contenu).

CONTENU

Fréquence des allèles : absence de sélection

Les élèves reçoivent des informations de référence sur une population modèle de 64 lapins où il existe deux allèles pour la couleur du pelage, marron (B) et blanc (b). L'allèle du pelage marron est dominant par rapport à l'allèle du pelage blanc, si bien que les lapins de génotype BB et Bb ont un pelage marron tandis que ceux de génotype bb ont un pelage blanc. L'allèle de la couleur du pelage est transmis de façon mendélienne par croisement monohybride, et vu la dominance de l'allèle du pelage marron, les lapins marrons sont plus nombreux que les lapins blancs dans un rapport de 3 : 1. Ainsi, la population initiale de 64 lapins comporte 16 lapins de génotype homozygote BB, 32 lapins de génotype hétérozygote Bb et 16 lapins de génotype homozygote bb.

Carré Punnett



Les lapins vivent dans un habitat couvert de végétation pendant une partie de l'année et couvert de neige pendant le reste de l'année. Les lapins à pelage marron sont mieux camouflés dans la végétation, tandis que les lapins à pelage blanc sont mieux camouflés dans la neige. Dans l'ensemble, avoir un pelage marron ou un pelage blanc n'entraîne ni avantage ni désavantage.

Pour rappeler aux élèves comment un croisement monohybride mendélien fonctionne, on leur fait utiliser un échiquier de Punnett interactif pour simuler un croisement génétique entre deux lapins hétérozygotes (Bb).

Les élèves utilisent alors le programme pour trouver les génotypes de toute la descendance de la population initiale. Le programme intègre quatre postulats : premièrement, qu'il y a accouplement aléatoire entre les lapins parents de différents génotypes ; deuxièmement, que la capacité porteuse de l'habitat est de 64 lapins ; troisièmement, qu'une proportion identique (50%) de la descendance de chacun des trois génotypes survivra pour se reproduire, et enfin, que les descendants d'une génération qui parviennent à maturité deviennent les parents de la génération suivante.

Le programme guide les élèves pour leur permettre de découvrir le nombre de descendants de chaque génotype sur dix générations. Ces informations sont utilisées pour calculer les fréquences des allèles B et b dans chaque génération. Pour s'assurer que les élèves comprennent comment on dérive les fréquences des allèles, ils doivent effectuer un exemple de calcul en saisissant des données et en vérifiant qu'ils obtiennent la réponse correcte.

Les élèves découvrent que les fréquences des allèles B et b demeurent plus ou moins constantes. Le programme est conçu pour visualiser dans un diagramme les données obtenues (fréquence des allèles et nombre de générations).

Fréquence des allèles : principe de Hardy-Weinberg

Dans la population de lapins, les lapins de génotype BB et Bb ont la même apparence (pelage marron), si bien qu'il

est impossible de trouver le nombre d'individus de chaque génotype. On peut cependant repérer et compter les lapins de génotype bb (ils ont tous un pelage blanc). L'activité guide les élèves à travers la théorie sur laquelle se base le principe de Hardy-Weinberg, leur montrant comment le nombre de lapins de génotype bb peut être utilisé pour évaluer le nombre respectif de lapins de génotype BB et Bb.

Les élèves doivent appliquer le principe de Hardy-Weinberg à un problème donné. En saisissant les données pertinentes choisies parmi les informations fournies, ils sont en mesure d'analyser les informations pour calculer le nombre estimé de lapins de génotype BB et Bb dans une population donnée où le nombre de lapins de génotype bb est connu. Des indices sont fournis aux élèves pour les guider à travers les calculs, et il est possible de vérifier que les calculs ont été correctement effectués.

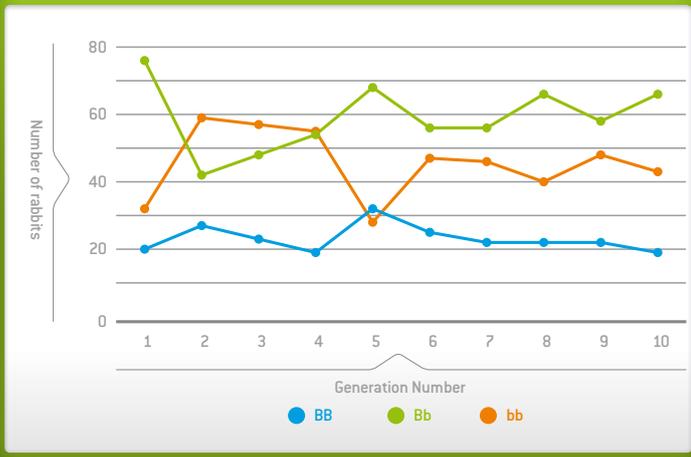
Fréquence des allèles : sélection

Du fait du changement climatique, l'habitat n'est plus couvert de neige à aucun moment de l'année. Il en résulte un désavantage pour les lapins blancs (génotype bb). Ils ne sont plus camouflés dans un habitat couvert de végétation tout au long de l'année et sont bien plus vulnérables à la prédation. Le pelage blanc est maintenant un désavantage : tous les lapins à pelage blanc sont victimes de la prédation avant d'avoir atteint la maturité ; l'environnement opère une sélection à leur encontre.

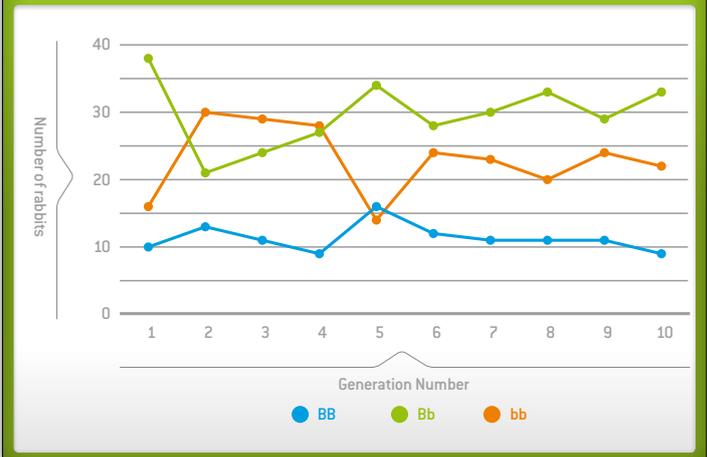
Comme au scénario «absence de sélection», les élèves utilisent le programme pour trouver les génotypes de tous les descendants de la population initiale et des générations suivantes. Cette fois, les paramètres ont cependant changé. Le programme intègre trois des quatre postulats précédents (accouplement aléatoire entre les lapins parents de différents génotypes ; capacité porteuse de l'habitat de 64 lapins ; les descendants d'une génération qui parviennent à maturité deviennent les parents de la génération suivante). Mais on note une différence capitale : la proportion de descendants des trois génotypes qui survivent pour se reproduire n'est plus identique, puisque aucun des lapins blancs ne parvient à maturité. Le programme en tient compte et applique des équations d'ajustement pour calculer combien des lapins des génotypes BB et Bb arrivent à maturité pour devenir les parents de la génération suivante. Ce taux sera supérieur à 50%, mais le pourcentage effectif dépend du nombre de lapins de génotype bb nés dans chaque génération.



Nombre de lapins par génération



Nombre de lapins arrivants à maturité



Comme au scénario «absence de sélection», le programme guide les élèves pour leur permettre de découvrir le nombre de descendants de chaque génotype sur dix générations. Ces informations sont utilisées pour calculer les fréquences des allèles B et b dans chaque génération.

Les élèves découvrent que les fréquences des allèles B et b changent d'une génération à la suivante (la fréquence de l'allèle B augmente tandis que la fréquence de l'allèle b diminue). Le programme est conçu pour visualiser dans un diagramme les données obtenues (fréquence des allèles et nombre de générations).

Questions de récapitulation des notions clés

La partie finale de l'activité consiste en une série de questions. Les réponses apportées aux questions montrent que les élèves ont accompli cette activité, et aident l'enseignant à vérifier que les élèves ont bien compris les notions essentielles sur lesquelles elle repose. Les élèves saisissent leurs réponses aux questions ainsi que leur nom et la date. Ils impriment les réponses et les remettent à l'enseignant aux fins de notation.

CONCLUSION

Cette activité de simulation est accessible sur Internet. Elle peut être effectuée pendant le cours, ou bien peut être donnée à faire chez soi ou comme exercice d'auto-formation. Les élèves contrôlent leur propre apprentissage en remplissant à la fin de l'activité un questionnaire à choix multiple qui est noté par le programme. En outre, une série de questions est transmise aux élèves pour réponse et impression au cas où les enseignants désirent évaluer, en recourant à des questions traditionnelles de type examen, dans quelle mesure les élèves comprennent les notions essentielles couvertes par la simulation.

Merci de bien vouloir nous faire part de vos observations sur cette activité, ainsi que de toutes suggestions d'amélioration (en anglais). Un barème de notation des questions de type examen peut être fourni sur demande. Prière de contacter richard.spencer@stockton.ac.uk





A

La croissance des plantes – La vie de Harry le haricot



INTRODUCTION

L'unité d'enseignement «La vie de Harry le haricot» porte sur les thèmes de la germination et de la croissance des plantes.

Notions clés :

Anatomie et physiologie des graines végétales, germination, exécution d'un protocole de suivi, réalisation de dessins morphologiques.

Âge : 14 à 16 ans

Les élèves plus jeunes prendront sans doute eux aussi bien du plaisir à réaliser cette série d'expériences, mais auront besoin de davantage d'aide pour évaluer les données.

Les élèves doivent acquérir, par cet exemple, des connaissances sur le développement, la germination et la croissance. Des graines de haricot (*Phaseolus coccineus*) sont étudiées à l'état sec et humide et les changements sont décrits. Les conditions de la germination sont élucidées au moyen d'expériences basées sur la variation des paramètres, accompagnées d'expériences témoins. Un protocole expérimental est mis en œuvre. L'aspect prioritaire est ici celui de la science orientée sur les compétences. Les élèves peuvent organiser leurs connaissances en les acquérant, en les présentant, en les communiquant. La germination est décrite comme un processus naturel. Les élèves doivent utiliser différentes sources médiatiques pour obtenir des informations techniques et les présenter sous diverses formes. Ils apprennent à observer les processus et les phénomènes naturels, à effectuer des mesures et à les décrire. Les résultats des tests doivent être appréhendés, illustrés et interprétés. Les élèves devraient être en mesure de détecter les dépendances [modèle de compétence en sciences naturelles en 8e année scolaire, Autriche, 2011 / Kompetenzmodell Naturwissenschaften 8. Schulstufe, Österreich 2011]

Liste de matériel

Phaseolus coccineus, pots, terre, loupe, binoculaire, smartphone, appareil photo, ordinateur à connexion Internet, papier, crayon, marqueur pour rétroprojecteur, vaporisateur.

Pour que les élèves puissent consigner cette série expérimentale dans un protocole à long terme, le superviseur doit tout d'abord créer un wiki et lui donner un titre.

Lien utile : www.wikia.com.

RESSOURCES

Les résultats des mesures sont présentés sous diverses formes au moyen de logiciels de calcul.

Les différentes phases de la croissance sont photographiées et consignées sous forme de documentation photo figurant au protocole. Les élèves utilisent les résultats des analyses des expériences pour rédiger en groupes un wiki destiné au projet sur «La croissance des plantes».



- ▮ à Utilisation de smartphones (recherche d'informations, documentation photo) ;
- ▮ à Mesure de la croissance d'un haricot par des photos illustrant la croissance comme un mouvement dynamique (par exemple en recourant au service en ligne gratuit «Animoto» pour faire de brèves séquences de films à partir des photos) ;
- ▮ à Avec les paramètres relatifs à la lumière, à la température, à l'eau, la germination et la croissance peuvent être visualisées sous la forme d'un processus dans un logiciel d'animation (Scratch) ;
- ▮ à Dessin animé sur la croissance de Harry le haricot : www.toon-boom-studio.softonic.de ;
- ▮ à Les éléments qui viennent d'être indiqués sont placés dans le wiki et publiés.

CONTENU

Input

L'expérience porte sur 10 graines de haricot. Chaque graine est placée, mesurée et photographiée sur papier millimétré à l'état sec. Les mesures sont enregistrées dans un tableur et la longueur et la largeur moyennes sont calculées. Le gonflement des graines constitue le point de départ de la germination. La graine de haricot doit maintenant être placée dans l'eau pour engager le processus. L'absorption de l'eau s'effectue par le micropy-



1e. Au bout de 24 heures dans l'eau, les graines imbibées sont à nouveau mesurées et leur longueur et leur largeur à nouveau calculées. Les valeurs sont comparées.

Pour les tests de germination, on utilise des graines sèches (série A) et des graines imbibées (série B) qui sont traitées selon des instructions précises. Les pots A1 et B1 sont placés dans une boîte, les pots A2 et B2 au réfrigérateur, les pots A3 et B3 de même que A4 et B4 sur l'appui de la fenêtre. On verse chaque jour dans tous les pots 25ml d'eau du robinet. [Ces démarches ne constituent que des suggestions et les élèves eux-mêmes peuvent faire l'essai d'autres variantes]. Les paramètres suivants sont examinés : germination à la lumière/dans l'obscurité, dépendance de la température et besoin d'eau.

Au cours de la semaine suivante, les élèves doivent veiller à respecter la démarche expérimentale. Ils doivent par ailleurs quotidiennement recueillir les données et les inscrire au protocole à long terme. Dès que les premières pousses apparaissent, il est important de consigner la croissance en la documentant par des photos.

Résultats

Cette expérience de longue durée doit permettre aux élèves d'apprendre comment fonctionne la production scientifique des connaissances. Sur la base d'une investigation scientifique, les élèves apprennent par des expériences qu'ils mènent eux-mêmes en classe conformément à des instructions détaillées. Toutes les données doivent être soigneusement recueillies, d'une part par des mesures qui sont alors représentées dans un tableur et analysées et d'autre part par une documentation photo.





Les élèves apprennent bien sûr par ces expériences les conditions de la germination. Ils peuvent lire à partir des résultats les paramètres qui influent sur les haricots, et ils peuvent par ailleurs apprendre, par exemple grâce à l'animation ludique réalisée avec Scratch (voir annexe), ce que la loi du minimum signifie pour les organismes. Les élèves devraient vérifier à l'aide d'un logiciel les résultats obtenus dans les expériences sur la germination et les conditions de croissance.

Les paramètres biologiques susceptibles d'être utilisés ici peuvent être par exemple la température (T), la distance de la fenêtre (d), le besoin d'eau par jour (w) et l'utilisation de graines imbibées ou non imbibées (oui / non). On peut alors lire la hauteur de la plante (h) comme une fonction du temps (t en jours). Le logiciel requiert d'introduire la constante « w » et « h » et présente alors les valeurs estimatives de la croissance de la plante sur dix jours.

Les élèves doivent essayer de définir une combinaison idéale des conditions susvisées qui permette aux plantes de mieux germiner et de croître plus rapidement.

Elle pourrait se présenter comme suit :

$$h(t) = k \times \frac{w}{d} \times t$$

Dans cette équation, « t » représente le nombre de jours requis pour la germination, « w » le besoin d'eau en ml, « d » la distance de la fenêtre, « k » une constante pouvant être modifiée. La solution est la croissance en centimètres (cm) de hauteur « h ». Les élèves peuvent aussi ajouter d'autres facteurs et leurs effets observés sur la croissance et les discuter ensemble.

CONCLUSION

«La vie de Harry le haricot» vise à ouvrir un accès expérimental à ce thème essentiel de la germination et de la croissance des plantes. Une série d'expériences permet d'étudier les conditions de la croissance. Les médias, qui jouent un rôle dominant dans la vie des élèves, sont utilisés pour le suivi des résultats obtenus. Dans cette unité, un wiki tient lieu de protocole. Le processus de «croissance», que l'on ne peut guère percevoir comme un mouvement, peut être visualisé sous forme de film réalisé à partir des photos. Un dessin animé consacré à «Harry le haricot» contribue à promouvoir la créativité des élèves.



Janos Kapitany · Márta Gajdosné Szabó



A

À votre santé – Gestion de la vie



INTRODUCTION

Notions clés :

nutriments, oxydation, digestion, raisons des besoins énergétiques, calories, poids, contrôle corporel, alimentation, métabolisme de base, glucides, lipides, protéines, oligo-éléments, vitamines.

Cette activité de simulation s'adresse aux élèves de 12 à 14 ans suivant des cours de biologie dans le premier cycle du secondaire. Elle vise à faire comprendre aux élèves la corrélation entre dépense énergétique, activité physique et masse corporel.

- ▮ Notre alimentation quotidienne a une teneur énergétique liée à la structure moléculaire de ses éléments de base (lipides, glucides, protéines, acides nucléiques).
- ▮ Chaque type d'aliment a une teneur énergétique différente résultant de la composition spécifique de ses éléments moléculaires de base. On peut décrire notre alimentation comme la somme pondérée de la teneur énergétique de ses différents éléments.
- ▮ L'ensemble de nos activités physiques quotidiennes constitue une partie de notre dépense énergétique quotidienne ; on peut également les décrire en termes thermodynamiques.
- ▮ Le corps utilise pour l'activité physique l'énergie générée par les réactions métaboliques des molécules élémentaires.
- ▮ L'augmentation de la masse corporelle et de la proportion de tissus adipeux résulte du déséquilibre entre apport énergétique et dépense énergétique.
- ▮ On mesure ces deux facteurs afin de déterminer l'équilibre approprié entre alimentation et activité physique et de prévenir ainsi toute atteinte à la santé.

RESSOURCES

Notre base de données : une liste détaillée de la valeur énergétique des éléments bruts les plus courants (céréales, légumes, viandes, fromages, etc.) et des aliments traités. Elle contient également le taux de dépense énergétique des activités (physiques) quotidiennes les plus fréquentes. Il y a aussi des questionnaires destinés à saisir la consommation alimentaire (régime alimentaire hebdomadaire) et les activités physiques effectives. Le programme calcule le taux d'équilibre énergétique quotidien/hebdomadaire à partir de la comparaison entre apport énergétique (alimentation) et dépense énergétique (activité physique). Le programme et la liste détaillée de la valeur énergétique sont disponibles sur www.science-on-stage.de.



CONTENU

La gestion de la vie est un thème interdisciplinaire. Ce projet permet de transmettre aux élèves des connaissances de biologie, de chimie, de physique, de mathématiques ou d'informatique. Nous le recommandons pour les élèves de 12 à 14 ans. Les thèmes liés à l'alimentation ou au sport sont toujours très appréciés en Europe. On peut pour renforcer l'intérêt qu'ils suscitent les agrémenter de nombreuses expériences et d'éléments de programmation. Ce projet privilégie l'aspect informatique ; ses principaux éléments sont intitulés «apport énergétique», «analyse» et «visualisation des résultats».

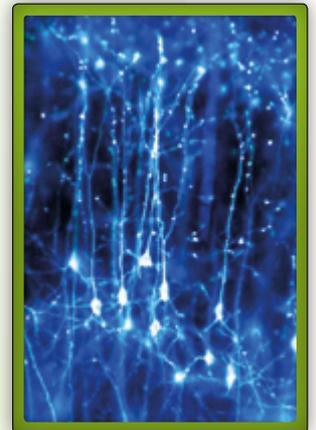
Disciplines concernées :

biologie, physique, chimie, mathématiques et informatique.

Unité pédagogique : de l'alimentation à la vie

Il nous faut beaucoup d'énergie pour rester simplement en vie. De l'énergie pour chacun de nos mouvements, pour le maintien de notre température corporelle, pour la construction de notre corps, pour notre métabolisme, et même pour notre activité cérébrale.

Nous tirons toute cette énergie de la combustion de nutriments, ou pour être plus précis, de leur oxydation. Les nutriments doivent tout d'abord parvenir dans nos cellules depuis l'extérieur. Ce processus, qui est appelé digestion, a déjà été traité en cours. Cette unité pédagogique est consacrée aux besoins énergétiques, aux calories, aux aliments, à la masse, au contrôle corporel et à l'alimentation. Chacun sait qu'il existe un rapport direct entre augmentation de l'apport alimentaire et prise de poids. Ce programme permet de mieux comprendre com-





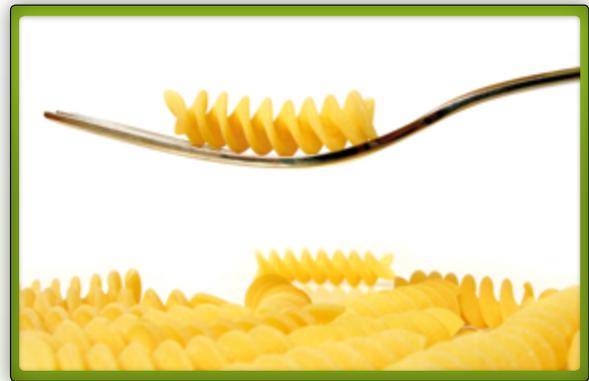
ment déterminer la teneur énergétique de la nourriture et l'énergie dépensée par les mouvements. À l'issue du programme, on est en mesure de mieux gérer sa masse.

