



Les sciences, ça m'intéresse !

Dossier pédagogique

EVEILLER L'INTÉRÊT DES JEUNES POUR LES SCIENCES

La relève scientifique est d'une importance capitale. Nous vivons aujourd'hui dans un monde où les savoirs scientifiques et technologiques sont mis en œuvre partout. Ceux-ci sont indispensables pour le fonctionnement de nos sociétés. En Suisse, où ils constituent pratiquement notre seule matière première, leur transmission aux jeunes générations est indispensable pour que cette ressource reste renouvelable.

Ces prochaines années, les défis technologiques et scientifiques au niveau de la planète entière seront plus grands encore. Il faudra trouver les moyens d'assurer la pérennité de l'humanité, tout en assurant la conservation de notre environnement. C'est dire si nous aurons besoin de nouveaux talents, scientifiques, ingénieur·e·s et architectes.

Depuis quelques années, on enregistre une relative baisse d'intérêt des jeunes pour les sciences. Cette tendance aboutit à une restriction préoccupante du réservoir des étudiants potentiels dans les filières des sciences et de l'ingénierie. Dans plusieurs branches, les industries suisses peinent aujourd'hui déjà à recruter les scientifiques et les ingénieur·e·s dont elles ont besoin.

Malgré une augmentation globale du nombre des étudiantes dans les universités, la proportion des filles qui se tournent vers ces carrières reste faible. Les jeunes femmes demeurent ainsi pour une part trop importante en dehors du monde fascinant des sciences. C'est donc tout particulièrement à leur intention, mais aussi plus généralement pour tous les jeunes, filles et garçons, que l'EPFL organise des actions de promotion des sciences et des technologies. Il s'agit d'éveiller la curiosité des jeunes adolescent·e·s, de révéler leur goût pour les sciences, de montrer à quel point l'étude de l'univers, comme celle de l'infiniment petit, peuvent être passionnantes.

Visant ces objectifs, le Bureau de l'égalité des chances de l'EPFL a réalisé une exposition interactive itinérante sous la forme du bus «Les sciences, ça m'intéresse!». Celui-ci, avec son équipe de médiatrices et médiateurs scientifiques, sillonne la Suisse romande à la rencontre des jeunes. Résultat d'une collaboration intense avec toutes les sections et plusieurs services de l'EPFL, et soutenu par ses facultés et des partenaires externes, il a été conçu pour susciter des vocations parmi les

futures générations d'étudiant·e·s.

Pour parvenir au but désiré, une collaboration avec les écoles est indispensable. Nous avons besoin de vous pour qu'ensemble nous puissions susciter l'intérêt des jeunes élèves pour les sciences et d'éventuelles vocations, à un âge où les décisions d'orientation n'ont pas encore été prises.

Nous nous réjouissons de vous accueillir dans le bus «Les sciences, ça m'intéresse!» et de partager avec vos élèves notre passion pour les sciences et la technologie.

DOSSIER PÉDAGOGIQUE

Le dossier pédagogique que vous avez entre les mains a été conçu de sorte que vous puissiez, si vous le souhaitez, préparer la visite du bus par vos classes et la prolonger.

Lors de la visite vous trouverez treize expériences interactives, préparées par les treize sections de l'EPFL. Ce dossier pédagogique contient un chapitre sur chaque thématique abordée, décrit les expériences proposées et vous donne des explications plus détaillées. Il vous propose des pistes pour approfondir en classe l'un ou l'autre des sujets qui vous intéressent, grâce à quelques explications et expériences simples. Il explique enfin l'atelier pratique prévu pendant la visite pour les élèves, en complément des expériences interactives.

Dr Farnaz Moser-Boroumand
Cheffe du service de promotion des sciences
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

Informations sur les activités concernant
la promotion des sciences auprès des jeunes
à l'EPFL :

<http://sps.epfl.ch>

REMERCIEMENTS

Farnaz Moser-Boroumand, cheffe du service de promotion des sciences, et toute l'équipe du service de promotion des sciences tiennent à remercier les scientifiques de l'EPFL qui se sont impliqués dans la réalisation du dossier pédagogique, en particulier:

A la Faculté des Sciences de Base

- Prof. Gérard Gremaud de la Section de Physique
- Prof. Jacques-Edouard Moser de la Section de Chimie et Génie Chimique
- Prof. Manuel Ojanguren de la Section des Mathématiques.

A la Faculté des Sciences et Techniques de l'Ingénieur

- M. Cédric Meinen de la Section de Génie Electrique et Electronique
- Dr Jean-Marie Fürbringer de la Section de Génie Mécanique
- Dr Guy Delacrétaz de la Section de Microtechnique
- Dr Homeira Sunderland et M. Jean-Daniel Wagnière de la Section des Sciences et Génie des Matériaux.

A la Faculté Informatique et Communications

- Prof. André Schiper et M. Rodolphe Buret de la Section d'Informatique
- Prof. Amin Shokrollahi et Mme Ghid Maatouk de la Section des Systèmes de Communication.

A la Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit

- Dr Nadja Maillard et Mme Laure Palluel-Kochnitzky de la Section d'Architecture
- Prof. Anton Schleiss et M. Marc-André Studer de la Section de Génie Civil
- Dr Vincent Luyet et Mme Chantal Seignez de la Section des Sciences et Ingénierie de l'Environnement.

A la Faculté des Sciences de la Vie

- Prof. William Pralong et Mme Sue Schweizer de la Section des Sciences et Technologies du Vivant.

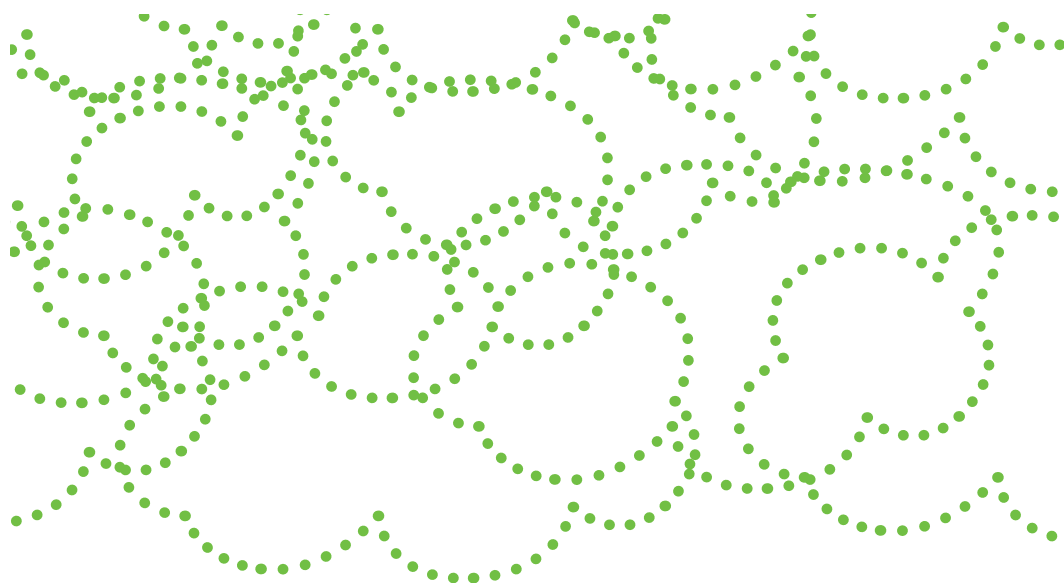
PRÉPARATION DU DOSSIER PÉDAGOGIQUE

Bureau de l'égalité des chances de l'EPFL (2009) :

- Marion Albertini
ingénieure informaticienne, EPFL
- Sandrine Hajdukiewicz
biologiste diplômée en communication scientifique
- Andrea Fabian Montabert
ingénieure physicienne et Dr ès Sciences EPFL
- Christophe Pérez, physicien
- Marie-José Auderset
journaliste, Microplume sàrl
- Helen Tilbury, graphiste

TABLE DES MATIÈRES

2	Eveiller l'intérêt des jeunes pour la sciences
2	Dossier pédagogique
3	Remerciements
3	Préparation du dossier pédagogique
5	Sciences et ingénierie de l'environnement
17	Architecture
23	Génie civil
29	Science et génie des matériaux
43	Microtechnique
49	Sciences et technologies du vivant
57	Génie électrique et électronique
63	Génie mécanique
69	Mathématiques
75	Chimie et génie chimique
81	Physique
87	Systèmes de communication
95	Informatique
105	Atelier pratique



Sciences et ingénierie de l'environne- ment

INTRODUCTION

Pour préserver le futur, l'humanité doit affronter des défis majeurs : comprendre et anticiper les changements climatiques, remédier à la perte de biodiversité des écosystèmes, éviter la pollution des milieux air-eau-sols, gérer l'augmentation des déchets, couvrir les besoins en eau potable, développer et maintenir des infrastructures, gérer et prévoir les dangers naturels. La section Sciences et Ingénierie de l'Environnement (SSIE) forme des ingénieurs en environnement qui ont pour mission de relever, avec d'autres, ce défi d'harmonisation lié aux ressources naturelles et au cadre de vie. L'ingénierie en environnement regroupe plusieurs domaines.

Les biotechnologies environnementales ont pour objectif de «domestiquer» des micro-organismes (bactéries, champignons et plantes) pour les mettre au service de l'homme et de gérer les pollutions des eaux, sols et écosystèmes.

Les sols et les eaux représentent des ressources vitales. A l'échelle du monde, ces ressources sont mal réparties qualitativement et quantitativement et, de plus, en voie de raréfaction. Par ailleurs, des écosystèmes fragiles et d'un grand intérêt font l'objet de menaces diverses et doivent être protégés. L'ingénieur·e en environnement se doit donc d'évaluer ces ressources et de les gérer au mieux des intérêts des sociétés humaines et du développement durable.

Le développement territorial implique de connaître et comprendre l'évolution de l'urbanisation, les formes et les comportements de mobilité, les fonctions et les transformations des paysages.

La géomatique possède comme composantes essentielles la localisation des éléments du territoire et leur description, ainsi que l'utilisation d'images aériennes et terrestres.

AVANT LA VISITE

Tous les aspects de l'ingénierie en environnement ont un point commun, la mesure de données.

L'expérience présentée dans le bus permet de montrer aux élèves l'importance de mesurer l'environnement. L'exemple utilisé ici est la météorologie. Quel temps faisait-il à pareille date l'année passée ? Hier, faisait-il plus chaud à Genève ou à Sion ? En 2003, quelle température faisait-

il en été ? En hiver ? Il est difficile de répondre à toutes ces questions «de mémoire».

POURQUOI CHERCHER À MESURER TOUS CES ÉVÉNEMENTS ?

Mesurer, c'est observer objectivement. C'est-à-dire pouvoir comparer et analyser l'évolution des phénomènes dans le temps et l'espace. Cela permet aussi de comprendre et de prévoir. En effet, l'analyse des conditions passées et présentes est à la base de toute analyse. Il en va ainsi pour les modèles de prédiction tels que le bulletin météo, les cartes de danger pour des crues ou encore les différents scénarios concernant les changements climatiques. Ces mesures représentent donc un outil permettant de mieux comprendre notre environnement.

Mesurer permet enfin de dimensionner les constructions. Si l'on veut construire une maison, il est important par exemple de connaître les températures minimales pour déterminer l'épaisseur de l'isolation.

Lorsqu'on parle de mesure, il faut être attentif aux incertitudes ou imprécisions liées à celles-ci. Elles peuvent être de deux types : instrumentales (exemple : un mauvais fonctionnement de l'instrument,...) ou d'observation (une erreur de lecture lors d'un relevé).

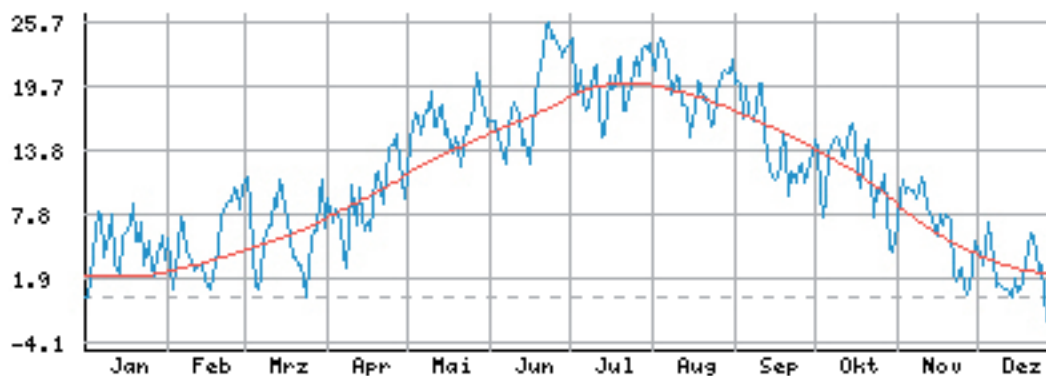
Avant d'aborder des notions climatiques plus complexes, il est utile de revoir quelques bases sur les prises de mesures de l'environnement. Les plus simples et courantes sont la température et le vent.

CARACTÉRISTIQUES DE L'AIR : TEMPÉRATURE

La température est considérée comme une grandeur physique liée à la notion immédiate de chaud et froid. Elle est la manifestation, à l'échelle macroscopique, du mouvement des atomes et molécules. Ainsi une température élevée signifie une grande agitation atomique.

Il existe deux unités internationales de température : le degré Celsius (°C) et le kelvin (K). Cependant, certains pays anglo-saxons et les Etats-Unis utilisent une autre unité : le degré Fahrenheit (°F). La plus basse température du système Celsius est -273,15 °C correspondant à 0 K, appelé le «zéro absolu», encore jamais atteint.

Pour commencer, on pourra étudier un graphique de températures, comme dans l'exemple ci-après. D'autres graphiques sont disponibles sur le site de MétéoSuisse (références dans Bibliographie).



Relevés des températures à la station de Pully pour l'année 2008. Source © MétéoSuisse

Par la suite, il est intéressant d'en faire réaliser un par la classe avec prise de mesure de la température, de la direction du vent par exemple. Un exemple de tableau est présenté en annexe I.

L'humidité est le pourcentage de vapeur d'eau contenue dans l'air. Au-dessus de 80%, l'air est considéré comme humide et en dessous de 50%, il est considéré comme sec. Il est possible de mesurer cette humidité relative avec deux thermomètres identiques. Des expériences par rapport à la mesure de l'humidité relative sont proposées en annexe II.

FORMATION DU VENT

Le vent est le paramètre physique représentatif des mouvements de l'air. Il naît de la différence de pression. Il se déplace des hautes pressions vers les basses pressions. La direction du vent est donnée par les points cardinaux : un vent de N-O est un vent qui vient du Nord-Ouest. Cette direction peut également être exprimée en degrés, 0° correspondant au nord. La vitesse du vent se mesure en m/s ou en km/h.

L'origine des vents est liée à la différence de distribution de la pression atmosphérique. Ces variations sont dues essentiellement à une répartition inégale de l'énergie solaire reçue à la surface de la Terre, et aux différences dans les propriétés thermiques des surfaces des continents et des océans. Par exemple, durant la journée, les terres auront tendance à être plus chaudes que les mers (voir schéma). L'air se met alors en mouvement, car l'air situé au-dessus des continents sera chauffé, il augmentera de volume, deviendra plus léger et s'élèvera. Il s'écoulera par-dessus l'air plus froid et plus lourd, qui lui sera aspiré sur le continent. Plus la différence de pression sera grande, plus le vent soufflera fort.

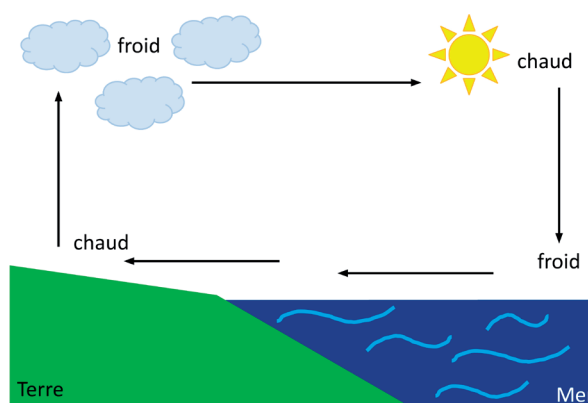


Illustration de la formation du vent en bord de mer durant la journée.

LES RADIATIONS SOLAIRES

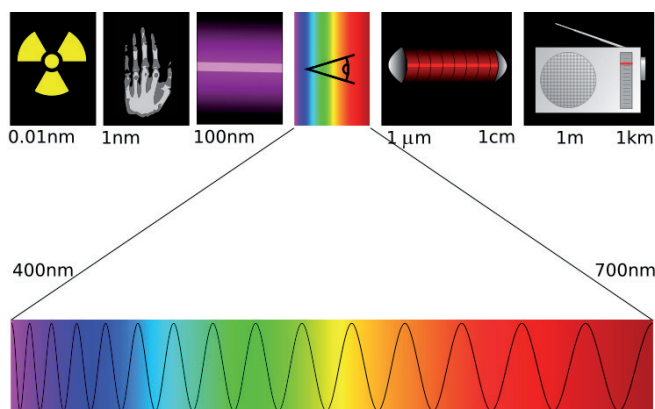
Le rayonnement solaire est une onde, provenant du soleil, fournissant de l'énergie. Son unité est le Watt par mètre carré (W/m^2). On peut symboliser cette énergie avec des ampoules de différentes puissances. Attention, une ampoule basse consommation éclairera plus qu'une ampoule à incandescence pour la même puissance.

Grâce au rayonnement solaire, il est possible de produire de l'énergie solaire soit sous forme de chaleur (solaire thermique), soit sous forme d'électricité (solaire photovoltaïque). Cette énergie renouvelable possède un fort potentiel d'expansion puisque le soleil rayonne chaque année 40 000 fois les besoins énergétiques que l'humanité consomme.

Le soleil est la principale source d'énergie naturelle de la Terre. La fusion nucléaire s'opérant dans le cœur du Soleil libère une énergie colossale qui nous parvient quelques minutes plus tard (vitesse de la lumière dans le vide : 300 000 km/s) sous

forme d'ondes électromagnétiques. Ces ondes que l'on appelle aussi rayonnement solaire émettent plusieurs types de rayons, en fonction de leur longueur d'onde que l'on exprime en nanomètre (1 nm = 1 milliardième de mètre). On peut les regrouper en trois grandes familles.

- Les rayons à longueur d'ondes courtes (entre 0,001 et 400 nm), invisibles pour notre œil, comprennent les rayons gamma de la radioactivité, les rayons X et les rayons ultraviolets (UV), responsables du bronzage. Ils ne représentent qu'environ 6 % de l'énergie totale émise par le soleil. Les rayons gamma et X sont extrêmement dangereux, mais ils sont heureusement bloqués par l'atmosphère de la Terre. Quant aux rayons UV, ils sont partiellement filtrés par la couche d'ozone.
- La lumière visible représente environs 46 % de l'énergie totale émise par le soleil et les longueurs d'onde s'étendent d'environ 380 nm à 780 nm. Entre 450-500 nm, c'est le bleu, alors que la longueur d'onde du rouge varie entre 620 et 700 nm.
- Les rayons à longueur d'ondes longues, également invisibles à l'œil humain, comprennent les rayons infrarouges (entre 1000 et 300 000 nm), les micro-ondes (entre 3 et 10 cm) et les ondes radio (> 10 cm). Ils représentent environ 48 % de l'énergie totale émise par le soleil.



Longueur d'onde et décomposition du rayonnement solaire

PENDANT LA VISITE

Une station SensorScope est installée à l'extérieur du bus. Elle permet de prendre plusieurs mesures météorologiques : la température et l'humidité de l'air, la direction et la vitesse du vent, ainsi que les radiations solaires. Les données sont présentées en temps réel à l'intérieur du bus.

Remarque : le boîtier indiquera une température du sol proche de 0°C, quel que soit le temps et cela parce qu'il n'y a pas de capteur de température du sol. Ce petit piège permet de montrer comment interpréter une donnée «absurde» et d'entreprendre une démarche de recherche d'erreur.

TEMPÉRATURE ET HUMIDITÉ DE L'AIR

COMMENT LA TEMPÉRATURE EST MESURÉE SUR LA STATION SENSORSCOPE ?

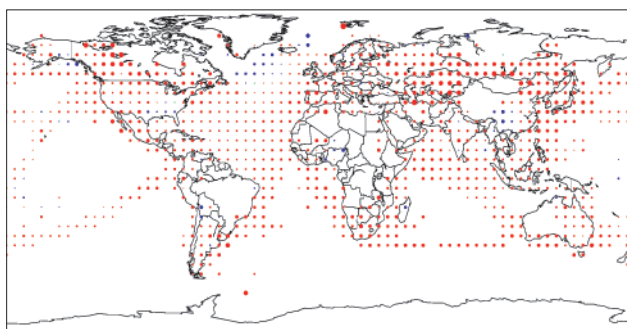
La station exposée mesure la température de l'air. La température ambiante est observée grâce à un senseur (photo ci-dessous) mesurant la variation de la résistance électrique. Ces senseurs peuvent être extrêmement petits et sont très sensibles. La station mesure une température instantanée de l'air toutes les deux minutes.



Senseur température ambiante

TENDANCES MONDIALES

Selon le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), la température sur la Terre s'est réchauffée d'environ 0.6 °C au cours du XXe siècle. La figure suivante localise les variations, au niveau mondial, de la température au cours du XXe siècle.



En Suisse, MétéoSuisse gère les données de température de plus de 100 stations réparties sur tout le territoire helvétique. Ce réseau de mesures a permis de mettre en évidence, au cours du siècle dernier, un réchauffement des températures plus marqué. Au Nord des Alpes, le réchauffement est compris entre 1,3°C (en Suisse alémanique) et 1,6°C (en Suisse romande).

Selon les scientifiques du GIEC, le réchauffement de la planète va se poursuivre au XXI^e siècle. De 1990 à 2100, la température moyenne globale devrait augmenter de 1,4°C à 5,8°C. Cette fourchette de températures provient des différents modèles climatiques. Le scénario «Suisse 2050» prévoit une augmentation d'environ 2°C en automne, hiver et printemps et de presque 3°C en été. Il est à noter que compte tenu des incertitudes, ces augmentations devraient osciller dans une fourchette de 1 à 4°C.

VITESSE ET DIRECTION DU VENT

L'anémomètre permet de mesurer la vitesse du vent: il se compose de trois petites coupelles hémisphériques, disposées à l'extrémité de bras métalliques espacés de 120°. Un compteur relié à l'axe de rotation permet de lire la vitesse et de l'enregistrer.

La direction du vent est mesurée grâce à une girouette. Elle s'exprime comme un point de la boussole d'où le vent souffle. De l'air se déplaçant du Sud-Ouest au Nord-Est s'appelle un vent de Sud-Ouest. Il peut également être exprimé en degrés (pour un vent de Sud-Ouest : 220°).

La station SensorScope mesure la vitesse moyenne (sur deux minutes) et la direction du vent instantanée (une mesure chaque deux minutes) grâce à une girouette et un anémomètre. Les unités utilisées sont le degré pour la direction et les mètres par seconde ou kilomètre par heure pour la vitesse. Lorsqu'une girouette est installée, il est très important de la placer en direction du Nord afin de connaître le point de référence.



Senseur vitesse et direction du vent

TENDANCES MONDIALES

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ainsi que le rapport Suisse 2050 prévoient une augmentation des événements extrêmes tels que les tempêtes (janvier 2007 : record de 150 km/h pour une rafale en montagne et 132 km/h en plaine).

LES RADIATIONS SOLAIRES

Les radiations solaires sont mesurées car elles ont une influence sur l'évaporation et l'humidité du sol. La station de mesure utilise un pyranomètre capable de distinguer les longueurs d'onde entre 400 et 1000 nm du rayonnement solaire. Le pyranomètre comprend une double coupelle de verre, une série de thermocouples et un système d'enregistrement. L'instrument délivre une tension électrique sensiblement proportionnelle à l'intensité du rayonnement direct. Il effectue une mesure instantanée (toutes les deux minutes) en W/m^2 .

TENDANCES MONDIALES

Deux aspects seront traités: l'évolution de l'intensité des radiations solaires et le type de rayons arrivant sur Terre. Les mesures effectuées par les sondes spatiales depuis 1980 montrent que l'intensité du rayonnement solaire reste relativement stable, elle fluctue d'environ 0,15% en suivant un cycle solaire de 11 ans. Cependant, l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère (exemple, CO_2 , NH_4 ,...) provoquera une augmentation de la température au sol puisqu'ils absorbent le rayonnement infrarouge émis par la Terre. Il existe donc une relation entre rayonnement et température.

APRÈS LA VISITE

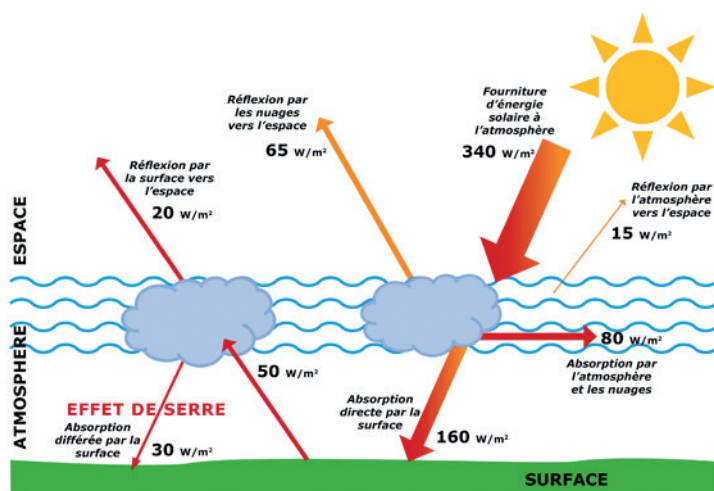
Après avoir abordé les notions de mesures de l'environnement, il est intéressant de parler du réchauffement climatique et de l'effet de serre. En effet, c'est grâce à des mesures prises sur plusieurs années que l'on a pu émettre des scénarios du réchauffement planétaire et ainsi formuler des hypothèses pour les conséquences de ce phénomène.

Le rapport «La Suisse en 2050» relate l'évolution climatique future et ses conséquences en Suisse à l'horizon 2050. Il en ressort que la fonte du pergélisol (sol gelé en permanence) et la dimi-

nution du manteau neigeux auront des impacts économiques et touristiques très prononcés en Suisse. A l'opposé, l'augmentation de la température de 2 ou 3°C pourrait avoir des conséquences à la fois négatives (déplacement de certains types de végétation) et positives (favorisation d'une végétation plus diversifiée). Ces phénomènes sont en grande partie liés à l'effet de serre.

QU'EST CE QUE L'EFFET DE SERRE ET LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ?