Le métabolisme de base

Le corps dépense de l'énergie en permanence, pas seulement quand on effectue un travail physique ou que l'on

s'agit d'un processus entièrement autonome, qui peut toutefois être affecté par divers facteurs tels qu'émotion, stress ou agitation, de même que par l'environnement, puisque le corps maintient une température constante.

Le calcul du métabolisme de base, c'est-à-dire de l'allure à laquelle le corps au repos consomme des calories, recourt à une formule intégrant des variables comme le sexe, la taille, la masse et l'âge. Il ne tient pas compte du taux de graisse corporelle. En fait, à poids égal, une personne de forte masse musculaire a un métabolisme de base plus élevé qu'une personne ayant davantage de



graisse. Le corps dépense 35 calories supplémentaires par jour par kilogramme de masse musculaire maigre. Si ce n'est pas la même formule qui s'applique aux hommes et aux femmes, c'est surtout parce que la quantité de tissus gras diffère dans l'anatomie masculine et féminine.

L'apport énergétique

L'apport énergétique est dû aux aliments. Ceux-ci sont composés de nutriments. Examinons-les d'un peu plus près !

Types de nutriments

Les aliments que nous consommons contiennent des milliers de substances chimiques différentes. Or, quelques douzaines d'entre elles seulement sont absolument nécessaires à notre santé. Ce sont les nutriments : les substances que nous devons tirer des aliments que nous consommons. Les nutritionnistes classent les nutriments en six grandes catégories : l'eau, les glucides, les lipides, les protéines, les oligo-éléments et les vitamines.

Les glucides comprennent tous les sucres et les féculents. Ils constituent la principale source d'énergie des êtres vivants. Chaque gramme de glucide fournit environ 4 calories. Il y a deux types de glucides : simples et complexes. Les glucides simples ont une structure moléculaire simple et sont tous des sucres. Les glucides com-

Le métabolisme basal

	kcal/day
female	
0-2	$61 \times \text{bodymass} - 51$
3-9	$22.5 \times \text{bodymass} + 499$
10-17	$12.2 \times \text{bodymass} + 746$
18-29	$14.7 \times \text{bodymass} + 496$
30-59	$8.7 \times \text{bodymass} + 829$
≥60	$10.5 \times \text{bodymass} + 596$
male	
0-2	$60.9 \times \text{bodymass} - 54$
3-9	$22.7 \times \text{bodymass} + 495$
10-17	$17.5 \times \text{bodymass} + 651$
18-29	$15.3 \times \text{bodymass} + 679$
30-59	$11.6 \times \text{bodymass} + 879$
≥60	$13.5 \times \text{bodymass} + 487$

fait du sport, mais même au repos ou pendant le sommeil. On appelle métabolisme de base cette dépense d'énergie constante servant à maintenir simplement la respiration, la circulation et le métabolisme.

Chez la plupart des individus, le métabolisme de base représente l'essentiel des calories dépensées. Plus on vieillit, toutes choses restant égales par ailleurs, plus le métabolisme de base diminue. C'est surtout par l'hypothalamus, qui est situé dans le tronc cérébral, que le corps contrôle la dépense d'énergie métabolique. Il



plexes, qui comprennent les féculents, ont une structure moléculaire plus élaborée et plus complexe constituée de nombreux glucides simples qui sont assemblés. Les hydrates de carbone complexes, dont fait partie l'amidon, ont une structure moléculaire plus grande et plus complexe et sont des assemblages de nombreux hydrates de carbone liés les uns aux autres.

La plupart des aliments contiennent des glucides. Le principal sucre existant dans les aliments est la saccharose, le sucre ordinaire blanc ou brun.

Un autre sucre important, le lactose, se trouve dans le lait. Le fructose, un sucre au fort pouvoir édulcorant, vient de la plupart des fruits et de nombreux légumes. Parmi les aliments contenant des féculents figurent les haricots, le pain, les céréales, le maïs, les pâtes (macaronis, spaghettis et autres aliments similaires faits de farine), les pois et les pommes de terre.

Les lipides constituent une source d'énergie fortement concentrée. Chaque gramme de lipides fournit environ 9 calories, mais on ne peut s'en passer pour vivre.

Certains acides gras polyinsaturés doivent être contenus dans les aliments parce que le corps ne peut les synthétiser lui-même. Ces acides gras essentiels sont nécessaires à la construction de la membrane qui entoure chaque cellule du corps. On les trouve dans l'huile de certaines plantes comme le maïs et le soja ainsi que dans des poissons comme le saumon et le maquereau. Les olives et les arachides figurent parmi les sources les plus courantes d'acides gras monoinsaturés. La plupart des acides gras saturés viennent d'aliments d'origine animale comme le beurre, le saindoux, les produits laitiers et les viandes rouges grasses.

Les protéines fournissent de l'énergie (à raison de 4 calories par gramme, comme les glucides), mais plus im-



portant encore, les protéines sont l'un des principaux constituants du corps. Les muscles, la peau, les cartilages et les cheveux, par exemple, sont constitués de protéines. En outre, chaque cellule contient des protéines appelées enzymes, qui accélèrent les réactions chimiques. Les cellules ne pourraient fonctionner sans ces enzymes. Les protéines font aussi fonction d'hormones (messagers chimiques) et d'anticorps (substances anti-pathogènes).



Les meilleures sources de protéines sont le fromage, les œufs, le poisson, la viande maigre et le lait. Les protéines fournies par ces aliments sont appelées protéines complètes parce qu'elles contiennent en quantité adéquate tous les acides aminés essentiels. Les grains de céréales, les légumineuses (plantes de la famille des pois), les noix et les légumes fournissent également des protéines. Ces protéines sont dites incomplètes parce que les quantités adéquates d'un ou plusieurs acides aminés essentiels leur font défaut.

Les oligo-éléments et les vitamines sont également essentiels à la vie, mais c'est l'apport énergétique qui nous intéresse ici; nous nous contentons donc de les mentionner.

Calcul de la teneur énergétique des aliments

La valeur énergétique indique les calories contenues dans les aliments et est exprimée en kJ. Dans notre base de données figure l'énergie contenue dans 100g (ou 100ml) de chaque aliment. On peut alors calculer combien d'énergie une quantité donnée de l'aliment en question contient. Si par exemple on a 250g d'un aliment dont la teneur énergétique est de 1200kJ pour 100g, il faut alors multiplier 1200kJ par 2,5. Si l'aliment ne figure pas dans la base de données, on peut trouver sur son étiquette sa valeur énergétique pour 100g. Si on mange un sandwich que l'on a confectionné soi-même, il faut calculer la valeur énergétique de chacun de ses éléments et en faire la somme. On peut utiliser un programme pour le faire (pour calculer, il faut inscrire une fonction sous la somme).

Activités physiques

Tout type d'activité physique requiert de l'énergie. La dépense énergétique dépend de l'état du corps et de l'intensité de l'activité en question, et bien sûr aussi de sa durée. Certaines activités sont difficiles à calculer, d'autres (marche sur un tapis roulant) plus faciles. Dans notre programme, on peut utiliser notre deuxième base de données qui donne des exemples indiquant la quantité de kJ dépensée par heure d'activité.

Projet à domicile

Noter son apport énergétique et son activité physique quotidienne, soustraire son métabolisme de base et déterminer son bilan énergétique à l'aide de notre programme. Compléter au besoin les bases de données d'exercices et d'aliments.



CONCLUSION

La dernière étape consiste à recommander, compte tenu de l'activité quotidienne inscrite au questionnaire, un régime alimentaire basé sur l'apport énergétique de chaque type d'aliment. Il faudra saisir aussi ce régime alimentaire et expliquer pourquoi il est favorable à la santé, et expliquer le changement de régime alimentaire sur la base des recommandations nutritionnelles.



Notre environnement

Depuis que William Anders a pris en photo le premier lever de Terre au cours de la mission Apollo de 1968, la protection de notre environnement a pris beaucoup de place dans l'enseignement des sciences. Ce domaine de la science est un sujet de discussion permanent dans les médias qui intéresse de nombreux étudiants. Comme cela nécessite la collecte et le traitement d'un nombre considérable de données, c'est un bon sujet pour introduire les technologies de l'Information et de la communication pour l'enseignement (TICE) dans un cursus.

Les études environnementales peuvent prendre diverses formes et couvrir de nombreux domaines scientifiques. Pendant la réalisation de ce livret, les enseignants ont décidé d'aborder trois sujets principaux : l'astronomie et l'importance du soleil dans notre vie quotidienne, les champs électromagnétiques et le contrôle des pluies diluviennes. Notre projet ayant regroupé dans des unités d'enseignement des petits groupes d'enseignants de différents pays, les approches sont originales et pourront facilement être adaptées à nos propres besoins et cursus.

Dans ces séquences, les TICE sont utilisées de différentes manières. Une première approche consiste à utiliser l'informatique comme outil de collecte et de partage de données. C'est ce qui a été fait pour les «Champs électromagnétiques de basse fréquence et l'environnement humain», où nous avons utilisé des outils en ligne gratuits pour créer des questionnaires et pour la compilation des données sur le brouillard électromagnétique.

Face aux effets dramatiques des pluies diluviennes au Danemark, l'unité des enseignants ont présentés aux étudiants le toit végétal, une méthode utilisée par le passé pour collecter l'eau et lui permettre de s'évaporer au lieu de la laisser inonder les rues, les caves et les champs. Les étudiants ont utilisé Scratch (voir annexe) pour élaborer un système de simulation.

C'est par une approche similaire de système de simulation que les deux dernières unités se sont penchées sur le soleil : «Durée du jour» et «Exposition au soleil et prix des logements». Les étudiants ont utilisé un programme Java mis à disposition pour simuler la trajectoire du soleil dans le ciel. Les enseignants ont ensuite aidé les étudiants à créer leur propre programme pour calculer l'énergie du soleil. En procédant ainsi, les étudiants vont dans le sens de l'objectif principal de cette publication.

JEAN-LUC RICHTER

Collège Jean-Jacques Walt · Marckolsheim · France
Coordinateur



B

Les champs électromagnétiques de basse fréquence et l'environnement humain



INTRODUCTION

Les champs électromagnétiques (CEM) sont très répandus dans la nature. Les champs électriques et magnétiques naturels entourent la terre, son atmosphère ainsi que l'espace autour de la terre. L'être humain génère lui aussi des champs électromagnétiques de différentes fréquences. Les champs électromagnétiques peuvent également être d'origine artificielle ; on les soupçonne alors de ne pas être sans effet sur le corps humain. L'objectif de ce cours est de faire prendre conscience aux étudiants de l'omniprésence des CEM dans notre environnement.

N.B. : En l'état des connaissances scientifiques actuelles, le rayonnement électromagnétique, par nature de faible intensité, peut être considéré comme sans conséquence sur le corps humain par rapport aux émissions électromagnétiques intenses provenant des rayons X et de l'IRM. Ceci dit, la pollution électromagnétique, comme celle émanant des téléphones portables, continue d'être un sujet qui intéresse l'opinion publique.

Concepts clés

Physics (magnets and electromagnets; Generator; Faraday's law; Maxwell's law; electromagnetic fields; radiation spectrum); Mathematics (Equation graphs); Environment (Environmental pollution)

Classe d'âges

Le cours s'adresse à des étudiants âgés de 12 à 19 ans.

- ▮ Entre 12 et 14 ans – étude, mesures de l'induction du champ magnétique et analyse qualitative.
- ▮ Entre 15 et 19 ans – étude, mesures de l'induction du champ magnétique, analyse quantitative, représentation graphique.

RESSOURCES

Tous les graphiques et tous les textes (questionnaires) peuvent être créés dans des tableurs comme Microsoft Excel ou Open Office.

Les questionnaires peuvent être préparés avec des outils en ligne comme par exemple Google Documents (modèles de documents et de feuilles de calcul).

Les mesures peuvent être effectuées à l'aide d'un smartphone ou d'un PDA (assistant électronique de poche) avec capacités de mesure des champs électromagnétiques. Il ya plusieurs applications disponibles gratuitement.

CONTENU

Certains instruments médicaux destinés au diagnostic et au traitement des maladies peuvent générer des champs électromagnétiques : appareils à rayons X, les tomodiagraphes, les résonateurs magnétiques, les appareils de magnétothérapie et de stimulation magnétique, les appareils de diathermie.

Les CEM non naturels sont générés par les câbles électriques, les stations radio et TV, les instruments de navigation et de localisation par ondes radio, les téléphones portables et tous les appareils électriques utilisés dans l'environnement domestique. Tous ces CEM forment ce que l'on appelle l'électro-smog ou brouillard électromagnétique.

De façon à proposer un diagnostic du niveau moyen de connaissances d'un utilisateur de ces appareils sur le sujet des CEM basses fréquences, une étude fut réalisée sur un échantillon de 1.000 élèves. Les résultats sont alarmants. Seuls 14 % des personnes interrogées connaissent la notion de brouillard électromagnétique et 5 % d'entre elles sont capables de la définir correctement. A la question «Pouvez-vous citer quelques-unes des sources de rayonnement électromagnétique que vous connaissez ?», 36 % de l'échantillon d'étude est incapable de donner une réponse tandis que les personnes restant reprennent les appareils mentionnés dans le formulaire.

Sur la base des questionnaires, il nous a été possible d'établir un classement de nocivité ressentie de ces appareils. Pour confronter ces résultats avec la réalité, il suffit de mesurer les champs électromagnétiques produits par les différents appareils mentionnés ; nous avons donc utilisé un appareil de mesure de CEM dans un smartphone et un PDA. Les résultats de nos mesures ont démontré que le classement établi par les étudiants n'était pas exact.

Objectif

L'objectif principal est d'analyser les champs électromagnétiques qui nous entourent et de sensibiliser davantage encore les élèves à ce thème.

Les adolescents remplissent un questionnaire sur un ordinateur. Pour simplifier la collecte des données, vous pouvez utiliser un outil en ligne gratuit. Cette application vous permettra d'établir un formulaire qui présentera l'avantage d'être accessible en ligne via son lien internet et donc de pouvoir être rempli directement par les élèves. Toutes les données collectées seront copiées dans un tableau que



Mesures de la répartition des champs magnétiques sur un plan (isolignes). ② ③

Analyse

L'élève utilisera les données collectées lors de l'étude et des mesures pour créer des graphiques. Les graphiques seront ensuite étudiés et analysés.

Ainsi à la question «Pouvez-vous citer quelques-unes des sources de rayonnement électromagnétique que vous connaissez ?», les réponses possibles seront «Je connais ...» – «Je ne connais pas ...». Les résultats seront transcrits sous forme de graphique en courbe.

vous pourrez ensuite télécharger au format désiré. Vous pourrez alors transcrire immédiatement les résultats de l'enquête en pourcentages et sous forme de graphiques dans un tableur (programme de feuille de calcul).

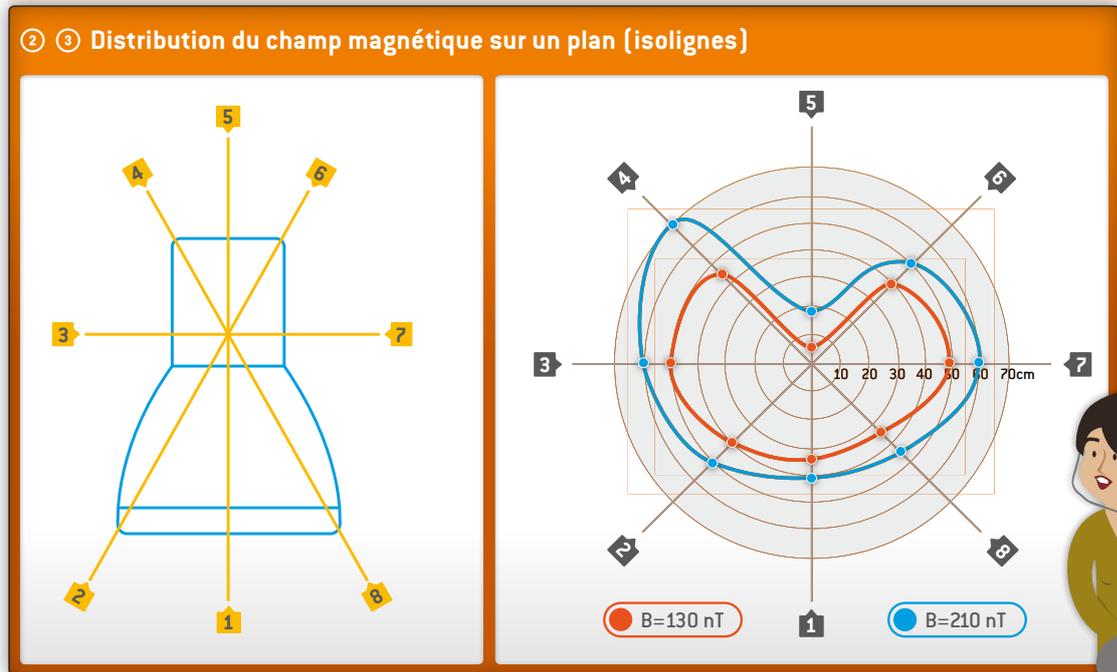
Dans un deuxième temps, les adolescents mesureront les champs magnétiques de différents appareils du type de ceux que l'on trouve dans tous les ménages (mesures linéaires et tridimensionnelles). Ils utiliseront pour cela l'application de géométrie disponible sur les smartphones ou sur les PDA.

Ils mesureront enfin l'induction magnétique tous les 10 cm ④ et entreranno les résultats dans le tableau prévu à cet effet. Le tableur affichera le graphique principal.

La question «Avez-vous déjà entendu parler d'électro-smog ?» admet plusieurs réponses, ce qui permet de passer à un graphique à barres.

A la question «Quels appareils ont, selon vous, un impact négatif sur la santé ?», on peut envisager de représenter les résultats dans un graphique du type $y(x)$ (avec x = le nom de l'appareil et y = le nombre de personnes).

Les élèves soumettront ensuite leurs mesures à des calculs mathématiques (une certaine imprécision dans les mesures peut être due aux facteurs suivants : des instruments de mesure imprécis, une imprécision des facteurs humains comme la vue). Ces mesures seront ensuite compilées dans un tableur. Exemple : «Ampleur de l'induction magnétique B [nT] des appareils électriques



4 Comparaison de la grandeur du champ magnétique induit par certains équipements électriques

Distance to the source (cm) >	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Vacuum cleaner «Philips»	19,755	5,695	2,560	1,200	754	461	331	247	187	162	136	109	103
Computer monitor	666	225	109	63	50	41	30						
Hair dryer «Braun»	3,940	1,043	464	206	133	85	69	51					
Shaver «Privileg»	19,980	9,450	3,320	1,432	844	500	341	232	180	127	102	78	67

sélectionnés (d'après les mesures réalisées par les élèves) par rapport à la distance active marquée par une couleur». ④ ⑤

Enfin et pour conclure l'analyse, ils pourront comparer l'intensité du champ magnétique engendré par l'appareil et le temps d'exposition (par exemple graphique y(x) :

x – l'induction du champ magnétique B [nT] et la durée d'exposition t[h] – par semaine ;y – le nom de l'appareil.).

Résultat

La valeur de l'induction du champ magnétique produite par les appareils (valeur généralement indiquée par les fabricants) ainsi que la durée d'exposition sont des données très importantes lorsqu'il s'agit d'analyser le problème de l'influence des CEM sur l'organisme humain. Il est également important de connaître la partie du corps la plus exposée aux radiations. On peut envisager d'entamer une discussion entre les élèves sur les résultats de l'analyse, de leur faire faire des posters destinés aux autres élèves et de par-

tager les résultats avec les autres classes ou avec les écoles voisines. Pour ce faire, il serait possible d'utiliser une page wiki commune ou de faire circuler l'information par le biais de questionnaires en ligne.