La Terre reçoit de l'énergie (environ 340 W/m^2) du Soleil sous forme d'ondes électromagnétique. Alors qu'une partie de ce rayonnement est réfléchi par les nuages (65 W/m^2) et les constituants atmosphériques (15 W/m^2) vers l'espace, le reste est absorbé pour un tiers (80 W/m^2) par l'atmosphère et ses gaz à effet de serre (vapeur d'eau, méthane, dioxyde de carbone) et pour les deux tiers par la surface terrestre. La surface terrestre renvoie environ 50 W/m^2 qui se répartissent entre 20 W/m^2 définitivement renvoyés vers l'espace et 30 W/m^2 retournant à la surface terrestre. C'est ce réchauffement causé par l'absorption et la rediffusion de ces 30 W/m^2 par les gaz à effet de serre, que l'on nomme effet de serre. C'est donc un phénomène naturel, indispensable à la vie sur Terre. En effet, sans effet de serre, la température moyenne sur Terre ne serait que de -18°C !



L'effet de serre (d'après Météo France)

La relation entre gaz à effet de serre (CO_2 , méthane, ...) et changement climatique est directe. En effet, si la concentration de gaz à effet de serre augmente, ces gaz vont retenir plus d'énergie et la température va augmenter, provoquant ainsi un réchauffement climatique.

A la production «humaine» des gaz à effet de serre (combustion de ressources fossile, déforestation, agriculture) s'ajoute une production naturelle (éruptions volcaniques, ...). Une grande partie de ces gaz à effet de serre est absorbée de manière naturelle par les plantes et les océans. Aujourd'hui, les scientifiques s'inquiètent, car en raison des activités humaines, l'équilibre entre gaz à effet de serre produit et absorbé se modifie. La quantité de CO_2 dans l'atmosphère augmente trop rapidement pour que les «puits naturels» de carbone, puissent réguler cette évolution. Selon les projections du GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat), la concentration de gaz carbonique atteindra un seuil critique entraînant des conséquences désastreuses vers les années 2030. Il est donc urgent de réduire nos émissions de gaz à effet de serre !

Le protocole de Kyoto veut réduire de 5,2% les émissions de dioxyde de carbone de 38 pays industrialisés d'ici 2012 par rapport aux émissions de 1990.

QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES PROBABLES DES DÉRÈGLEMENTS CLIMATIQUES ?

Basé sur des modèles de prédiction, le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a déterminé les principales relations entre changements climatiques et écosystèmes :

- la fonte des glaces impliquant une montée du niveau des océans et des mers entraînant par là des risques d'inondations et un déplacement massif des populations;
- l'augmentation de l'intensité et du nombre d'événements climatiques extrêmes, tels que vague de chaleur, pluie extrême et sécheresse;
- l'augmentation des risques naturels tels que les inondations et glissements de terrain dus à l'évolution du cycle de l'eau et de la fonte des sols gelés (permafrost);
- le déplacement de certains types de végétation. Par exemple, en milieu alpin, une ascension de la limite de la forêt, de l'ordre de 100 mètres tous les 10 ans, devrait se produire;
- la disparition de certaines espèces animales et végétales. Par exemple, l'habitat de l'ours polaire est grandement menacé par la fonte des glaces;
- la réduction de la couverture neigeuse des stations de montagne impliquant une mutation touristique et économique.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

POUR APPROFONDIR CES NOTIONS DE MESURES DE L'ENVIRONNEMENT PAR LA MÉTÉOROLOGIE

Un projet conçu pour les classes est disponible : le ClimatScope, utilisant les stations de mesures Sensorscope. Plus d'informations sur : <http://eflum.epfl.ch/climatscope/index.php>

POUR FABRIQUER UN FOUR SOLAIRE ET/OU UNE MINI-SERRE

Après avoir expliqué l'effet de serre, demander aux élèves de quelle façon on pourrait exploiter ce phénomène. De là, initier des projets en imaginant avec eux une serre ou un four solaire. Cela peut également se faire sous forme de concours : le groupe gagnant serait celui qui a réussi à obtenir la température la plus chaude ou ayant fait cuire ou fondre quelque chose (œuf, chocolat, riz, semoule, etc.).

MATÉRIEL

- Boîte en carton, si possible avec un couvercle.
- Papier aluminium.
- Colle, ciseaux, crayons, feutres.
- Peinture noire ou papier noir.
- Récipient en métal ou noir.
- Vitre (feuille souple de plastique ou plaque de plexiglas).

PROTOCOLE

- Peindre le fond du carton en noir.
- Coller du papier d'aluminium sur les parois intérieures du four et sur la face interne du couvercle.
- Placer le récipient dans le four.
- Recouvrir avec la vitre.
- Orienter le four face au soleil et utiliser le couvercle comme miroir pour refléter la lumière dans le four.

POUR MONTRER ET APPRENDRE LES «ÉCO-GESTES»

Refaire les cycles de vie des objets courants recyclables : papier, verre, plastique, etc. Analyser les différentes étapes de fabrication, transport, distribution en incluant l'utilisation des énergies et le coût. De là, demander s'il ne serait pas possible de réduire quelques dépenses «inutiles» dans ces cycles. Par exemple, recycler le papier, utiliser du papier recyclé, utiliser les deux faces d'une feuille, n'imprimer que si nécessaire, etc. Demander aux élèves de trouver des éco-gestes et d'expliquer en quoi cela aurait une influence sur l'environnement (sauvegarde des forêts car poumons de la Terre, économie de pétrole, etc.). Beaucoup de sites Internet proposent des activités et des projets en lien avec l'écocitoyenneté.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Données de météorologie
<http://www.meteosuisse.admin.ch/web/fr/climat.html>
- Activités et explications sur la météorologie
<http://www.meteo.education.fr>
- Site de MétéoFrance avec rubrique pédagogique
<http://comprendre.meteofrance.com/pedagogique/accueil>
- Ecocitoyenneté
<http://www.agir21.org/>

Nom et Prénom : _____ Classe : _____

SUIVI METEOROLOGIQUE

	DATE	HEURE	TEMPERATURE	DIRECTION VENT	CIEL	PLUVIOMETRIE
			°C			mm
LUNDI matin				N-NO-O-SO-S-SE-E-NE		
LUNDI après-midi						
MARDI matin						
MARDI après-midi						
MERCREDI matin						
MERCREDI après-midi						
JEUDI matin						
JEUDI après-midi						
VENDREDI matin						
VENDREDI après-midi						

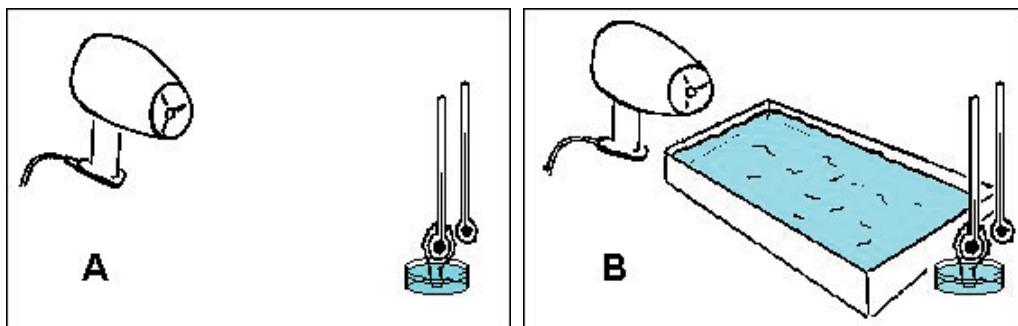
Lieu des observations et des prises de mesure :

Expériences sur l'humidité relative de l'air

Matériel nécessaire :

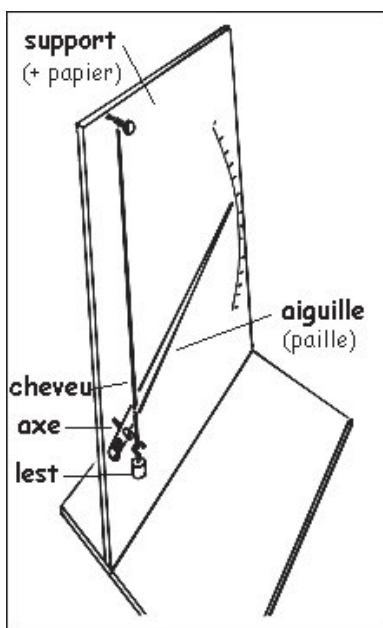
Thermomètres à liquide, sèche-cheveux, bac, eau, gaze, bécher, contreplaqué de 10 mm d'épaisseur, cheveux, éther, petites pointes, paille de plastique, masse de 2 g, clips, eau distillée.

❶ Deux thermomètres identiques dont l'un est utilisé comme thermomètre humide sont disposés en face d'un sèche-cheveux (en fonction simple ventilation). L'espace situé entre le sèche-cheveux et les thermomètres est laissé libre (A) pour y glisser un bac plein d'eau (B).



Si l'air de la pièce où se déroule l'expérience est sec l'observation s'en trouvera favorisée. Noter la température des thermomètres et déterminer [l'humidité relative](#). Dans la situation B, l'eau du bac est à la même température que l'air de la pièce. On constate une élévation de la température indiquée par le thermomètre humide, lié à un accroissement d'humidité créé par la ventilation exercée à la surface de l'eau. Relever les températures et déterminer [l'humidité relative](#). L'air peut donc être **plus ou moins humide**, c'est à dire contenir plus ou moins de vapeur d'eau qui demeure invisible.

❷ Réalisation d'un hygromètre



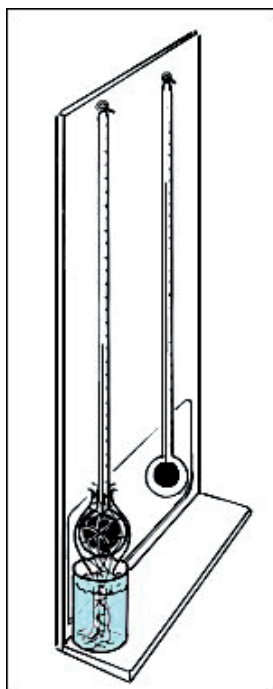
L'humidité relative de l'air peut être mesurée à l'aide d'un hygromètre. Le modèle présenté ci-contre est un hygromètre "à cheveux" dont le principe repose sur l'allongement des cheveux en fonction de l'humidité ambiante.

Le support est constitué de deux panneaux de contreplaqué de 10 mm d'épaisseur (base : 10 cm.20 cm ; panneau vertical : 10 cm . 30 cm).L'aiguille est constituée d'une paille en plastique munie d'un peu de pâte à modeler pour l'équilibrer. Les cheveux sont préalablement "nettoyés" par immersion dans l'éther ou l'essence (quelques heures). L'extrémité supérieure de la mèche est nouée à une pointe. Pour assurer la tension des cheveux, prévoir une masse de l'ordre de 2 grammes.

L'étalonnage s'effectue par comparaison. A noter qu'en plaçant l'appareil dans une cabine de douche qui vient d'être utilisée avec de l'eau chaude, on peut repérer la valeur maximum d'humidité.

Source : www.meteo.education.fr (janvier 2009)

3 Réalisation d'un psychromètre



Deux thermomètres identiques, gradués à 0.5°C, sont fixés à l'aide de petits clips sur un support de contreplaqué (épaisseur 10 mm, base de 10 cm x 20 cm, panneau vertical de 10 cm x 30 cm).

Une échancrure est découpée dans le panneau vertical, pour favoriser la ventilation des réservoirs. L'un des thermomètres a son réservoir enveloppé dans un morceau de gaze qui trempe dans l'eau distillée à la température de la pièce.

La détermination de l'humidité relative de l'air s'effectue à partir des indications du thermomètre sec et du thermomètre humide, à l'aide d'une table psychrométrique (voir annexe).

Remarque : La mesure de l'humidité de l'air à l'aide d'un psychromètre ne présente pas un grand niveau de fiabilité, car elle est très sensible à la qualité de la ventilation. D'un point de vue professionnel, il est maintenant fait appel à des capteurs électroniques dont les indications sont beaucoup plus fiables. Le psychromètre demeure toutefois un instrument d'intérêt pédagogique réel.

Source : www.meteo.education.fr (janvier 2009)

Table psychrométrique

T _w (en °C)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	100	90	81	72	64	56	50	42	36	30	25	20	16
1	100	91	82	74	66	58	52	45	39	34	28	23	18
2	100	91	83	75	67	60	54	48	42	36	31	26	22
3	100	92	84	76	69	62	56	50	44	39	34	29	25
4	100	92	84	77	70	64	57	52	47	41	36	32	28
5	100	93	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30
6	100	93	85	79	72	66	61	55	50	45	41	36	33
7	100	93	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35
8	100	93	87	80	74	69	63	58	54	49	45	41	37
9	100	94	87	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	49	45	41
11	100	95	89	83	77	72	67	62	58	54	50	47	43
12	100	94	89	83	78	73	68	63	59	56	52	48	44
13	100	95	90	84	78	74	69	65	61	57	53	50	46
14	100	95	89	84	79	74	70	66	62	58	54	51	47
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49
16	100	95	90	85	80	76	72	68	64	60	57	54	50
17	100	95	90	85	81	77	72	69	65	62	58	55	52
18	100	95	90	86	81	77	74	70	66	63	59	56	53
19	100	95	91	86	82	78	74	70	66	63	60	57	54
20	100	96	91	87	82	78	74	71	67	64	61	58	55
21	100	96	91	87	83	79	75	72	68	65	62	59	56
22	100	95	91	87	83	80	76	72	69	66	63	60	57
23	100	96	91	87	84	80	76	73	69	67	63	61	58

Cette table permet de connaître l'humidité relative (exprimée en %) à partir de la lecture des températures indiquées par le thermomètre sec et le thermomètre humide disposés côte à côte. La colonne de gauche (fond bleu) correspond à la température du thermomètre humide, T_w (w pour "wet", "humide"). La ligne supérieure (fond jaune) indique la différence des températures entre les deux thermomètres (humide et sec) en °C. A l'intersection, on lit l'humidité relative de l'air ambiant exprimée en %.

Exemple : Le thermomètre sec indique 21°C et le thermomètre humide indique 16°C. L'écart de température est donc de 5°C. D'après le tableau ci-dessus, l'humidité relative vaut 57%.



Architecture

INTRODUCTION

La Section d'Architecture assure la formation d'architecte EPFL. De par sa situation au sein de la Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit, l'enseignement s'enrichit de la présence et de la collaboration des deux autres sections (Génie Civil et Sciences et Ingénierie de l'Environnement) à travers une importante interdisciplinarité.

Les problèmes émergents que la société nous pose sont abordés avec un regard particulièrement sensible aux exigences et aux impératifs du développement durable, considérés comme partie incontournable de la culture des futurs architectes. Dans ce cadre, les recherches conduites par les instituts de la Faculté alimentent la didactique.

L'étudiant·e en architecture devra comprendre, imaginer, mettre en œuvre un monde qui puisse accueillir, stimuler, améliorer la vie des hommes, leur permettre de donner libre cours à leurs rêves et à leurs aspirations.

Pour comprendre, il lui faut connaître son passé : l'histoire et les théories de l'architecture, de l'urbanisme, de la construction sont ses jalons.

Pour agir, il lui faut posséder les outils indispensables : statique, structures, construction, matériaux, physique...

Pour imaginer et transmettre ses idées, il doit approfondir la géométrie, les techniques de représentation, le dessin, la modélisation informatique.

La dimension humaine trouve un écho à travers l'approche de la sociologie, des aspects économiques de l'acte de bâtir, des perspectives en terme de développement durable.

Enfin, la mise en œuvre, la synthèse de toutes ces disciplines, unifie l'ensemble des critères en une réponse possible à une question tour à tour architecturale, urbaine ou territoriale.

AVANT LA VISITE

QU'EST-CE QUE L'HABITAT ?

Depuis l'aube des temps, l'Homme a toujours eu besoin de se protéger de la nature, mais aussi de s'isoler dans la communauté, ou au contraire de créer des espaces où la communauté puisse se rassembler. L'architecture prend ses racines dans l'histoire et s'appréhende par la perception et les sensations vécues.

La perception de l'espace est différente pour chacun. On ne vit pas de la même manière en ville qu'à la campagne. On peut décomposer l'habitat en cellules de vie. Les membres de la famille partagent ces espaces suivant leur culture, leur mode de vie. La chambre est la plus petite cellule de notre mode d'habitation.

L'architecte est ainsi au service de l'homme et de la société. Il est amené à concevoir autant l'habitat que les bâtiments indispensables au fonctionnement de la communauté (école, hôpital, magasins, bureaux, etc.).

POUR CONSTRUIRE UN BÂTIMENT, L'ARCHITECTE AURA BESOIN D'AUTRES INTERVENANTS, LES CONNAISSEZ-VOUS ?

- L'ingénieur civil pour calculer la structure
- Le géomètre pour le relevé et les mensurations du terrain
- L'entreprise spécialisée pour les fondations
- Le maçon
- Le charpentier
- Le ferblantier couvreur
- Le menuisier
- Le serrurier
- L'électricien
- L'installateur sanitaire
- Le carreleur
- Le parqueteur
- Le peintre
- Le paysagiste
- etc.

QUELLES SONT LES CONTRAINTES LIÉES À LA CONSTRUCTION D'UNE MAISON ?

- Le terrain et ses caractéristiques (forme de la parcelle, pente, orientation)
- Le climat
- L'environnement naturel
- L'environnement construit
- Les voies d'accès
- Les normes et règlements
- Les coûts
- Les matériaux
- Les besoins du client
- etc.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

ANALYSER «SON ÉCOLE»

Les élèves mènent une réflexion commune sur l'établissement scolaire, son histoire.

- Quelle est sa situation dans la ville, dans le quartier ?
- Quels sont les accès et les transports qui nous y mènent ?
- Y a-t-il des terrains de sports et des parcs environnants ?
- Quelle est son architecture extérieure, ancienne ou moderne ?
(Pourquoi pas en faire faire un croquis)
- Comment peut-on décrire son architecture intérieure (bâtiment, classe) ?

Par une approche de l'extérieur vers l'intérieur, les élèves peuvent dessiner les plans de la classe, de l'école, et en réaliser une maquette.

LA MAQUETTE

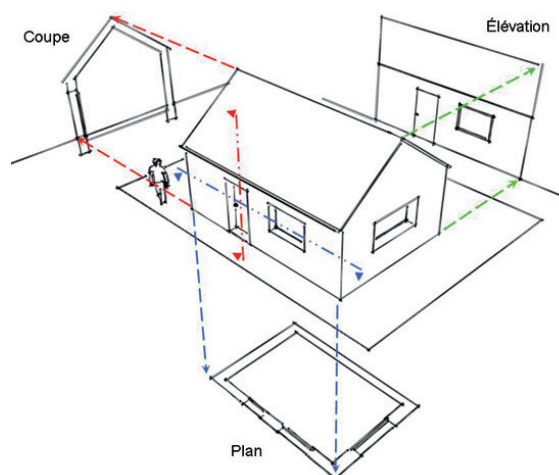
C'est la représentation à échelle réduite d'un ouvrage. Les matériaux utilisés pour la maquette ne veulent pas dire que la construction utilisera les mêmes matériaux. La maquette pourra être réalisée à partir de bristol, de carton ondulé, etc.

QU'EST-CE QUE L'ÉCHELLE ?

Une échelle est le rapport entre la mesure d'un objet réel et la mesure de sa représentation (carte géographique, maquette, etc.). Elle est exprimée par une fraction. Pour représenter un bâtiment, on utilise généralement l'échelle 1/50. Dans ce cas, 1 cm sur le dessin représente 50 cm dans la réalité. On peut aussi l'écrire 1 : 50.

QU'EST-CE QU'UN PLAN, UNE COUPE, UNE ÉLÉVATION ?

Le plan est un tracé horizontal, comme si on l'avait scié à sa base. La coupe est un dessin d'une section quelconque de l'édifice. L'élévation est une projection sur un plan vertical, d'une face du bâtiment à représenter. Par exemple une façade principale ou une façade latérale.

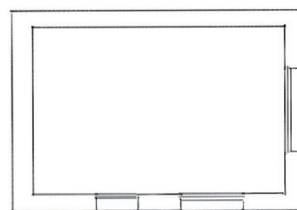


CRÉER UN PLAN, UNE ÉLÉVATION, UNE COUPE

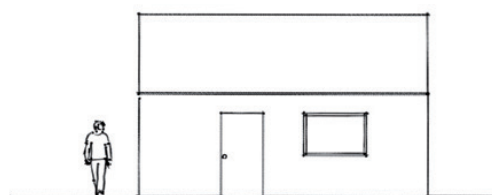
A partir de ce dessin par exemple, faites réaliser par les élèves un plan, une élévation et/ou une coupe, en projection orthogonale (voir ci-dessous) :



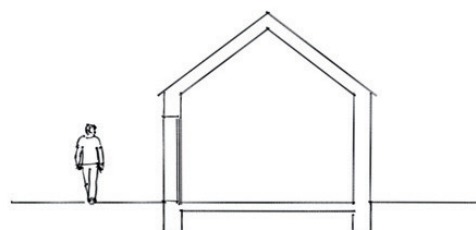
Plan :



Elévation :



Coupe :



PENDANT LA VISITE

L'expérience proposée dans le bus prend en compte les besoins du client et les matériaux, la nature du terrain étant ici la plus neutre possible.

La construction à réaliser est dépendante de la dimension du terrain, de la dimension des blocs, mais aussi de la taille humaine (une figurine est mise à disposition).

LA CONSTRUCTION D'UNE MAQUETTE

Elle est à l'échelle 1/25. Le terrain à bâtir mesure 48 x 48 cm, ce qui correspond en réalité à 12 x 12 m, soit une surface de 144 m².

Les blocs dont disposent les élèves sont :

- 30 blocs de dimensions 8 x 4 x 2 cm, ce qui correspond en réalité à 2 x 1 x 0,5 m,
- 15 blocs de dimensions 6 x 4 x 2 cm, ce qui correspond en réalité à 1,5 x 1 x 0,5 m,
- 15 blocs de dimensions 4 x 4 x 2 cm, ce qui correspond en réalité à 1 x 1 x 0,5 m.

Les blocs utilisés ne s'enchâssent pas les uns dans les autres telles des briques Lego®. Ils ne tiennent que par leur poids propre. L'équilibre recherché viendra donc des principes de statique.

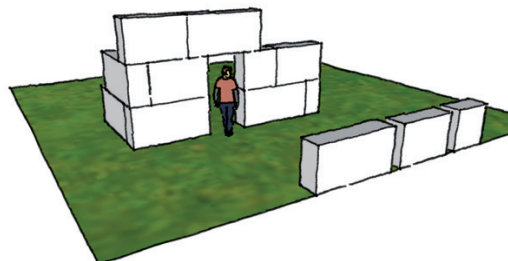
BUTS

- Montrer qu'un empilement simple en hauteur ne fait pas tenir le mur, montrer l'importance des imbrications.
- Montrer qu'un trou dans un mur n'est pas fait de n'importe quelle manière.
- Mur = façade, cloison, séparation.
- Porte = entrée, passage externe/interne.
- Fenêtre = apport de lumière, vision sur l'extérieur.
- Comparer à la mesure humaine.
- Visualiser un espace, un volume agréable à vivre. Le concevoir par rapport à la structure de la famille par exemple. Voir le côté culturel...

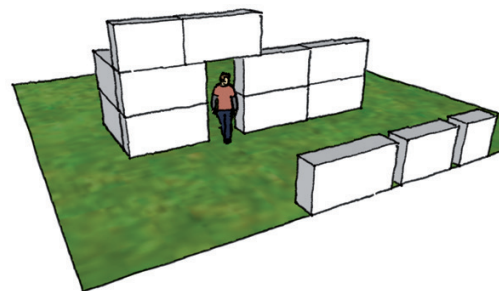
Dans les exemples suivants, le linteau est la pièce qui maintient les matériaux au-dessus d'une ouverture.

Quelques exemples :

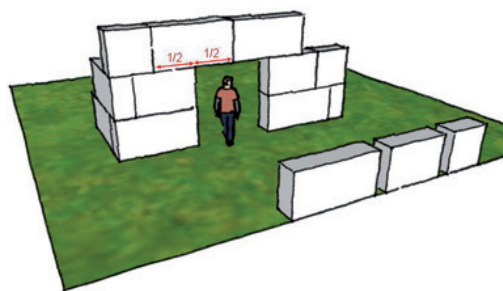
Pour une bonne stabilité des parois, l'imbrication (la disposition des blocs en les faisant se chevaucher) est importante autant dans les parois que dans les angles. Pour une ouverture de 1 mètre de largeur, le linteau de 2 mètres convient.



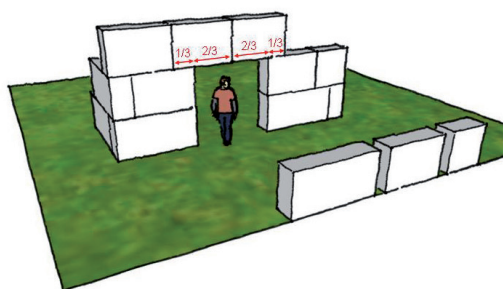
Exemple à ne pas suivre : pas d'imbrication ni dans l'angle, ni dans le pan de mur.



Pour une ouverture de 2 m de largeur, le linteau est constitué de deux blocs de 2 m en porte-à-faux 1/2. L'ensemble est à la limite de la stabilité.



Si on utilise deux blocs de 1,5 m pour une ouverture de 2 m de large, pour le linteau le porte-à-faux est de 2/3. L'ensemble n'est pas stable.



APRÈS LA VISITE PROPOSITION D'ACTIVITÉ AVEC LES ÉLÈVES

DÉCOUVRIR DIFFÉRENTS PROCÉDÉS CONSTRUCTIFS

En proposant aux élèves différents matériaux, faites construire l'édifice le plus haut, avec :

- Le modelage, avec un bloc d'argile à modeler,
- L'empilement de briques, avec des morceaux de sucre,
- L'emboîtement, assemblage avec des tiges de bois, du fil de fer, de la colle, du carton.

L'architecture est ainsi abordée d'un point de vue technique.

Dans un premier temps, l'activité permet aux élèves de prendre conscience de la richesse des liens entre les matériaux et les techniques.

Dans un deuxième temps, les élèves expérimentent comment l'architecte va jouer avec les procédés constructifs pour concevoir un bâtiment.

Ces expériences amènent la réflexion sur les différentes sortes d'habitats, les structures d'origine, l'évolution des matériaux, l'espace dans les différentes cultures. Igloo inuit ou case africaine, si les matériaux ne sont pas les mêmes, les agencements intérieurs peuvent néanmoins se rapprocher sur certains points.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

TRIBU'ARCHITECTURE

C'est une société à responsabilité limitée fondée en mars 2000 par trois architectes EPFL. Ils se consacrent à trois domaines d'activité principaux : l'architecture, l'urbanisme et la sensibilisation à l'environnement construit auprès du public. Ils proposent des ateliers pédagogiques à l'école pour les enfants de 6 à 12 ans.

<http://www.tribu-architecture.com/>

Une malette pédagogique est disponible au bureau de tribu'architecture, Petit Chêne 19bis, 1003 Lausanne, 021/213 02 18

OUVRAGES

- Satoshi KAKO
Pourquoi une maison ?
Paris, Editions «l'école des loisirs», 1992
- Piero VENTURA
La maison : son architecture et son rôle à travers les siècles
coll. Objet et choses de la vie des hommes, Paris
- Daniel ARQUIE et Thierry LEFEVRE
Des jeux pour se repérer et s'orienter
Paris, Editions RETZ, 1995 chemins pour aller à l'école
- Claude DELAFOSSE
illustrations : Donald GRANT
La maison
coll. Mes première découverte, Paris, Editions Gallimard, 1991
- Françoise DETAY-LANZMANN et Nicole HIBERT, illustrations : Alain KORKOS
Les maisons
coll. Premiers Regards, Paris, Editions Mango, 1994
- Ron VAV DER MEER, et Deyan SUDJIC
Architecture
Paris, Editions du Seuil, 1997
- Michèle BONARD et MIX & REMIX
Environnement Construit
Lausanne, Editions Loisirs et Pédagogie, 2006

JEU ÉDUCATIF EN RAPPORT AVEC L'ARCHITECTURE

- «Architek», jeu composé de 18 blocs géométriques de formes variées et de 90 cartes proposant 120 problèmes, Chenelière, 1991
- «Villa Paletti», jeu de société réalisé par Bill Payne et publié en 2001 par Zoch. Les joueurs doivent construire la villa la plus haute possible en utilisant des colonnes sans faire écrouler la structure.
http://fr.wikipedia.org/wiki/Villa_Paletti

LOGICIEL

Swiss map trophy, le logiciel didactique et ludique pour apprivoiser la carte et le terrain, CD-Rom, Mac + Win, DMF, 1996

SITES INTERNET

Repères pédagogiques en architecture pour jeune public, développé par les ministères français de la Culture et de la Communication et de l'Éducation nationale.

http://public.archi.fr/PubliDAPA/DAPA/Repere_pedago.pdf

Dessiner un plan de maison soi-même avec un logiciel facile d'utilisation

<http://www.citemaison.fr/Aide-plans-maison-comme-un-architecte.html>

MUSÉES

Musée romain de Lausanne

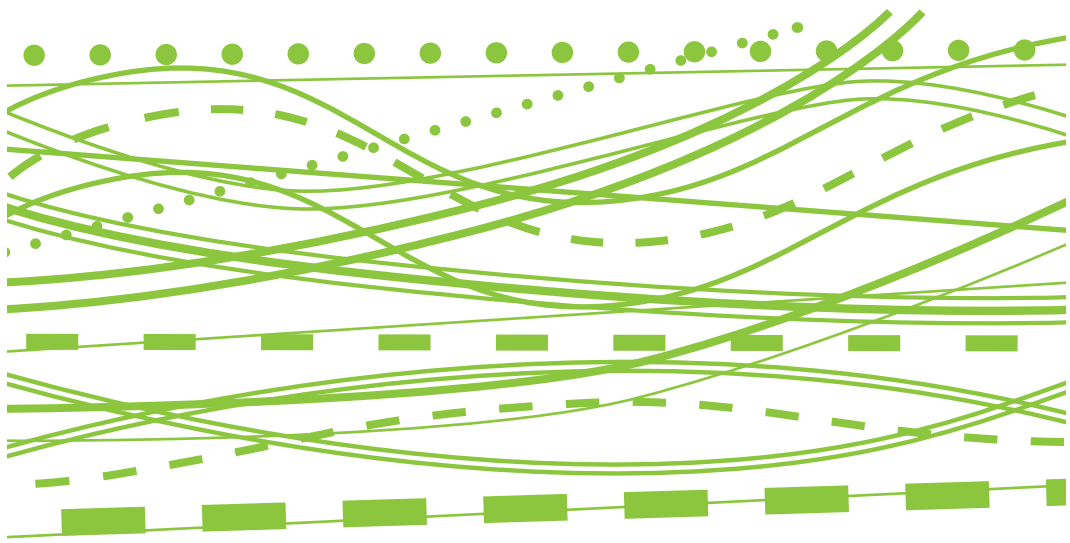
<http://www.lausanne.ch/mrv>

«A deux pas du lac, dans le cadre verdoyant d'un jardin de style méditerranéen, le musée romain abrite les vestiges d'une riche demeure antique et présente, dans son exposition permanente, le mobilier archéologique découvert sur le site de Lousonna. Chaque année, des expositions temporaires proposent un regard renouvelé et parfois décalé sur l'archéologie et le passé, romain ou non. Des visites guidées, des ateliers pour les classes et des animations contribuent aussi à rendre vie à l'Antiquité, en offrant des voyages dans le temps au public jeune et moins jeune. A quelques pas du musée, enfin, la promenade archéologique offre un complément idéal à la visite du musée pour qui souhaite découvrir les ruines de l'antique centre-ville, le forum.»

<http://www.ballenberg.ch/>

«Au Ballenberg, il était une fois la Suisse. Plus de 100 maisons originales, vieilles de plusieurs siècles, provenant de toutes les régions du pays, deux cent cinquante animaux de ferme de races indigènes, des jardins et des champs entretenus comme autrefois, des démonstrations d'artisanat traditionnel et de nombreuses manifestations thématiques vous permettront de revivre le passé comme si vous y étiez !»

Pour les écoles : http://ballenberg.ch/fr/Offres/Ecoles/Journees_decouvertes



Génie civil

INTRODUCTION

GÉNIE : ART DE LA CONSTRUCTION CIVIL : RELATIF AUX INFRASTRUCTURES CIVILES DESTINÉES À LA COLLECTIVITÉ

Le Génie Civil intègre la construction et l'entretien des infrastructures physiques de la société, ainsi que l'utilisation et la conservation des ressources naturelles dans un souci de bien-être général. L'ingénieur civil est à la fois concepteur, bâtisseur, visionnaire et gestionnaire. Outre une grande culture technique, il possède le sens des rapports humains et se soucie des conséquences sociales de ses projets. C'est la science au service des besoins de la société. Le Génie Civil offre un domaine d'activités aussi passionnant que varié où la routine n'a pas sa place. Cette formation pluridisciplinaire s'adresse aussi bien aux femmes qu'aux hommes.

La Section de Génie Civil forme l'ingénieur du XXI^e siècle en portant l'accent sur l'interdisciplinarité grâce à une formation transdisciplinaire commune aux 3 sections de la faculté ENAC (Génie civil, Sciences et ingénierie de l'environnement, Architecture) selon son concept «Projeter ensemble». Tout en reconnaissant les spécificités propres à chaque domaine, ce concept encourage le partage des connaissances et prépare le futur ingénieur à intégrer et à conduire des projets où interviennent de multiples acteurs et enjeux.

LE GÉNIE CIVIL : LA PROFESSION DE L'ÉQUILIBRE

Les domaines du Génie Civil sont très variés, mais on peut citer : les structures, la géotechnique, l'hydraulique, les transports et l'environnement.

L'ingénieur·e GC travaille à la conception, la réalisation, l'exploitation et la réhabilitation.

AVANT LA VISITE

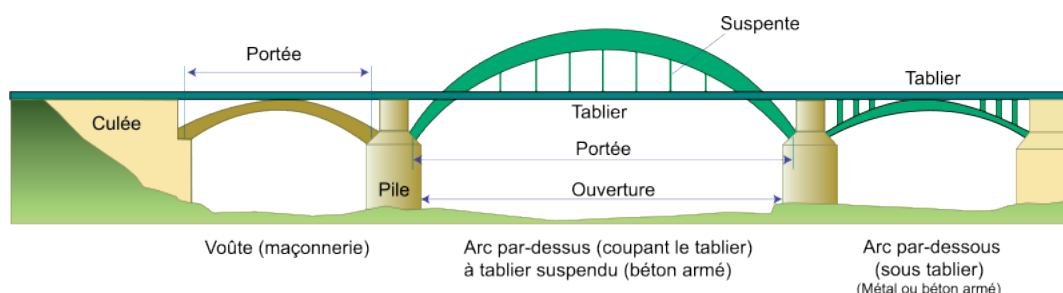
L'expérience présentée dans le bus a été choisie en fonction de son caractère historique.

L'arc est un assemblage de pierres et de briques pour franchir un espace au moyen d'une courbe. Dans la construction du Génie Civil, il a connu des applications multiples à travers les siècles dans les bâtiments et les ouvrages d'art, adopté déjà par les Romains, développé au Moyen-Âge et prédominant dans l'architecture romane.

QUELLES SONT LES DIFFÉRENTES PARTIES D'UN PONT ?

À la base, la structure d'un pont est la suivante :

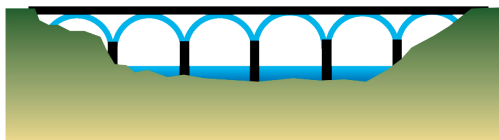
- Le tablier constitue la partie qui supporte les voies de circulation.
 - Les culées servent de point d'appui aux extrémités du tablier.
 - Les piles portent le tablier entre les culées, si la longueur du tablier le nécessite.
- Dans le cas des ponts suspendus et des ponts à haubans, le tablier est soutenu par des suspentes ou des haubans accrochés à des pylônes.
- Les travées sont les parties du pont comprises entre les piles ou entre une pile et une culée.



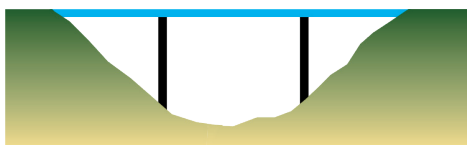
CONNAISSEZ-VOUS LES DIFFÉRENTS TYPES DE PONTS ?

Les parties dessinées en bleu sont les structures porteuses.

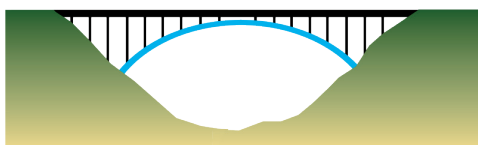
LE PONT À VOÛTES



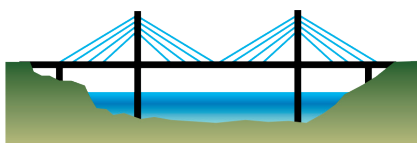
LE PONT À POUTRE



LE PONT EN ARC

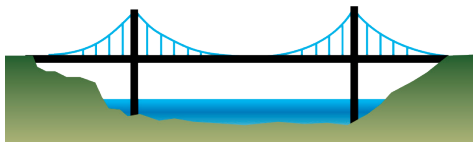


LE PONT À HAUBANS



Le tablier peut être en béton.
Sur le viaduc de Millau, il est en acier.

LE PONT SUSPENDU



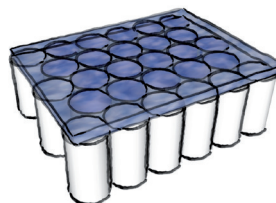
Le tablier doit être en métal.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

FABRIQUER UN PLATEAU EN PAPIER QUI A DE QUOI SURPRENDRE !

MATÉRIEL

– Feuilles de papier A4, scotch.
Réalisez des cylindres de papier de 21 cm de hauteur et disposez-les debout sous un plateau en plexiglas par exemple, sur lequel un enfant peut monter.

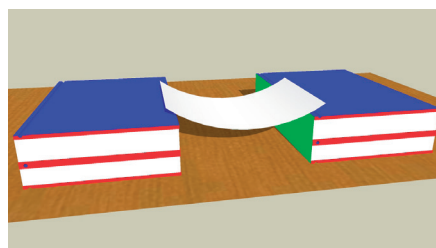


FABRIQUER UN PONT... EN PAPIER

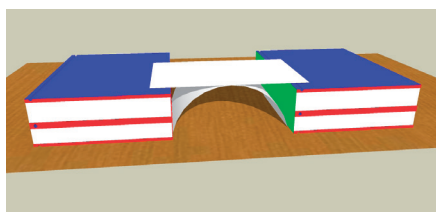
L'expérience pourra se faire par exemple sous la forme d'un jeu. Le défi est de faire passer une voiture miniature sur une feuille de papier posée entre deux piles de livres.

MATÉRIEL

– Feuilles de papier A4, scotch.

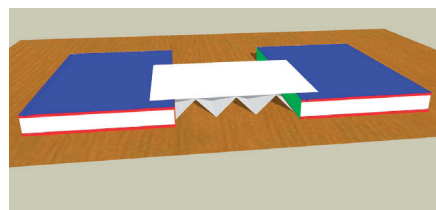


SOLUTIONS



On retrouve ici les culées, formées par les livres, nécessaires aux appuis de l'arc.

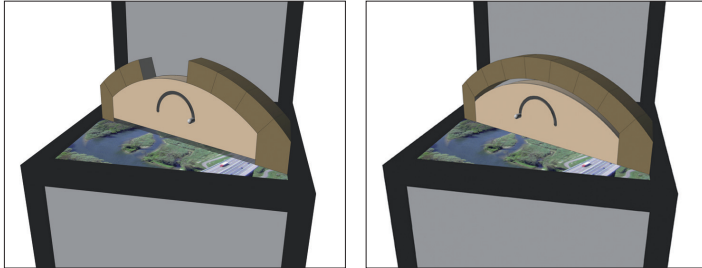
AUTRE EXEMPLE



PENDANT LA VISITE

ETUDE DE L'ÉQUILIBRE ET DE LA STABILITÉ D'UN ARC EN PLOTS MONTAGE

Monter l'échafaudage provisoire pour permettre la pose de l'arc, construire l'arc complet en partant de chaque appui pour terminer à la clé, puis descendre l'échafaudage et l'enlever.



OBSERVATION

L'arc reste en place, il est en équilibre sous l'effet de son poids propre.

EXPÉRIMENTATION

Presser verticalement sur l'arc avec les mains

- symétriquement : l'arc ne bouge pas
- d'un seul côté progressivement : l'arc finit par s'effondrer.

EXPLICATION

Grâce à la bonne forme de l'arc, aux charges réparties le long de l'arc (essentiellement dues à la gravité), aux 2 appuis rigides (qui empêchent les pieds de l'arc de s'écarter) et à la compression qui apparaît entre les plots (pas de glissement), le fonctionnement de l'arc est idéal : il reste immobile, donc en équilibre stable ; si l'une de ces qualités disparaît, par exemple si la charge principale n'est pas symétrique, l'arc se met en mouvement, subit de grands déplacements, devient instable et s'écroule (ruine).

CONCLUSION

L'arc en plots est une belle illustration des moyens mis en œuvre pour garantir l'équilibre d'une construction.

APRÈS LA VISITE

Le travail en amont de l'ingénieur GC est très important. C'est à ce moment-là qu'il analyse les interactions avec l'environnement : habitations, contraintes naturelles, autres ouvrages, ...

Comme le montre l'image présentée dans le bus, (cf annexe 1) une construction se situe dans un environnement diversifié.

Avec les élèves, vous pourrez retrouver tous les paramètres qu'il faut considérer avant d'entamer la construction du pont : présence d'habitations, routes, rivière, berges, centrale hydroélectrique...

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

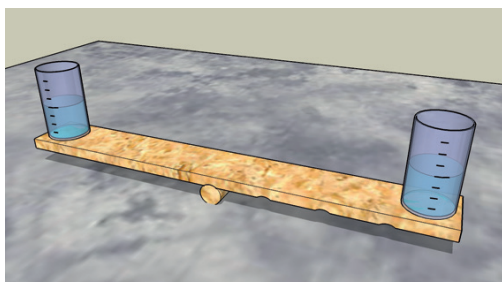
Il est possible d'aborder différentes notions telles que forces, contraintes, charge, poids, surcharge... On peut décrire la contrainte comme la répartition des forces à l'intérieur d'un solide soumis à une charge (son poids propre). Le poids est une force due à la masse. La surcharge est la charge que l'on va rajouter sur le tablier.

TROUVER LA CONDITION D'ÉQUILIBRE DE LA BALANÇOIRE

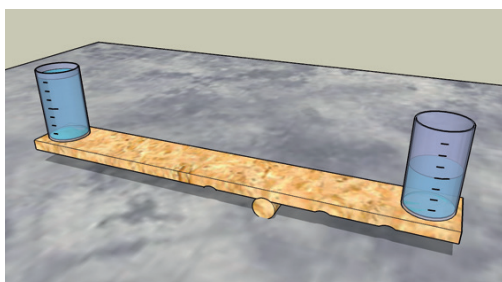
L'équilibre: sur une balançoire, la condition d'équilibre est l'égalité des moments des deux poids P_1 et P_2 , soit : $P_1 \times d_1 = P_2 \times d_2$, d_1 et d_2 étant les distances à l'axe

EXPÉRIENCE

laisser aux élèves le soin de retrouver d_1 , d_2 , P_1 et P_2 :



Il y a autant d'eau dans les deux verres,
 $P_1 = P_2$, alors $d_1 = d_2$



Il y a deux fois plus d'eau dans le verre 1 que dans le verre 2, $P_1 = 2 P_2$, alors $2 \times d_1 = d_2$

TESTER LE PORTE-À-FAUX

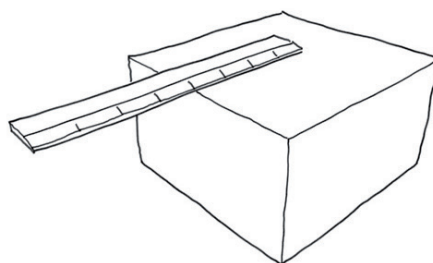
Une installation est dite en porte-à-faux lorsqu'un élément est supporté par une partie qui est elle-même au-dessus du vide, c'est-à-dire sans support immédiatement en dessous de l'élément en «porte-à-faux».

Une installation en porte-à-faux comporte un risque de déséquilibre ou de rupture en cas de surcharge car elle repose sur la solidité des supports.

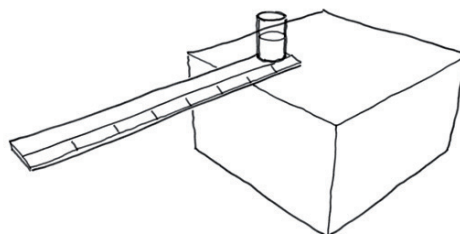
EXPÉRIENCE

Les élèves peuvent tester le porte-à-faux avec une règle au bord de la table par exemple :

La partie sur la table et la partie dans le vide sont de longueurs égales, il y a un équilibre limite.



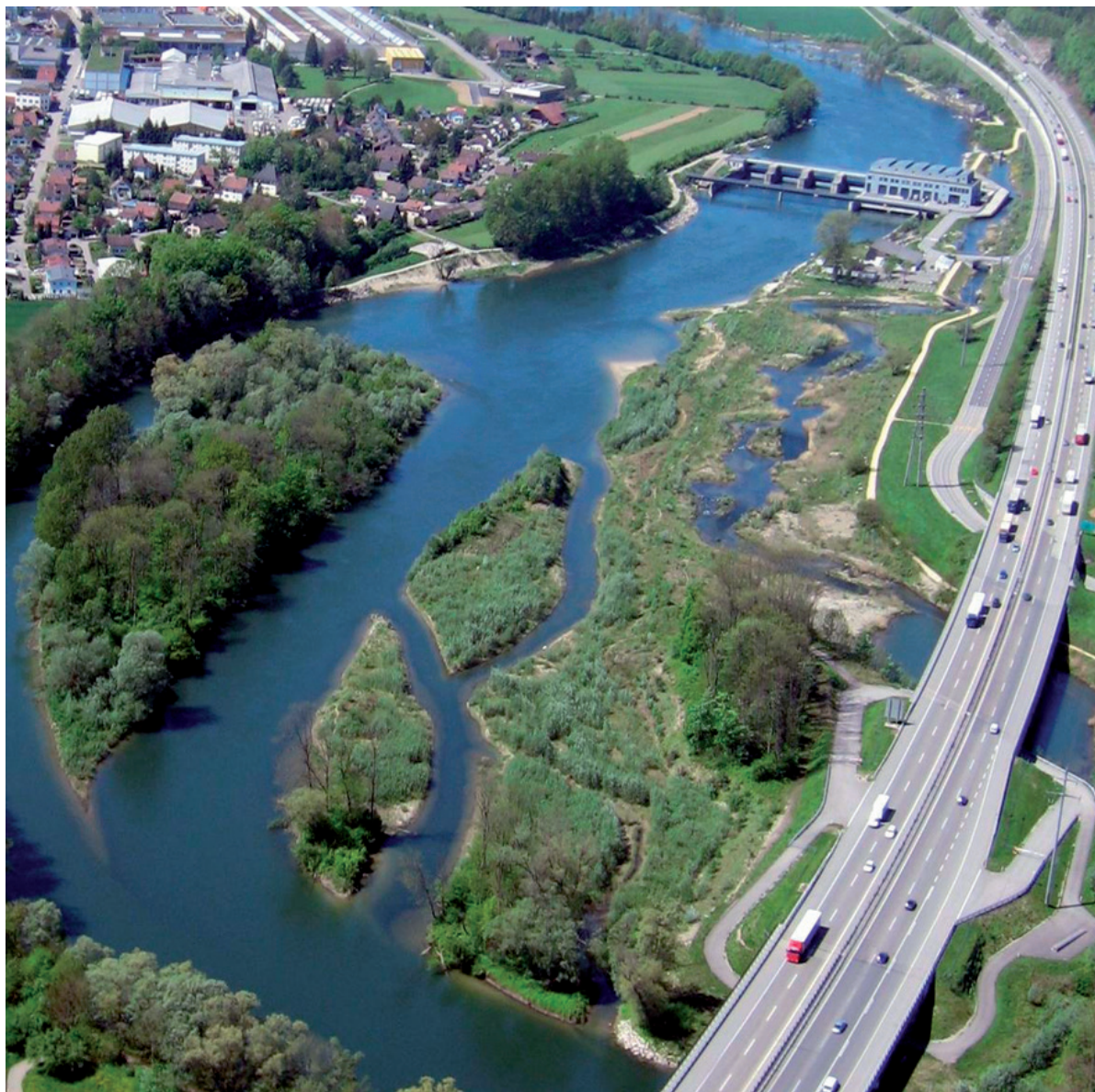
La partie au-dessus du vide est plus longue, il faut rajouter un poids sur la partie posée sur la table pour retrouver l'équilibre.

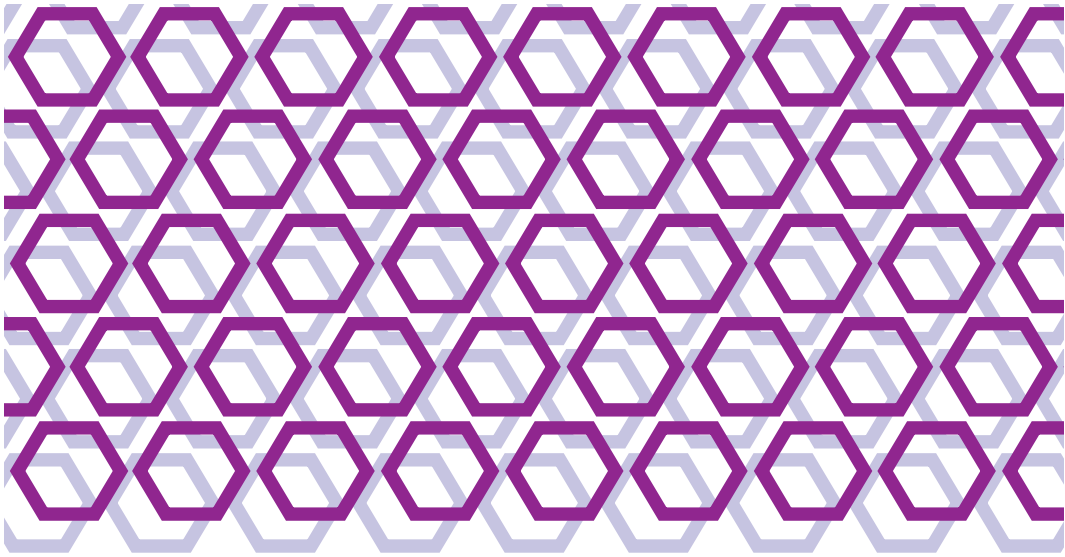


BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Pont>
- <http://www.les-ingenieurs-construisent-la-suisse.ch/>

ANNEXE 1





Science et génie des matériaux

INTRODUCTION

Les matériaux font partie intégrante de notre environnement : voitures, avions, satellites, ordinateurs, équipements sportifs et médicaux pour ne citer que quelques exemples. La science des matériaux a pour objectif de contrôler la structure de la matière jusqu'à l'échelle atomique, et d'optimiser ses procédés de mise en œuvre pour obtenir des matériaux performants et novateurs pouvant satisfaire les exigences et les besoins de la société d'aujourd'hui et de demain.

La Section Science et Génie des Matériaux de l'EPFL est hautement multidisciplinaire ; elle possède son propre corps de connaissances tout en s'appuyant sur les sciences de base telles que la physique et la chimie, ainsi que sur des domaines d'ingénierie que sont la mécanique et le génie chimique. Motivée en premier lieu par la curiosité scientifique, cette discipline vise les retombées pratiques et a des liens étroits avec l'industrie. De même, située au carrefour des technologies, elle est respectueuse de l'environnement et vise également une utilisation optimale et économe des ressources naturelles.

Dynamiques, offrant un large éventail de débouchés et de carrières très prometteuses, les études dans ce domaine prennent en compte les aspects techniques, scientifiques, humains, écologiques et économiques dans des applications aussi variées que la microtechnologie, la communication, la biomédecine, l'aéronautique, le sport, et l'énergie.

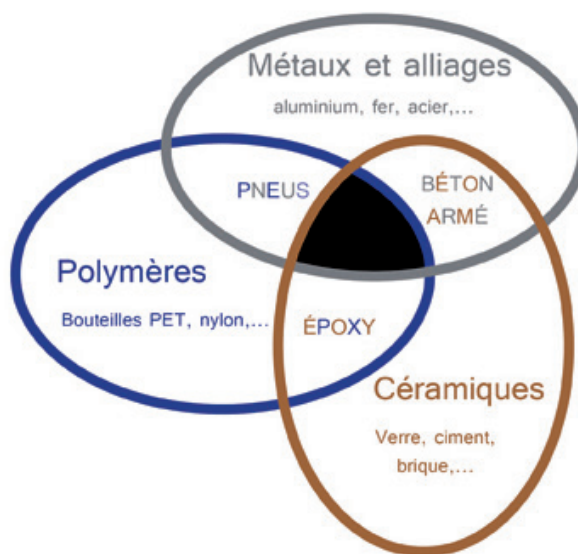
AVANT LA VISITE

Pendant des millénaires, la pierre, le bois et d'autres éléments naturels ont été les seuls matériaux utilisés et façonnés par l'homme. Aujourd'hui notre civilisation en est encore largement à l'âge du fer (aciers) pour les matériaux de structure et du silicium pour les technologies de l'information. Pourtant, on assiste ces dernières années à une véritable explosion de la diversité des matériaux mis en œuvre pour des applications de plus en plus ciblées : composites avec fibres de carbone ou Kevlar® pour le sport, alliages à base de titane, d'aluminium ou de magnésium pour l'industrie automobile ou l'aéronautique, superalliages à base de nickel pour les réacteurs d'avion, biomatériaux pour remplacer ou réparer des organes du

corps humain défectueux ou lésés, nanomatériaux céramiques pour la miniaturisation de composants électroniques ou microtechniques, verres céramiques pour des applications thermiques, etc.