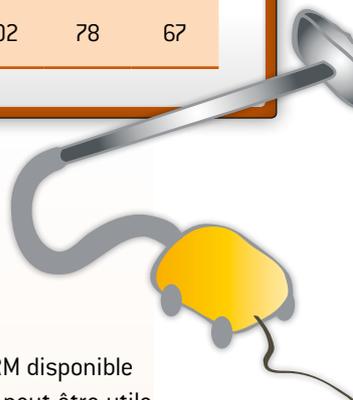
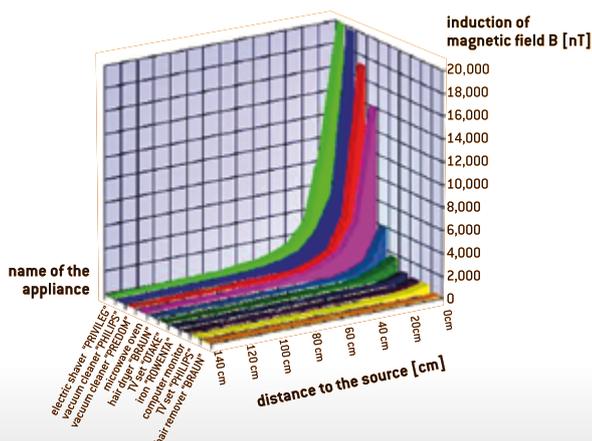
Le logiciel de simulation de l'action de l'IRM disponible sur phet.colorado.edu/en/simulation/mri peut être utile pour comprendre l'importance de l'impact des champs magnétiques l'organisme humain.

CONCLUSION

Les champs électromagnétiques pilotent de nombreux processus biologiques et psychologiques du corps humain. Ils agissent notamment sur la structure des composants protéiques des canaux des membranes et sur la répartition des ions ;ils impactent également sur les cristaux liquides contenus dans le corps et plus particulièrement sur les composants à cristaux liquides présentant des propriétés de membranes biologiques.

L'influence présumée des champs électromagnétiques de basse fréquence sur l'homme et son cadre de vie reste un sujet de réflexion d'importance majeure, même si malheureusement (comme le prouve le questionnaire) il reste encore largement ignoré. Il convient donc dans un premier temps d'initier l'utilisateur d'objets électriques au sujet. Il ne s'agit ni d'avoir peur des champs électromagnétiques, ni, non plus de les ignorer ;il s'agit tout simplement de les connaître et de les comprendre de façon à développer une attitude responsable (par exemple savoir qu'il ne faut pas utiliser plusieurs appareils électriques comme un poste de télévision, un ordinateur, des équipements audios en même temps ou savoir qu'il faut éviter de passer trop de temps devant son ordinateur ou devant un téléviseur, savoir qu'il est préférable d'arrêter son Wi-Fi...).

5 Relation entre l'induction magnétique et la distance de la source



Birthe Zimmermann · Michael Lentfer Jensen

B

Pluies diluviennes – Observation du climat



INTRODUCTION

Concepts clés

Ecologie : croissance des plantes, pouvoir absorbant de l'eau, débit, structure et fonction des plantes, nutriments, cycles du carbone et de l'azote, photosynthèse, respiration, fermentation, biotopes, succession, évolution.

Sciences physiques : réalisation d'un modèle, réalisation d'une simulation, mesures des débits.

L'observation du climat est destinée à des élèves âgés de 14 à 18 ans (ou plus jeunes) dans le cadre d'un enseignement interdisciplinaire des sciences physiques et naturelles. Elle permet d'encourager l'esprit critique des élèves, de développer et de proposer des méthodes et des expériences en relation avec des problématiques locales, de développer une compréhension des phénomènes à l'échelle régionale et globale et enfin d'acquérir des connaissances en matière de développement durable grâce à une communication accrue.

RESSOURCES

Créer un modèle est une activité ludique. Elaborer une simulation qui fonctionne bien, n'est cependant pas aussi simple qu'il n'y paraît. N'oubliez pas que les graphiques conviennent davantage à la présentation des résultats qu'une explication écrite. Les photos sont également de bons éléments pour communiquer vos travaux aux autres. Pour la simulation d'une expérience, vous pouvez notamment utiliser Scratch (voir annexe). Pour dessiner les graphiques, vous pourrez utiliser les programmes en accès libre et gratuits sur Internet.

Lien vers la simulation Pluie diluvienne : scratch.mit.edu/projects/2352259/. Pour construire un prototype de «Pluies diluviennes» voir www.science-on-stage.de.

CONTENU

Cette unité traite des phénomènes du monde réel. La salle de classe cède sa place aux possibilités d'observation en plein air. Ces dernières années, le changement climatique et le réchauffement de la planète se sont traduits par l'accroissement des problèmes climatiques à l'échelle locale, comme les sécheresses dans certaines régions et les pluies torrentielles dans d'autres. Par pluies diluviennes, on entend la survenue de précipitations anormalement importantes pendant un court laps de temps. Les pluies diluviennes surviennent de façon inattendue et peuvent

entraîner des inondations, lesquelles pourront aller jusqu'à «balayer» routes, habitations et voies ferrées.

Vous pouvez contribuer à l'observation des conséquences des pluies diluviennes sur une toiture végétale en construisant un prototype local miniature. Les résultats obtenus seront meilleurs si vous pouvez effectuer ces mesures sur une longue période de temps, sur des mois voire sur des années. Vous pouvez entrer le débit et la température en ligne et partager vos connaissances et vos idées avec d'autres personnes intéressées grâce aux technologies de l'information et de la communication (TIC).

Utiliser Internet pour trouver et communiquer aux autres les informations suivantes :

- ▮ Quel est le taux de précipitations de votre région en une année ?
- ▮ Ce taux a-t-il changé au cours des 50 dernières années, par exemple ?
- ▮ Votre région connaît-elle des orages violents ou des pluies diluviennes à certaines périodes de l'année ?
- ▮ Dans l'affirmative, quand et à quelle fréquence au cours de ces dernières années ?
- ▮ Qu'advient-il de l'eau qui tombe sur le toit de votre école ou de votre habitation – où va-t-elle ?
- ▮ Des mesures sont-elles prises dans votre région pour prévenir les dégâts (inondations, par exemple) provoqués par les changements climatiques ? Quelles sont les mesures prises ?
- ▮ Est-ce que des sédums poussent dans votre région ? Si oui, dans quel type de biotopes ?



Expérience des élèves : Absorption et débit

L'idéal serait que votre école dispose d'un toit séparé, relativement plat et muni d'une seule gouttière et d'un seul tuyau de descente, pouvant servir à un projet d'observation du climat à grande échelle et à long terme. Un débitmètre peut être utilisé pour mesurer le débit lorsqu'il pleut. Il est possible de procéder à une inscription en ligne à partir de votre ordinateur. Il est néanmoins possible, pour les mesures décrites ci-dessous, de réaliser une maquette à petite échelle qui servira à tous les projets à court-terme.

Réalisez votre propre maquette de toiture végétale : www.science-on-stage.de.

Mesurez la longueur et la largeur de vos planches de bois («le toit») et calculez la surface totale en m² des «toits» 1 et 2. Notez les résultats.



Pesez les deux planches «toit» 1 et 2 à l'état sec. Notez les résultats. Utilisez un récipient doseur et versez lentement de l'eau (eau du robinet) sur le «toit 1» jusqu'à ce qu'elle soit totalement absorbée et qu'elle commence à goutter un peu. Relevez la quantité d'eau versée sur le toit 1.

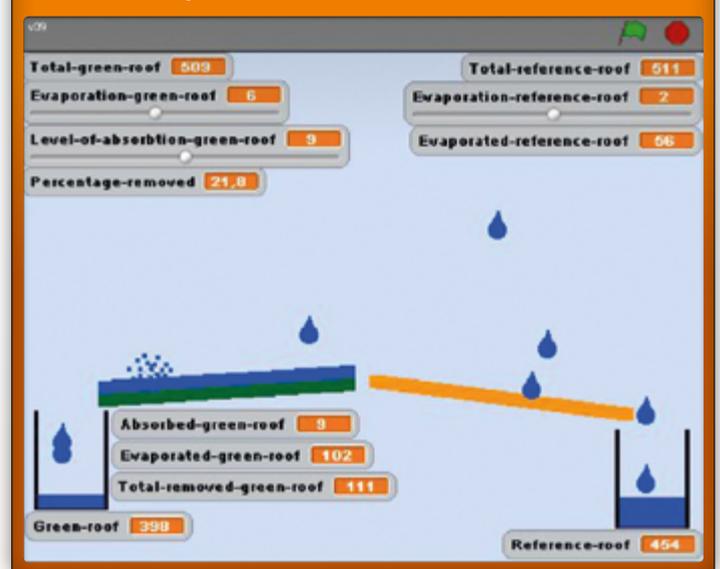
Versez la même quantité d'eau sur le toit 2 et recueillez l'eau s'écoulant des deux toits. Quelle est la quantité d'eau s'écoulant du «toit 1» ?

Notez la quantité d'eau s'étant écoulée des deux toits. Répétez l'observation tous les jours, une fois par semaine et si possible pendant plusieurs semaines.

Programmation

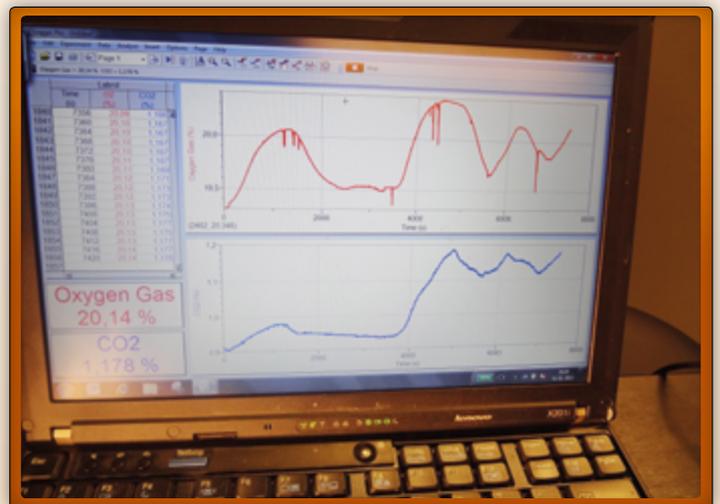
Il existe un moyen à la fois simple et ludique pour prévoir le résultat des expériences menées ; il consiste à créer sa propre simulation à l'aide du logiciel glisser-déposer convi-

Simulation de pluie diluvienne avec Scratch



vial et gratuit appelé Scratch (voir annexe). Le guide destiné aux enseignants décrivant le projet «Pluies diluviennes» est disponible sur www.science-on-stage.de. Le projet Pluies diluviennes enseignera aux élèves à réaliser eux-mêmes une petite animation qui leur permettra de comprendre comment la programmation peut servir à décrire et à calculer un système physique simple. Les enseignants trouveront le code source ici : www.science-on-stage.de.

Il est possible d'améliorer et d'optimiser le modèle en vue d'en faire profiter les élèves d'un niveau supérieur et leur permettre de tenir compte de paramètres plus complexes. Un modèle, permettant de modifier l'absorption et l'évaporation, a ainsi été développé ici : www.scratch.mit.edu/projects/agsmj/2352259.



Éléments de réflexion sur l'évaporation

Il est possible d'obtenir des données intéressantes en étudiant des sédums placés dans une chambre de culture reliée à une électrode d'oxygène et une électrode de CO_2 . D'autres données comme la température et l'humidité peuvent être mesurées simultanément de façon à déterminer comment l'impact d'un toit végétal peut changer en fonction de la saison et du climat local.

Assurez-vous que les plantes se sont adaptées à l'environnement de la chambre de culture en les y plaçant 24 heures avant de procéder aux mesures. Les données et les diagrammes relatifs à l' O_2 et au CO_2 , relevées en continu sur une période de 24 heures ou plus par exemple, avec et sans lumière supplémentaire, constituent d'excellents paramètres tout à fait propices à la discussion et à l'analyse. Les élèves pourront ainsi réfléchir dans quelle mesure les sédums peuvent servir, grâce au phénomène de l'évaporation, à réduire la quantité d'eau déversée lors de pluies diluviennes ou à en «freiner» l'écoulement vers l'évacuation pratiquée. Cet exercice de réflexion amènera les élèves à trouver des solutions relativement simples pour limiter les problèmes causés par les changements climatiques et le réchauffement de la planète.

Les étudiants disposant d'un niveau avancé en biologie pourront utiliser les données collectées et les graphiques pour étudier la photosynthèse des sédums (photosynthèse de type CAM).

Questions de discussion pour résumer les concepts clés

Les élèves peuvent utiliser les données observées pour discuter de la quantité d'eau qu'un toit végétal peut absorber ou stocker par rapport à un toit classique. Ils pourront réfléchir en quoi les différences observées sur des éco-toits et sur des toits traditionnels sont significatives de la capacité des sédums à stocker ou à «freiner» l'eau. Ils pourront comparer les données collectées grâce aux mesures d'évaporation et d'absorption de l'eau menées sur de vraies plantes avec les données obtenues par le programme de simulation et se demander si leurs modèles logiciels sont réalistes ou s'ils nécessitent un réajustement pour être plus conformes à la réalité.

En fonction de leur niveau, les élèves auront la possibilité de rajouter des facteurs ayant une influence sur les plantes et sur le modèle de simulation.



CONCLUSION

Après avoir programmé et surveillé des plantes vivantes, les étudiants seront en mesure de comprendre l'effet d'un toit végétal et la capacité des plantes à absorber de l'eau et à en freiner l'écoulement. Ils considéreront la simulation comme une activité sympathique qui les incitera à apprendre le code de programmation permettant d'expliquer le modèle physique.

Informer les autres de son travail

Pour présenter les résultats obtenus et ainsi pouvoir les partager avec les autres et les utiliser en commun, les élèves disposent de diverses possibilités : conférences, film, podcast ou poster. Un poster scientifique doit être à la fois esthétique, clair pour pouvoir être compris sans texte introductif et, enfin, informatif. Il n'est pas facile de communiquer par ce biais pour expliquer à d'autres les objectifs atteints et les enseignements appris. Les photos peuvent aider à les visualiser. Toutes les méthodes mentionnées peuvent convenir pour être intégrées dans un code QR (code quick response). Un seul clic et l'application est sur votre smartphone.

Pour créer un code QR, il suffit d'aller sur Internet par exemple à la page www.qrcode.kaywa.com.



Si vous souhaitez générer un code QR contenant du texte, il vous suffit de cliquer sur «texte» et sur «générer»; le code s'affiche alors immédiatement. N'oubliez pas de sauvegarder le code. Vous pouvez également cliquer sur «URL» et permettre ainsi à d'autres d'accéder facilement à une page internet dont vous voulez partager le contenu.

Autres propositions sur www.science-on-stage.de.

Ederlinda Viñuales Gavín · Cristina Viñas Viñuales

B

Durée du jour



INTRODUCTION

Au cours de cette séance, nous demandons aux élèves d'effectuer les mesures et les calculs suivants :

- ▮ relever pour un jour donné les heures de lever et de coucher du soleil,
- ▮ calculer la durée du jour en question et
- ▮ représenter graphiquement la hauteur du soleil par rapport à l'horizon au cours de la journée. Les élèves peuvent inscrire les données recueillies sur une journée dans un tableau puis refaire des calculs identiques pour le jour suivant et enfin comparer les données entre elles.

Les élèves de ce cours doivent avoir entre 15 et 18 ans ; ils doivent en effet posséder des connaissances minimum en trigonométrie et en astronomie.

N.B. : Dans ce texte, l'analyse de la durée du jour est indiquée en fonction des saisons pour l'hémisphère Nord.

Quelques éléments d'astronomie

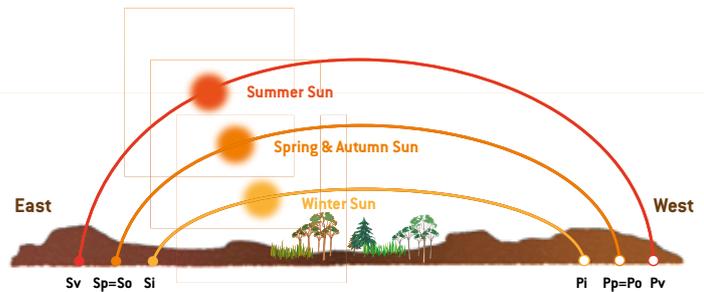
La course journalière du soleil dans le ciel varie en fonction de la période de l'année. En été, le soleil est au plus haut dans le ciel tandis qu'en hiver sa trajectoire est la plus basse : ce phénomène explique que les jours sont plus longs en été qu'en hiver. Au printemps et en automne, le soleil suit une trajectoire intermédiaire comme indiqué dans le schéma suivant. ①

Le premier jour du printemps, le soleil traverse l'équateur céleste (déclinaison = 0). Les jours d'après, la course apparente du soleil s'élève jusqu'au premier jour de l'été où le soleil suit la trajectoire la plus haute (déclinaison ϵ). Le lendemain, sa trajectoire est plus basse dans le ciel : elle va en diminuant jusqu'au premier jour de l'automne où le soleil traverse à nouveau l'équateur céleste (déclinaison = 0), puis jusqu'au premier jour de l'hiver où le soleil est au plus bas de sa course (déclinaison $-\epsilon$). La course du soleil s'allonge alors de nouveau tous les jours un peu plus jusqu'au retour du printemps et à la traversée en montant de l'équateur céleste... les jours s'allongent et le soleil recommence sa course annuelle.

La durée du jour correspond à l'intervalle de temps situé entre l'apparition à l'horizon du bord supérieur du disque solaire au lever du soleil et sa disparition au moment du coucher du soleil.

La durée du jour varie en fonction de la période de l'année et dépend de la latitude. L'inclinaison de la terre sur son

① Trajectoire du Soleil le premier jour de chaque saison

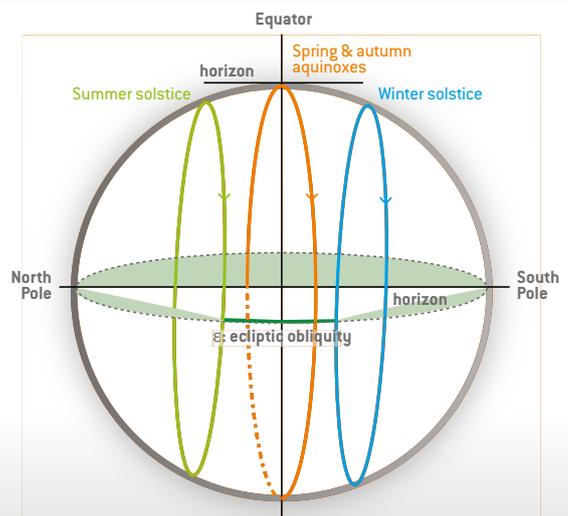


Sv, Sp, So, Si dots indicate the sunrise in summer, spring, autumn, & winter. Pv, Pp, Po, Pi dots indicate the setting sun in summer, spring, autumn & winter.

axe de rotation permet d'expliquer à la fois le phénomène des saisons et le fait que le soleil ne se lève ni ne se couche jamais au même endroit.

La distance angulaire maximum entre deux levers et deux couchers de soleil correspond à l'angle entre deux solstices. Cet angle change en fonction de la latitude de l'endroit considéré. Il est le plus faible à l'équateur (où il est égal à l'inclinaison de l'écliptique ϵ), puis augmente en fonction de la valeur absolue de la latitude jusqu'à provoquer le soleil de minuit dans les régions polaires. Ainsi dans une ville située sur l'équateur (de latitude $\phi = 0^\circ$), la distance entre deux couchers de soleil sera au plus de 2ϵ (entre les solstices de juin et de décembre) (voir fig. ②). La durée du jour et de la nuit est identique en tous points de l'équateur où elle est égale à 12 heures.

② Trajectoire du Soleil à la latitude 0° (à l'équateur)



Pour vérifier les valeurs calculées par l'application Java, il serait souhaitable de disposer d'un appareil photo à sténopé, ou d'un bâton, une corde et un rapporteur de façon à ce que les étudiants puissent faire les mesures eux-mêmes avec des outils simples.