QUELLES SONT LES GRANDES FAMILLES DE MATÉRIAUX ?

En général, on admet qu'il y a quatre grandes familles de matériaux. Nous avons ainsi les plastiques (ou polymères), les métaux (et alliages), les céramiques et les composites. Chaque famille a des particularités spécifiques par rapport à la composition, l'origine et la structure du matériau.



QUELLES SONT LEURS CARACTÉRISTIQUES ET QUELS SONT LES MATÉRIAUX QUI LES COMPOSENT ?

LA PLUPART DES POLYMÈRES SONT FABRIQUÉS À PARTIR DE PÉTROLE

Il existe quand même quelques polymères naturels comme le caoutchouc naturel. De nombreux objets de notre vie de tous les jours sont conçus dans différents plastiques. C'est le cas par exemple des bouteilles d'eau minérale (PET : polyéthylène téréphtalate), des bas en nylon (PA : polyamide), des briques de Lego® (ABS : acrylonitrile butadiène styrène) ou des fixations de ski (POM : polyoxyméthylène).

LES MÉTAUX SONT ÉGALEMENT BIEN CONNUS

Ils sont généralement bons conducteurs thermiques et électriques. On connaît par exemple le plomb (plombs d'imprimerie, plomb de pêche), l'étain (soudures, vaisselle de décoration, channes)

ou l'aluminium (papier aluminium, canettes, fenêtres, volets) ou les alliages de métaux (mélanges de plusieurs métaux) comme l'acier (fer et carbone), le laiton (cuivre et zinc) ou le bronze (cuivre et étain).

LES CÉRAMIQUES SONT TRÈS PRÉSENTES DANS NOTRE VIE QUOTIDIENNE

Elles sont très résistantes aux hautes températures mais très fragiles lors de chocs. Le verre, le ciment ou l'argile font ainsi partie de cette famille. Actuellement, on parle de «céramiques nouvelle génération» ou plus précisément de céramiques fonctionnelles. Celles-ci ont des propriétés optiques, magnétiques et électriques de plus en plus utilisées.

Lorsqu'on stimule une céramique, celle-ci renvoie une réponse électrique. Par exemple, les capteurs thermiques des caméras infrarouges sont en céramique: la chaleur détectée est traduite en messages électriques. Ceux-ci sont ensuite convertis en images.

LA 4^e FAMILLE EST UN MÉLANGE DE TOUTES LES AUTRES

Il s'agit des composites, qui, comme son nom l'indique, sont composés de différents matériaux. On peut citer le béton armé, composé de granulats, de ciment d'eau et d'armatures métalliques, qui permet de construire bâtiments, ponts ou tunnels. Les fibres de carbone alliées de polymères offrent un matériau composite utilisé dans les ailerons de voiture par exemple. Elle est composée de fibres de carbones noyées dans de la résine époxy. Les matériaux composites sont de plus en plus utilisés en raison de leurs nombreuses qualités qui permettent des innovations technologiques. Ils peuvent être à la fois très légers et très résistants, comme c'est le cas de la fibre de carbone, ce qui présente un avantage certain dans des domaines tels que l'aérospatial et le sport.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

DEMANDER AUX ÉLÈVES D'APPORTER CHACUN UN OBJET

Les élèves trient les différents objets suivant le matériau et les classent en grandes familles (polymère, métal, céramique, composite).

TROUVER UNE NOUVELLE FAÇON DE CLASSER LES OBJETS

Les élèves trouvent ce qui caractérise ces matériaux (dureté, conductibilité électrique, masse/densité, couleur, aspect au toucher, etc.), puis les classe selon leurs propriétés physiques, chimiques et mécaniques.

LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES

Elles tiennent compte du comportement du matériau lorsqu'il est chauffé, refroidi, soumis à différentes longueurs d'ondes ou à un champ électrique ou magnétique.

- Le matériau est-il conducteur de courant ou isolant ? > conductibilité électrique
- Le matériau est-il attiré ou non par un aimant ? > propriétés magnétiques
- Le matériau laisse-t-il passer la chaleur ? > conductibilité thermique
- Le matériau se dégrade-t-il lorsqu'on le laisse longtemps au soleil ? > résistance aux UV

LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

Elles déterminent la résistance à la corrosion.

- Le matériau se détériore-t-il en présence d'acide ?
- Le matériau rouille-t-il ?

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

Elles caractérisent le comportement d'un matériau soumis à différentes forces.

- Le matériau se raye-t-il ? > dureté
- Le matériau glisse-t-il facilement sur une autre surface ou résiste-t-il ? > force de frottements par rapport à une surface
- Peut-on plier le matériau ? > rigidité
- La résistance à la fatigue peut être testée en soumettant un matériau à une force trois fois inférieure à son seuil de rupture. Les magasins Ikea présentent ces tests (résistance d'un fauteuil). De nombreux matériaux sont soumis à ce genre de tests très importants: les câbles de téléphérique, les cordes d'escalade, les amortisseurs de voiture, etc.
- Le matériau absorbe-t-il les chocs ? > amortissement

PENDANT LA VISITE

Certains métaux sont facilement déformables par la contrainte mécanique (trombone par exemple). Mais lorsqu'il s'agit de leur redonner leur forme initiale, c'est plus difficile. Les alliages à mémoire de forme (AMF) ont la particularité de reprendre leur forme initiale grâce à la chaleur ! L'expérience présentée lors de la visite vous permettra de tester un de ces alliages. Vous pourrez tordre le fil de fer, le plonger dans un bain-marie et, ressorti de l'eau chaude, votre fil de fer aura pris la forme qu'il avait en mémoire...

MÉCANISME

La matière est composée d'atomes, que l'on peut comparer à des boules. Pour former une molécule, les atomes s'arrangent d'une certaine façon. Cet arrangement suit des règles géométriques et constitue un réseau cristallographique. Les métaux à mémoire de forme ont deux phases cristallographiques : la phase austénitique et la phase martensitique.

Alors que les matériaux courants ont un comportement élastique, fragile, cassant, etc., les matériaux présentant une phase martensitique récupèrent leur forme initiale lorsqu'on les chauffe. Cette particularité s'appelle l'effet de mémoire de forme.

En général, lorsqu'une forte contrainte mécanique est exercée sur un métal, les atomes sont déplacés de façon irréversible. Mais dans le cas des AMF, la phase martensitique permet de réarranger les atomes sans pour autant les déplacer : ce sont des groupes entiers d'atomes qui vont se réorganiser en cisaillements, sur une faible distance, sans

changer de voisins. On appelle cela une «déformation homogène du réseau cristallin».

Dans le langage courant, quand on parle de changement de phase, on pense à l'eau qui devient glace ou vapeur (liquide > solide ou liquide > gaz). Dans le cas d'un changement de phase martensitique, on passe de solide à solide, mais avec un autre arrangement des atomes. Cette transformation de phase de certains alliages de métaux va donner comme propriétés :

- L'effet mémoire de forme
- La superélasticité
- Le fort amortissement

Nous ne parlerons ici que de l'effet mémoire de forme.

Pour qu'un alliage retrouve une forme souhaitée, il faut lui «apprendre» cette forme. Cela se fait à haute température, en phase dite austénitique. Puis lorsque l'alliage va refroidir à température ambiante, il y a passage à la forme martensitique, c'est-à-dire que ses atomes vont se réarranger et le métal va prendre une autre forme. On pourra alors transformer celui-ci avec des contraintes mécaniques, lui donnant encore une autre forme. Ensuite, si on réchauffe notre morceau de métal, il va reprendre sa forme initiale, celle qu'il avait «apprise» en phase austénitique.

Phase austénitique = phase à haute température, mise en mémoire d'une forme définie
Phase martensitique = phase à basse température, déformation de l'objet

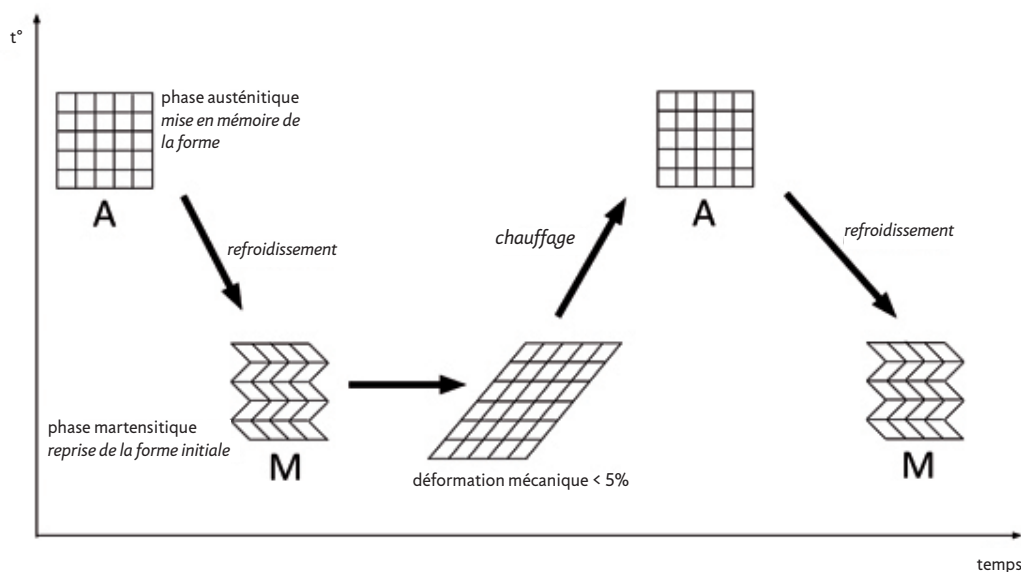


Schéma présentant le mécanisme de transformation des alliages à mémoire de forme.

Les températures de transformation et de mise en mémoire d'une forme vont dépendre des alliages utilisés : composition chimique et traitement thermomécanique.

Une des premières applications a été un manchon d'accouplement pour avion. Le joint devant relier deux tubes était dilaté en phase martensitique. Lorsqu'il a été chauffé, il s'est resserré, permettant ainsi de joindre les deux tubes de façon étanche et très stable.

D'autres applications sont réalisées dans le domaine biomédical : on donne une forme fermée à des agrafes en phase austénitique, qui deviennent ouvertes en phase martensitique, ce qui permet la pose d'agrafes dans le corps. A température du corps, celles-ci vont se fermer toutes seules.

APRÈS LA VISITE

La science des matériaux étant très vaste, on pourrait se focaliser sur une ou quelques propriétés. Certaines sont intuitives, auxquelles on pense tout de suite, et d'autres sont peut-être moins évidentes. Nous vous proposons ici d'autres aspects des matériaux, ainsi que des exemples de domaines d'utilisation.

DÉFORMATION PLASTIQUE OU ÉLASTIQUE ?

Lorsqu'on fait subir à un matériau une déformation plastique, celle-ci est par définition irréversible. À l'inverse, une déformation élastique est réversible, à l'image même de l'élastique.

LES POLYMÈRES

Les polymères sont constitués de longues chaînes appelées macromolécules qui sont fortement enchevêtrées. On peut comparer cela à des spaghettis emmêlés. Si on les soumet à des contraintes de traction (si on tire d'un côté), ces chaînes auront tendance à s'orienter dans la direction de l'étirement. La facilité de déformation d'un polymère dépend de la nature et du nombre de liaisons entre les chaînes. S'il y a uniquement des liaisons chimiques (points de réticulation) et en faible nombre, le polymère peut atteindre de grandes déformations (comportement élastique). Mais en présence d'un grand nombre de liaisons chimiques ou physiques (par exemple des zones cristallines), le polymère sera plus difficilement déformable. Certains polymères comme le polyé-

thylène (contenant des zones cristallines) peuvent néanmoins atteindre de grandes déformations si l'on applique une contrainte suffisamment élevée. Mais ces déformations sont irréversibles et ces matériaux sont dits « plastiques ».

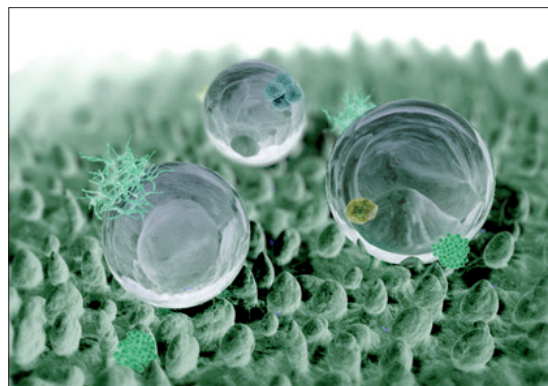
INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

La réaction à la température est une caractéristique des matériaux (voir « Avant la visite »). Un des plus anciens matériaux utilisés par l'Homme est la terre cuite, ou argile. Il en existe de nombreuses sortes, en fonction de leur composition en minéral, les phyllosilicates hydratés (composés par empilement de plusieurs couches ou feuillets). Les plus connus sont les micas et le feldspath. Plus généralement, les argiles représentent des roches érodées très fines, d'une taille inférieure à 0,002 mm. Mélangées à l'eau, les argiles forment une sorte de boue malléable et durcissent à l'air libre. Cependant, les objets obtenus restent très fragiles et ne résistent pas à l'eau. Mais si on cuit des objets façonnés en argile, ceux-ci seront résistants à l'eau. En effet, la cuisson (1000 à 2000°C) permet de transformer le matériau en lui donnant ainsi d'autres propriétés, comme l'imperméabilité. D'où le nom de terre cuite...

DOMAINES D'APPLICATIONS DE LA SCIENCE DES MATÉRIAUX

CRÉATIVITÉ

La nature est souvent une source d'inspiration pour l'ingénieur, notamment dans les matériaux. Ainsi, les feuilles de lotus, dans des mares souvent bouseuses, sont toujours immaculées grâce à la structure granitée (nanostructurée) de leur surface.



William Thielicke (Source Wikipedia)

Cet effet, dit de lotus, permet à la pluie qui ruisselle d'entraîner les impuretés : il a permis de concevoir de nouveaux matériaux pour des surfaces autonettoyantes ou hydrophobes.



(Source Wikipedia)

ENVIRONNEMENT

La mise au point d'une matière plastique telle que le polyéthylène téréphtalate (PET) permet non seulement de créer des emballages de boissons extrêmement légers et hygiéniques, mais également recyclables. Après usage, en tant que récipient, le PET peut être transformé en fibres utilisées dans les vestes polaires et les moquettes.

Une autre utilisation envisagée du PET recyclé est la fabrication d'isolations murales. Un procédé de moussage permet ainsi d'obtenir un matériau léger et solide avec de bonnes propriétés d'isolation thermique et acoustique.



NOUVELLES TECHNOLOGIES

Les matériaux avancés occupent une place essentielle dans toutes les applications de très haute technologie : capteurs infrarouges, caméras CCD, mémoires permanentes d'ordinateurs, couche de revêtement pour disques DVD, supraconducteurs haute température pour les aimants, superalliages pour les moteurs d'avions, tuiles céramiques pour les navettes spatiales, etc.

Citons les mémoires permanentes développées pour les nouvelles générations d'ordinateurs et de cartes à puces. Le défi du futur consiste à minia-

turer la taille de ces mémoires jusqu'à 50 nanomètres (0,000 05 mm) pour réaliser des machines encore plus performantes.

SÉCURITÉ

Le médecin sauve des vies certes,... mais après l'accident ! L'ingénieur·e en matériaux essaie lui de limiter les dégâts en amont, par exemple, en concevant et en optimisant les zones de déformations d'un véhicule pour absorber au maximum l'énergie ou en mettant au point des airbags de plus en plus performants.

La déformation d'un capot de voiture en aluminium est fortement influencée par la nature et la structure des précipités au niveau de sa micro-structure.

SANTÉ

Les biomatériaux sont utilisés pour remplacer ou réparer un organe ou un membre lésé. La greffe d'os synthétique injectable permet de renforcer les vertèbres endommagées, évitant ainsi une intervention chirurgicale. L'os se régénère après résorption du produit.

Dans le domaine orthopédique, l'ingénieur·e en matériaux est appelé·e à améliorer, par exemple, l'adhérence de la prothèse à l'os qui l'entoure en agissant sur la texture de la surface au niveau microscopique (création de sites d'ancrage pour les cellules osseuses).

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LE JEU DU «QU'EST CE QUE C'EST ?» (JEU DU TABOU ADAPTÉ)

Les élèves forment deux équipes et un élève ou l'enseignant·e joue le rôle d'arbitre. Celui-ci garde les cartes et demande à un élève d'en tirer une. L'élève doit ensuite faire deviner le mot écrit en haut de la carte à sa propre équipe, mais sans dire les mots écrits en-dessous. L'arbitre est là pour vérifier cela. En un temps imparti (30 sec ou 1 min), l'élève devra faire deviner à son équipe le plus de cartes possibles. A la fin du temps, c'est au tour de l'autre équipe. La personne qui fait deviner

doit être différente à chaque tour. L'équipe ayant fait deviner le plus de mots remporte la partie. (Voir annexe 1).

UN PROJET À RÉALISER PAR GROUPES

Chaque groupe doit réfléchir aux matériaux dont il aurait besoin afin de construire un objet défini au préalable (téléphone, bateau, sac de montagne, train, tente, sac de couchage, objets du quotidien, etc.).

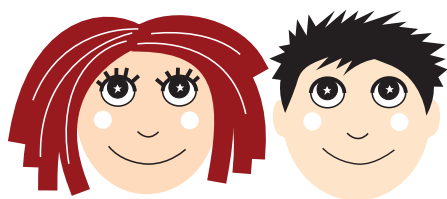
En étudiant les contraintes dues à l'objet (il doit être léger, il doit résister aux chocs, il doit résister à l'eau, etc.), les élèves définissent de quels matériaux ils ont besoin et peuvent même en inventer de nouveaux, qui seraient des matériaux parfaits, répondant à toutes leurs contraintes.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

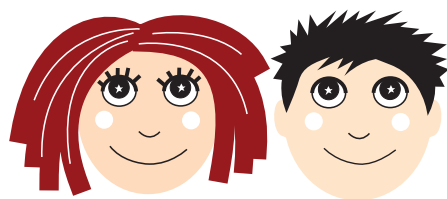
- Un catalogue non exhaustif de quelques matériaux et de leurs utilisations
Petit catalogue des matériaux Espace des Inventions de Lausanne.
Une publication pour les enfants sur le thème des matériaux
[http://sciensationnel.epfl.ch/webdav/site/sciensationnel/shared/import/migration/Sciensationnel_MTX_mai07b%20\(2\).pdf](http://sciensationnel.epfl.ch/webdav/site/sciensationnel/shared/import/migration/Sciensationnel_MTX_mai07b%20(2).pdf)
- Dossier pédagogique *Feuille, caillou, ciseaux, à la découverte des matériaux*
http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/culture/musees/ecole-musee/fichiers_pdf/dp007_Espacedesinventions.pdf
- Un article traitant des matériaux à mémoire de forme
<http://www.savoirs.essonne.fr/dossiers/les-technologies/mecanique/les-materiaux-ont-de-la-memoire/>
- Quelques films sur le comportement des alliages à mémoire de forme
http://www.youtube.com/watch?v=fsBHF_j2FJ4&feature=related
<http://www.youtube.com/watch?v=fLGaF6cWI04&feature=related>
- Livre expliquant le fonctionnement des matériaux à mémoire de forme et présentant quelques œuvres d'art en relation avec ces matériaux
Mémoire de forme, formes en mémoire Etienne KRÄHENBÜHL, Rolf GOTTHARDT
Presses polytechniques et universitaires romandes

PLEXIGLAS®	TEFLON®
vitre rigide plastique	poêle cuisine gras
ARGILE	SAGEX®
mou poterie terre	blanc léger billes
CAOUTCHOUC	GORE-TEX®
arbre élastique latex	veste chaussure eau
PET	KEVLAR®
bouteille recyclage plastique	gilet gants police

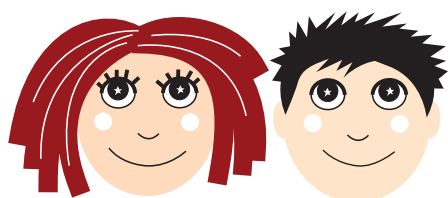
Les sciences, ça m'intéresse!



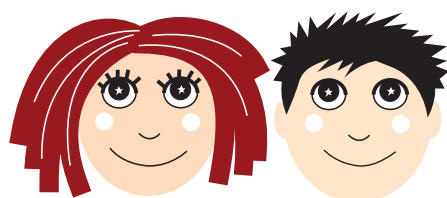
Les sciences, ça m'intéresse!



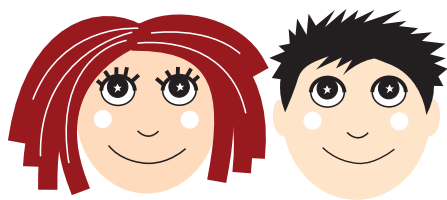
Les sciences, ça m'intéresse!



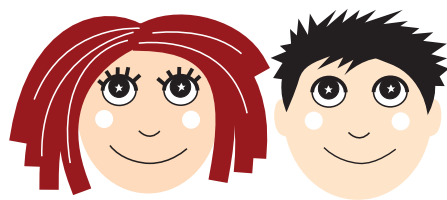
Les sciences, ça m'intéresse!



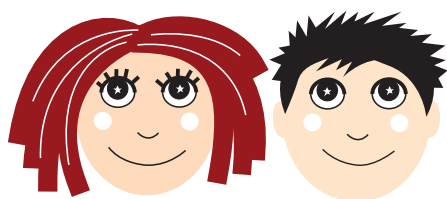
Les sciences, ça m'intéresse!



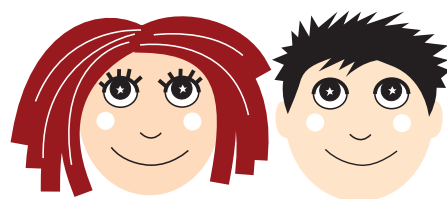
Les sciences, ça m'intéresse!



Les sciences, ça m'intéresse!

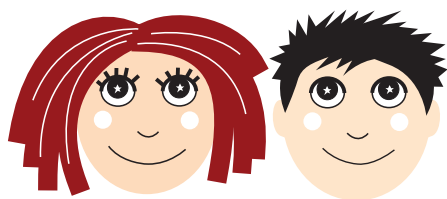


Les sciences, ça m'intéresse!

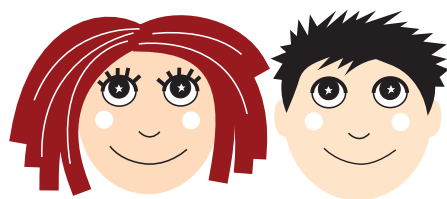


CRISTAL	ALUMINIUM
verre cher fragile	gris métal papier
DIAMANT	ETAIN
dur éternel bijoux	soudure fil métal
CIMENT	PORCELAINE
mur gris briques	assiette fragile blanc
BETON	VERRE
ciment mur camion	boire fenêtre coupant

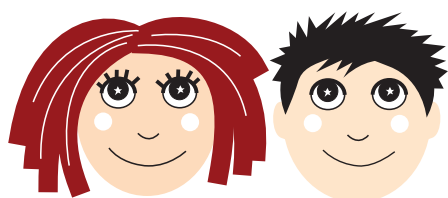
Les sciences, ça m'intéresse!



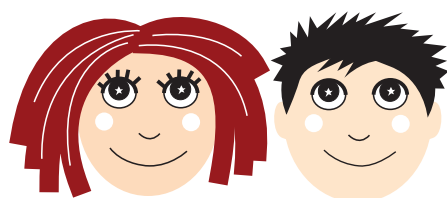
Les sciences, ça m'intéresse!



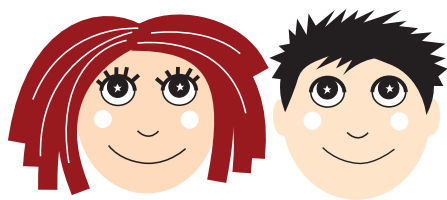
Les sciences, ça m'intéresse!



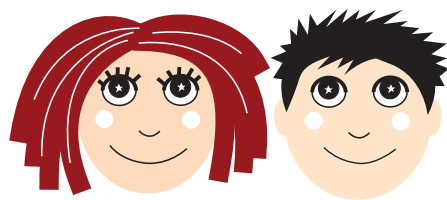
Les sciences, ça m'intéresse!



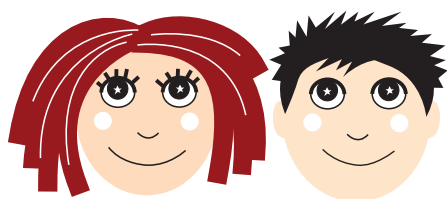
Les sciences, ça m'intéresse!



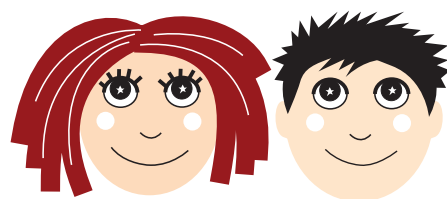
Les sciences, ça m'intéresse!



Les sciences, ça m'intéresse!

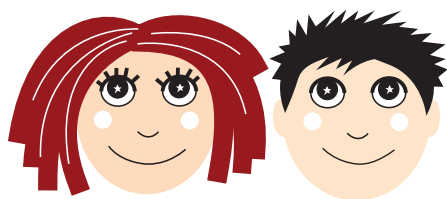


Les sciences, ça m'intéresse!

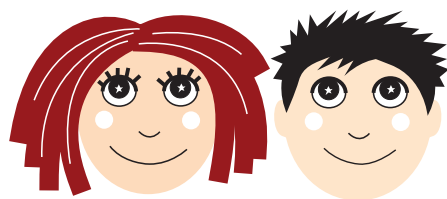


NICKEL	FER
conducteur métal irritant	métal cheval rouille
ACIER	CUIVRE
solide métal gras	casserole jaune conducteur
BRONZE	TITANE
brun-vert médaille âge	technologie avion solide
PLOMB	FIBRES DE CARBONE
lourd pêche fusil	avion raquette de tennis vélo

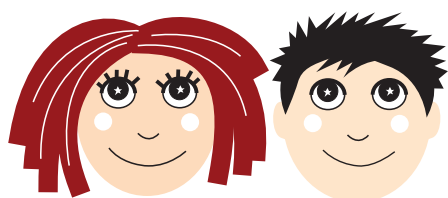
Les sciences, ça m'intéresse!



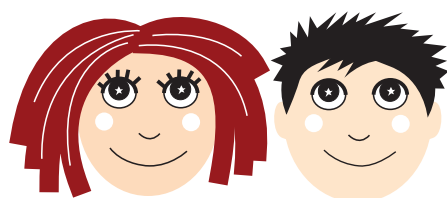
Les sciences, ça m'intéresse!



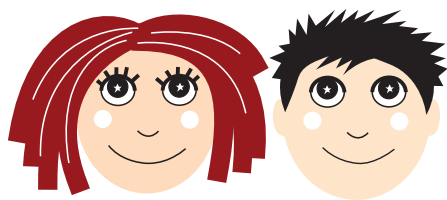
Les sciences, ça m'intéresse!



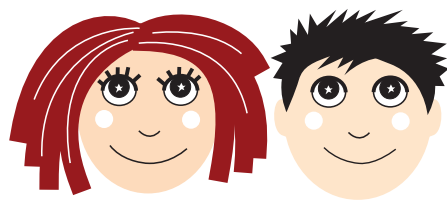
Les sciences, ça m'intéresse!



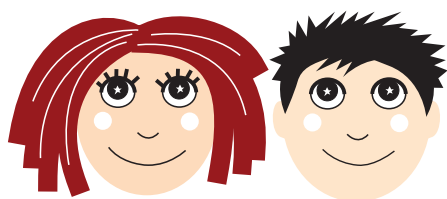
Les sciences, ça m'intéresse!



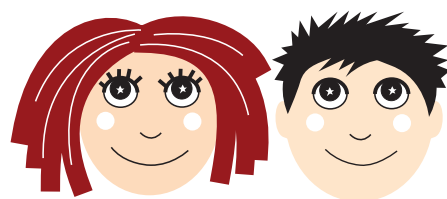
Les sciences, ça m'intéresse!

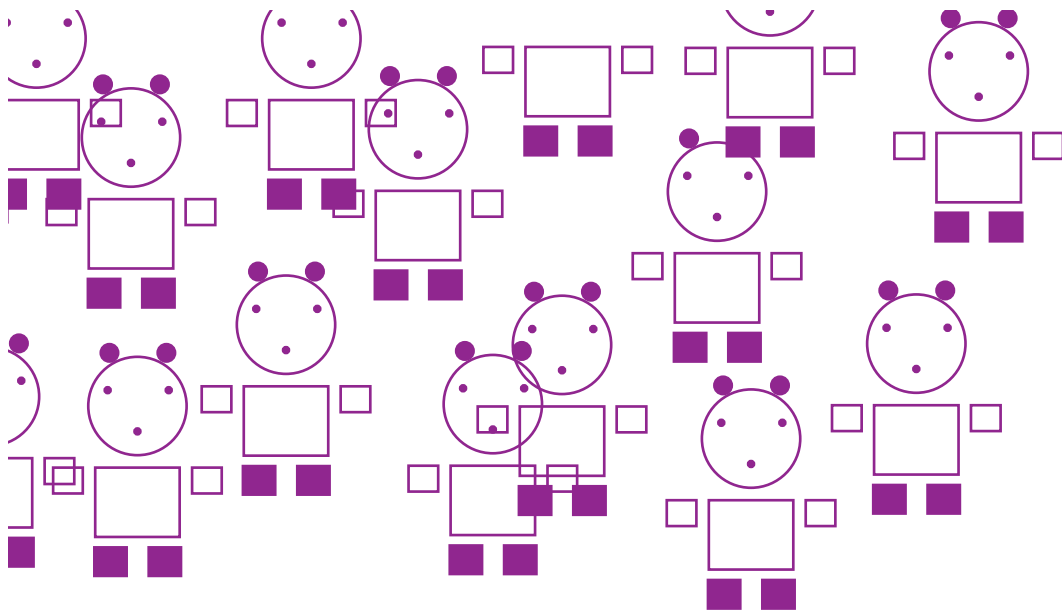


Les sciences, ça m'intéresse!



Les sciences, ça m'intéresse!





Micro- technique

INTRODUCTION

L'industrie d'aujourd'hui fabrique des appareils de plus en plus petits. Et si elle en est capable, c'est grâce à la microtechnique qui permet de créer, fabriquer et utiliser des appareils, des systèmes et des composants de la taille du micromètre, ou même du nanomètre ! Toujours plus petit, tel est le mot d'ordre des producteurs d'appareils spécialisés, mais aussi du grand public... il suffit de songer à l'évolution des téléphones mobiles qui, au milieu des années 80, exigeaient encore une valise de 20 kg !

La microtechnique ne se limite pas à l'objet miniature. On la trouve en amont, dans la conception des machines destinées à la production de ces objets. Ces machines de production intègrent d'ailleurs elles-mêmes des microcomposants et des appareils produits grâce à la microtechnique !

La caractéristique première de ce domaine est la pluridisciplinarité, car les systèmes microtechniques impliquent des éléments électroniques, informatiques, chimiques, mécaniques, optiques ainsi que divers matériaux.

Le monde industriel recourt aux ingénieurs en microtechnique dans de nombreux domaines de production : instruments de mesure, applications biomédicales, micro- et nano-robots, montres et horlogerie, etc.

AVANT LA VISITE

Beaucoup d'objets qui nous entourent contiennent des parties microtechniques. Si on démonte un téléphone portable, un écran de télévision ou une montre, on découvre de nombreux composants issus de la microtechnique.

Comme son nom l'indique, la microtechnique concerne, entre autres, tout ce qui est très petit dans la technique. Cela consiste à miniaturiser des composants et à les faire tenir ensemble dans un petit objet. Comme si on voulait par exemple faire entrer une encyclopédie dans un tout petit carré de la grandeur d'une fourmi.

A QUOI ÇA SERT ?

Permettre à des enfants atteints de surdité de communiquer. Inventer des téléphones portables de plus en plus petits, de plus en plus performants et de plus en plus intelligents. Inventer un robot d'exploration capable de retrouver des victimes

en cas de catastrophe naturelle. Imaginer de nouveaux systèmes pour redonner une forme de mobilité à des personnes handicapées. Concevoir des microscopes plus performants pour voir des choses encore plus petites.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

QU'EST-CE QUE LE TRÈS PETIT ?

Dans la liste ci-dessous, classe les éléments du plus grand au plus petit :

- la Terre
- un gratte-ciel
- le diamètre d'un cheveu
- un globule rouge
- la distance Terre-Soleil
- un électron
- un être humain
- le rayon d'un atome
- le Cervin
- une fourmi
- la largeur d'un fil de toile d'araignée
- un composant électronique (chip)
- un virus

SOLUTION

- la distance Terre-Soleil (150 millions de km)
- la Terre (équateur : 40 000 km)
- le Cervin (4478 m)
- un gratte-ciel (400 m)
- un être humain (1,7 m)
- un composant électronique (1 cm)
- une fourmi (1 cm)
- le diamètre d'un cheveu (80 μ m)
- un globule rouge (7 μ m)
- la largeur d'un fil de toile d'araignée (7 μ m)
- un virus (100 nm)
- le rayon d'un atome (hydrogène : 25 pm)
- un électron (1 fm)

Les préfixes les plus communément utilisés sont milli (millième), centi (centième), déci (dixième) et kilo (mille). Si on parle par exemple de mètres, le millimètre correspond à 10^{-3} m, le centimètre correspond à 10^{-2} m, le décimètre à 10^{-1} m et le kilomètre à 10^3 m (1000 mètres).

Pour mesurer des objets de plus en plus petits, on peut utiliser le micromètre (10^{-6} m - un millionième de mètre ou un millième de millimètre), le nanomètre (10^{-9} m - un milliardième de mètre)

ou le picomètre (10^{-12} m).

Enfin, d'autres préfixes sont utilisés pour signifier un nombre plus grand. Ainsi les hertz (unité de fréquence) sont souvent comptés en mégahertz (10^6 Hz - un million de hertz), gigahertz (10^9 Hz - un milliard de hertz) ou térahertz (10^{12} Hz - 1000 milliards de hertz).

Préfixe	Symbole	Multiplicateur de l'unité
Téra	T	10^{12} - 1000 milliards de fois l'unité
Giga	G	10^9 - un milliard de fois l'unité
Méga	M	10^6 - un million de fois l'unité
Kilo	k	10^3 - mille fois l'unité
Hecto	h	10^2 - cent fois l'unité
Déca	da	10^1 - dix fois l'unité
Déci	d	10^{-1} - dixième de l'unité
Centi	c	10^{-2} - centième de l'unité
Milli	m	10^{-3} - millième de l'unité
Micro	μ	10^{-6} - millionième de l'unité
Nano	n	10^{-9} - milliardième de l'unité
Pico	p	10^{-12}
Femto	f	10^{-15}

La microtechnique c'est bien la technique du petit, la technique appliquée au petit. Elle a des applications dans de nombreux domaines comme l'horlogerie, d'où tout a commencé, aux instruments de mesure, aux sondes biomédicales (pacemakers, endoscope, cathéters, capteurs en tout genre), avec toujours en point de mire, la miniaturisation du composant.

Dans le bus, la microtechnique est illustrée par un robot. Il en existe de nombreux types, de tailles très variées. Ils comprennent bien sûr des composants microtechniques qu'on retrouve partout, dans les voitures, les avions, électroménager, etc. Les robots peuvent également servir à fabriquer des composants microtechniques grâce à leur grande agilité, à leur précision et à leur rapidité. Ils peuvent en outre répéter à l'infini le même geste sans fatigue.

QUELLES SORTES DE ROBOTS EXISTENT ET À QUOI PEUVENT-ILS SERVIR ?

LES ROBOTS D'EXPLORATION

Ils sont conçus pour pouvoir circuler sur toutes les surfaces, y compris les plus escarpées et pouvoir faire face à différentes situations de manière autonome, c'est-à-dire sans pilotage externe. Il s'agit par exemple de robots comme Rover, conçu pour explorer la surface de la planète Mars. Il peut aussi s'agir de robots pouvant intervenir pour l'explo-

ration à la place des humains par exemple lors de catastrophes comme un tremblement de terre ou un problème nucléaire.



Robot Rover / fr.wikipedia.org

LES ROBOTS DE CHAÎNES DE MONTAGE

Ces robots peuvent effectuer des tâches automatisées. Par exemple sur une chaîne de montage, un robot peut mettre des chocolats dans leurs emballages ou déplacer des objets.



Robot Delta / EPFL

LES ROBOTS HUMANOÏDES ET DE COMPAGNIE

Ces robots sont conçus pour reproduire les mouvements d'êtres vivants (humains ou autres). Ils peuvent avoir un but simplement ludique, mais aussi un but éducatif. Ainsi Robota, par exemple, permet aux enfants autistes d'améliorer leurs capacités de reproduction des mouvements.



Robota / Alain Herzog EPFL



Robot Aibo / commons.wikimedia.org



Robot Plen / www.audiocubes.com

DE NOMBREUX AUTRES ROBOTS EXISTENT

Les robots domestiques ont pour but d'aider les humains dans leur vie de tous les jours ; les robots chefs d'orchestre sont capables de bouger une baguette de chef d'orchestre afin de diriger un orchestre, etc.

PENDANT LA VISITE

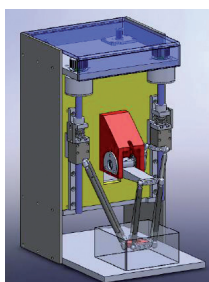
L'expérience présentée dans le bus illustre la robotique qui est un domaine important de la microtechnique. On peut voir un robot dessiner, sur une feuille, une forme sélectionnée par le visiteur.

Le robot présenté est un *robot Delta*, né à l'EPFL en 1985. Il se compose de trois bras réunis en une pyramide inversée. Le sommet de la pyramide, où les bras se rejoignent, est déplacé dans l'espace, dans les trois dimensions, par l'entraînement des bras. Ce robot est utilisé sur les chaînes de montage pour saisir des objets. Ses principales qualités sont l'habileté et la rapidité, il peut en effet déplacer rapidement des objets. Il est par exemple utilisé pour mettre des chocolats ou des biscuits dans des boîtes. Couplé à un système de vision, il est capable de saisir un objet sur un tapis roulant, même s'il est déplacé ou mal orienté.

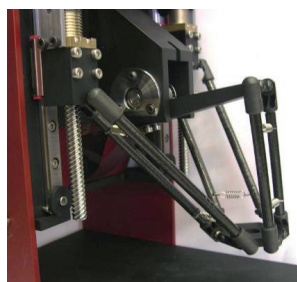


EPFL / Reymond Clavel

Les bras de ce robot sont très légers et les moteurs qui actionnent les bras restent fixes. C'est ce qui permet à ce type de robot d'être particulièrement agile et rapide. Celui qui est présenté dans le bus est de petite taille, on lui a donné le nom *Delta Ibis*.



EPFL / Reymond Clavel



Le robot Delta peut être utilisé dans les chaînes de montage, pour de l'automatisation, mais il peut également être utilisé dans le milieu médical pour porter des outils chirurgicaux, ou comme machine-outil, par exemple comme perceuse, fraiseuse.

PLUS LOURD ET MOINS RAPIDE QUE LES ROBOTS DELTA

Dans les chaînes de montage de l'industrie automobile, les robots sont en forme de bras articulés. Dans ce cas, les moteurs sont placés dans chaque articulation. Ces robots sont imposants et ont une grande inertie. De ce fait, leur vitesse de mouvement est ralentie.

Il est effectivement plus facile de déplacer rapidement un objet léger qu'un objet lourd. Afin de se rendre compte de cette réalité, il peut être utile de réaliser en classe l'expérience suivante : essayer de déplacer rapidement d'un point à un autre une épingle, puis une masse ou un marteau.

APRÈS LA VISITE PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

Nous vous proposons différents jeux de rôles qui permettent de comprendre différents paramètres de la robotique.

LES COMPOSANTS D'UN ROBOT

Un robot est composé de différents éléments : les moteurs qui le font bouger, les capteurs qui reçoivent les informations du monde extérieur et l'ordinateur qui applique le programme en fonction des informations reçues des capteurs afin d'envoyer des ordres aux moteurs.

MATÉRIEL

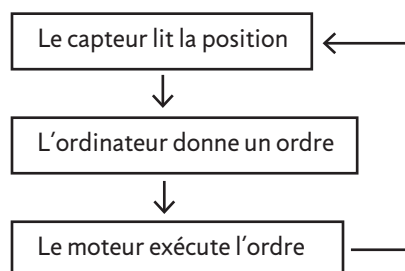
- un mètre

PARTICIPANTS

- Un enfant représente le moteur, il a les yeux bandés et obéit aux ordres énoncés par l'ordinateur
- Un enfant représente le capteur, il lit la position du moteur sur le mètre.
- Un enfant représente l'ordinateur, il donne les ordres («avancer un peu», «avancer beaucoup», «reculer un peu», «reculer beaucoup») en fonction de la position énoncée par le capteur.

Au départ, le moteur (représenté par un enfant) se trouve au point 0 du mètre qui est déroulé en ligne droite devant lui. Le but du jeu est de le faire avancer jusqu'à un certain point, défini au départ (par exemple 1,68 m).

DÉROULEMENT



LES DIFFÉRENTS TYPES DE ROBOTS

Les enfants établissent une liste des commandes comprises par le robot. Par exemple :

- Avancer
- Reculer
- Tourner à droite
- Tourner à gauche
- Accélérer
- Ralentir

Sur un terrain comportant quelques obstacles, effectuer le jeu de rôles suivant : un enfant est le robot, il se trouve sur la Lune, un autre le guide. Le robot ne peut pas réfléchir, il ne fait qu'obéir aux commandes.

Mais pour que la situation soit plus réaliste, il faudrait laisser s'écouler un certain temps entre le moment où le guide dit tourner à droite et le moment où le robot tourne effectivement à droite.

En effet, si le robot est sur la Lune, il faut prévoir un temps entre le moment où l'instruction est donnée et le moment où elle est reçue par le robot

et exécutée. De même, si les capteurs du robot remarquent un trou, il faudra prévoir du temps pour que l'information parvienne à la personne qui le guide sur la Terre.

Recommencer le jeu de rôles avec un temps de réaction entre l'instruction et l'exécution. L'enfant compte jusqu'à 5 puis exécute l'ordre. Le délai pose des problèmes de guidage, par exemple lors de la présence d'obstacles. Il faut anticiper !

Pour résoudre ce problème, une solution serait d'utiliser un robot autonome : un robot autonome est capable de réagir à différentes situations relativement prévisibles pour lesquelles il a été programmé. Par exemple, si un des capteurs du robot repère un cratère, le robot s'arrêtera et reculera grâce à une commande lui disant que s'il repère un cratère il doit s'arrêter.

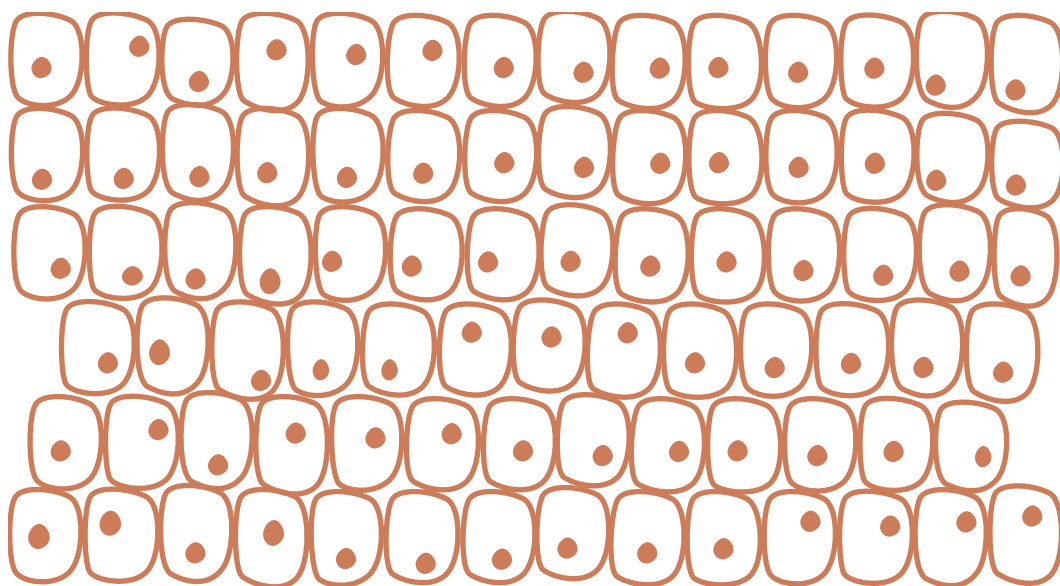
Si l'on utilise un robot autonome, on peut donc ajouter des commandes telles que :

- Si tu vois un mur, tu t'arrêtes, tu tournes à droite et tu avances :
 - Observation : un mur
 - Réaction : tu tournes à droite et tu continues d'avancer
- Si tu vois un objet spécial, tu avances jusqu'à l'objet, tu prélèves un fragment de l'objet, tu le mets dans ta poche et tu recules pour éviter l'objet.
 - Observation : un objet spécial qui ne figure pas dans l'environnement habituel
 - Réaction : tu avances vers l'objet, tu prélèves un fragment, tu tournes à droite puis tu avances.

Refaire le jeu de rôles. Le robot peut faire face à quelques situations supplémentaires mais toujours prévues par la personne qui a programmé le robot. Un robot n'a pas d'intelligence qui lui permette de réagir de lui-même à une situation imprévue.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Un site montrant différents ordres de grandeurs, de l'échelle de la galaxie à celle du noyau atomique <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10/index.html>
 - Pour aborder le sujet de la programmation des robots, le logiciel RobotProg <http://www.physicsbox.com/indexrobotprogfr.html> présente une bonne introduction. Plus d'informations sont également disponibles sur le site <http://www.apprendre-en-ligne.net/robot/index.html>.
 - Pour continuer une activité avec les robots, il est possible de construire des robots programmables grâce aux kits disponibles chez Didel au prix de 45 francs <http://www.didel.com/BimoPub.pdf> Les kits sont disponibles par exemple au magasin Ivan Mottier à Lausanne <http://www.bricobot.ch/Composants.html>
- Attention, les soudures à effectuer sont très fines et pas faciles à réaliser par des débutants !



Sciences et technologies du vivant

INTRODUCTION

Ces dernières années, la biologie moléculaire et la génomique ont fait des progrès considérables grâce aux sciences fondamentales comme les mathématiques et l'informatique. Ces avancées ont fondamentalement modifié la place des sciences de la vie dans le paysage scientifique. Les technologies sont désormais des alliées indispensables. Ce domaine fait appel aux sciences fondamentales pour la compréhension des phénomènes, aux sciences informatiques pour leur analyse et aux sciences de l'ingénieur pour leur observation et pour le développement de technologies permettant d'apporter des solutions aux grands problèmes de santé de notre société.

Les sciences de la vie sont actives dans différents domaines de recherche. D'abord les neurosciences, dont le but est de mettre en place des modèles permettant de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau. Ensuite, les sciences de la vie font également des recherches sur les bactéries et les virus ainsi que dans le domaine de l'oncologie et du métabolisme, afin de trouver et d'améliorer les traitements contre les maladies comme le cancer, le diabète ou l'hypertension.

Enfin, la bio-ingénierie consiste à combiner les méthodes de l'ingénierie à la biologie et à la médecine. Un exemple parlant est la recherche sur les neuroprothèses, dont l'un des buts est par exemple de trouver un moyen de redonner de la mobilité à des personnes handicapées grâce à des technologies biomédicales.

AVANT LA VISITE

QUE SONT LES NEUROSCIENCES ?

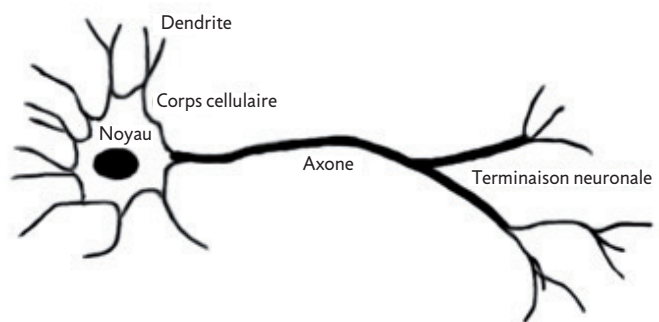
Les neurosciences sont une branche très jeune. Historiquement, elles ont émergé de la biologie et de la médecine. Elles regroupent aujourd'hui toutes les sciences - médecine, biologie, physique, chimie, informatique - nécessaires à l'étude du fonctionnement du système nerveux.

COMMENT FONCTIONNE LE SYSTÈME NERVEUX ?

Le cerveau fait partie du système nerveux au même titre que les nerfs et la moelle épinière. Le système nerveux est responsable du contrôle de l'ensemble des fonctions de l'organisme. Il régule ainsi la respiration, la circulation et le métabolisme. Il est également responsable des mouvements musculaires.

Le système nerveux intervient par exemple lorsque notre main se trouve au-dessus d'une source de chaleur. La peau, alors récepteur, envoie un signal au cerveau qui renvoie un signal ordonnant de retirer la main, en contractant le muscle du bras.

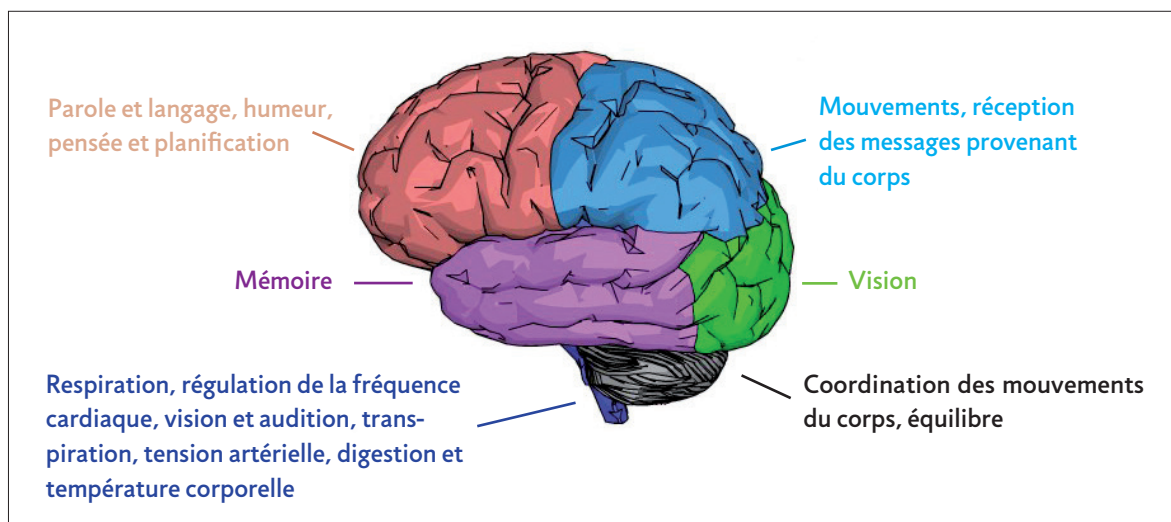
Le signal qui parcourt alors notre corps est un courant électrique. Il est véhiculé à très grande vitesse par les neurones, cellules spécialisées que l'on trouve partout. On en compte environ 100 milliards dans tout le corps (cerveau, moelle épinière, etc.).



Les stimuli entrent dans le neurone par les dendrites. Si le stimulus reçu par le neurone est suffisamment important et dépasse un certain seuil, il ressort par l'axone pour aller vers le neurone suivant.

DE QUOI S'OCCUPE LE CERVEAU ?

Le cerveau est responsable de différentes choses. Les parties qui les gèrent sont bien définies et distinctes dans le cerveau.



DEPUIS QUAND SAIT-ON QUE LE CERVEAU GÈRE LES ÉMOTIONS ?

Au I^{er} siècle avant J.-C., Hippocrate prétend déjà que le cerveau est le siège des émotions mais c'est l'idée d'Aristote qui est la plus répandue selon laquelle le cerveau est uniquement responsable du refroidissement du sang. Aristote prétend que c'est le cœur qui gère les émotions, probablement à cause des palpitations ressenties lors d'émotions fortes. On retrouve cette idée dans des expressions communes aujourd'hui comme « Tu me brises le cœur » ou « Apprendre par cœur ».