CONTENU

Le programme Java (voir www.science-on-stage.de) permettant de calculer la durée du jour est divisé en deux parties. La partie de gauche sert à introduire les paramètres comme la date, la latitude et la longitude d'un lieu. Elle donne également les résultats numériques correspondant à l'heure du lever et du coucher du soleil et la durée du jour. La partie droite indique la hauteur du soleil pour une journée et un lieu donnés. La ligne commence à l'heure du lever du soleil, évolue jusqu'à la valeur maximale et décroît jusqu'au coucher du soleil.

Le programme dispose de trois boutons «Calculer» («Calculate»), «Réinitialiser» («Clear Values») et «Réinitialiser la course du soleil» («Clear Sun Paths») qui permettent de remettre les valeurs à zéro, de lancer les calculs et de supprimer le graphique de la course du soleil.

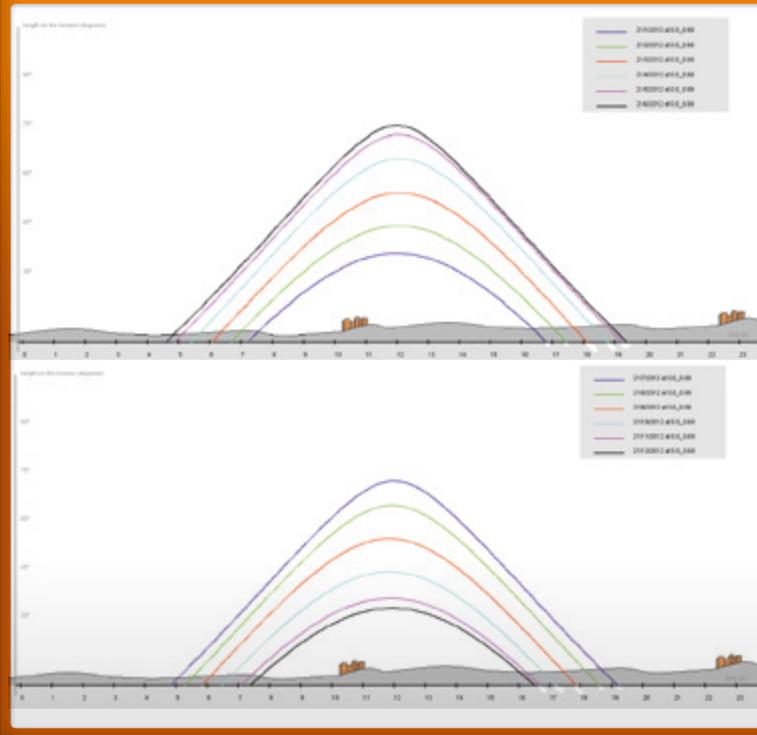
La version internet du cours indique les calculs possibles avec le programme, lesquels peuvent servir à calculer la durée du jour de façon manuelle. Comme il s'agit d'un processus complexe, il est vivement conseillé d'utiliser le logiciel Java de façon à obtenir différents résultats et de pouvoir les analyser.

Observons par exemple comment la hauteur du soleil évolue sur une année en un lieu donné avec des valeurs différentes. La figure ci-après donne les résultats. ©

Sur la dernière figure, on peut observer comment la hauteur du soleil augmente jusqu'au mois de juin et comment la durée du jour augmente, le soleil se levant de plus en plus tôt et se couchant de plus en plus tard. En revanche entre juillet et décembre, on peut observer comment la hauteur décroît ce qui influe sur la durée du jour et les heures de lever et de coucher du soleil.

Il est également intéressant d'observer que la hauteur du soleil diffère d'un lieu à l'autre à un jour donné : on pourra prendre le 21 juin 2012 et noter ces différences en fonction que l'on se trouve à une latitude de 40° Nord, à l'équateur ou à une latitude de 40° Sud. Il est intéressant de voir que les heures de lever et de coucher du soleil sont à peu

⑤ Comparaison de la trajectoire du Soleil au même endroit à chaque mois de l'année



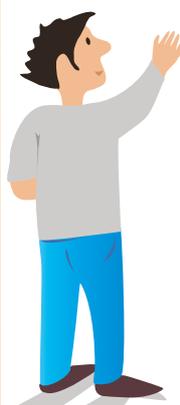
de choses près identiques mais que la hauteur du soleil diffère de plus de 60° entre l'équateur et le pôle Nord.

Changer uniquement la longitude tout en conservant la date et la latitude permet d'obtenir d'autres constats. La durée de la journée et la hauteur du soleil sont identiques mais les heures de lever et de coucher du soleil diffèrent en fonction de la longitude entrée.

Il est également intéressant de constater que le jour et la nuit ont une durée égale d'environ 12 heures au moment des équinoxes (soit vers le 21 mars et le 21 septembre tandis que le jour le plus long est atteint au solstice d'été (vers le 21 juin) et le jour le plus court au solstice d'hiver (vers le 21 décembre).

Enfin, il peut être intéressant pour les élèves de vérifier certains résultats obtenus par le programme Java en créant leur propre appareil, par exemple un appareil photo à sténopé pour reproduire la variation de la hauteur du soleil au cours d'une journée.

Un simple bâton permet aux élèves de calculer l'angle formé par les rayons du soleil et l'horizon. Cet angle correspond à l'altitude angulaire (hauteur) du soleil à un moment donné. Les étudiants pourront observer que les



valeurs mesurées à différentes heures de la journée avec cet outil des plus rudimentaires sont identiques à celles obtenues par le programme Java.

Une autre méthode de mesure consiste à marquer au sol les points correspondant à l'ombre de la pointe d'un bâton à des heures données.

CONCLUSION

L'application Java que nous avons créée peut être utilisée pour n'importe quel jour de l'année sous n'importe quelle latitude. Pourtant les étudiants seront bien obligés de constater que le programme donne parfois des résultats bien étranges. A certaines latitudes, il y a des jours où le soleil ne se couche pas si bien qu'il n'est pas possible de mesurer la durée de la journée. Le programme génère alors un texte en rouge indiquant que l'on se trouve en un lieu de la planète baigné en été par le soleil de minuit et complètement immergé dans le noir pendant 24 heures certains jours d'hiver.

Le programme peut calculer la durée du jour à différentes dates et sauvegarder la représentation graphique pour chacune d'entre elles ce qui permet de comparer les variations dans les heures de lever et de coucher de soleil en fonction de la saison et donc les variations de la durée du jour.

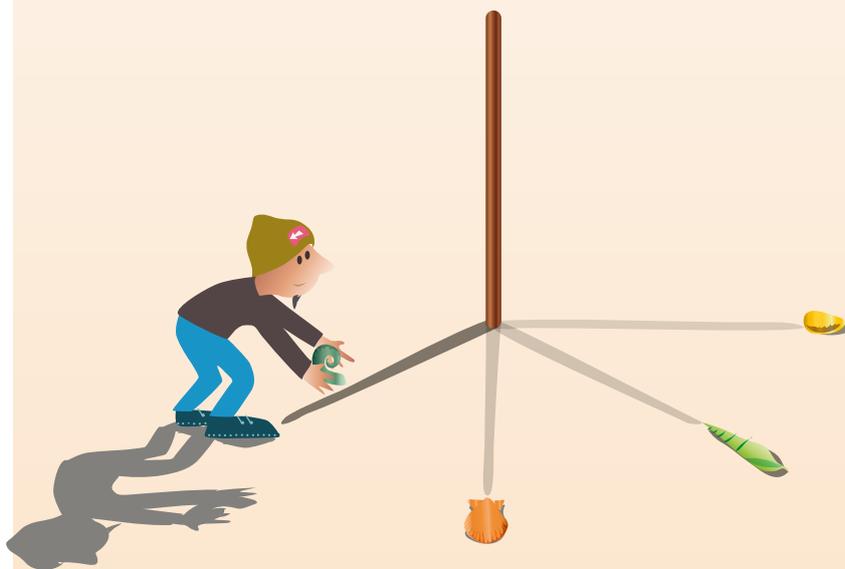
Il pourrait également être intéressant de diviser les étudiants en groupes de 3 ou 4 et de demander à chaque groupe de mesurer la durée du jour à une latitude donnée. En fonction du nombre d'étudiants, il serait envisageable d'effectuer des mesures pour chacun des hémisphères sur des zones comprenant une différence de latitude de 15 à 20°. Sur la base des graphiques obtenus à partir des calculs effectués, chaque groupe pourrait ensuite préparer un PowerPoint ou une présentation à montrer aux autres étudiants afin de permettre une discussion sur les résultats obtenus par les différents groupes.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Abad, A. ; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docents*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.

Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.

Viñuales Gavín, Ederlinda. *Euroastro. Astronomy in the city*. Socrates Comenius 1 project. 1998-2001.



B

Exposition au soleil & prix de l'habitat





INTRODUCTION

Pourquoi les appartements d'un même immeuble n'ont-ils pas tous le même prix ? Pourquoi les appartements des étages supérieurs sont-ils plus chers que ceux des étages inférieurs ? On s'en doute, cela a un rapport avec le degré d'ensoleillement et de luminosité des pièces. La présente activité a pour objectif de faire faire aux élèves une étude de terrain et de leur faire collecter des données sur la superficie des appartements, la superficie des fenêtres, l'orientation et l'étage ainsi que sur les prix des appartements en fonction de leur exposition et de l'étage auquel ils sont situés. Cette leçon a également pour objectif d'inciter les étudiants à rechercher le rapport entre les variations de prix des immeubles, l'économie et certains concepts de l'astronomie et des sciences de la terre.

N.B. : Dans ce texte, l'analyse de l'ensoleillement et de l'exposition est valable pour l'hémisphère Nord.

Notions clés

Connaissances de base : course journalière du soleil, latitude, notions de base en statistique.

Connaissances interdisciplinaires : cette activité requiert la connaissance des concepts et de thèmes abordés dans les domaines de l'astronomie, de la géologie, des mathématiques élémentaires, des formules de construction et des sciences sociales. Elle nécessite un travail sur le terrain pour collecter les données et dans le but de familiariser les élèves avec leur environnement social et géographique.

Cette activité convient aux élèves âgés de 15 à 17 ans et doit pouvoir être intégrée au programme scolaire de tous les pays européens à partir de la dernière année du secondaire. Elle est idéale pour favoriser une coopération sur un plan international et permet la comparaison des données parmi celles collectées dans les villes des différents pays. Le cours permettra d'établir des statistiques qui évaluent et mettent en avant les différences et les analogies entre les pays en fonction de la latitude, de la population, de la richesse et d'autres paramètres. Dans l'exemple donné, trois des quatre villes sont à peu près situées à la même latitude.

RESSOURCES

Toutes les activités sont destinées à permettre un traitement des données et une analyse à l'aide d'un PC ou d'un Mac et les feuilles de calcul vont permettre de donner un premier aperçu de la comparaison des prix, notamment

si les données de différentes régions ou pays sont évaluées. Nous avons préparé un programme Java pour la partie astronomique de cette unité d'enseignement pour faire réfléchir à l'ensoleillement et à la latitude et pour inciter les élèves à se familiariser avec les concepts d'énergie, d'absorption de l'énergie et de flux de rayonnement.

Le guide de l'étudiant et l'application Java sont disponibles sur le site www.science-on-stage.de.

Programmation : on incitera les élèves à améliorer et à développer d'autres fonctionnalités dans l'application Java. Dans sa version actuelle, l'application Java calcule la quantité journalière moyenne d'énergie entrant dans les pièces d'un appartement (valeur correspondant à la donnée collectée).

L'approche propédeutique du programme Java permet de collecter les données relatives à la superficie totale recouverte par des fenêtres exposées à l'ouest dans un appartement donné ainsi que la latitude du site où les données ont été collectées. Le programme Java permet de visualiser la direction des rayons du soleil par rapport à un profil générique de fenêtre exposée au sud au moment des équinoxes, de donner un indice sur l'importance de l'énergie solaire et de la latitude et enfin de calculer la quantité journalière d'énergie entrant dans l'appartement par les fenêtres exposées au sud, en admettant que la quantité d'énergie par mètre carré émise par le soleil et atteignant la terre après l'absorption atmosphérique est constante.

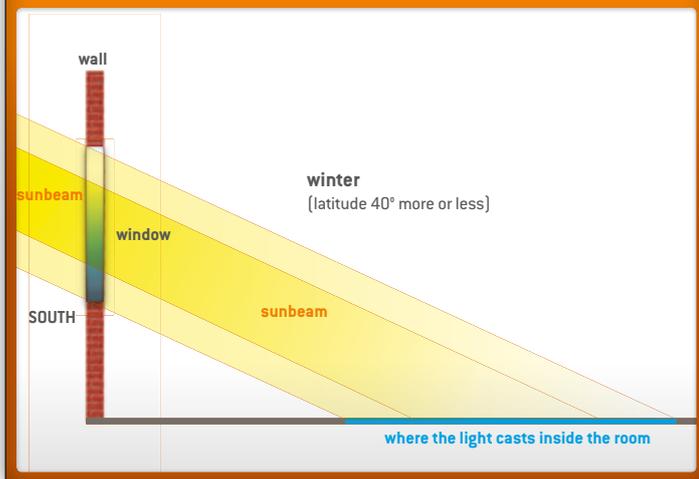
La présente unité d'enseignement repose notamment sur la création d'un programme Java.

CONTENU

Les étudiants comprennent rapidement que le taux d'ensoleillement est un facteur influant sur le prix d'un appartement. Ils pourront facilement observer que la lumière du soleil n'atteint pas de la même façon le rez-de-chaussée que le 8ème étage d'un immeuble par exemple. Les immeubles situés en face font de l'ombre aux étages inférieurs de l'immeuble dans lequel on se trouve. Du coup, les rez-de-chaussée et les étages inférieurs reçoivent peu de lumière tandis que les étages supérieurs reçoivent les rayons directs du soleil.

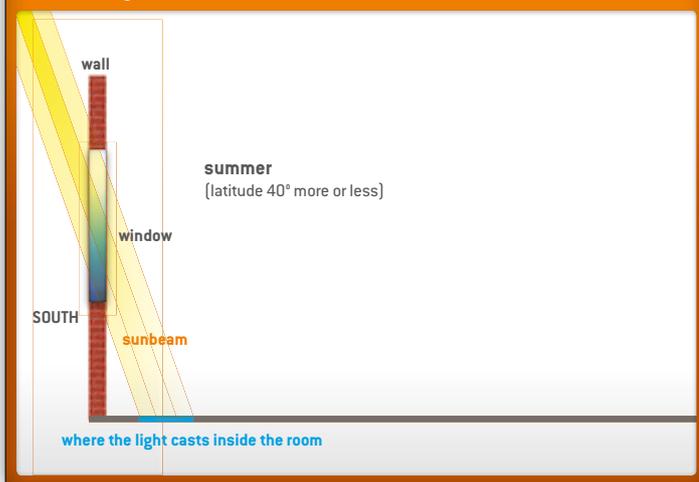
Il en va de même avec l'exposition. Une bonne exposition garantit un bon ensoleillement et un plus grand apport de chaleur.

① Les rayons solaires en hiver



On peut observer comment les rayons du soleil entrent par les fenêtres d'un appartement et ce en fonction de l'exposition et de la saison.

② Les rayons solaires en été



En hiver, les rayons du soleil traversent la fenêtre de la face sud de l'immeuble et remplissent toute la pièce. Nous avons alors une pièce bien ensoleillée et chaude. ①

En été, les rayons du soleil se projettent contre le mur. La lumière pénètre la pièce avec moins d'intensité. La pièce est moins chaude que celles exposées à l'ouest par exemple. ②

Sur ces deux images (①, ②), les murs sont exposés au sud et l'angle d'inclinaison des rayons du soleil est donnée à midi environ, à une période de latitude maximum

par rapport à l'horizon des solstices (le 21 décembre pour le solstice d'hiver et le 21 juin pour le solstice d'été dans l'hémisphère Nord). Let us consider here, the behaviour of the sunbeams when the wall is facing east and west. In doing so, we will be in a position to compare the advantages and disadvantages of different orientations and draw the relevant conclusions.

Il nous faut également observer le comportement des rayons du soleil lorsque le mur est exposé à l'est ou à l'ouest, ce qui nous permettra de comparer les avantages et les inconvénients de chaque type d'exposition et d'en tirer des conclusions.

En hiver, c'est particulièrement agréable ; le soleil réchauffe la pièce et l'emplit de lumière. En été, les rayons du soleil opèrent de façon similaire. En effet, si le soleil est plus chaud à la même heure, il est situé plus haut dans le ciel et ses rayons n'atteignent pas toute la pièce. L'exposition à l'est semble donc être la meilleure après l'exposition au sud.

Le taux d'ensoleillement et la quantité de chaleur diffèrent encore lorsque l'appartement est exposé à l'ouest.

En hiver, le soleil se couche très tôt et la pièce ne reçoit que les derniers rayons de soleil, lesquels réchauffent à peine la pièce. Au contraire, en été, lorsque le soleil commence à entrer dans la pièce, l'appartement est déjà très chaud du fait de la température extérieure.

Objectifs

Les données requises par le programme sont les suivantes :

- ▮ le rayonnement solaire constant atteignant la terre : il s'agit d'une valeur constante estimée à $200\text{W}/\text{m}^2$, mais nous avons décidé d'en faire un paramètre de façon à pouvoir la modifier en fonction des conditions climatiques et météorologiques,
- ▮ la latitude,
- ▮ la surface totale des fenêtres exposées au Sud.

Analyse

On peut partir du principe que le rayonnement solaire atteignant la surface de la terre équivaut en termes d'énergie par unité de temps et par mètre carré à la valeur d'environ $200\text{W}/\text{m}^2$ (voir home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html).

Il est possible d'obtenir la hauteur moyenne du soleil au-dessus de l'horizon pendant l'année à midi à partir de



sa hauteur aux équinoxes. Cet angle est l'angle complémentaire de la latitude. L'angle de la latitude est aussi égal à l'angle que forment les murs extérieurs de l'appartement et les fenêtres (perpendiculaire à l'horizon) avec la lumière du soleil qui entre partout parallèlement à la surface de la Terre. La quantité d'énergie entrant dans l'appartement par unité de temps peut être définie comme le flux d'énergie solaire pénétrant la surface de la fenêtre et peut être définie par la formule $F=R*S*\sin(\lambda)$, λ étant la latitude à l'endroit où est situé l'appartement. On peut alors estimer ce rayonnement à partir de l'exposition de l'appartement, en admettant que ce rayonnement est émis sur la surface totale des fenêtres pendant 6 heures par jour.

Cela implique donc de multiplier F par 6 heures (attention de bien convertir les heures en secondes) et par la surface totale des parois extérieures vitrées et exposées au sud pour obtenir la quantité d'énergie par jour (voir fig. ③).

Résultat

Le résultat numérique doit être la quantité moyenne d'énergie reçue par l'appartement par les fenêtres situées sur les murs exposés au sud, et ce pour un jour normal.

Le programme permet également de mettre en évidence les points suivants :

- le modèle de fenêtre indiquant la direction des rayons du soleil à l'équinoxe permet de déterminer l'angle formé par le rayon de soleil et la surface de la fenêtre et d'obtenir ainsi la latitude
- la latitude géographique du site à l'équinoxe.

[Ces deux éléments faisant l'objet d'une représentation graphique sont en cours de développement ; le programme n'affichant pour l'instant qu'un graphique constant, ce qui n'empêche pas les élèves de créer le code Java permettant de l'adapter à la latitude.]

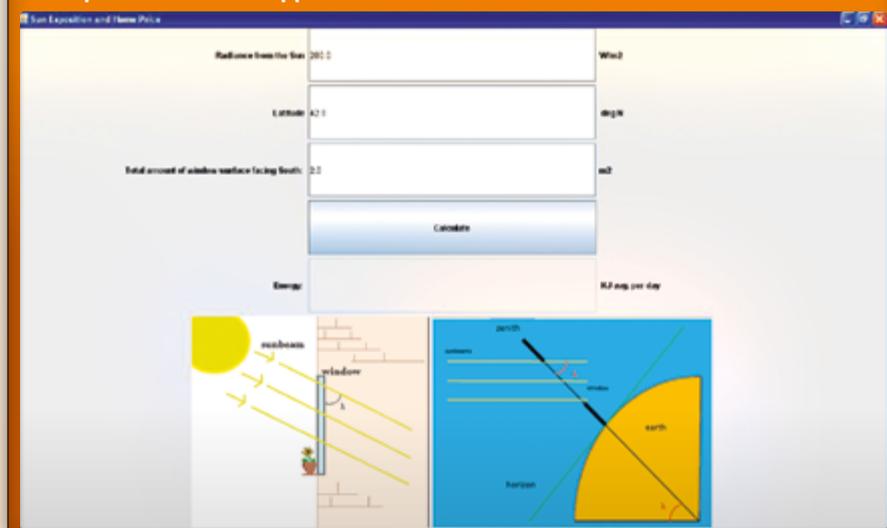
CONCLUSION

Au cours d'un projet pilote de cette activité, plusieurs groupes d'étudiants se sont rendus dans des agences immobilières et ont demandé des informations relatives au quartier, les surfaces habitables, les prix et l'exposition conformément au «Guide de l'étudiant» disponible sur le site www.science-on-stage.de. Pour obtenir des informations aussi diverses que possibles, chaque groupe d'étudiants a mené l'enquête dans différents quartiers.