C'est au XIX^e siècle que l'on comprend que le cerveau est le support des émotions, de la mémoire et du raisonnement, grâce au développement de différentes techniques comme la microscopie ou l'électromagnétisme.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

Afin de montrer que le cerveau peut aussi se tromper, voici quelques expériences à faire en classe :

1^{re} EXPÉRIENCE

Lisez à voix haute la couleur des mots ci-dessous :

ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU	BLANC
BLEU	ROUGE	BLANC	VERT	JAUNE
BLANC	BLEU	ROUGE	JAUNE	BLEU
VERT	VERT	JAUNE	BLANC	ROUGE
JAUNE	BLANC	BLEU	ROUGE	VERT

Normalement, pas de problème...

Lisez maintenant à voix haute la couleur des mots ci-dessous :

ROUGE	JAUNE	VERT	BLEU	BLANC
BLEU	ROUGE	BLANC	VERT	JAUNE
BLANC	BLEU	ROUGE	JAUNE	BLEU
VERT	VERT	JAUNE	BLANC	ROUGE
JAUNE	BLANC	BLEU	ROUGE	VERT

Dans le 2e cas, notre cerveau est troublé par les mots qui sont écrits. Nous avons effectivement tendance à lire plus vite qu'à nommer les couleurs car il nous faut plus d'attention pour nommer les couleurs que pour lire les mots.

2^e EXPÉRIENCE

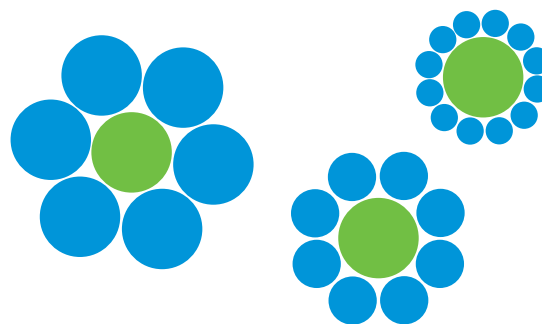
Effectuez l'opération suivante le plus vite possible :

$$\begin{array}{r}
 1000 \\
 + \quad 40 \\
 + 1000 \\
 + \quad 30 \\
 + 1000 \\
 + \quad 20 \\
 + 1000 \\
 + \quad 10 \\
 \hline
 ?
 \end{array}$$

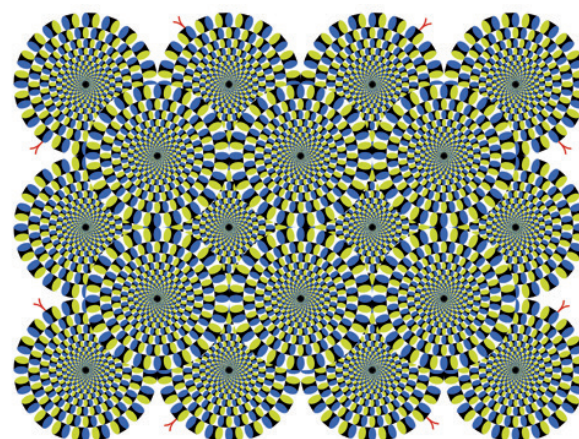
Souvent, on trouve 5000 alors que le résultat de cette opération est 4100. Notre cerveau a tendance à aimer les chiffres ronds. Ainsi, en allant vite, on aura tendance à annoncer très vite 5000, sans s'être rendu compte que $4090 + 10$ ne vaut pas 5000 mais en réalité 4100.

Ces quelques expériences nous montrent que notre cerveau n'est pas infallible et peut être trompé. Les illusions d'optique sont un exemple classique. En voici quelques exemples :

ILLUSION D'EBBINGHAUS OU ILLUSION DE TITCHENER



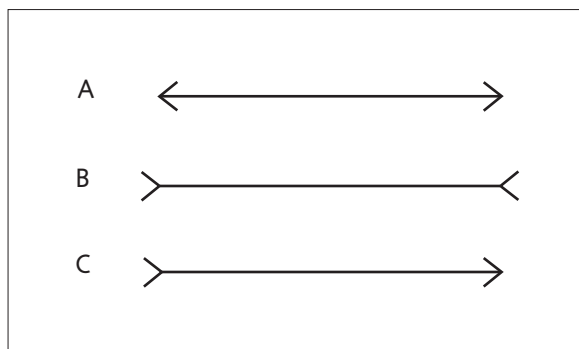
L'illusion d'Ebbinghaus concerne la perception des tailles. La plus connue est celle avec les cercles centraux entourés chacun par un ensemble de cercles de taille différente. Les cercles centraux semblent alors de diamètre différent.



Rotating snakes. Akiyoshi KITAOKA

Dans cette illusion d'optique, on a l'impression que les roues se mettent à tourner quand on ne les fixe pas. Dès qu'on fixe du regard une roue, elle semble s'arrêter brusquement.

Classez les lignes par l'ordre de grandeur :



En faisant les mesures, les élèves se rendent compte qu'il s'agit de segments de même longueur.

Voici une illusion optique célèbre associée à la lecture des mots connus :

Soeln une éudte d'une uvriseinté agnliase

l'odrre des lttrees dnas un mot n'est pas ipmrtnaot,

ce qui cmptoe c'est la pmereire et la dinreere lertte.

Le rtsee puet erte n'ipmrte qoui,

vuos puoevz qnaud mmee le lrie snas pboldrmee.

PENDANT LA VISITE

L'expérience présentée dans le bus montre, par l'intermédiaire d'un film, des images de synthèse reconstituant les neurones qui composent le cerveau, ainsi que la colonne corticale, groupe de neurones activés par le même groupe de récepteurs. Elle explique également le principe de deux illusions d'optique :

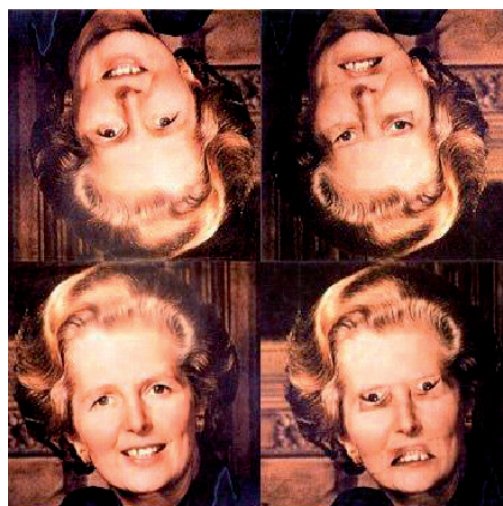
L'ILLUSION DE THATCHER

L'effet Thatcher est une illusion d'optique où il est difficile de percevoir des changements effectués sur un visage disposé tête en bas. Pourtant, ces changements sont évidents dès que la tête est tournée dans le bon sens. C'est le professeur Peter Thompson qui a mis en évidence ce phénomène en 1980 et son nom provient de l'ancien premier ministre Margaret Thatcher car c'est sur sa photo que l'effet a été mis en évidence. Sa bouche, les yeux et les sourcils ont été retournés. Cela ne nous choque pas quand on voit le visage à l'envers.

Au contraire, quand le visage est dans le bon sens, nous avons une vision d'horreur.

Notre cerveau n'est pas habitué à reconnaître les détails du visage à l'envers. Il analyse l'information de façon holistique. Il évalue la dimension émotionnelle, culturelle d'un visage mais aussi la distance entre les yeux, le nez et la bouche ainsi que l'orientation de chaque partie composant le visage.

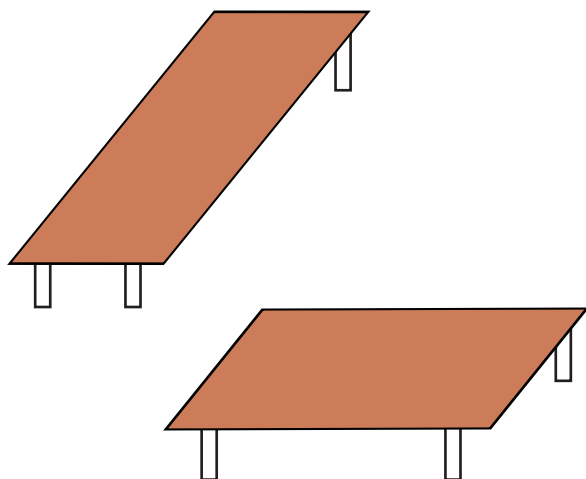
Lorsqu'un visage est visualisé dans son orientation inversée, notre cerveau n'analyse plus la relation entre les différents éléments. C'est pour cette raison que nous ne percevons pas l'orientation fautive des yeux et de la bouche par rapport aux autres éléments du visage. C'est ce phénomène qui génère cette illusion d'optique et met en évidence la façon dont notre cerveau procède pour la reconnaissance des visages.



LES TABLES TOURNANTES DE SHEPARD

Notre rétine est une structure en deux dimensions comme une caméra. Or le monde qui nous entoure est toujours en trois dimensions.

Les surfaces de ces deux tables semblent ici différentes car notre cerveau interprète ces images comme si elles se trouvaient en trois dimensions. Il recrée une perception en trois dimensions grâce à la vision stéréoscopique. Il traite ce dessin comme s'il venait du monde réel.



Ces tables ont-elles les mêmes surfaces ? Sont-elles identiques ? Les élèves auront la possibilité de comparer les deux surfaces grâce au montage réalisé par la section des Sciences de la vie.

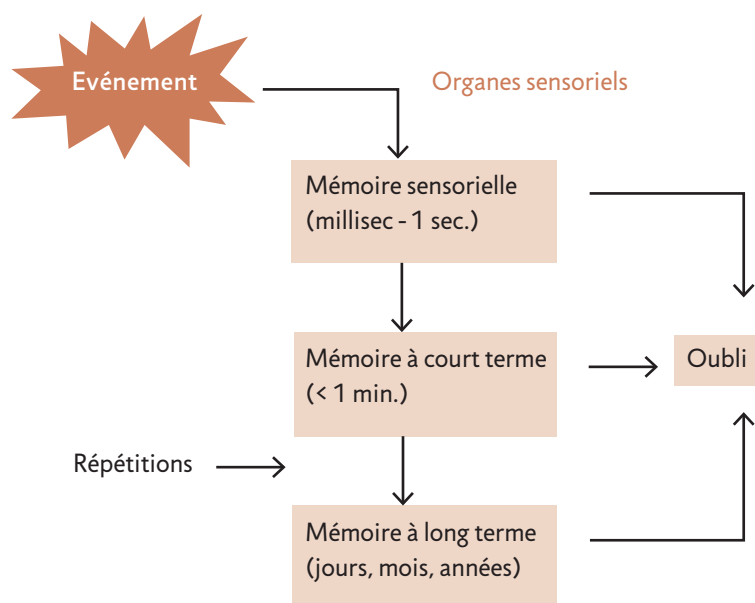
APRÈS LA VISITE

Le cerveau est également le siège de la mémoire. Comme chacun a déjà pu s'en rendre compte dans son expérience personnelle, il existe différentes mémoires.

La mémoire sensorielle dure quelques millisecondes et est un passage obligé vers la mémoire à court terme. Elle nous permet par exemple de se souvenir des chiffres à additionner lorsqu'on pose une addition.

Ensuite vient la mémoire à court terme qui permet de retenir des choses pendant moins d'une minute. Il s'agira par exemple d'un numéro de téléphone entendu par hasard et qu'on oubliera vite si on ne fait pas l'effort de le retenir.

Et enfin vient la mémoire à long terme qui «grave» des choses dans notre mémoire.



PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

Le cerveau peut se laisser tromper, et avec lui, la mémoire également. Voici quelques expériences à réaliser en classe afin de s'en rendre compte par soi-même.

EXPÉRIENCE 1

Regardez ces mots pendant 30 secondes, puis cachez-les, faites autre chose pendant une minute puis essayez de les retrouver :

	CRÉER	SOLEIL
PAPIER	AUTOMATIQUE	
	DIFFICILE	
MONTAGNE	DÉDUIRE	
VIOLET	RHINOCÉROS	
	CLAVIER	CLÉ
		NEIGE

On arrive en principe mieux à retrouver les mots que nous avons mis en association, comme par exemple, «soleil», «neige» et «montagne». Il est également plus facile de retenir des noms d'objets que des verbes ou des adverbess par exemple. Ainsi «clavier» sera plus facile à mémoriser que «déduire» pour la plupart des gens.

EXPÉRIENCE 2

Regardez ces chiffres pendant 30 secondes puis cachez-les et faites autre chose pendant une minute. Essayez ensuite de les retrouver dans l'ordre.

7 2 8 1 3 4 5 7 6 3

Notre mémoire à court terme arrive en principe à retenir 7 éléments. Cette suite de chiffres est donc un peu longue pour notre mémoire.

EXPÉRIENCE 3

Regardez ces objets pendant 30 secondes puis cachez-les et faites autre chose pendant une minute. Cochez ensuite ceux que vous avez vus dans la liste ci-dessous :

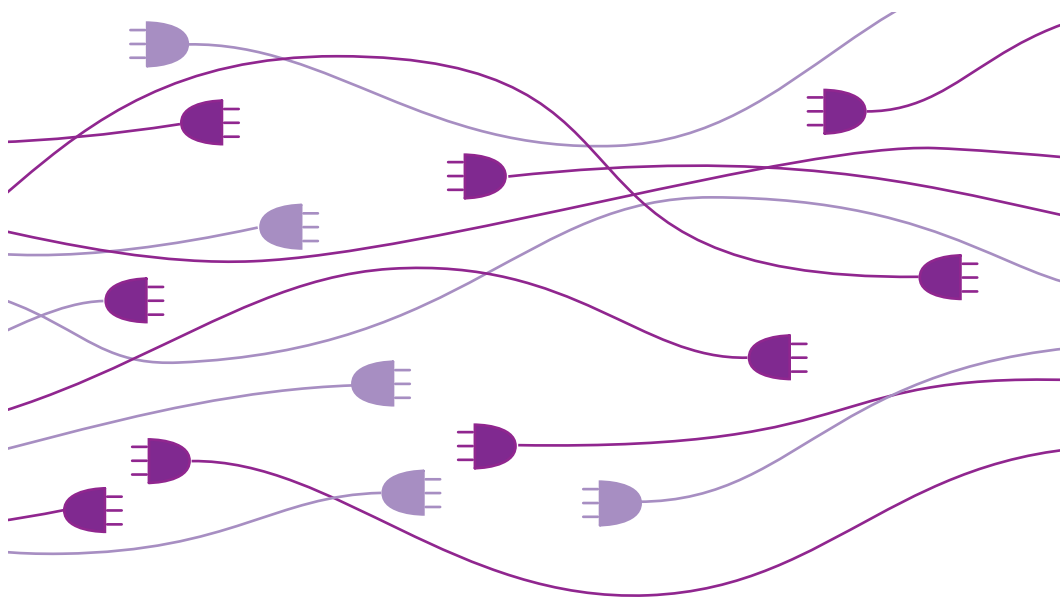


- | | |
|--|---|
| ☐ Montre | ☐ Tasse |
| ☐ Sèche-cheveux | ☐ Fouet |
| ☐ Assiette | ☐ Bol |
| ☐ Cuillère | ☐ Fourchette |
| ☐ Pinceau | ☐ Livre |
| ☐ Couteau | ☐ Bague |
| ☐ Grille-pain | ☐ Rouleau à pâtisserie |
| ☐ Chaussure | ☐ Casserole |
| ☐ Téléphone | ☐ Pichet |

Avez-vous coché la case fourchette ? Par association, nous pouvons produire des «faux souvenirs». Ici, l'accumulation d'objets que l'on trouve dans une cuisine nous pousse à penser que nous avons également vu une fourchette par exemple.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Un site très détaillé sur le fonctionnement du cerveau
<http://lecerveau.mcgill.ca/>
- Un site web expliquant assez simplement les neurosciences, avec des propositions d'animations et de jeux
<http://faculty.washington.edu/chudler/experi.html>
- Quelques explications assez simplifiées sur le cerveau
http://edab.dana.org/discoveringbrain/index_fr.cfm
- C'est pas sorcier : «Le cerveau : les sorciers se prennent la tête»
accessible en téléchargement payant sur <http://c-est-pas-sorcier.france3.fr/>
- C'est pas sorcier : «Le cerveau : j'ai la mémoire qui flanche»
accessible en téléchargement payant sur <http://c-est-pas-sorcier.france3.fr/>
- *Il était une fois la vie* volume III, épisodes traitant du cerveau, des neurones, de l'œil et des oreilles
- Un livre très imagé avec des rabats à soulever pour comprendre le fonctionnement et l'utilité du cerveau
Fenêtre sur la tête A. FRITH et C. KING Editions Usborne



Génie électrique et électronique

INTRODUCTION

L'électricité est partout. Il n'y a pas un seul domaine scientifique, industriel, des services ou de la vie quotidienne qui puisse fonctionner sans électricité. Et partout, on a recours aux technologies qui lui sont liées. Pourtant, l'électricité est devenue tellement discrète que tout le monde en arrive à l'oublier... Ressource unique, elle est à la fois une énergie et un support d'informations. Cette double nature a pris une forme encore plus marquée avec l'essor exceptionnel de l'électronique qui favorise toutes les interactions entre ces deux caractéristiques. Aujourd'hui, la science de l'électricité est donc à la pointe dans un nombre considérable de domaines :

- technologies de l'information (acoustique, fréquences radio, photonique, traitement du signal, d'images et vidéo, analyse d'images, reconnaissance de formes, etc.),
- microélectronique, circuits intégrés, ordinateurs,
- tous les secteurs industriels y compris ceux de la santé, des biotechnologies et du sport,
- recherche scientifique avancée.

Les applications qui recourent à l'électricité sont par conséquent aussi diverses que variées, allant du microscope à d'imposantes réalisations :

- opto-, micro- et nanoélectronique pour la réalisation de circuits intégrés de plus en plus petits, complexes et performants
- piles à combustibles et antennes solaires pour une autonomie énergétique accrue
- supports pour générer et transmettre les ondes électromagnétiques et électroacoustiques, fibres optiques et rayons lasers, réseaux pour télécommunications et pour le transport de l'énergie électrique.

Chacun de ces domaines, chacune de ces applications sont aujourd'hui en plein développement.

AVANT LA VISITE

QU'EST CE QU'UNE ÉNERGIE ?

L'énergie est ce qui permet d'effectuer un travail qui va produire de la chaleur, de la lumière ou un mouvement. Elle s'exprime en Joules (J). Par exemple, un enfant qui monte un étage par les escaliers consommera environ 1000 J. Une autre unité est également utilisée, surtout pour les aliments, c'est la calorie (cal). $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$

D'OÙ VIENT L'ÉNERGIE ?

Il existe différentes sources d'énergie. Les plus connues et utilisées sont les énergies dites fossiles : pétrole, charbon et gaz. Mais celles-ci ne sont pas inépuisables et au vu de la consommation actuelle, la rupture de stock approche à grands pas. On cherche donc d'autres sources d'énergie. Actuellement, on parle d'énergies renouvelables, car inépuisables : soleil, vent, eau, biomasse et géothermie. Ce ne sont pour le moment que des énergies d'appoint, en développement constant. Il y a également le nucléaire, qui provient de la transformation d'un minéral (l'uranium) produisant de la chaleur.

Les muscles, les lipides (graisses) et les glucides (sucres) sont des sources d'énergie chimique.

QU'EST-CE QUE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ?

L'énergie électrique est obtenue à partir des énergies citées ci-dessus. On les transforme pour obtenir de l'électricité, beaucoup plus facile à exploiter. L'énergie électrique (E) correspond au produit de la puissance consommée par la durée de temps d'utilisation. Son unité est le kilowattheure (KWh). $E (\text{kWh}) = P (\text{kW}) \times t (\text{h})$

L'unité internationale pour l'énergie reste néanmoins le Joule (J) : $E (\text{J}) = P (\text{W}) \times t (\text{s})$

QUE PEUT-ON FAIRE AVEC 1 KWH ?

- faire une lessive à 60 °C
- regarder la télévision pendant 12 heures
- laisser le téléviseur en mode veille pendant 4 jours
- rouler 1,2 km avec une voiture de catégorie moyenne

LA PUISSANCE

La puissance correspond au produit de la tension (volts) et de l'intensité (ampères). Elle se mesure en watts (W). $P (\text{W}) = U (\text{V}) \times I (\text{A})$

Plus un appareil est puissant, plus il va consommer d'énergie. Attention, une ampoule basse consommation éclairera plus qu'une ampoule à incandescence pour la même puissance. D'où l'intérêt d'utiliser des ampoules économiques.

$$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J}$$

La puissance d'un appareil est indiquée sur celui-ci. Par exemple, une calculatrice aura une puissance de l'ordre du milliwatt et un appareil électroménager de l'ordre du kilowatt. Les ampoules d'éclairages classiques vont généralement de 25 à 100 W (ampoules économiques de 7 à 25 W). Actuellement, il existe d'autres types d'ampoules

qui, pour une moindre puissance, offrent une efficacité équivalente (luminosité) : LED, tube fluorescent, ampoule fluocompacte, etc. Plus de détails sur : http://www.energie-environnement.ch/lamp_label/lamp_label.html.

Puissance lampe économique (W)	Puissance lampe à incandescence (W)
9	30
11	40
15	60
20	75
23	100

Tableau présentant les équivalences de luminosité entre les ampoules basse consommation (économiques) et les ampoules classiques (à incandescence)

QU'EST-CE QUE L'ÉLECTRICITÉ ?

L'électricité est un mouvement d'électrons dans un fil conducteur. C'est un moyen de transporter de l'énergie. Les électrons ont une charge électrique négative.

LES MESURES DE L'ÉLECTRICITÉ

On peut comparer le courant électrique à une rivière. L'intensité est la quantité d'eau qui s'écoule pendant un certain temps (le débit), alors que la tension représente la vitesse avec laquelle l'eau s'écoule.

- Intensité (I) : quantité d'électrons qui traverse une section du fil pendant un certain temps, comparable à un flux. Se mesure en Ampères (A).
- Tension (U) : force avec laquelle les électrons se mettent en mouvement, comparable à une pente. Se mesure en Volts (V).

Nous disposons chez nous d'une alimentation électrique d'une tension de 230 V.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LISTER LES DIFFÉRENTES SOURCES D'ÉNERGIES

Essayer de les regrouper par familles : renouvelables et fossiles. Lesquelles sont utilisées actuellement ? Quelle est la part de chacune ? Pourrait-on se passer de l'une ou de l'autre ? etc.

Exemples : pétrole (essence, plastiques,...), énergie éolienne, énergie solaire thermique, énergie solaire photovoltaïque, charbon (chauffage), énergie hydraulique, gaz naturel, géothermie, bois-biomasse, biocarburants, etc.

On ne peut pas se passer des énergies fossiles. Il faudra trouver des solutions pour les utiliser au mieux et compléter avec les énergies renouvelables. Apprendre à gérer notre consommation, à l'économiser.

IMAGINER UN SCÉNARIO SANS ÉLECTRICITÉ

Rappeler aux élèves que la maîtrise de l'électricité n'a débuté qu'au XIX^e siècle (avec Volta, Gramme, Edison, etc.) et que l'électricité ne s'est imposée dans notre société qu'au XX^e siècle.

PROPOSER UNE EXPÉRIENCE

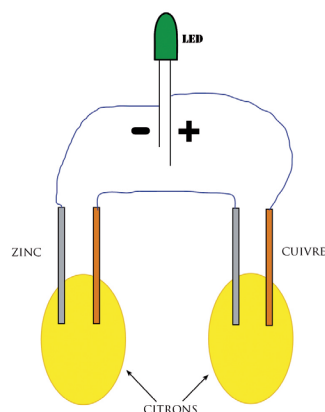
L'électricité peut être tirée des citrons par exemple. Il s'agit d'une énergie chimique transformée en énergie électrique. C'est le principe des piles, des batteries.

MATÉRIEL

- quelques citrons
- deux lamelles de zinc (petits morceaux de gouttière ou un trombone)
- deux lamelles de cuivre (fil électrique par ex.)
- une petite ampoule type LED
- du fil électrique

MONTAGE

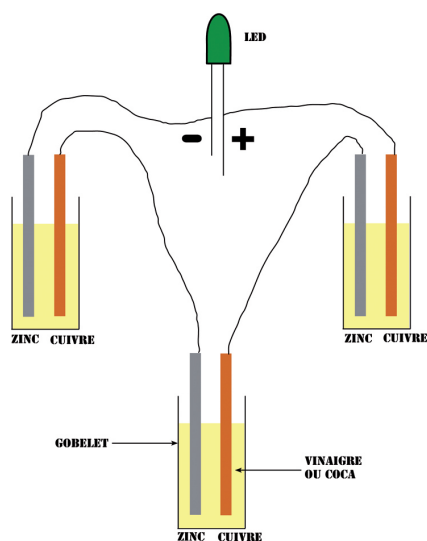
Planter une lamelle de cuivre et une lamelle de zinc dans chaque citron de façon à ce qu'elles soient assez proches mais sans se toucher.



Accrocher un fil électrique à chaque lamelle et le relier à l'ampoule de façon à fermer le circuit. L'ampoule s'allume, car un courant électrique se crée entre les deux lamelles de métal. Comme elles sont dans un milieu acide, les ions peuvent circuler d'une lamelle à l'autre et induire un petit courant. Possibilité de faire un grand circuit avec plusieurs citrons. Attention à la polarité de la LED : la patte courte correspond au pôle négatif (-) et doit être reliée au zinc.

PROPOSER UNE AUTRE POSSIBILITÉ

Fabriquer une pile selon le schéma ci-dessous (Source : www.lamap.fr). Remplir de vinaigre ou de coca (solution acide) trois gobelets (un gobelet correspondant à une pile). Y plonger les lames de zinc et de cuivre. Relier le tout avec des fils électriques munis de pinces crocodiles selon le schéma ci-contre. Attention à la polarité de la LED : la patte courte correspond au pôle négatif (-) et doit être reliée au zinc. Utiliser au minimum 3 piles pour que la LED s'allume.



PENDANT LA VISITE

Nous proposons aux enfants une petite manipulation sur la base du scénario suivant : ils doivent activer les différentes sources d'énergies présentées sur la borne afin d'avoir assez d'électricité pour démarrer une petite fête dans leur maison.

Les sources d'énergies proposées sont l'énergie solaire, l'énergie hydraulique et l'énergie éolienne.

- Dans les centrales hydroélectriques, l'énergie mécanique de l'eau est transformée en énergie électrique grâce à une turbine faisant elle-même tourner un alternateur. La variation du champ magnétique induit une tension et génère donc un courant électrique. Vous pouvez mettre en évidence ce principe en démontant une dynamo de vélo, afin de montrer l'aimant et la bobine qui la font fonctionner. A noter que la dynamo de vélo est en réalité un alternateur. Une vraie dynamo est un générateur qui produit du courant continu alors que l'alternateur produit un courant alternatif.

- Les éoliennes fonctionnent sur le même principe, la force mécanique à transformer provenant de la force du vent.
- Les cellules photovoltaïques reçoivent la lumière. Celle-ci est faite de photons, des particules d'énergie. Les photons transfèrent leur énergie aux électrons du silicium constituant la cellule photovoltaïque. Ces électrons se mettent en mouvement : il y a apparition d'un courant électrique. Les capteurs solaires thermiques transforment l'énergie de la lumière en chaleur pour nous alimenter en eau chaude et chauffage.

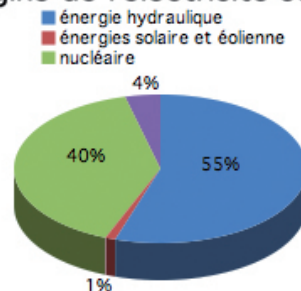
La représentation de la quantité d'énergie produite se fait au moyen d'un affichage à LEDs. Au fur et à mesure de l'activation des sources d'énergies, de plus en plus de LEDs s'allument. Le but est de montrer qu'il est nécessaire d'avoir plusieurs sources pour bénéficier d'assez d'énergie pour démarrer la fête.

La quantité d'énergie nécessaire à la fête est représentée elle aussi au moyen de LEDs qui, elles, resteront constamment allumées, réparties en fonction du poids de la consommation de chaque poste (chauffage, cuisinière et musique).

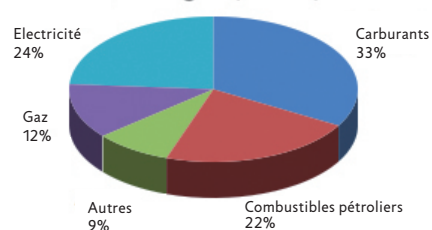
Quand toute l'énergie nécessaire est produite (l'affichage à LEDs est complètement allumé) la fête peut être activée au moyen d'un interrupteur.

Cette expérience représente trois des sources d'énergies. En Suisse, plus de la moitié de l'électricité provient de l'hydraulique.

Origine de l'électricité suisse

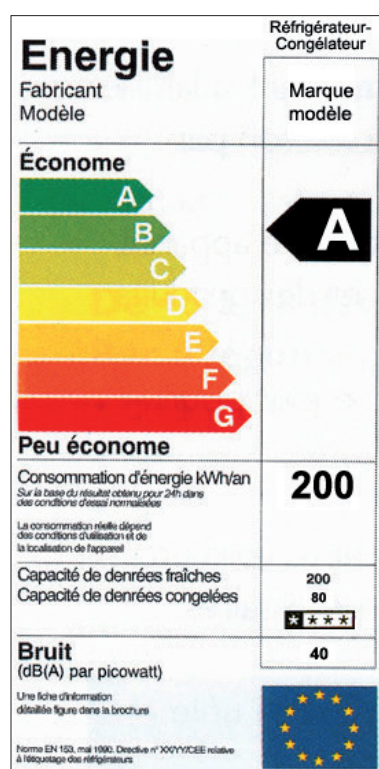


Consommation suisse selon les sources d'énergie (2007)



Source : www.electricitepourdemain.ch

Tous les appareils électroménagers, ainsi que les voitures de tourisme, possèdent une «étiquette énergie». Celle-ci indique la consommation énergétique. Acheter un appareil de classe énergétique A permet de participer indirectement à la protection de notre environnement, mais aussi de faire baisser les factures d'électricité. D'où une double économie...



Modèle d'étiquette Énergie pour un réfrigérateur-congélateur

En savoir plus avec l'OFEN <http://www.bfe.admin.ch/energieetikette/index.html?lang=fr>

APRÈS LA VISITE

L'électricité et l'électronique font désormais partie de notre quotidien, sans que l'on s'en rende forcément compte. Par conséquent, il existe de très nombreuses applications où interviennent ces deux spécialités.

SÉCURITÉ : DÉTECTION ET PRÉVENTION DES AVALANCHES

Les avalanches poudreuses sont encore très mal comprises. C'est pourquoi une immense zone d'essai naturelle en Valais est exploitée par l'Institut de recherche sur la neige et les avalanches. En effet, la vallée de la Sionne est particulièrement

indiquée pour mener ce genre d'observations. Les chercheurs planifient de nombreuses expériences. Par exemple, ils déclenchent artificiellement une avalanche et en mesurent la vitesse à l'aide d'ultrasons et de radars. Des obstacles bourrés d'électronique permettent une reconstitution précise de l'avalanche.

TÉLÉCOMMUNICATIONS : EXPLOSION DES DÉBITS

Les télécommunications mobiles fourniront bientôt des fonctionnalités jamais rêvées dans les installations fixes. Cette évolution sera possible grâce à une microélectronique performante et à la sophistication du traitement des signaux associés. Au niveau des stations de base, les routeurs (systèmes d'aiguillage de l'information) pourront contrôler de grands débits, grâce au mariage de l'électron et du photon (optoélectronique). Pour les téléphones mobiles, des antennes plates, discrètes et au rayonnement optimisé, utiliseront les propriétés des objets fractals (dont chaque partie contient le tout) pour travailler simultanément à un grand nombre de fréquences.

ÉNERGIES RENOUVELABLES : CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE ET FORCE DU VENT

Dans les régions plutôt froides du monde, la combinaison du chauffage électrique et de l'énergie éolienne est idéale. En effet, le refroidissement des maisons varie avec la vitesse du vent, de la même façon que la production d'électricité de ces éoliennes. La grande majorité de la puissance éolienne installée dans le monde est constituée d'éoliennes raccordées au réseau électrique. Elles transmettent directement au réseau public l'électricité qu'elles produisent.

CŒURS ARTIFICIELS : REMÉDIER AU MANQUE DE DONNEURS

L'insuffisance cardiaque est l'une des principales causes de décès dans le monde occidental. Les médecins du monde entier se penchent depuis une quarantaine d'années sur l'étude de substituts du muscle cardiaque dans le but de remédier au manque de donneurs. La grande épopée du cœur artificiel a permis de mettre au point des systèmes fiables et utilisables à l'heure actuelle grâce au génie biomédical. La recherche propose aujourd'hui deux grandes familles de cœurs artificiels qui sont toujours en développement : les actuateurs pneumatiques et les actuateurs électriques.

L'ÉLECTRONIQUE À L'ÈRE DES NANOTECHNOLOGIES

Un transistor de la taille d'un virus, un super ordinateur pas plus gros qu'une cellule humaine, voici deux exemples parmi les percées que nous promettent les chercheurs dans le domaine des nanotechnologies. Encore un domaine où l'ingénieur électricien aura un rôle essentiel à jouer !

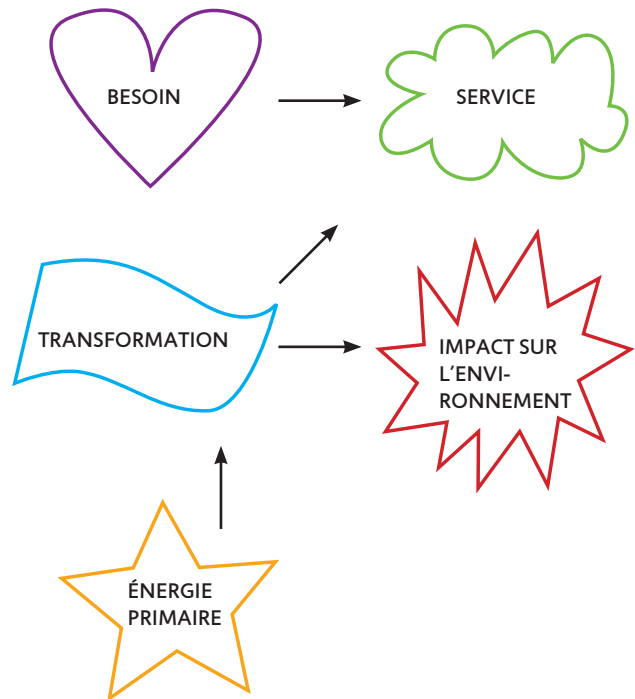
PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

ETABLIR DES CHAÎNES DE CONVERSION ÉNERGÉTIQUE

Cela revient à essayer d'analyser les différentes étapes pour arriver à un produit fini, de suivre tout le cheminement de fabrication, quelle énergie utiliser, etc.

Sur la base d'une règle de thermodynamique de Lavoisier «Rien ne se perd, rien se crée : tout se transforme.», on pourra partir du principe que tout consommateur se situe en fin de chaîne. De là, on pourra demander aux élèves d'établir une chaîne de conversion énergétique en partant d'un besoin bien spécifique.

Le consommateur exprime un besoin, par exemple, en hiver, avoir chaud. Ce service va lui être rendu grâce au chauffage, qui a pu être obtenu après la transformation (chaudière) d'une énergie primaire (pétrole). Mais cela aura un impact sur l'environnement : pollutions liées à la transformation, au transport, etc.



PROPOSER UN PROJET DE CRÉATION D'UN OBJET INNOVANT

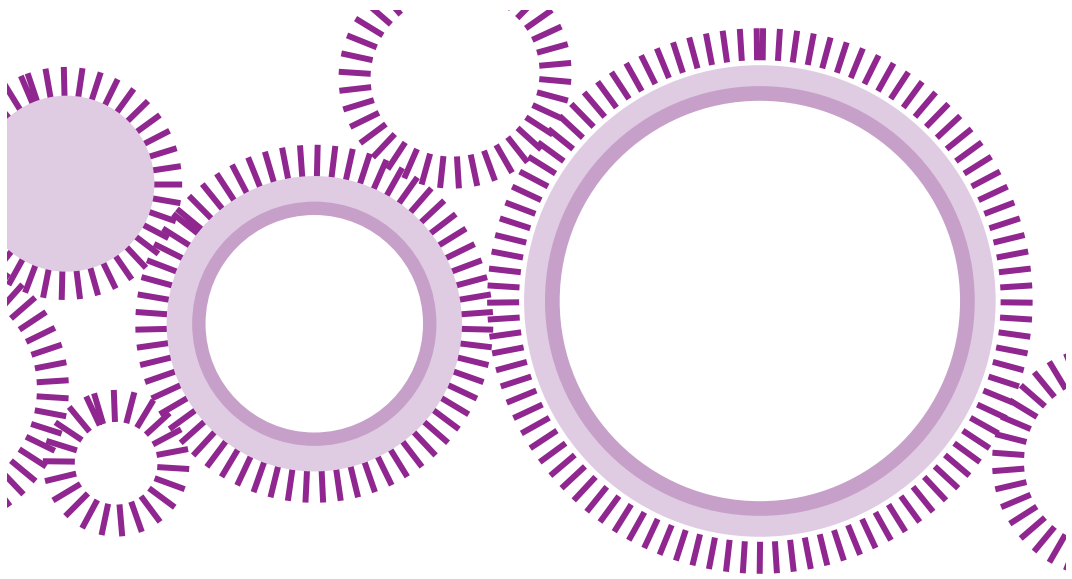
Les élèves cherchent le produit idéal au niveau consommation énergétique-électrique.

CRÉER UN MONTAGE ÉLECTRONIQUE

Des connaissances de base en électricité permettent de créer ses propres montages : lampe de poche, veilleuse, alarme photosensible, etc. Le fournisseur Opitex propose des kits de montage électrique/électronique qui peuvent également servir d'exemple (<http://www.opitex.com>).

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Site ludique sur la sensibilisation aux énergies par Romande Energie
<http://www.explorateurs-energie.com/index.php>
- Emission «C'est pas Sorcier» *Les énergies : restez au courant*
- Site dédié à l'énergie, accessible aux enfants
<http://www.energie-environnement.ch>
- Dossier pédagogique sur l'énergie
<http://www.energie-environnement.ch/dp/energie/energie.html>
- Site romand avec activités pédagogiques, bricolages, matériel sur l'énergie
<http://www.info-energie.ch/>
- Graphiques en rapport avec la consommation et la production d'électricité
<http://www.electricite.ch/fr/dossiers/graphiques-electricite.html>
- Site pédagogique de «La main à la pâte» avec ressources et activités
<http://www.lamap.fr>
- Site proposant divers projets en rapport avec l'énergie
<http://webenergie.ch/accueil.php?lang=1>



Génie mécanique

INTRODUCTION

Le génie mécanique joue un rôle majeur dans le développement de nos sociétés. Il répond en particulier aux besoins de mobilité accrue, de confort amélioré, de services et de produits multiples. Il évolue dans un contexte marqué par une attention soutenue au respect accru des ressources et de l'environnement.

Les recherches conduites par l'Institut et l'enseignement délivré par la section ont pour objectif la conception, la modélisation et l'optimisation de systèmes complexes en vue d'un développement durable.

Les activités visent à contribuer de façon substantielle aux progrès des principales sciences de l'ingénieur que sont la mécanique des solides et des fluides, la thermodynamique et le transfert de chaleur et de masse, ainsi que l'automatique. Un accent tout particulier est aussi mis sur les approches systémiques, multiphysiques et multiéchelles, en particulier celles concernant les systèmes énergétiques avancés et les technologies y relatives; les phénomènes dynamiques multiéchelles; la conception et la production de produits durables; la mécatronique; la science et la technologie des interfaces et des nouveaux matériaux.

L'ingénierie numérique, les technologies de l'information et les installations de mesure de haut niveau sont des éléments clefs des activités de l'Institut qui inclut actuellement 11 laboratoires différents.

AVANT LA VISITE

QU'EST-CE QUE L'ÉQUILIBRE ?

En physique, nous parlons d'équilibre lorsque toutes les forces agissant sur un objet aboutissent à une force résultante nulle.

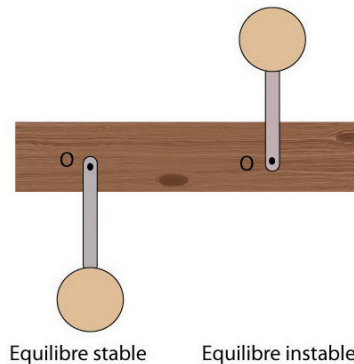
Autrement dit, lorsque l'objet reste immobile (il a une quantité de mouvement nulle) par rapport à un référentiel R donné.



Y A-T-IL PLUSIEURS TYPES D'ÉQUILIBRE ?

Nous pouvons avoir deux états d'équilibre; l'équilibre stable (c'est-à-dire l'énergie potentielle de l'objet est un minima strict ou local) et l'équilibre instable (c'est-à-dire l'énergie potentielle de l'objet est un maxima).

Dans le cas du pendule par exemple, si O est le point de suspension, ces points seront tels qu'indiqués sur le dessin ci-dessous.



EQUILIBRE ET MOUVEMENT : COMMENT OBTENIR UN ÉQUILIBRE ?

Bien qu'intuitivement l'équilibre «s'oppose» au mouvement, dans la réalité, il ne peut pas être dissocié du mouvement.

Soit parce qu'il s'agit, comme nous l'avons vu plus haut, d'un équilibre instable. Dans ce cas, le maintien de cet équilibre suppose des ajustements permanents pour s'opposer aux perturbations extérieures qui conduiraient à une chute. Soit parce que la notion de l'équilibre est relative à un référentiel. En effet, il n'existe pas de «point fixe» dans l'Univers.

L'inertie d'un corps est sa propriété de conserver une vitesse constante (ou de rester immobile) lorsqu'aucune force externe ne s'y applique ou que les forces qui s'y appliquent s'équilibrent.

Le moment d'inertie est l'équivalent rotationnel de l'inertie. Le moment d'inertie dépend de la distribution de masse de l'objet par rapport à l'axe de rotation.

QUEL EST LE POINT COMMUN ENTRE UNE FUSÉE QUI SE TIENT BIEN DROITE, UN CLOWN TENANT UN BALAI EN ÉQUILIBRE SUR SA MAIN OU SON FRONT, ET UN SEGWAY ?

Ce sont des exemples de pendules inversés. Tous obéissent au même principe : une tige plus ou moins grosse doit tenir verticalement en équilibre. Cela nécessite des ajustements constants.

Pour permettre par exemple au segway de fonctionner, l'ingénieur a dû chercher une solution au problème de l'instabilité du système.



PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

COMMENT LE BÂTON RESTE-T-IL À LA VERTICALE ?

Chaque enfant essaie de faire tenir un bâton en équilibre sur la paume de sa main. Pour y parvenir, il est obligé d'ajuster continuellement la position de sa main pour que le bâton reste vertical.

QUELLE SOLUTION L'INGÉNIEUR A-T-IL TROUVÉ POUR AMÉLIORER LA STABILITÉ DU SYSTÈME INSTABLE ?

L'ingénieur applique les observations faites lors de l'expérience afin de résoudre le problème. Il remarque qu'on est obligé d'ajuster constamment la position de la main pour que le bâton reste en équilibre. C'est donc ce principe qui va être appliqué dans les exemples proposés précédemment. Il faut automatiser le calcul de la position du bâton et l'action pour le faire revenir vertical (voir partie «Pendant la visite»).

COMMENT AUGMENTER LES DIFFICULTÉS POUR OBTENIR L'ÉQUILIBRE ?

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

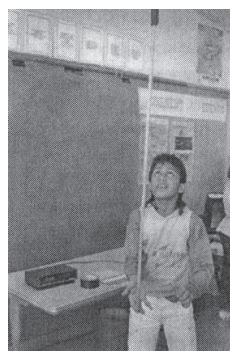
Un bâton en bois ou en bambou, un gros morceau de pâte à modeler.

DÉROULEMENT

Placez sur le bâton un morceau de pâte à modeler de la taille de votre poing à 20 cm depuis l'une des extrémités.

Demandez à un élève de votre classe de maintenir en équilibre le bâton sur le bout d'un doigt dans les deux situations suivantes :

- La pâte à modeler se trouve à l'extrémité proche de votre main.
- Retournez maintenant la tige et tentez d'obtenir l'équilibre, alors que la pâte à modeler est sur la partie supérieure de votre bâton.
- Dans laquelle de ces deux situations est-il le plus facile d'obtenir l'équilibre ?



CE QUI SE PASSE

La tige se retourne plus lentement quand la masse se trouve en haut. Ceci vous laisse par conséquent plus de temps pour ajuster la position afin de garder l'équilibre.

Quand la masse se trouve en bas, la tige a un moment d'inertie moindre et tourne plus rapidement. Plus la masse se trouve loin de l'axe de rotation (qui est la main dans ce cas-ci), plus le moment d'inertie est grand et plus la tige bouge lentement.

Plus la masse d'un objet est grande, plus il est difficile de le mettre en mouvement.

C'est la même chose avec le moment d'inertie : il est plus difficile de changer un mouvement rotationnel dans le cas d'un objet avec un plus grand moment d'inertie.

PENDANT LA VISITE

L'expérience présentée illustre la question du pendule inversé, système instable qui consiste à tenir une tige verticale sur un doigt.

Deux interactions sont possibles avec le visiteur. La première consiste à choisir l'amplitude du mouvement du pendule : de très faible, où la verticalité est rétablie sans problème, à très forte, où le pendule tombe. La seconde permet de dévier légèrement le mouvement du pendule afin d'observer s'il arrive à rétablir l'équilibre.

Une boucle de contrôle est programmée pour rétablir l'équilibre du pendule en fonction de son mouvement.

- Mesure de la position du pendule
- Evaluation de l'amplitude et du mouvement à effectuer afin de remettre le pendule vertical
- Action pour rétablir la position verticale du pendule

Cette boucle de contrôle correspond tout à fait à la réflexion que nous pouvons avoir lorsque nous essayons de faire la même expérience. On regarde le pendule (mesure de la position), on évalue l'ajustement nécessaire pour qu'il revienne à l'équilibre et on bouge le bras en fonction pour y arriver.

De nombreux paramètres interviennent dans le calcul du mouvement à effectuer pour rétablir la verticalité du pendule. Il faut, par exemple, prendre en compte le délai qui s'écoule entre la mesure de la position du pendule et la réaction appliquée. Le pendule a en effet le temps de continuer à se déplacer pendant ce délai. La force de réaction doit donc tenir compte de ce paramètre dans son calcul.

APRÈS LA VISITE PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LE TABOURET D'INERTIE

MATÉRIEL

- Un tabouret ou une chaise qui puisse tourner facilement sur elle-même
- 2 haltères (plus leur masse est grande, plus l'effet sera important)

DÉROULEMENT

Calez-vous bien dans la chaise (ou même attachez-vous) avec un haltère dans chaque main et les bras

tendus à l'horizontale, puis demandez à une personne de vous faire tourner.

Lorsque vous commencez à ralentir, rabattez vos bras vers la poitrine : vous reprendrez de la vitesse !

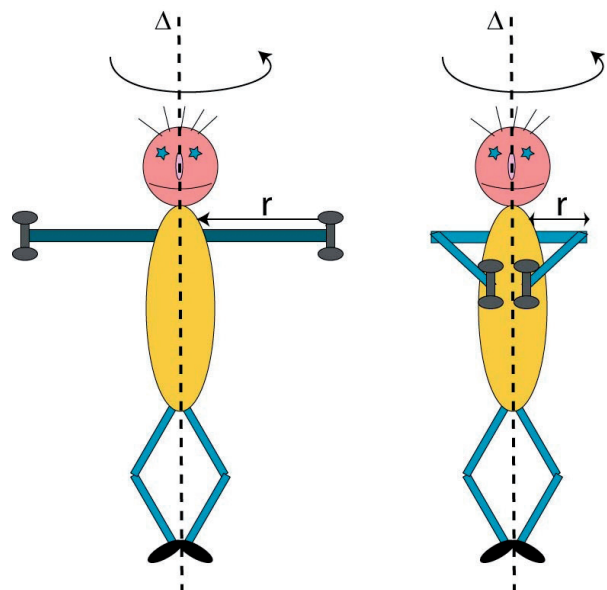
EXPLICATION

Selon la première loi de Newton, « tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, à moins que quelque force n'agisse sur lui et ne le contraigne à changer d'état ». Cette loi s'appelle aussi le principe d'inertie et s'exprime par la conservation de la quantité de mouvement (le produit de la masse du système avec sa vitesse).

Il existe une loi équivalente pour les objets en rotation : un objet en rotation tourne avec un moment angulaire constant tant que le résultant des forces externes reste nulle.

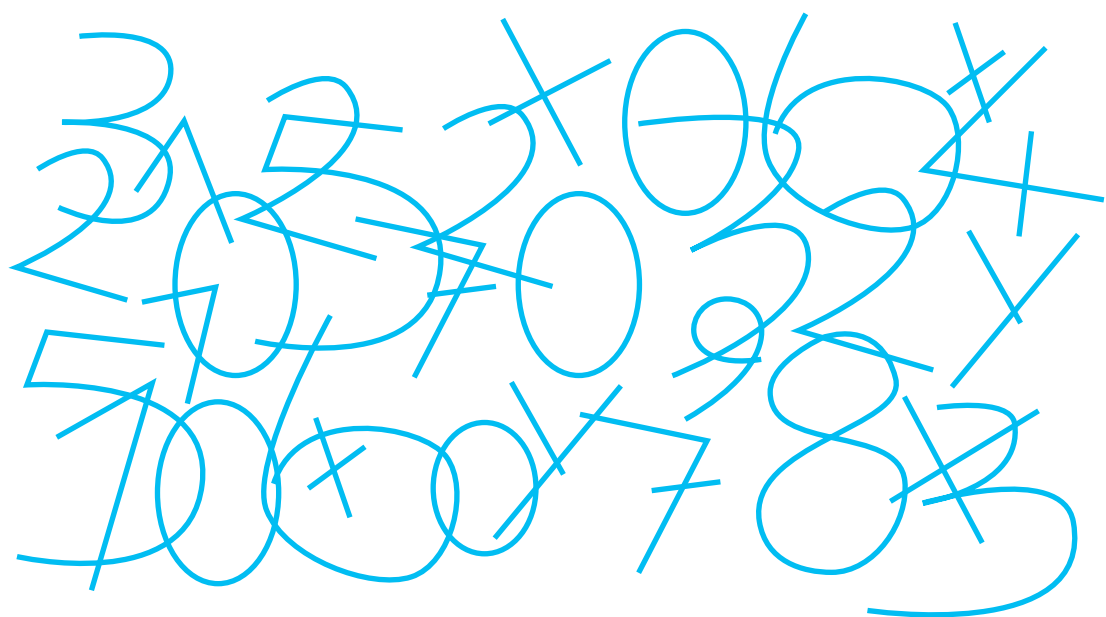
Le moment angulaire est le produit de deux grandeurs, à savoir la vitesse angulaire (mesurée en radian par seconde) et le moment d'inertie.

Ce dernier dépend de la masse de l'objet et de la distribution géométrique de cette masse. Pour cela, l'expérience proposée ci-dessus ressemble beaucoup à ce que réalise une patineuse sur la glace : lorsqu'elle plaque les bras contre son corps, elle augmente sa vitesse de rotation car son moment d'inertie diminue et inversement, elle diminue sa vitesse de rotation quand elle les écarte, car son moment d'inertie augmente. De cette façon, on comprend bien la loi de la conservation du moment angulaire.



BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Paul DOHERTY, Don RATHJEN
The spinning blackboard & other dynamic experiments on force & motion
John Wiley & Sons, 1996
- Le moment d'inertie
http://fr.wikipedia.org/wiki/Moment_d%27inertie
- Vidéo explicative du moment d'inertie
<http://fr.video.yahoo.com/watch/2011147/6428151>
http://www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Meca/non_galileen/pendule_inverse.html



Mathématiques

INTRODUCTION

Les mathématiques sont une science très vaste et très ancienne, qui se subdivise en plusieurs branches. Certaines sont très anciennes, comme la géométrie ou la théorie des nombres. D'autres sont plus récentes, comme l'analyse, la topologie ou l'algorithmique.

Depuis la nuit des temps, les mathématiques ont été appliquées aux autres sciences et à des problèmes concrets. Ils ont conduit à d'étonnantes découvertes.

Vers 250 av. J.-C., Ératosthène calcula le diamètre de la Terre par un raisonnement géométrique.

Vers 1630, Pierre Fermat découvrit l'outil essentiel pour sécuriser les communications via Internet.

En 1842, Ada Lovelace inventa la programmation des calculateurs, un siècle avant qu'on en construise.

En 1859, sans même lever ses yeux au ciel, J. C. Maxwell démontra par de longs calculs que les anneaux de Saturne étaient faits d'une énorme quantité de cailloux.

En 1942, Alan Turing a fait les plans d'un ordinateur. Cet ordinateur a été utilisé pour déchiffrer les messages secrets des Allemands pendant la deuxième guerre mondiale.

En 2006, George Sugihara publie ses recherches sur la pêche industrielle, ce qui sauvera les sardines de la disparition.