Il pourrait être intéressant de rédiger un bref compte-rendu retraçant les problèmes rencontrés par les étudiants dans les différents pays pour obtenir les informations requises pour les prix des appartements. Les agents immobiliers étaient généralement conscients du fait que les étudiants n'avaient pas l'intention d'acheter de biens immobiliers. Dans la majorité des cas, ils n'ont d'ailleurs pas rencontré les étudiants, ce qui peut parfois expliquer que les données ne soient pas toujours très précises.

Cette activité de collecte d'informations donne toujours des résultats plus significatifs lorsqu'elle est menée dans le cadre d'un projet de coopération internationale ou tout du moins sur plusieurs villes et régions d'un même pays, seul moyen de comparer des sites très différents les uns des autres, tant sur le plan du climat, de la latitude, de la situation orographique, économique et géographique.

③ Capture écran de l'application Java



Il est ainsi possible d'obtenir des données intéressantes en fonction de la latitude, de la situation socio-économique, de la politique immobilière du pays, de l'influence et de l'action réelles du soleil pendant la journée.

Le paramètre «Rayonnement du soleil» peut être utilisé pour «moduler» les conditions géographiques, orographiques et météorologiques ; ainsi la valeur moyenne de départ de 200 W/m^2 peut être augmentée pour les latitudes plus faibles, des conditions climatiques et une situation météorologique plus favorables, ou encore pour une couverture nuageuse moyenne.

Devoir à la maison :

collecter les données, remplir les formulaires, échange de données avec les écoles partenaires au niveau international, saisie des données dans des tableaux et/ou dans le programme Java, représentation graphique, commentaire.

Les élèves pourraient en outre faire de la programmation, tout du moins dans le cadre des activités des feuilles de calcul.

Les élèves pourraient enfin se demander pourquoi la représentation graphique est telle qu'elle est et chercher à trouver les liens avec les causes géographiques et socio-économiques.

Il pourrait être intéressant de publier les résultats dans un journal local de chacune des villes participantes, ce qui permettrait de mettre en place une sorte de partenariat entre les villes à partir de l'activité des écoles.

Il serait également intéressant d'utiliser l'inclinaison des fenêtres comme nouveau paramètre : en changeant l'inclinaison de la fenêtre par rapport à l'horizon, il est possible d'augmenter le flux du rayonnement à travers les fenêtres exposées au sud, de façon à augmenter sa valeur maximale. Les fenêtres de type Velux sont un exemple qui montre comment augmenter l'énergie provenant du soleil en rapprochant l'angle λ des 90° . L'introduction de ce nouveau paramètre permet des réflexions et discussions nouvelles sur l'optimisation du rendement énergétique d'une maison.

En raison des développements internationaux, ces activités peuvent ouvrir des opportunités de communication simples et efficaces entre les écoles partenaires des différents pays. Parmi les plateformes d'échanges existantes, le système de gestion de contenu Wiki pourrait être une solution intéressante et pratique pour partager des contenus et développer des partenariats entre des écoles éloignées géographiquement les unes des autres. Avec des accès différents pour les enseignants et les élèves, ces plateformes d'échange et de coopération permettent le développement d'activités communes avec des personnes éloignées géographiquement. Elles sont en outre parfaitement adaptées au monde de l'école.



De la bicyclette à l'espace

Afin de retenir l'attention des élèves, nous mettons d'habitude en œuvre deux démarches extrêmes. L'une consiste à nous demander : «Y a-t-il dans leur vie quotidienne quelque chose qui pourrait les accrocher ?» L'autre est tout le contraire : «Peut-on trouver quelque chose de si lointain, de si extrême et de si fascinant qu'ils voudront vraiment savoir de quoi il retourne ?»

«De la bicyclette à l'espace» regroupe quatre unités d'enseignement allant du cyclisme quotidien à la fascination de l'espace. Le recours à l'informatique est courant dans les sciences, et les problèmes mécaniques classiques se prêtent à l'utilisation de l'ordinateur. Toutefois, telle n'est pas la pratique courante dans l'enseignement scientifique des établissements secondaires d'Europe. Nous essayons d'agrémenter les cours de physique d'Europe d'un peu d'informatique.

L'unité d'enseignement «La science dans le sport» explique comment les élèves peuvent résoudre des problèmes de mécanique classique en analysant des séquences filmées de cyclisme au moyen du logiciel gratuit Tracker.

Les auteurs de l'unité d'enseignement qui suit vont plus en profondeur encore dans la mécanique, puisqu'ils font étudier aux élèves les mouvements harmoniques de «Corps oscillants» à l'aide de logiciels gratuits ou qu'ils élaborent eux-mêmes.

Levant déjà les yeux vers le firmament, les élèves étudient «Les phases de la lune» au moyen d'une application Java écrite à cet effet. Ils apprennent à calculer les phases de la lune et à les visualiser par la simulation informatique.

Enfin, nous voulons captiver l'attention des élèves en évoquant leurs rêves. Dans la merveilleuse unité d'enseignement «Voyage dans l'espace», deux logiciels écrits par les auteurs expliquent en détail aux élèves comment voyager entre les planètes de notre système solaire. Pour la programmation, les auteurs ont fait appel à leurs communautés locales roumaine et grecque.

«De la bicyclette à l'espace» est un excellent recueil d'idées d'enseignants européens de matières scientifiques qui se sont mis à la programmation. Vous avez fait le premier pas, félicitations !

DR. JÖRG GUTSCHANK

Lycée Leibniz | École internationale de Dortmund

Coordinateur principal

Membre du directoire, Science on Stage Deutschland e.V.

Martin Soegaard · Damjan Štrus

C

La science dans le sport



INTRODUCTION

Cette unité d'enseignement convient bien pour traiter l'informatique et la mécanique classique. On peut utiliser l'informatique à l'appui des cours théoriques portant sur la quasi-totalité des aspects de la mécanique classique. Le logiciel Tracker (voir annexe) se prête bien à l'examen de la position et de ses grandeurs dérivées (vitesse et accélération), des forces (par exemple deuxième loi de Newton) et du travail et de l'énergie (gravité, loi de Hooke, énergie potentielle et cinétique). L'analyse peut être facilement effectuée par des élèves dès l'âge de 13 ans, la complexité de l'analyse des expériences pouvant augmenter avec l'âge.

Le recours à l'analyse vidéo est idéal pour l'apprentissage et les travaux pratiques et la démarche d'investigation dans le contexte de la méthode scientifique. La méthode scientifique est un excellent moyen d'amener les élèves à réfléchir avant d'effectuer une expérience. Ainsi, ils ne reproduisent pas seulement les résultats, mais interviennent effectivement dans l'expérience. ①

RESSOURCES

Il est nécessaire de disposer d'un ordinateur sur lequel est installé l'outil gratuit d'analyse et de modélisation «Tracker» et d'un caméscope ou d'un téléphone portable capable d'enregistrer des vidéos. Si l'établissement a déjà un autre logiciel d'analyse vidéo, on pourra utiliser celui-ci. Dans tous les cas, on commence par enregistrer des phénomènes physiques à l'aide d'un caméscope, puis on ouvre l'enregistrement dans le logiciel d'analyse vidéo, qui permet d'importer des vidéos, de traiter des images et d'analyser les corrélations entre des grandeurs physiques.

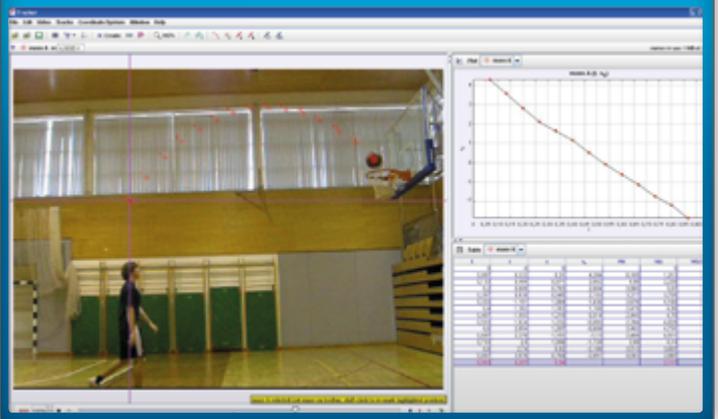
CONTENU

Contribution

Pour notre unité d'enseignement, les élèves doivent enregistrer un mouvement spécifique du sport à analyser, par exemple passage de bicyclette, coureur, lancer de ballon de basket-ball, etc., et analyser les lois physiques du type de mouvement choisi. Ils peuvent alors présenter leur projet aux autres élèves de l'école à l'aide d'outils de présentation tels que Prezi, PowerPoint, Glogster ou tout autre logiciel de présentation de projets, et finalement exposer les résultats.

Nous présentons ici notre unité d'enseignement portant sur l'analyse du mouvement d'une bicyclette. Nous avons réalisé l'expérience dans une école de Slovénie et une

① Analyse de la trajectoire d'un ballon de basket avec Tracker

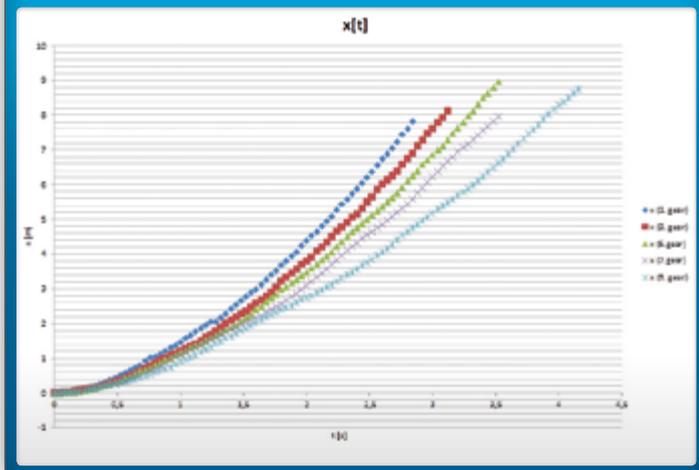


autre du Danemark. Les élèves des deux pays ont ensuite comparé les résultats.

- ▮ Les élèves enregistrent plusieurs vidéos : un cycliste, sur terrain horizontal, effectue un parcours de dix mètres (la caméra ne doit pas bouger pendant l'expérience). Sur le premier film, le cycliste roule à pleine puissance en première. On répète ensuite l'expérience avec un second enregistrement en troisième, etc. Si la bicyclette a un grand nombre de vitesses, il faudra choisir des vitesses à (par exemple cinq) intervalles réguliers.
- ▮ Les élèves mesurent alors la longueur de la bicyclette à titre de mesure de référence pour l'analyse de la vidéo.
- ▮ Les élèves utilisent Tracker pour dresser pour chaque vidéo un tableau indiquant le temps $[t]$, la distance $[x]$, la vitesse $[v]$ et l'accélération $[a]$.
- ▮ Comme Tracker ne peut comparer les graphiques de plusieurs vidéos, il faut copier toutes les données dans un tableur OpenOffice, LibreOffice, Excel ou autre. L'idée de base est que les élèves ne doivent générer qu'un seul graphique dans lequel ils puissent alors comparer la vitesse $v[t]$ de la bicyclette dans toutes les vidéos, et un autre graphique pour comparer l'accélération $a[t]$.



② Comparaison de la vitesse du vélo dans différentes vidéos



■ Finalement, les élèves sont en mesure d'analyser des graphiques et d'en tirer une conclusion d'ordre physique. S'ils ont au début formulé une hypothèse en utilisant la méthode scientifique, ils peuvent comparer le résultat à cette hypothèse. Les élèves peuvent ainsi vérifier si l'hypothèse était correcte, partiellement correcte ou incorrecte, ce qui les amène à se livrer à une réflexion sur l'expérience au lieu de s'en désintéresser une fois qu'elle est achevée.

L'exemple de la bicyclette tout comme les autres suggestions figurant ci-dessus, se prête également aux projets à domicile des élèves, à présenter en classe, de même qu'aux expériences normales en classe lorsque l'on désire inclure l'informatique dans le cours. Les élèves ont au moins deux options : ils peuvent enregistrer un mouve-

ment spécifique du sport à analyser, par exemple passage de bicyclette, coureur, lancer de ballon de basket-ball, etc., ou bien utiliser des vidéos sportives publiées sur des portails en ligne tels que YouTube ou vimeo et présentant des expériences déjà réalisées. La séquence choisie doit contenir certaines données (une mesure spatiale parfaitement définissable dans la séquence, par exemple longueur de la bicyclette, la masse du corps observé tel qu'il est présenté dans les images, etc.).

Toutes ces informations peuvent être notées dans le logiciel Tracker en utilisant le bouton de droite de la barre d'outils. Ces notes sont toujours visibles quand on lance le logiciel. Présentons maintenant, en prenant pour exemple l'expérience que nous avons réalisée avec la bicyclette, une bonne démarche d'utilisation de l'analyse vidéo par Tracker :

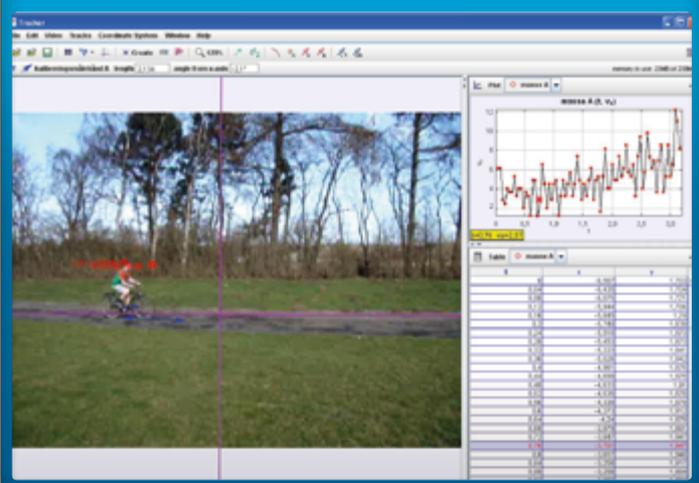
- importer dans le logiciel la première vidéo que l'on désire analyser;
- déterminer les images de début et de fin de la vidéo, entre lesquelles on analysera les grandeurs physiques (flèches noires sur le curseur de lecture);
- calibrer la vidéo au moyen d'une mesure connue, par exemple la longueur de la bicyclette, en utilisant l'outil Calibration Stick. Si on retient comme unité de mesure la longueur en cm, on obtiendra la vitesse en cm/s et l'accélération en cm/s²; si retient comme unité de mesure en mètres, la vitesse sera en m/s et l'accélération en m/s²;
- définir le système de coordonnées qui dit au logiciel quelle partie de l'espace de la vidéo doit être considérée comme une unité dans le sens horizontal et vertical.

On trouvera les boutons permettant d'accéder à tous ces réglages dans la barre d'outils du logiciel Tracker.

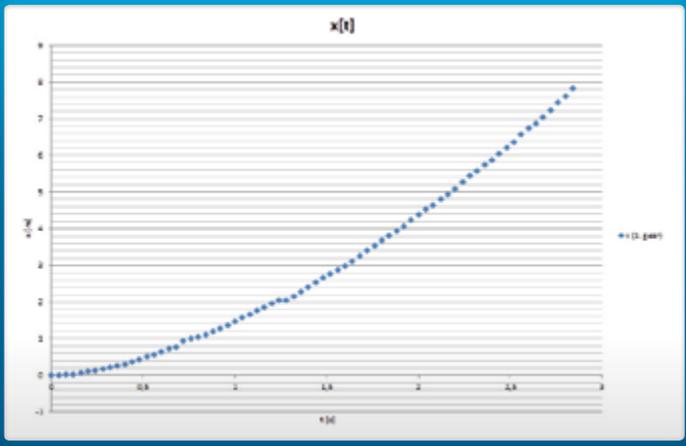
La principale partie de l'analyse vidéo consiste à marquer la position d'une bicyclette en mouvement comme une fonction du temps – on note la position dans chacune des images. À cet effet, cliquer sur Create Point Mass (Créer masse ponctuelle), puis presser et maintenir la touche Control et cliquer dans chaque image sur le corps en mouvement. Bien veiller à toujours marquer le même point de la bicyclette dans chaque image. On communique ainsi au logiciel la position de la bicyclette en fonction du temps.

Ce sont là quelques-unes des bases que les élèves doivent savoir lorsqu'ils utilisent Tracker pour la première fois. S'ils veulent en savoir davantage, la fonction d'aide de Tracker leur fournira d'excellentes informations.

③ Analyse de la vitesse du vélo avec Tracker



⌚ Analyse graphique de la vitesse



Analyse

À partir des données saisies, le logiciel peut générer une représentation graphique de la dépendance temporelle de nombreuses grandeurs (position et vitesse en sens horizontal et vertical, vitesse effective, accélération et énergie cinétique).

Dans notre expérience de la bicyclette, nous générons les deux graphiques $x(t)$ et $v(t)$. L'illustration montre le graphique $x(t)$. ⌚

Ces deux graphiques permettent aux élèves d'observer la vitesse et l'accélération de la bicyclette et de comparer l'accélération à plusieurs vitesses différentes.

Pour l'analyse des relations entre des grandeurs physiques, il est très utile d'agrandir la fenêtre des graphiques (cliquer sur la flèche à droite de la barre d'outils de la fenêtre des graphiques). Les élèves peuvent modifier les grandeurs physiques sélectionnées en cliquant sur le nom de la grandeur sur l'axe du graphique. Le logiciel ouvre une fenêtre dans laquelle on peut choisir une autre grandeur physique. En cliquant sur la même flèche (maintenant dirigée vers le bas) du côté droit de la fenêtre, les élèves peuvent retourner à la visualisation initiale.

Avec des élèves de 16 à 19 ans, l'analyse des graphiques doit être plus approfondie. À cet effet, les élèves font un clic droit sur le graphique qu'ils veulent analyser et sélectionnent l'option Analyse dans la fenêtre qui s'ouvre alors. Le logiciel ouvre une nouvelle fenêtre

présentant un graphique. Pour l'expérience de la bicyclette, nous recommandons que les élèves fassent une courbe d'ajustement pour le graphique $x(t)$; l'équation correspondante leur donne l'accélération. Ils font de même pour le graphique $v(t)$, lisent l'accélération indiquée par l'inclinaison de la courbe et comparent les deux valeurs.

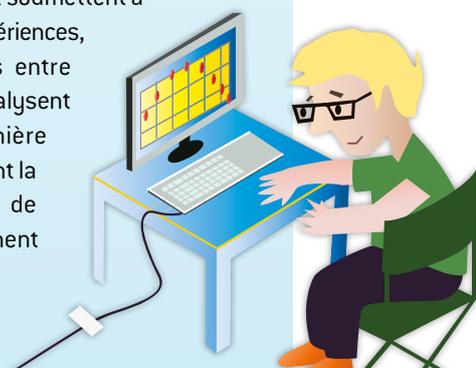
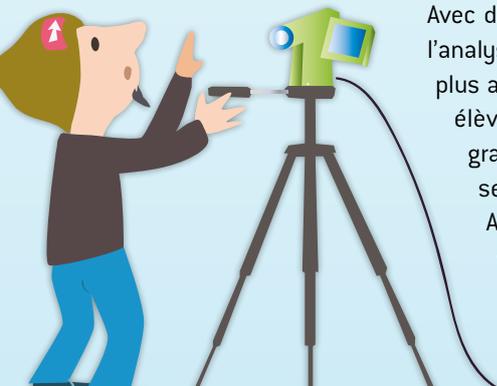
Résultat

L'observation graphique des grandeurs suivantes revêt un grand intérêt éducatif : $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$ et $E_{cin}(t)$. Les élèves commencent par imaginer quelle sera l'apparence du graphique, puis ils le tracent et comparent leurs solutions à celles de leurs camarades, et vérifient finalement ensemble toutes les solutions dans le logiciel Tracker.

L'analyse du graphique $v(t)$ permet aux élèves de trouver l'accélération moyenne de la bicyclette à l'aide de la fonction d'ajustement des courbes de l'outil d'analyse des données.

CONCLUSION

Les élèves peuvent formuler des hypothèses sur les problèmes qu'ils doivent résoudre et sur les réactions de différents objets ou différentes personnes prenant part à une expérience. Les logiciels d'analyse vidéo tels que Tracker peuvent être très utiles pour comprendre de nombreuses lois de la physique. Ils fournissent aux élèves une excellente visualisation de l'expérience qu'ils effectuent. En cours de physique, c'est la théorie qui est inculquée aux élèves, qui apprennent par exemple que tous les corps (soumis à la seule gravitation) tombent vers la terre avec la même accélération quel que soit leur poids. Ils apprennent à écrire et à utiliser des équations pour la trajectoire, la vitesse et l'accélération d'un corps en mouvement en accélération constante et à tracer des graphiques présentant la trajectoire, la vitesse et l'accélération en fonction du temps. L'enseignement repose sur une base interdisciplinaire en liaison avec les mathématiques, mettant les élèves en mesure de reconnaître la corrélation entre $y = kx + n$ et $v = v_0 + at$, etc. Le logiciel Tracker permet aux élèves d'apprendre très activement : ils effectuent et soumettent à la réflexion leurs propres expériences, observent les corrélations entre différentes grandeurs et analysent leurs expériences de manière détaillée. Enfin, ils comparent la théorie avec les résultats de leur expérience et apprennent ainsi par la pratique.



Anjuli Ahooja · Corina Toma · Damjan Štrus · Dionysis Konstantinou · Maria Dobkowska · Mirosław Los
Elèves: Nandor Licker et Jagoda Bednarek



C

Corps oscillants

INTRODUCTION

Nous sommes entourés d'objets qui oscillent. Chaque son est produit par une source qui oscille. Étudier une oscillation n'est pas très simple mais nous allons essayer à l'aide des mouvements d'un ressort et d'un pendule.

La séquence est susceptible d'être utilisée par les élèves de 14 à 16 ans (niveau I) et par des élèves de 17 à 19 ans (niveau II). Les domaines d'intervention sont les suivants : physiques, mathématiques et Technologies de l'Information et de la Communication.

Niveau I

Les élèves installent le ressort ou le pendule et les font osciller, observent leurs mouvements simples et enregistrent les oscillations avec une caméra vidéo ou une caméra de téléphone portable. À l'aide de Tracker ou de VirtualDub (voir annexe), ils analysent les vidéos (séquence par séquence) pour spécifier le caractère du mouvement (et la dépendance temporelle du déplacement). À partir de cette analyse vidéo et graphique, les élèves sont capables de trouver la fréquence, la période, l'amplitude et de déterminer la constante du ressort ou l'accélération de la gravité pour un pendule.

Niveau II

A : Les élèves doivent réaliser les mêmes étapes que les élèves plus jeunes mais peuvent analyser les graphiques plus en détails. À partir de l'analyse vidéo et graphique, les élèves peuvent observer les changements de phases pour le déplacement et sont capables de trouver les quantités suivantes : fréquence, période, amplitude, vitesse, accélération et leurs dépendances temporelles. Ils peuvent également vérifier la Loi de conservation de l'énergie mécanique.

B : Les élèves doivent ajouter un accéléromètre au corps en oscillation. Ils peuvent enregistrer les valeurs d'accélération et, à partir de ces valeurs, calculer la période, la vitesse, l'amplitude, le déplacement cinétique et les énergies potentielles. Ils tracent ensuite des graphiques et peuvent vérifier les paramètres du même déplacement à travers ces deux méthodes : la première par différenciation (déplacement → vitesse → accélération) et la seconde par intégration (accélération → vitesse → déplacement).

RESSOURCES

Pour pouvoir utiliser cette unité, les élèves ont besoin : d'une caméra vidéo numérique, webcam ou caméra de téléphone portable; une règle ou tout autre type de grad-

uation (pouvant être affichée suffisamment près du corps oscillant et étant visible sur la vidéo); différents ressorts, 3 à 4 masses différentes accrochées à un ressort; 3 à 4 pendules de différente longueur, un PC ou ordinateur portable; un logiciel d'analyse vidéo, par exemple : Tracker ou VirtualDub; the Java application «Osc» at www.science-on-stage.de.

CONTENU

Les systèmes oscillants mécaniques simples se composent d'un corps de masse m accroché à un ressort ou à un pendule (petit angle oscillant). La propriété d'inertie de la masse m entraîne le dépassement du point d'équilibre du système. En appliquant la seconde loi de Newton au corps oscillant, on obtient l'équation de mouvement du système.

Les élèves doivent réviser les formules de différentes grandeurs physiques.

Niveau I

Les élèves du premier niveau doivent réviser les grandeurs physiques suivantes :

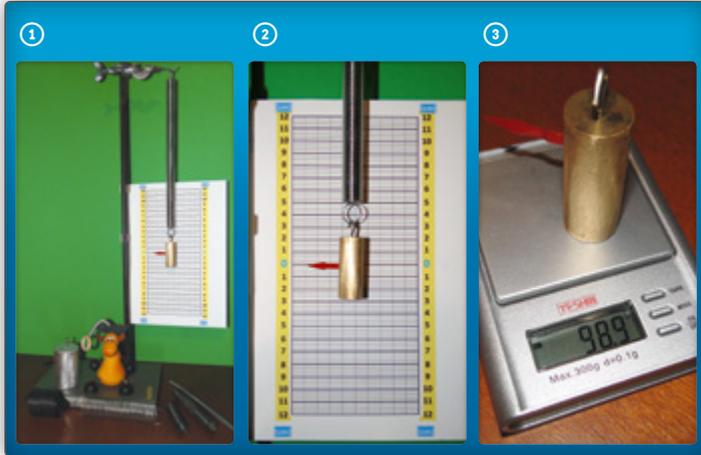
- La période du ressort : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, où m est la masse du corps oscillant ;
- La période du pendule $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, où ℓ est la longueur du pendule, g l'accélération gravitationnelle.

Niveau II

Les élèves du second niveau doivent réviser les quantités physiques suivantes :

- Force élastique : $F = kx$, où k est la constante du ressort; x est le déplacement du corps oscillant ;
- Les périodes : pour le ressort $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$, où m est la masse du corps oscillant, pour le pendule $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$, où ℓ est la longueur du pendule, g l'accélération gravitationnelle ;
- Déplacement du corps oscillant dans un mouvement harmonique simple : $x = A \sin(\omega t + \phi)$, où A est l'amplitude, ω la fréquence angulaire et ϕ la constante de phase ;





▮ Déplacement du corps oscillant dans une oscillation amortie : $x = Ae^{-(b/2m)t} \cos(\omega t + \Phi)$ avec $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$, où b est le coefficient d'amortissement visqueux ;

▮ Vitesse du corps oscillant : $v = \omega A \cos(\omega t + \varphi)$;

▮ Accélération du corps oscillant : $a = -\omega^2 A \sin(\omega t + \varphi)$;

▮ L'énergie mécanique totale peut être écrite comme la somme de l'énergie potentielle et cinétique :

$$\text{pour le ressort } E_m = E_p + E_k = \frac{ky^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{pour le pendule } E_m = E_p + E_k = mg\Delta h + \frac{mv^2}{2}$$

Expérience pour niveaux I et II

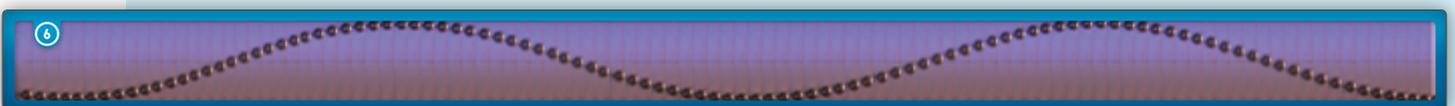
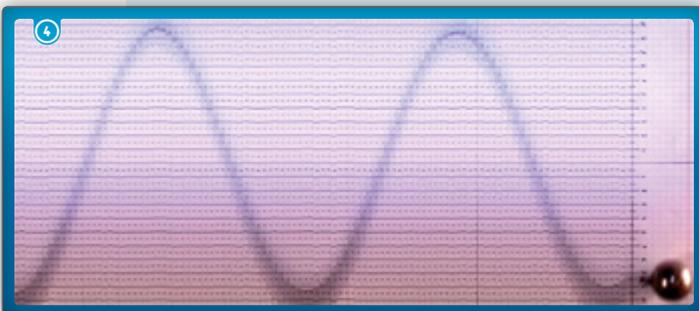
- ▮ Prenez le ressort avec une masse accrochée à sa base / prenez le pendule avec une masse accrochée ; placez la règle en position adéquate pour observer le déplacement. ① ②
- ▮ Enregistrez la masse [expérience du ressort] / enregistrez la longueur du pendule. ③
- ▮ Placez la caméra de l'ordinateur face au ressort/pendule pour pouvoir enregistrer tout le montage dans la séquence.
- ▮ Laissez tomber la masse à partir de sa position d'origine et laissez-la osciller de part et d'autre de sa position moyenne.
- ▮ Sauvegardez la vidéo.
- ▮ Mesurez la période avec un chronomètre ou lisez-la à partir du film enregistré.
- ▮ Ajoutez un accéléromètre au corps en oscillation et sauvegardez les données [uniquement niveau II].
- ▮ Déterminez l'influence de la modification des paramètres sélectionnés sur les quantités d'oscillations.

Analyse

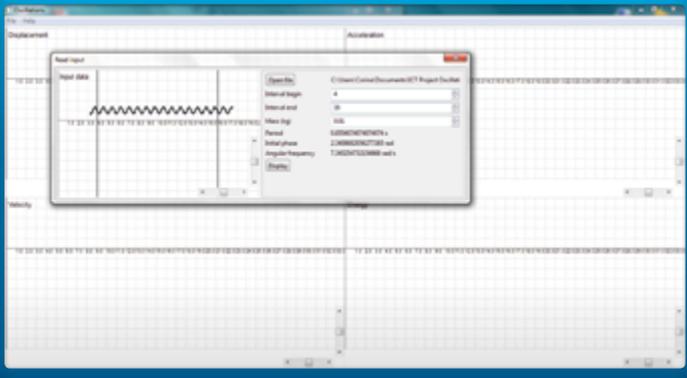
1. Pour commencer à travailler avec le logiciel Tracker, les élèves doivent importer le clip vidéo et choisir les séquences qui seront analysées.

Le programme enregistre des informations sur la position du corps observé comme une fonction du temps et à partir de ces données, le programme trace des graphiques avec une dépendance temporelle de différentes quantités : position dans les dimensions horizontale et verticale, vitesse dans ces deux dimensions, vitesse actuelle, accélération, énergie mécanique : cinétique et potentielle. Le programme vous permet également de définir certaines nouvelles quantités physiques, si les élèves souhaitent observer et analyser leurs variations.

2. En travaillant avec Tracker ou VirtualDub, les élèves peuvent observer le caractère commun des variations de déplacement des oscillations du ressort et du pendule. Les figures 4-7 sont la combinaison d'images de laps de temps réalisées avec le logiciel «VirtualDub». En compa-



7 Comparaison entre les données expérimentales et celles obtenues par la simulation



À partir de ces images, on peut constater un caractère similaire des oscillations du ressort et du pendule.

- ▮ Oscillations du ressort (résumées séquence par séquence) ④
- ▮ Oscillations du pendule (résumées séquence par séquence) ④
- ▮ Pendule résumé séquence par séquence) ④

3. Une manière intéressante d'étudier un mouvement harmonique simple d'un ressort/pendule est d'utiliser un accéléromètre et d'enregistrer l'accélération du corps oscillant. Les élèves peuvent ensuite traiter ces données en utilisant le logiciel «Osc» www.scienceonstage.de/ qui fournit quatre graphiques dépendant de : l'accélération, la vitesse, le déplacement et l'énergie totale, cinétique et potentielle.

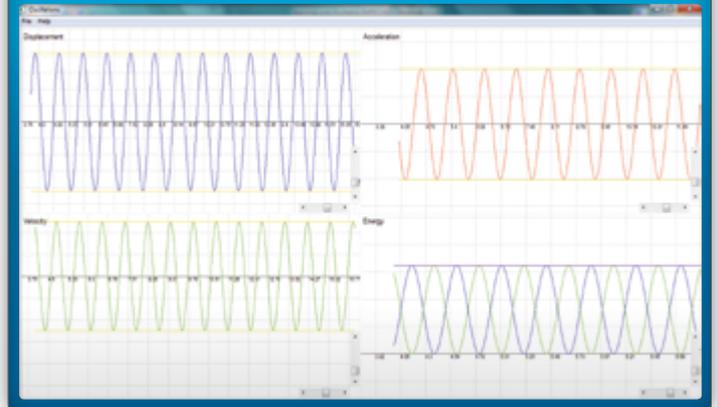
Si les élèves importent les données, ils doivent dessiner le graphique : $a = f(t)$. À partir de ce graphique, ils peuvent estimer la période du mouvement, calculer la fréquence angulaire et le déplacement du corps oscillant. Ils doivent comparer les données expérimentales avec les données fournies par le logiciel. ④

Questions pour résumer

En utilisant Tracker, Virtual Dub ou Osc, on peut demander aux élèves les tâches suivantes :

- ▮ Observer le caractère des oscillations (niveau I, II)
- ▮ Déterminer les données caractéristiques des oscillations (I, II)
- ▮ Tracer les graphiques : $T = f(m)$, si k est le même et $T = f(k)$ si la masse est la même (niveau II pour le ressort) et $T = f(l)$ (niveau I, II pour le pendule)
- ▮ Observer le changement de phase entre le déplacement

8 Diagramme réalisé avec le logiciel «Osc»

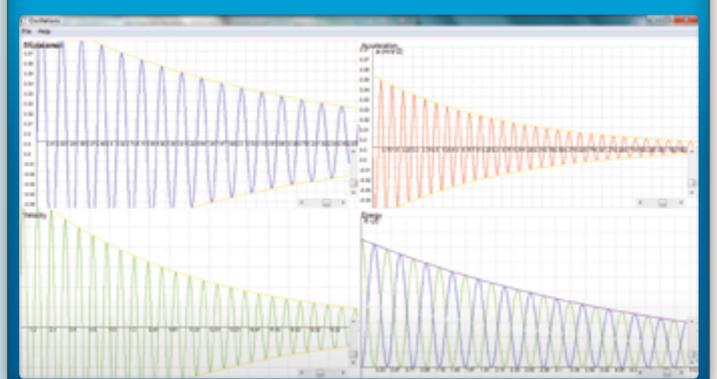


ment et la vitesse et le changement de phase entre le déplacement et l'accélération (II)

- ▮ Vérifier la loi de conservation de l'énergie mécanique – sur le graphique ④ ; la courbe noire représente l'énergie totale qui est la somme de l'énergie potentielle (courbe bleue) et de l'énergie cinétique (courbe verte) (II)
- ▮ Vérifier que la période de variation d'énergie potentielle et cinétique est égale à la moitié de la période d'oscillation (II)
- ▮ Vérifier la dépendance $T = f(m)$ pour un ressort avec la constante k s'il y a les fichiers correspondants avec des données pour différentes masses, ou la dépendance $T = f(k)$ pour la même masse et différents ressorts (II)
- ▮ Vérifier la dépendance $T = f(l)$ pour un pendule (I, II)

Avec le même logiciel «Osc» www.science-on-stage.de/, les élèves peuvent simuler une oscillation amortie ⑤. Ils peuvent choisir les paramètres d'oscillation : fréquence, amplitude, constante de phase et $b/2m$ (où b est le coef-

9 Simulation d'une oscillation amortie avec le logiciel «Osc»



ficient d'amortissement visqueux et m la masse du corps oscillant) (II). Les élèves peuvent formuler leurs opinions sur: les valeurs de déplacements au moment où la vitesse ou l'accélération atteint le maximum ou zéro, la différence entre la période du mouvement et les périodes d'énergie cinétique ou potentielle et au moins l'influence de la friction sur les paramètres du mouvement.

Figure 10 montre comment exécuter un set simple pour tester les oscillations amorties et figure 11 est le résultat de l'analyse faite avec Tracker.

Les élèves peuvent formuler des conclusions à propos de ceci:

- ▮ Les valeurs de déplacements lorsque la vitesse est maximale ou nulle;
- ▮ Les valeurs de déplacements lorsque l'accélération est maximale ou nulle;
- ▮ Pourquoi le mouvement de la période est égal à deux fois la période de variation de l'énergie potentielle ou cinétique;
- ▮ L'influence de la friction sur les paramètres du mouvement.

CONCLUSION

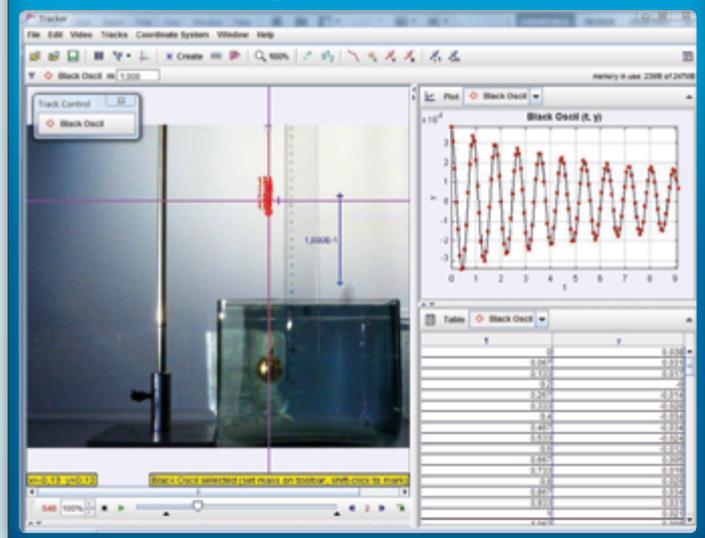
Le mouvement simple d'un ressort n'est pas si facile à étudier. En utilisant en même temps un travail expérimental et des données réelles pour le logiciel choisi, les élèves comprendront facilement la dépendance entre les différents paramètres du mouvement oscillatoire et développer leurs aptitudes TIC (technologies de l'information et de la communication). Ils seront capables d'appliquer les connaissances acquises dans l'étude ou d'autres mouvements oscillatoires.



10 Etude d'une oscillation amortie avec des moyens simples



11 Résultats de l'analyse avec Tracker



Cristina Viñas Viñuales · Ederlinda Viñuales Gavín



C

Les phases de la Lune



INTRODUCTION

Avez-vous jamais remarqué que la Lune a toujours la même forme, quel que soit le point de la Terre d'où on l'observe un jour donné ? Avez-vous jamais remarqué que l'évolution de la partie éclairée de la Lune est cyclique et séquentielle ?

Cette unité d'enseignement vise à faire comprendre aux élèves comment la position relative du Soleil, de la Terre et de la Lune influe sur chaque phase de la Lune, à les mettre en mesure de déterminer cette phase pour un jour donné et de calculer le pourcentage de sa partie éclairée.

Cette unité d'enseignement est destinée, de préférence, à des élèves âgés entre de 14 à 16 ans, car ils auront besoin de certaines connaissances de trigonométrie et d'astronomie.

Quelques notions d'astronomie

La phase de la Lune désigne l'aspect que présente la partie éclairée de la Lune pour un observateur terrestre. Cet aspect évolue de façon cyclique, au fur et à mesure que la Lune parcourt son orbite autour de la Terre, en fonction des positions relatives de la Terre, de la Lune et du Soleil. Une moitié de la surface de la Lune est toujours éclairée par le Soleil, mais un observateur terrestre en voit une partie variable : de la totalité du disque lunaire éclairé (pleine lune) à son absence totale (nouvelle lune).

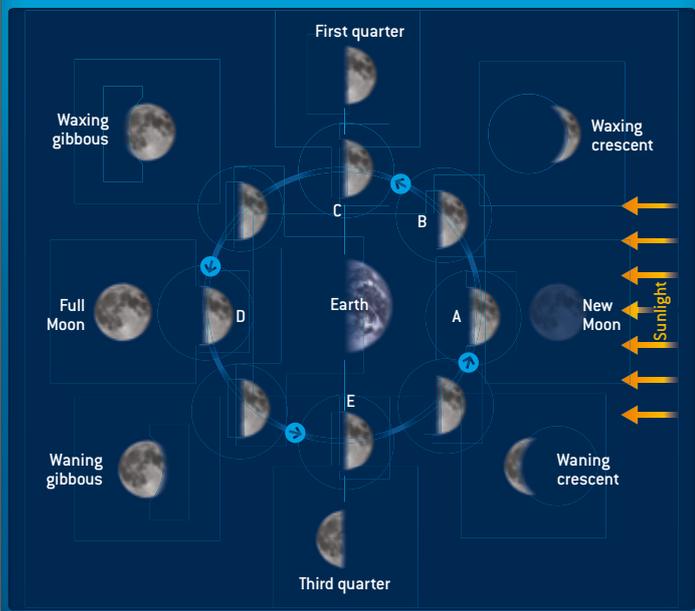
On s'est aperçu très tôt que la forme de la Lune dépend de son âge, c'est-à-dire du nombre de jours écoulé depuis la dernière nouvelle lune. Dans la figure ①, le cercle intérieur représente l'orbite de la Lune, considérée comme circulaire, autour de la Terre qui en occupe le centre. La direction du Soleil est indiquée par la lumière solaire (sunlight), et comme le Soleil est à une distance d'environ 400 fois celle de la Lune, on peut considérer que vue de la Lune, la position du Soleil est toujours parallèle à sa direction géométrique. La Lune étant illuminée par le Soleil, les faces nocturne et diurne de la Lune à différents points de son orbite y ont l'aspect présenté à la figure ①.

Les images figurant en périphérie montrent l'aspect de la Lune tel qu'il est perçu depuis la Terre, c'est-à-dire les phases de la Lune. Au point A, c'est la nouvelle lune; en B, on voit le premier croissant (la taille de la partie illuminée de la Lune a augmenté). La Lune a son premier quartier au point C; entre C et E, plus de la moitié de la surface éclairée est visible, et on parle alors de lune gibbeuse (c'est-à-dire bossue). Le point D est celui de la pleine lune; au point E, la Lune est à son dernier quartier. Entre E et A, c'est la lune décroissante (on dit que la Lune décroît quand sa partie visible diminue un peu chaque jour jusqu'à sa disparition complète à la nouvelle lune).

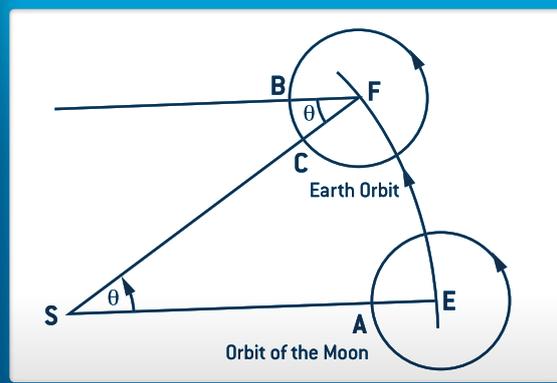
On peut maintenant définir la période synodique de la Lune (ou lunaison, ou mois lunaire). Bien que l'orbite de la Lune connaisse des variations, on peut affecter, donner pour cette période (qui correspond à l'intervalle entre deux nouvelles lunes successives) une valeur moyenne. Cette valeur, appelée S_c , est de 29,53059 jours.

La période sidérale de la Lune, ou mois sidéral lunaire, est le temps mis par la Lune pour effectuer une révolution complète autour de la Terre par rapport aux étoiles, c'est-

① Apparences de la Lune au cours de la lunaison



② Relations géométriques entre le Soleil, la Terre et la Lune



à-dire aller de A à B dans la figure ②. Là encore on peut déterminer une valeur moyenne, qui est de 27,32166 jours.

La différence entre ces deux périodes est due au fait que la Lune doit progresser un peu plus sur son orbite pour rattraper le Soleil qui, du point de vue géométrique, tourne lui aussi autour de la Terre (la Terre est passée de E à F dans la figure ②, tandis que la Lune doit parvenir au point C et non au point B pour être une nouvelle lune comme au point A). Les trois grandeurs, en l'occurrence les périodes sidérales de révolution de la Lune autour de la Terre et de la Terre autour du Soleil et la période synodique de la Lune, doivent donc être en corrélation.

RESSOURCES

Pour la première partie, Introduction et présentation du travail, nous avons utilisé un ordinateur Mac OS X, version : 10.4.11. Logiciels : Word et Adobe Illustrator CS pour les illustrations.

Pour le développement de l'application, nous avons utilisé Eclipse IDE (voir annexe) avec Java 1.6 et la bibliothèque Java3D. On trouvera l'application à www.science-on-stage.de, où elle peut être téléchargée ainsi que la source.

CONTENU

Dans cette section, nous expliquerons la démarche à suivre pour calculer la phase de la Lune d'un jour donné dans l'hémisphère Nord. Les élèves peuvent suivre cette démarche pour calculer manuellement la phase ou, s'ils le préfèrent, ils peuvent s'y référer pour programmer une application telle que la version Java que nous avons préparée pour le cours d'informatique.

Contribution

Tout ce qui est requis pour calculer la phase de la Lune est la date pour laquelle l'élève veut connaître cette phase. Cette date est constituée d'un jour, d'un mois et d'une année.

Analyse

1. Les élèves commencent par travailler sur la date choisie (jour, mois, année). Cette date est convertie en jours juliens (les JJ sont un système de datation utilisé par les astronomes et indiquant le nombre de jours écoulés depuis le 1er janvier 1900, 0 heure, puisque cela correspond à midi à Greenwich le 31 décembre 1899). L'heure est fixée à 0 h. Ainsi, pour exprimer une date {jour, mois, année} en jours julien, il faut résoudre l'équation simple suivante :

$$a = \frac{(14 - \text{month})}{12}$$

$$y = \text{year} + 4800 - a$$

$$m = \text{month} + 12 * a - 3$$

JJ[jour,mois,année] de

$$JD[\text{day}, \text{month}, \text{year}] = \text{day} + \frac{(153 * m + 2)}{5} + 365 * y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} - 32045$$

est la date choisie exprimée en jours juliens.

2. Une date de référence d'une nouvelle lune antérieure est également requise, par exemple le 1er janvier 1900. Cette date doit elle aussi être convertie en jours juliens comme à l'étape précédente.

Noter que si $JJ[1,1,1900]_{\text{Reference}}$ est la date de référence, il n'est pas possible de calculer les phases de la Lune antérieures à cette date.

3. L'étape suivante consiste à calculer la différence entre la date choisie et la date de référence :

$$JD[x]_{\text{Current}} - JD[x]_{\text{Reference}} = D$$

Ce calcul permet de déterminer combien de jours se sont écoulés depuis cette date connue de nouvelle lune.

4. Comme expliqué plus haut, Sc est l'intervalle entre deux nouvelles lunes successives. Ainsi, si on fait une division entière D/Sc , le reste est le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune. Si l'on appelle ce reste A , alors A est l'âge de la Lune. Ainsi, âge de la Lune = $A = D \bmod Sc$

5. Sc étant égal à 29,53059, si la division a un reste égal à zéro, la phase est celle de la nouvelle lune. Le reste peut donc prendre des valeurs situées entre 1 et 29, 29 équivalant à 0 ou à la nouvelle lune.

Il est alors facile d'assigner à chacune des autres phases un nombre en procédant en sens inverse des aiguilles d'une montre dans la figure 1. La valeur 0 équivaut donc à la nouvelle lune, une valeur de 7,38 correspondant au premier quartier, 14,76 à la pleine lune et 22,15 au dernier quartier.

6. Si en plus de la phase de la Lune correspondant à la date choisie on veut calculer le pourcentage de la partie éclairée, il faut utiliser la formule

$$\text{Percentage} = \frac{1}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{360}{Sc} * A\right) \right),$$

qui donne précisément ce pourcentage. $P = 0$ correspond à la nouvelle lune, $P = 1$ à la pleine lune, mais est-ce que $P = 1/2$ correspond au premier ou au dernier quartier ?

Quelques réflexions sont ici nécessaires. Soit A l'âge de la Lune utilisé dans la formule précédente, et $\eta = 360 \cdot (A / S_c)$, η représentant l'élongation de la Lune. Voir figure ②B. Lorsque le Soleil, la Terre et la Lune sont alignés dans l'ordre indiqué, que $\eta = 180^\circ$ et que c'est la pleine lune, 29/2 jours se sont écoulés depuis la dernière nouvelle lune; à partir de là et vu la figure ②B, on peut se livrer aux réflexions suivantes:

Si $0 < A \leq 29/2 \rightarrow 0 < \eta \leq \pi$ deux cas se présentent:

- ▮ pour $0 < \eta < \pi/2$ il s'agit du premier croissant, l'ombre est à gauche et la partie éclairée représente moins de la moitié du disque lunaire ③
- ▮ pour $\pi/2 < \eta < \pi$ il s'agit de la Lune gibbeuse croissante, l'ombre est à gauche et la partie éclairée représente plus de la moitié du disque lunaire ④

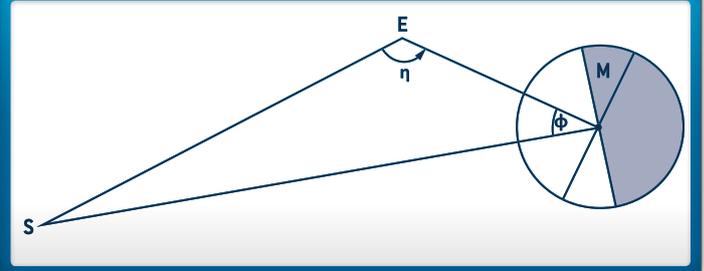
Si $A = 29/2 \rightarrow \eta = \pi \rightarrow$ pleine lune.

Si $A \geq 29/2 \rightarrow \pi < \eta \leq 2\pi$ deux cas se présentent :

- ▮ pour $\pi < \eta < 3\pi/2$ il s'agit de la Lune gibbeuse décroissante, l'ombre est à droite et la partie éclairée représente plus de la moitié du disque lunaire ⑤.
- ▮ pour $3\pi/2 < \eta < 2\pi$, il s'agit du dernier croissant, l'ombre est à droite et la partie éclairée représente moins de la moitié du disque lunaire ⑥.

Ces considérations permettent de spécifier si pour $P = 1/2$ la Lune est au premier ou au dernier quartier. De la même façon, on peut déduire par exemple si un pourcentage de 0,8 correspond à la partie droite ou gauche du disque lunaire et donc s'il s'agit d'une phase croissante ou décroissante de la Lune.

②B L'élongation de la Lune



Résultats

Une fois l'analyse effectuée, les élèves peuvent déterminer quelle phase correspond à une date donnée et quel pourcentage de la surface de la Lune est éclairé.

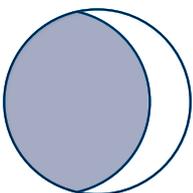
Le développement d'une application Java fait partie de l'unité d'enseignement. Élèves et enseignants peuvent l'utiliser pour mieux comprendre l'influence de la position relative du Soleil, de la Terre et de la Lune sur les phases de la Lune, ou bien pour vérifier leurs résultats.

Cette application comporte trois zones : à gauche une fenêtre d'information présentant la phase actuelle de la Lune, à droite une fenêtre d'animation avec le Soleil, la Terre et la Lune, et en bas les champs de saisie de texte où doit être inscrite la date.

La fenêtre d'animation comporte deux boutons, «Play» et «Stop», qui permettent de piloter la position de la Lune, de la Terre et du Soleil. La fenêtre d'information située à droite présente la phase actuelle de la Lune en fonction de la position.

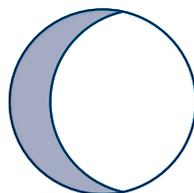
Pour calculer quelle est la phase correspondant à une date donnée, il suffit de saisir le jour, le mois et la date dans les champs de saisie du bas et d'actionner "Calculer". Les fenêtres d'information et d'animation sont alors actualisées en fonction de la phase de la Lune ainsi calculée.

③ Premier quartier



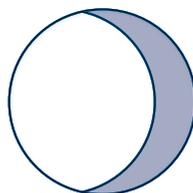
$0 < A < 29/2$ $0 < \eta < \pi/2$

④ Lune gibbeuse croissante



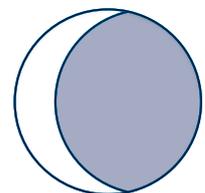
$0 < A < 29/2$ $\pi/2 < \eta < \pi$

⑤ Lune gibbeuse décroissante



$A > 29/2$ $\pi < \eta < 3\pi/2$

⑥ Dernier quartier



$A > 29/2$ $3\pi/2 < \eta < 2\pi$

Pour calculer manuellement la phase de la Lune, il suffit de suivre la démarche expliquée ci-dessus et d'utiliser l'application pour vérifier ses résultats.

Comme on l'a vu, ce logiciel peut calculer la phase de la Lune pour tout point quelconque de l'hémisphère Nord. On encouragera les élèves à rechercher comment les habitants de l'hémisphère Sud voient la Lune un jour donné. Voient-ils la même phase que nous ? Quelle est la différence d'aspect d'une même phase (sauf la nouvelle lune et la pleine lune) entre les deux hémisphères ? Comment expliquer cette différence ? Et enfin, on encourage les élèves à rédiger un programme permettant de visualiser les phases de la Lune dans l'hémisphère Sud.

CONCLUSION

Cette unité d'enseignement présente une méthode guidée pour calculer la phase de la Lune à une date donnée.

Il est recommandé aux enseignants d'encourager leurs élèves à apprendre ces notions élémentaires d'astronomie ainsi qu'à suivre cette démarche simple de calcul et d'explication des phases de la Lune.

Les enseignants et les élèves peuvent également utiliser l'application Java pour mieux comprendre le processus, pour vérifier leurs résultats ou tout simplement pour comparer les phases de la Lune de jours consécutifs. Le code source Java est fourni pour montrer comment programmer ce type de simulations.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

- ▮ Abad, A.; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docents*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.
- ▮ Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.
- ▮ Viñuales Gavín, E & Ros Ferré, R.M. *Movimientos Astronómicos. Un enfoque con cuatro modelos*. Mira Editores. Zaragoza (Espagne). 2003.
- ▮ *Java 3D Api development* : java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/index.html



Dionysis Konstantinou · Corina Toma



C

Voyage dans l'espace



INTRODUCTION

Imaginez un voyage d'une planète à une autre. Pourquoi devons-nous d'abord voyager en cercles au lieu d'aller tout droit ? Avant de commencer notre voyage, nous devons prendre en considération les facteurs suivants : la vitesse de révolution de notre planète de départ, la vitesse nécessaire du vaisseau spatial, le moment optimal de lancement du vaisseau spatial (si nous le manquons, nous dépasserons la planète cible sans la remarquer) et l'économie de carburant du voyage (après tout, nous n'avons pas de station d'essence dans l'espace). Dans cette unité d'enseignement, les élèves étudient comment un vaisseau spatial arrive sur une orbite circulaire près d'une planète puis la manière dont il voyage d'une planète à l'autre sur une orbite de transfert de Hohmann. L'unité peut être étudiée par des élèves âgés de 12 à 19 ans et les sujets concernés sont : la physique, les mathématiques, l'informatique et la biologie.

RESSOURCES

Les élèves ont besoin des ressources suivantes : ordinateur Intel Double cœur avec 2Go de RAM, carte graphique 3D accélératrice ; système d'exploitation : Windows, Mac OSX ou Linux ; résolution d'affichage : min. 1024x768 ; logiciels installés : Oracle Java JRE 1.6 ; modèle de licence : LGPL, accès à Internet.

Pour cette unité d'enseignement, deux applications logicielles Java ont été créées : «Orbiting and Escaping» et «Solar System Travel» (voir www.science-on-stage.de).

CONTENU

Nous devons réviser la loi de l'attraction universelle de Newton, les quantités du mouvement circulaire, les lois de Kepler et l'énergie potentielle et cinétique dans le champ gravitationnel.

Mouvement circulaire autour d'une planète et libération de l'influence de la planète

Les élèves doivent se familiariser avec la valeur des caractéristiques physiques durant le mouvement circulaire d'un satellite autour d'une planète ou durant le mouvement orbital d'une planète. Ils doivent étudier la vitesse de la trajectoire circulaire aussi proche que possible de la planète et la vitesse nécessaire de libération du champ gravitationnel de cette planète. Ils peuvent trouver les formules de ces deux vitesses en utilisant le logiciel : «Orbiting and Escaping» et vérifier les valeurs avec le logiciel «Solar System Travel».

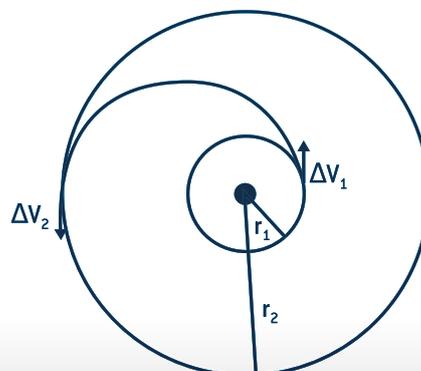
L'application «Orbiting and Escaping» est basée sur «Le modèle de montagne de Newton». Isaac Newton formula une expérience hypothétique : si nous montons au sommet de la plus haute montagne de la Terre et que nous y lançons horizontalement un projectile avec la vitesse appropriée, si l'atmosphère n'avait pas existé, nous aurions fait de ce projectile un satellite artificiel en orbite circulaire autour de la Terre.

Voyager d'une planète à l'autre sur une orbite de transfert de Hohmann

En utilisant l'application «Solar System Travel», les élèves doivent choisir à partir de quelle planète et vers quelle planète ils veulent voyager. En cliquant sur le bouton Hohmann, ils peuvent voir l'ellipse de transfert entre les planètes. L'ellipse déplace sa position avec la rotation de la planète de départ. Elle attend le bon moment lorsque les positions des planètes rendent le voyage possible. L'application montre le vaisseau spatial voyageant entre les planètes et calcule le temps nécessaire pour atteindre son but.

Le transfert de Hohmann peut être effectué avec de petites quantités de poussées uniquement au début et à la fin du voyage. Sur l'ellipse, la consommation de carburant est minimale car les variations d'énergie cinétique sont les plus faibles. Pour voyager d'une orbite de rayon r_1 vers une autre orbite de rayon r_2 , une trajectoire elliptique est utilisée avec l'axe majeur $= r_1 + r_2$, appelée orbite de transfert de Hohmann ①.

① Trajectoire de Hohmann



Le vaisseau spatial doit changer sa vitesse deux fois, au début de la trajectoire elliptique et à la fin, lors du delta v d'impulsion de vitesse $[\Delta v]$. Ce changement de vitesse

est une mesure de l'«effort» requis pour changer de trajectoire en effectuant une manœuvre orbitale.

On suppose que le vaisseau spatial se déplace sur l'orbite circulaire initiale du rayon r_1 à la vitesse v_1 et sur l'orbite circulaire finale du rayon r_2 à la vitesse v_2 . La force gravitationnelle est égale à la force centrifuge :

$\frac{GMm}{r^2} + \frac{mv^2}{r}$, où M est la masse du soleil, m la masse du vaisseau spatial et G la constante gravitationnelle. Les vitesses v_1 et v_2 sont données par :

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r_1}} \quad \text{et} \quad v_2 = \sqrt{\frac{GM}{r_2}}.$$

Le transfert se compose de l'impulsion de vitesse Δv_1 qui propulse le vaisseau spatial dans une orbite de transfert elliptique et une autre impulsion de vitesse Δv_2 qui propulse le vaisseau spatial dans l'orbite circulaire de rayon r_2 , à la vitesse v_2 . L'énergie totale du vaisseau spatial est la somme des énergies cinétique et potentielle et est égale à la moitié de l'énergie potentielle sur l'axe semi-majeur a :

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r} = \frac{GMm}{2a}, \quad \text{où} \quad a = \frac{r_1 + r_2}{2}.$$

La solution de cette équation donne la vitesse au point initial de la trajectoire elliptique (perihelion) v'_1 et la vitesse au point final de la trajectoire elliptique (aphelion) v'_2 :

$$v'_1 = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r_1} - \frac{2}{r_1+r_2} \right)} = v_1 \sqrt{\frac{2r_2}{r_1+r_2}}$$

$$\text{et} \quad v'_2 = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r_2} - \frac{2}{r_1+r_2} \right)} = v_2 \sqrt{\frac{2r_1}{r_1+r_2}}.$$

In this case, the changes in velocities are :

$$\Delta v_1 = v'_1 - v_1 = v_1 \left(\sqrt{\frac{2r_2}{r_1+r_2}} - 1 \right)$$

$$\text{et} \quad \Delta v_2 = v_2 - v'_2 = v_2 \left(1 - \sqrt{\frac{2r_1}{r_1+r_2}} \right).$$

Important

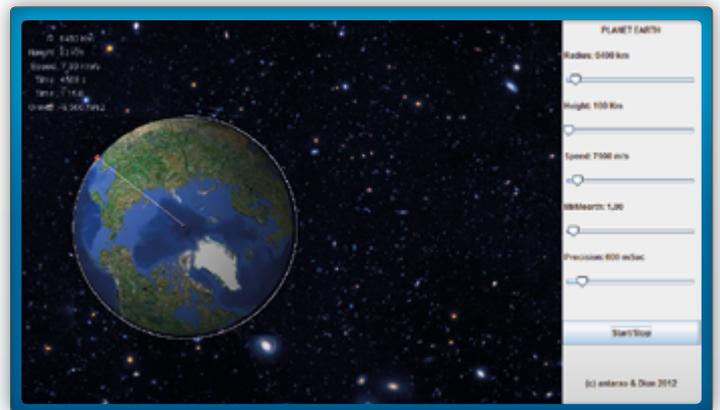
Si $\Delta v_1 > 0$, cela signifie que la poussée du vaisseau spatial va permettre d'accélérer, si $\Delta v_1 < 0$, la poussée du vaisseau spatial va permettre de décélérer.

Le temps de transfert du perihelion à l'aphelion est donné par la troisième loi de Kepler :

$$t = \pi \sqrt{\frac{(r_1 + r_2)^3}{8GM}}.$$

Attente du moment opportun

La configuration des deux planètes dans leurs orbites est cruciale ; la planète de destination et le vaisseau spatial doivent arriver au même point dans leurs orbites respectives autour du soleil et en même temps. Cette exigence d'alignement donne naissance au concept des «fenêtres de lancement».

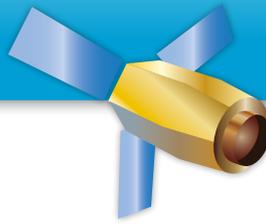


Activités des élèves utilisant l'application «Orbiting and Escaping»

Comment trouver la première et la seconde vitesse cosmique ? Les élèves peuvent trouver la vitesse circulaire autour de la Terre (première vitesse cosmique) et la vitesse de libération (la seconde vitesse cosmique) avec l'option «Earth» de l'applet. Ils peuvent voir ce qui se produit lorsque la vitesse initiale est supérieure ou inférieure à la première vitesse cosmique.

Comment définir deux formules utilisant cette application ?

Les élèves détermineront les formules donnant la vitesse circulaire d'une orbite satellite autour d'un corps céleste et la vitesse de libération de ce corps utilisant une méthode expérimentale fondamentale. Par ce processus, ils pourront appréhender les aspects spécifiques de la théorie de la gravitation universelle de Newton. Au premier niveau, les élèves trouveront chaque des formules comme de proportionnalité, en collectant et en traitant des don-



nées à partir de l'application. L'approche du niveau supérieur consiste à définir le coefficient de cette proportionnalité pour les transformer en égalité.

L'option «Green planet» (tout autre ajustement excepté $M_i/M_{\text{Earth}} = 1$ and $\text{radius} = 6400 \text{ km}$, où M_i est la masse de la planète exprimée en masses de la Terre) permet aux élèves de définir la formule de la vitesse de trajectoire circulaire. Dans ce but, ils choisissent une valeur pour le rayon de la planète et écrivent la vitesse de l'orbite circulaire pour différentes valeurs de la masse de la planète. Lorsqu'ils arrivent à la conclusion de la dépendance entre la vitesse circulaire et la masse de la planète, ils doivent formuler cette conclusion comme proportionnalité. En répétant les mêmes étapes pour une valeur fixe de la masse de la planète et des valeurs variables de R (rayon + altitude), les élèves arriveront à une seconde proportionnalité.

La procédure permettant de trouver la formule de la vitesse circulaire autour d'une planète sera terminée lorsque les élèves changeront la proportionnalité en égalité. Ils commenceront par unifier les deux proportionnalités en une seule. Puis ils traceront un graphique $v_2 = f(M_i/R)$ (où M_i est calculée en kg, avec $M_{\text{Earth}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$. Le coefficient angulaire du graphique indique le coefficient permettant aux élèves de trouver l'égalité.

En appliquant les mêmes idées et en suivant les mêmes étapes qu'à l'activité précédente, les élèves peuvent définir la formule indiquant la vitesse de libération, v_{escape} .

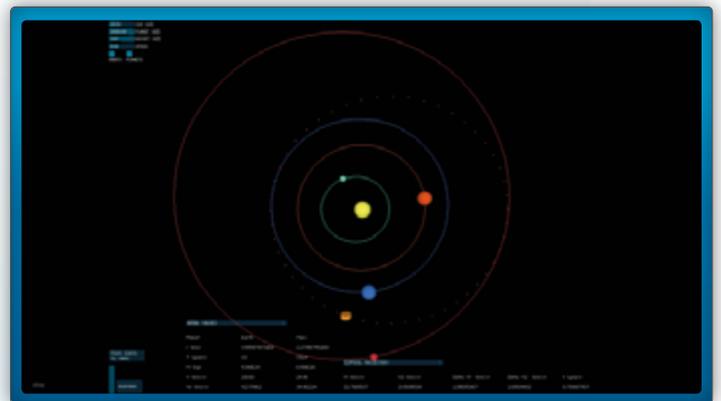
Activités des élèves utilisant l'application «Solar System Travel»

Les élèves exécutent l'application et peuvent choisir un voyage d'une planète vers une autre. Ils peuvent lire les valeurs des vitesses initiales de chaque planète et de la

trajectoire de Hohmann et les vérifier avec la formule qui vient d'être créée par le premier applet.

Les élèves peuvent changer l'angle de vue des orbites en utilisant la touche MAJ et zoomer en avant et en arrière avec la molette de la souris.

La trajectoire elliptique de Hohmann (pointillé) suit un mouvement de rotation qui suit la planète de départ du vaisseau. Les élèves cliquent sur le bouton Hohmann et attendent que l'ellipse s'arrête. A ce moment les configurations des planètes sont favorables pour que le vaisseau commence son voyage.



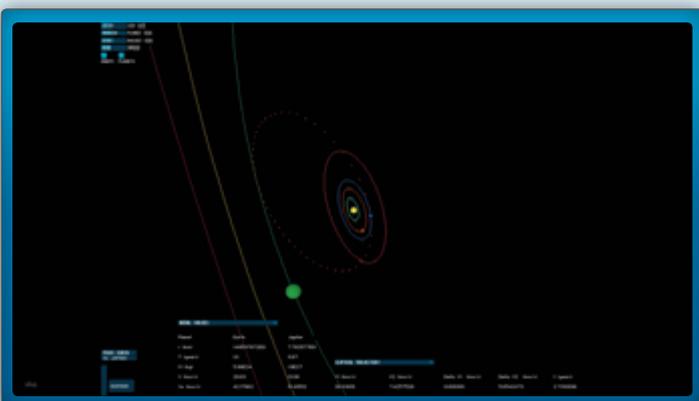
Etudier les vitesses orbitales et les périodes orbitales pour différentes planètes

Les élèves peuvent en conclure que les vitesses des planètes décroissent et que les périodes orbitales croissent avec l'augmentation du rayon orbital. Les élèves peuvent tracer des graphiques de la vitesse des planètes et l'évolution de la période des planètes avec un rayon orbital croissant $r, v = f(r)$ et $T = f(r)$.

Comparaison entre différentes impulsions de vitesse nécessaires (delta-v)

Les élèves doivent choisir une orbite de transfert de Hohmann de la Terre vers Venus ou Mercure. Ils peuvent observer que le $\Delta v_i < 0$. S'ils voyagent vers l'une des autres planètes, plus éloignée du soleil, ils observeront que le $\Delta v_i > 0$. Ils pourront en conclure que si l'on envisage de voyager d'une petite orbite vers une plus grande, le vaisseau spatial doit accélérer et, vice-versa, si l'on envisage de voyager d'une grande orbite vers une plus petite, le vaisseau spatial doit décélérer. La consommation de carburant est la même.

Vitesses delta-v versus vitesses de libération v_e



Si les élèves écrivent dans une table les valeurs delta-v pour chaque voyage et la vitesse de libération v_e pour chaque planète, ils pourront observer que, dans certains cas, les deux valeurs sont très proches. Par exemple, il est impossible d'aller de la Terre à Uranus sur une orbite de Hohmann, donc d'autres solutions doivent être trouvées.

Domages possibles sur le corps des astronautes

En utilisant l'application, les élèves doivent comparer le temps de transfert t pour différents voyages. Ils peuvent réaliser que le temps de voyage nécessaire est beaucoup plus long si l'on tient compte de la «fenêtre de lancement» appropriée. Dans ce cas, ils doivent tenir compte des conséquences physiologiques d'un voyage prolongé dans l'espace en microgravité (par exemple affaiblissement des os et surcharge des muscles cardiaques) soumis aux radiations des rayons X et gamma (endommagement des cellules) et dans des conditions d'accélération longitudinale (surconcentration du sang au niveau de la tête ou des pieds des astronautes). Les élèves doivent rechercher des informations sur les dommages biologiques d'un voyage dans l'espace et préparer des affiches sur ce sujet.

CONCLUSION

En effectuant ces simulations, les élèves seront capables de comparer leurs connaissances sur le système solaire et le voyage dans l'espace. Cela élargira leur horizon et leur fera prendre conscience des différents problèmes concernant le voyage dans l'espace. Comme nous l'avons déjà souligné, ce concept interdisciplinaire implique non seulement la physique et l'informatique, mais également la biologie et les mathématiques.

Pour développer ce sujet, les élèves pourront également découvrir les perturbations qui pourraient apparaître durant ce type de voyage, telles que la perturbation du corps, la perturbation de la pression atmosphérique et la perturbation due à la radiation solaire. Ils pourront également essayer d'utiliser d'autres manœuvres orbitales comme l'assistance gravitationnelle (gravitational slingshot) et l'effet Oberth.



Programmes, matériel supplémentaire et perspectives

PROGRAMMES

Le lancement du programme Scratch en 2007 a permis aux experts du MIT (Massachusetts Institute of Technology) de Boston de créer un programme permettant aux enfants de s'initier à la programmation. Les développeurs ont rapidement constaté que cette approche avait un important succès auprès des jeunes. C'est pourquoi ils ont intégré un certain nombre d'éléments multimédias à leur programme. Scratch était destiné aux enfants âgés de 10 ans et plus. Il a cependant également été intégré à un cours d'introduction à la programmation en université. Scratch peut être téléchargé gratuitement depuis le site www.scratch.mit.edu. Vous y trouverez de nombreux projets prêts à l'emploi pouvant servir de point de départ à vos propres activités.

En ce qui concerne les élèves plus âgés, la plupart des écoles préfèrent utiliser Java comme langage de programmation. La programmation Java est prise en charge par de nombreux environnements de développement intégrés (EDI), les plus connus étant Eclipse (www.eclipse.org) et Netbeans (www.netbeans.org). Ces sites proposent des EDI professionnels gratuits qui demandent, bien entendu, du temps avant que l'utilisateur comprenne bien le fonctionnement interne des programmes.

L'environnement de développement BLUEJ a une structure bien plus simple. Il est utilisé pour enseigner la programmation Java dans de nombreux établissements scolaires et universités.

Java est associé à un grand nombre de cours existant sur divers sujets. L'apprentissage de Java consiste notam-

ment à effectuer des recherches dans sa bibliothèque et à utiliser son contenu. Il s'agit de bibliothèques ayant des objectifs spécifiques. Celles-ci sont directement reliées à leurs environnements de développement correspondants et permettent d'étendre le langage. Dans la version allemande, l'utilisation courante de la bibliothèque «Stifte und Mäuse» [Des souris et des stylos] permet de simplifier les nombreux aspects de la programmation à des fins didactiques (www.mg-werl.de/sum). Open Source Physics (OSP) propose des outils et des bibliothèques pour la programmation de situations physiques (www.opensourcephysics.org).

Liens vers des logiciels gratuits d'analyse de vidéos: Tracker (www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/), VirtualDub (www.virtualdub.org/).

Jürgen Czischke, Bernhard Schriek

MATÉRIEL SUPPLÉMENTAIRE · IBOOK

Vous pouvez télécharger du matériel supplémentaire pour l'enseignement de ces unités depuis le site www.science-on-stage.de. Vous y trouverez également une version PDF et iBook de cette publication.

PERSPECTIVES

Cette publication est en cours d'élaboration. Si vous êtes intéressé par les formations d'enseignants à venir, ou si vous souhaitez connaître l'évolution du projet, écrivez-nous à info@science-on-stage.de, les nouveaux enseignants sont les bienvenus !

Participants

	NOM	PRÉNOM	PAYS	RESPONSABILITÉ
Mme	Ahooja	Anjuli	Canada	C
M.	Andrade	Miguel	Allemagne	A Coordinateur
M.	Archondroulis	Antonis	Grèce	C
M.	Batin	Razawan	Roumanie	C
M.	Czischke	Jürgen	Allemagne	Expert Programmation
Mme	Dobkowska	Maria	Pologne	C
Mme	Gajdosné Szabó	Márta	Hongrie	A
M.	Gebhardt	Philipp	Allemagne	A
M.	Gregor	Ralf	Allemagne	C
M.	Gutschank	Jörg	Allemagne	C Coordinateur principal
M.	Jensen	Michael L.	Danemark	B
M.	Kapitany	Janos	Hongrie	A
M.	Konstantinou	Dionysis	Grèce	C
Mme	Körbisch	Anna	Austria	A · B
Mme	Lennholm	Helena	Suède	A
M.	Los	Mirosław	Pologne	C
Mme	Mika	Aneta	Pologne	B
M.	Nicolini	Marco	Italie	B
M.	Reddy	Srinivas	Allemagne	Programming Expert
M.	Richter	Jean-Luc	France	B Coordinateur
M.	Schriek	Bernd	Allemagne	Expert Programmation
M.	Soegaard	Martin	Danemark	C
M.	Spencer	Richard	Royaume Uni	A
M.	Štrus	Damjan	Slovénie	C
Mme	Toma	Corina Lavinia	Roumanie	B · C
Mme	Viñas Viñuales	Cristina	Espagne	B · C
Mme	Viñuales Gavín	Ederlinda	Espagne	B · C
Mme	Zimmermann	Birthe	Danemark	B · C

Activités au sein du projet

2011

- | 16–19 April
Science on Stage Festival
à Copenhague
Thème phare: Nouvelles technologies pour
l'enseignement des sciences
4 juillet
Réunion des coordinateurs du projet à Dortmund
- | 23–25 septembre
Premier atelier à Paris

2012

- | 18–20 février
Deuxième atelier à Berlin
- | 8–9 novembre
**Présentation des résultats, formation des
enseignants et présentation à Berlin**

2013

- | 25–28 avril
Science on Stage Festival 2013
à Słubice – Francfort-sur-l'Oder
Thème phare: Les technologies de l'information et de la
communication
- | Tout au long de l'année
Formation des enseignants
Formation des enseignants dans différents pays euro-
péens



L'enthousiasme face à la technologie – FIRST LEGO League (FLL)



Des enfants enthousiastes encouragent leurs robots. Ils les encouragent sur leurs trajets et sont déçus s'ils ne parviennent pas à réaliser certaines tâches. Les jeunes chercheurs expriment leurs problèmes actuels de société depuis leur point de vue d'enfants, inspirant les enseignants, les professeurs et de nombreux autres adultes. Ce ne sont que deux facettes du programme d'enseignement «FIRST LEGO League» (FLL).

Les élèves âgés de 10 à 16 ans peuvent participer à ce concours international de robotique et découvrir la science



et les nouvelles technologies de manière ludique. Les participants construisent et programment un robot autonome capable de réaliser des tâches difficiles. Toutes les équipes effectuent également des recherches sur un thème donné et présentent leurs résultats à un jury d'experts.

L'idée et le nom du programme de formation FIRST LEGO League ont été suggérés par FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology), organisme américain sans but lucratif. Les robots Mindstorm de LEGO ont été la base technique du projet. Depuis plus de 10 ans, la FIRST LEGO League est établie dans le monde entier. La FLL 2011 a eu lieu dans 54 pays, regroupant près de 20 000 équipes. En Europe centrale, le concours a été placé sous le patronage de l'organisme à but non lucratif HANDS ON TECHNOLOGY e.V.

SAP soutient la FLL depuis 2005. A ce jour, plus de 1.000 collègues répartis dans plus de 25 pays fournissent des moniteurs pour les équipes concourantes.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.firstlegoleague.de.

erp4school – Utilisation de plateformes logicielles d'entreprise à l'école

Erp4school – une plateforme d'apprentissage interactif pour illustrer les processus d'entreprise – a été lancée il y a 10 ans à Berlin, dans le cadre du programme SAP University Alliances.

L'avenir du travail dans les services administratifs des entreprises repose sur des postes de travail qualifiés et informatisés. Ces postes requièrent l'utilisation de programmes standards mais aussi une compréhension approfondie des flux de travail orientés processus de la gestion d'entreprise, avec un plus grand niveau d'intégration.

Erp4school permet aux étudiants de découvrir en même temps l'entreprise et ses processus. Les étudiants apprennent à travailler en s'orientant vers le processus. Ils découvrent les engrenages de l'entreprise et l'interaction des processus d'une entreprise entre eux.

Outre la compréhension du concept d'apprentissage autonome, les étudiants découvrent également l'utilisation de systèmes SAP dans la pratique professionnelle. Le cours se termine par un examen permettant l'obtention d'un certificat SAP. L'expansion du projet en dehors des frontières allemandes a permis au programme SAP University Alliances de devenir un projet de renom de formation internationale.



Contact :

erp4school@mmbbs.de

ua-support@sap.com

Commande de matériel supplémentaire et adhésion

Veuillez m'envoyer le(s) livret(s) suivants :



Teaching Science in Europe 3

- Enseigner les sciences à l'école maternelle et à l'école primaire
- Attraits des initiatives pédagogiques alternatives
- Modération de l'apprentissage des sciences



Science Teaching :

Winning Hearts and Minds

- Idées pédagogiques européennes pour les cours de sciences naturelles



Laternenmond und heiÙe Ohren

- Amélioration de l'expression grâce aux sciences naturelles et à la technologie à l'école primaire
- Expériences, feuilles de travail, textes, etc

à l'adresse suivante :

NOM

RUE

CODE POSTAL · VILLE · PAYS

Vous pouvez également nous envoyer **vosre commande par courrier électronique** à info@science-on-stage.de.
Pour télécharger nos publications **au format PDF**, consulter le site www.science-on-stage.de

Les livrets sont gratuits.

Inscription

Nous serions ravis de vous compter parmi les membres de Science on Stage Germany, association à but non lucratif! Les frais d'adhésion s'élèvent à 50 € par an. Veuillez retourner un courrier électronique renseignant votre nom, votre adresse, le nom de votre école ou de

votre établissement à l'adresse électronique suivante: info@science-on-stage.de. Vous pouvez également télécharger notre formulaire d'adhésion disponible sur la toile: www.science-on-stage.de.



**Science on Stage Deutschland –
Plateforme européenne pour les enseignants en sciences**

- ... est un réseau réalisé par et pour les enseignants de sciences et de technologies de toutes les classes.
- ... offre une plateforme européenne d'échange d'idées pédagogiques.
- ... rappelle l'importance des sciences et de la technologie à l'école et auprès du public.

Le sponsor principal de Science on Stage Deutschland e.V. est la Fédération des Associations d'Employeurs Allemands dans l'Industrie métaux et électriques (Gesamtmetall) avec son initiative THINK ING.

Venez nous rejoindre !

www.science-on-stage.de

Parrainé par



www.science-on-stage.de