De la météorologie aux voyages interplanétaires, de la médecine aux jeux de hasard, de l'étude des gènes à celle des lois de mariage des tribus australiennes, toutes les activités un tant soit peu intelligentes peuvent profiter des mathématiques. Mais, pour les personnes qui les cultivent, elles sont avant tout une passion et une source de satisfactions.

AVANT LA VISITE

QU'EST-CE QU'UN ALGORITHME ?

Un algorithme est une suite précise d'étapes à suivre dans le but d'atteindre un résultat.

VOICI UN EXEMPLE FAMILIER D'ALGORITHME

Émincer des pommes de reinette pelées et épinées; les cuire au beurre au trois quarts et sans sucre.

Étaler cette marmelade en couche épaisse, sur un plat beurré; ranger dessus, en les enfonçant

un peu dedans, les mauviettes assaisonnées, raidies au beurre noisette; les saupoudrer de mie de pain; arroser le beurre fondu; passer au four ou à la Salamandre, juste le temps nécessaire pour en terminer la cuisson.

En appliquant cet algorithme, dû à Auguste Escoffier, on devrait obtenir les «Mauviettes mère Marianne».

Un autre algorithme que tout le monde connaît est, par exemple, la méthode pour multiplier deux entiers. Il suffit de savoir multiplier et additionner des entiers d'un chiffre pour pouvoir, à petits pas, multiplier deux entiers aussi grands qu'on veut.

L'algorithme doit être décrit dans un langage compréhensible à celui qui l'applique et sans ambiguïtés. Si celui qui l'applique est un ordinateur, alors l'algorithme s'appelle programme et est décrit dans un des langages très spéciaux que les ordinateurs comprennent. Si l'algorithme a pour but de gagner à un jeu, il s'appelle stratégie.

QUEL RAPPORT AVEC LE TRAVAIL D'UN MATHÉMATICIEN ?

Il est bien plus intéressant d'inventer un algorithme que de l'appliquer. Parmi les tâches des mathématiciens, il y a l'invention d'algorithmes.

L'algorithmique est la science des algorithmes, visant à étudier les opérations nécessaires à la réalisation d'un calcul.

D'ailleurs, l'algorithmique est à la base d'une science de l'ingénieur bien plus récente qu'est l'informatique.

PENDANT LA VISITE

L'EXPÉRIENCE DU BUS

Le jeu des anneaux chinois est un des plus vieux casse-tête existant déjà il y a plus de 2000 ans en Chine. On pense qu'il doit sa popularité au fait qu'il combine les réflexions logique et créative. Résoudre ce casse-tête n'est pas simple au premier abord. Pourtant, à l'aide d'un algorithme, sa résolution devient automatique.

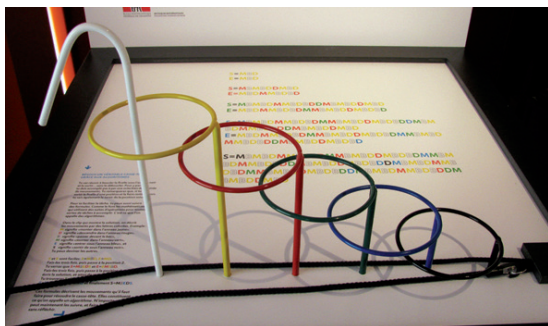
Son invention a été attribuée au général chinois Hung Ming (181-234 avant J.C.), qui en aurait fait cadeau à sa femme pour l'occuper pendant qu'il était loin à la guerre.

Dans le bus, les élèves doivent tenter de sortir une ficelle nouée en boucle de sous des anneaux de différentes couleurs.

Au début, ils essaient par tâtonnement. Idéa-

lement, ils pourraient découvrir une manière méthodique pour pouvoir sortir la ficelle depuis n'importe quel anneau.

Une vidéo réalisée par la section montre un algorithme itératif que les élèves pourront visionner sur place.



L'ALGORITHME EN DÉTAIL

Commençons par le cas le plus simple : le cas où la ficelle passe sous l'anneau jaune.

On monte dans l'anneau jaune - mouvement noté **M** - on passe le bec, ce qu'on note **B**, puis on descend dans l'anneau jaune, mouvement noté **D**, et la ficelle est libérée ! On note **S** la sortie de sous l'anneau jaune. Rentrer sous l'anneau jaune, qu'on note **E**, est tout aussi simple. En symboles : **S=MBD**, **E=MBD**.

Passons au cas où la ficelle passe sous l'anneau rouge (deuxième anneau).

Commençons de nouveau par monter dans l'anneau rouge, ce qu'on note **M**.

Si maintenant nous rentrons sous l'anneau jaune, et nous descendons dans l'anneau rouge, nous voilà dans la situation d'avant. Il n'y a plus qu'à ressortir de sous l'anneau jaune et la ficelle est libérée.

Pour rentrer sous l'anneau rouge, on exécute les opérations inverses en ordre inverse. En symboles :

S=MBEDS, **E=EMSBD**

Et en remplaçant les lettres jaunes par leurs expressions ci-dessus :

S=MBMBDDMBD

E=MBDMMBDBD

Une fois qu'on sait sortir et rentrer sous l'anneau rouge, on sait aussi sortir de sous l'anneau vert : on monte dans l'anneau vert, on passe le bec, on rentre sous l'anneau rouge, on descend dans l'anneau vert et on sort de sous l'anneau rouge.

Voici les mouvements à faire :

S=MBEDS, **E=EMSBD**

Ou, en remplaçant les lettres rouges par leurs expressions ci-dessus

S=MBMBDDMBDDMBMBDDMBD

E=MBDMMBDBDMMBMBDDMBDD

Comme on passe de l'anneau jaune au rouge et du rouge au vert, on peut passer du vert au bleu

S=MBEDS, **E=EMSBD**

ou, in extenso :

S=MBMBDDMBDDMBMBDDMBDD

MBMBDDMBDDMBMBDDMBD

E=MBDMMBDBDMMBMBDDMBDDMMB

MBDMMBDBDDMBMBDDMBDD

Passons maintenant à l'étape suivante pour sortir la ficelle de sous l'anneau noir.

Le passage d'un anneau au suivant est mécanique et ne nécessite plus aucune réflexion. La formule pour sortir de sous l'anneau noir sera :

S=MBEDS

ou, en toutes lettres

S=MBMBDDMBDDMBMBDDMBDDMMB

MBDMMBDBDDMBMBDDMBDDMBMBDD

MBDBDMMBMBDDMBDDMBDDMMBDD

DDMBMBDDMBD

N'importe qui peut maintenant résoudre le casse-tête en suivant les formules, sans plus réfléchir.

En examinant la formule qui décrit la solution, on peut aussi estimer le temps nécessaire pour résoudre le casse-tête. On voit qu'avec 1 anneau on passe une fois devant le bec, avec 2 anneaux on passe 3 fois, avec 3 anneaux 7 fois. On démontre donc que chaque fois qu'on rajoute un anneau, il faut doubler le nombre de passages précédent et ajouter 1. Avec 5 anneaux, on passe le bec 31 fois (comptez les B dans la formule). Si on passe le bec toutes les 4 secondes, il faut 124 secondes pour faire le casse-tête avec 5 anneaux. S'il y avait 10 anneaux, il faudrait un peu plus qu'une heure, et s'il y avait 20 anneaux, en travaillant 8 heures par jour, il faudrait 145 jours et quelques heures.

En résumé, la suite 1, 3, 7, 15, ... des nombres de passages s'obtient en doublant le nombre du cas précédent et en ajoutant 1.

Ainsi pour le deuxième anneau :

$3 = (2 \text{ fois } 1) + 1$

Pour le troisième anneau :

$7 = (2 \text{ fois } 3) + 1$

Et finalement le quatrième anneau :

$15 = (2 \text{ fois } 7) + 1$

Il n'y a aucun algorithme plus rapide que celui que nous avons décrit.

APRÈS LA VISITE PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LA TOUR DE HANOÏ



DESCRIPTION

Il s'agit de déplacer des disques de diamètres différents d'une tour de départ (la première en général) à la tour d'arrivée (la troisième) en passant par une tour intermédiaire et ceci en un minimum d'étapes, tout en respectant les règles suivantes :

- on ne peut pas déplacer plus d'un disque à la fois
- on ne peut placer un disque que sur un autre disque plus grand que lui ou sur un emplacement vide.

On suppose que cette dernière règle est également respectée dans la configuration de départ.

DURÉE

Environ 2 heures de cours avec la fabrication

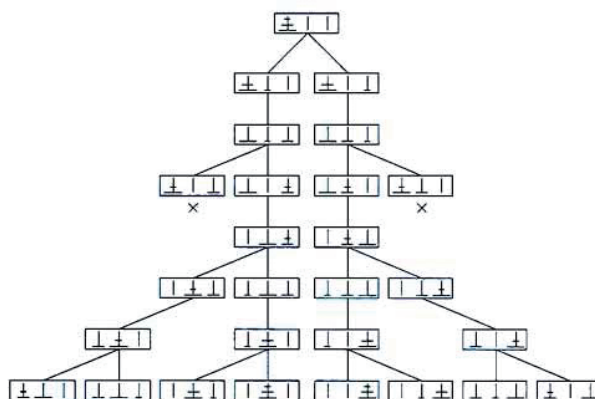
MATÉRIEL NÉCESSAIRE POUR LA FABRICATION DES TOURS DE HANOÏ (1 TOUR PAR ÉLÈVE)

- Pistolets à colle avec recharge
- Forêts manuels
- Planchettes prédécoupées 21 x 6 cm
X nb d'élèves
- Paires de ciseaux X nb d'élèves
- 4 rondelles de bois de diamètres différents
X nombre d'élèves (on peut en trouver par exemple chez Opittec www.opittec.ch
disque 60 x 10 mm ; réf. Opittec 601.157
disque 50 x 10 mm ; réf. Opittec 601.146
disque 40 x 10 mm ; réf. Opittec 601.135
disque 30 x 8 mm ; réf. Opittec 601.124
- 4 bâtonnets (pics à brochettes) en bois
X nombre d'élèves
- Papiers journaux (protection)
- Eventuellement peinture et pinceaux
X nombre d'élèves, si l'atelier se prolonge en atelier artistique.

DÉROULEMENT DE L'ATELIER

Dans un premier temps, les élèves essaient par eux-mêmes de résoudre le casse-tête afin de se familiariser avec les règles.

L'étape suivante consiste à dessiner un algorithme permettant de voir toutes les possibilités (y compris celles qui ne conduisent pas à une solution) et à choisir la plus rapide menant à la solution. Sur le dessin ci-dessous, nous pouvons voir cet algorithme pour 3 anneaux :



PROBLÈMES COURTS DEMANDANT L'ÉTABLISSEMENT D'ALGORITHMES

PROBLÈME AVEC DES RÉCIPIENTS

Comment obtenir 1 l d'eau à l'aide d'un récipient de 2 l et d'un autre de 5 l (ce dernier étant plein au départ) ?

Réponse : on remplit le récipient de 2 l, puis on déverse son contenu. Il reste alors 3 l dans le récipient de 5 l. On remplit encore une fois le récipient de 2 l. La quantité d'eau restant est alors de 1 l.

UN AUTRE PROBLÈME AVEC DES RÉCIPIENTS

Papy ne mange pas n'importe quoi ! Au petit-déjeuner, il mange un œuf. Il le mange uniquement si celui-ci a cuit pendant 15 minutes. Ni plus, ni moins ! Un jour, il te demande de faire son petit-déjeuner. Tu n'as pas de montre à disposition, mais seulement deux sabliers. Dans l'un, le sable coule pendant 11 minutes, dans l'autre pendant 7 minutes. Que vas-tu faire ?

Réponse : Il faut retourner d'abord les deux sabliers en même temps. Quand le sablier de 7 minutes vient de finir, il reste 4 minutes dans le sablier de 11 minutes et on enclenche la cuisson de l'œuf. Quand les 4 minutes sont écoulées, on retourne encore une fois le sablier de 11 minutes et on a une cuisson en 4 minutes + 11 minutes = 15 minutes.

LE LOUP, LE CHOU ET LA CHÈVRE

Un homme doit faire traverser un loup, une chèvre et un très gros chou dans un bateau. Le bateau est tellement petit, qu'il ne peut embarquer qu'un des trois et lui-même pour chaque traversée. Comment peut-il faire pour les faire traverser tous les trois sans laisser l'occasion au loup de manger la chèvre ou à la chèvre de manger le chou ?

Réponse : il existe deux solutions.

PREMIÈRE SOLUTION

N° DE L'ÉTAPE	RIVE GAUCHE	RIVIÈRE	RIVE DROITE
1	   		
2	 	  →	
3	 	← 	
4		  →	
5		←  	
6		  →	
7		← 	 
8		  →	 
9			   

DEUXIÈME SOLUTION

N° DE L'ÉTAPE	RIVE GAUCHE	RIVIÈRE	RIVE DROITE
1	   		
2	 	  →	
3	 	← 	
4		  →	
5		←  	
6		  →	
7		← 	 
8		  →	 
9			   

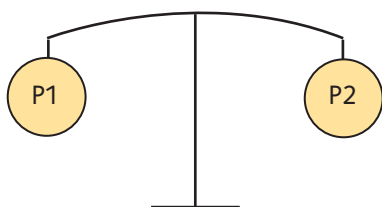
PROBLÈME DE PESÉE

Comment retrouver une fausse pièce, parmi 4 pièces en deux pesées ? (Nous ne savons pas a priori si la fausse pièce est plus légère ou plus lourde que les autres).

SOLUTION



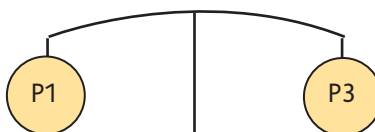
PREMIÈRE PESÉE



→ $P1 \neq P2$

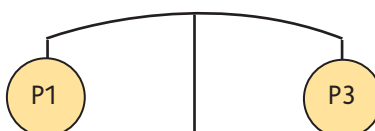
→ $P1 = P2$

DEUXIÈME PESÉE



→ $P1 = P3 \Rightarrow P2$ est fausse

→ $P1 \neq P3 \Rightarrow P1$ est fausse

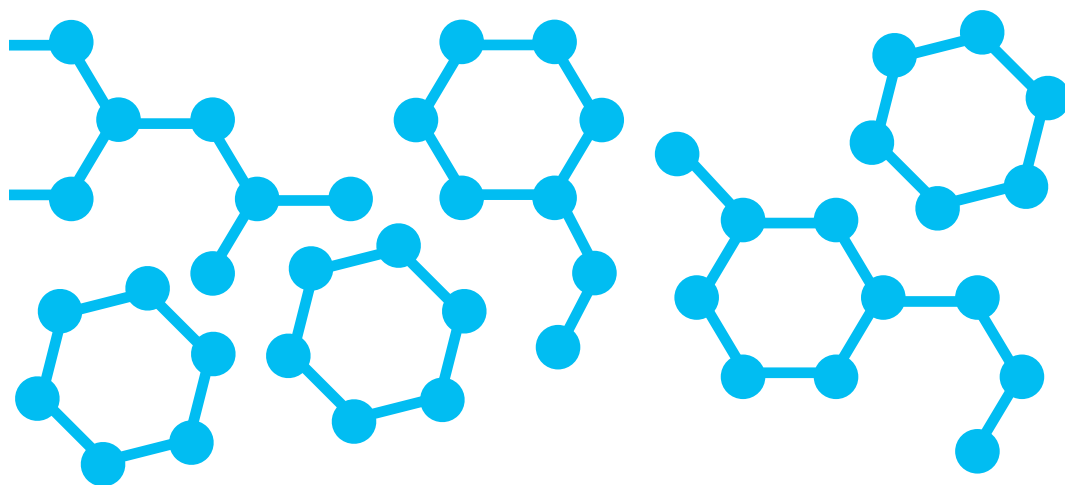


→ $P1 = P3 \Rightarrow P4$ est fausse

→ $P1 \neq P3 \Rightarrow P3$ est fausse

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Applications des anneaux chinois en biologie
L. H. KAUFFMAN *Tangle complexity and the topology of the Chinese rings*, in *Mathematical approaches to biomolecular structure and dynamics*, IMA Vol. 82, Springer, 1996, 1-10.
- Théorie mathématique des anneaux chinois
J. H. PRZYTYCKI and A. S. SIKORA *Topological Insights from the Chinese Rings* Proc. Amer. Math. Soc., 130 (2002), no. 3, 893-902.
- Edouard LUCAS *Récréations mathématiques* Ed. Albert Banhcard 1979
- Tour de Hanoï sur wikipedia
http://fr.wikipedia.org/wiki/Tours_de_Hano%C3%AF
<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/PictDisplay/Lovelace.html>
<http://www-groups.dcs.st-and.ac.uk/~history/PictDisplay/Turing.html>
<http://www.aiia.com.au/images/pages/sig/fitt/AdaLovelace.jpg>



Chimie et génie chimique

INTRODUCTION

Science de la création, pilier de toutes les industries, la chimie est actuellement la discipline centrale de la recherche moderne, au carrefour de l'ensemble des sciences naturelles.

Comprendre un mécanisme biologique, rêver et produire un nouveau médicament, créer un matériau révolutionnaire, inventer un procédé de fabrication propre et sûr, concevoir de nouvelles sources d'énergie pour l'avenir de l'humanité, comprendre les subtils équilibres régissant notre environnement pour le protéger : autant de missions dévolues aux chimistes et aux ingénieurs chimistes d'aujourd'hui.

La Section de Chimie et de Génie Chimique et ses enseignants ont pour mission de former les futurs scientifiques et ingénieurs aux carrières de la recherche, de l'analyse et du développement dans les domaines des sciences moléculaires, de l'ingénierie chimique et de la biotechnologie.

AVANT LA VISITE

Voici quelques concepts que vous retrouverez dans l'expérience présentée dans le bus, et quelques idées pour les aborder simplement.

QUELS MOYENS DE PRODUIRE DE LA LUMIÈRE CONNAISSEZ-VOUS ?

On peut définir la lumière comme des particules d'énergie que l'on appelle photons. La lumière provient d'une conversion d'énergie, qu'elle soit d'origine électrique (incandescence, tubes fluorescents ou lampes à économie d'énergie : décharge électrique dans un gaz, diodes électroluminescentes), thermique (combustion) ou comme on le verra dans cette expérience, chimique. La chimiluminescence se retrouve dans la nature chez les lucioles, les vers luisants et certains organismes marins. Elle provient d'une réaction chimique.



QU'EST-CE QU'UNE RÉACTION CHIMIQUE ?

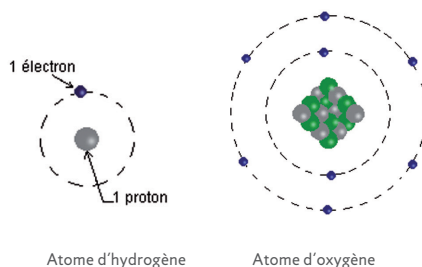
Lors d'une réaction chimique, les espèces chimiques qui constituent la matière sont modifiées. La masse totale des réactifs est conservée. Les réactions chimiques provoquent un changement de la nature chimique de la matière, contrairement aux transformations physiques (changement d'état, érosion, rupture, réactions nucléaires,...).

Parmi les réactions chimiques les plus courantes, citons :

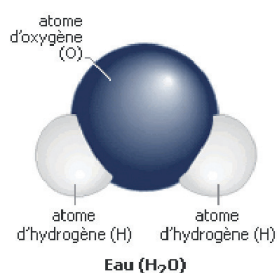
- la respiration, la fermentation lactique et la fermentation alcoolique qui permettent aux organismes de produire de l'énergie
- la sécrétion de produits par les organes (larmes, sueurs, salive, sucs gastriques, hormones...), l'action de ces sécrétions
- la combustion (entre autres dans les moteurs à explosion et les chaudières), le feu
- la cuisson des aliments, les brûlures
- la corrosion de la matière (par exemple la rouille)
- la photosynthèse chlorophyllienne qui permet aux plantes de produire des sucres à partir de dioxyde de carbone et d'eau
- la dissolution des métaux par l'acide
- la révélation des photographies
- la production d'électricité par les piles, le stockage et la libération d'électricité par les batteries et accumulateurs
- l'élaboration des métaux à partir des minerais (métallurgie)
- la fabrication de l'essence, des huiles et des plastiques à partir du pétrole
- la fabrication des produits d'entretien : savon (réaction de saponification), eau de Javel, acide chlorhydrique, soude caustique, ammoniacque.

DE QUOI EST FAITE LA MATIÈRE ?

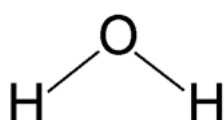
La matière est constituée d'atomes de différents éléments (par exemple, ceux qui composent les molécules de notre corps : carbone, oxygène, hydrogène, azote,...), eux-mêmes constitués de particules plus petites (protons, neutrons et électrons).



Un assemblage d'atomes constitue une molécule. Par exemple, la molécule d'eau dont la formule est H_2O :

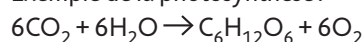


On la représente aussi comme cela :



La chimie étudie la composition de la matière, sa structure et ses transformations. Pour représenter les phénomènes qui ont lieu au cours d'une réaction chimique, on écrit une équation chimique.

Exemple de la photosynthèse :



Dioxyde de carbone + eau donne glucose + dioxygène

QU'EST-CE QU'UN CATALYSEUR ?

En chimie, un catalyseur est une substance qui augmente la vitesse d'une réaction chimique; il participe à la réaction, mais il est régénéré à la fin de la réaction. Il ne fait donc partie ni des réactifs, ni des produits dans l'équation. Lorsqu'un catalyseur est utilisé pour accélérer une transformation, on dit que celle-ci est catalysée.

Nous utiliserons différents catalyseurs dans les expériences proposées.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

RÉACTION EXOTHERMIQUE

En chimie, une réaction est dite exothermique si elle produit de la chaleur. Cette chaleur dégagée brutalement peut contribuer à l'emballement de la réaction qui devient alors explosive. De nombreuses réactions impliquant des acides ou des bases sont exothermiques. La réaction peut être violente. Ainsi un fragment métallique de sodium réagit violemment avec l'eau, ne s'y enfonce pas en

raison de l'intense dégagement de gaz hydrogène (inflammable) accompagné de la formation de soude caustique (hydroxyde de sodium) et d'un fort dégagement de chaleur qui peut enflammer l'hydrogène (expérience dangereuse).

EXPÉRIENCE :

SOLIDIFICATION DE L'ACÉTATE DE SODIUM

Dissoudre dans de l'eau chaude (environ $60^\circ C$) autant d'acétate de sodium qu'il est possible (environ $170 \text{ gr}/100 \text{ cm}^3$). Laisser refroidir le mélange lentement. La solution est alors sursaturée: elle contient plus de soluté qu'elle ne peut en dissoudre normalement. Cette solution est métastable, c'est-à-dire que le soluté précipite à la moindre perturbation (la solution finale ne doit donc pas présenter d'impuretés, telles que des poussières), par exemple en touchant avec le bout du doigt la surface de la solution.

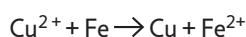
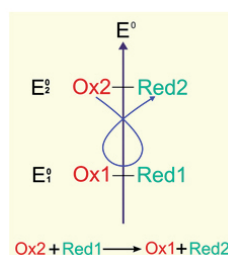
La cristallisation libère de la chaleur (chauffe-rette chimique que l'on trouve en magasin).

OXYDORÉDUCTION FE/CU, CUIVRAGE D'UN CLOU DE FER

Une réaction d'oxydoréduction est un processus de transfert d'électrons d'un atome à un autre. On appelle oxydant l'atome qui capte les électrons et réducteur l'atome qui les cède au cours de la réaction. Ici, l'oxydant est le cuivre sous forme d'ions et le réducteur le fer.

EXPÉRIENCE

Dissoudre deux cuillères à café de sulfate de cuivre dans un verre d'eau. Plonger le clou en fer. Au bout de quelques minutes, on peut voir sa surface devenir rosée, puis cuivrée.



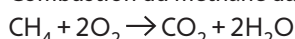
À la fin de la réaction, on trouve du cuivre métallique et du fer ionique.

COMBUSTION => CHALEUR + LUMIÈRE
«CHAUDE»

La combustion est une réaction chimique exothermique d'oxydoréduction. Lorsque la combustion est vive, elle se traduit par une flamme voire une explosion. La combustion est une oxydation d'un combustible par un comburant : le combustible est le corps qui est oxydé durant la combustion; c'est un réducteur, il perd des électrons. Le comburant est le corps qui est réduit; c'est un oxydant, il gagne des électrons.

EXEMPLE

Combustion du méthane dans le dioxygène :



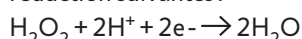
Le dioxyde de carbone CO_2 et l'eau H_2O sont plus stables que le dioxygène et le méthane. La lumière est émise par les gaz chauds de la flamme.

considérablement le taux de décomposition du peroxyde d'hydrogène. Ce phénomène produit un dégagement d'oxygène intense ainsi qu'une forte chaleur.

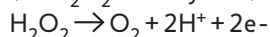
La réaction de dismutation est lente et les solutions aqueuses de peroxyde d'hydrogène peuvent être conservées longtemps.

La dismutation met en évidence les propriétés oxydantes et réductrices du peroxyde d'hydrogène. Elle peut être décrite comme une réaction entre H_2O_2 oxydant et H_2O_2 réducteur.

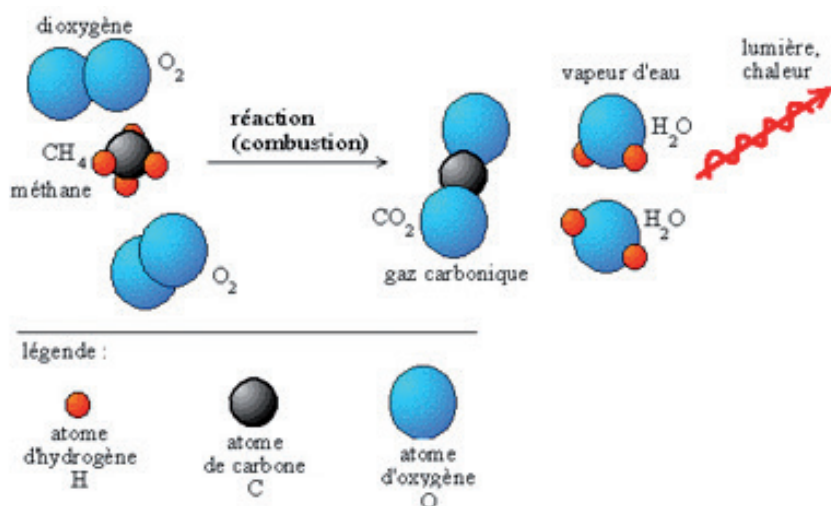
La réaction de dismutation $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ est composée des deux demi-équations d'oxydo-réduction suivantes :



(où H_2O_2 est l'oxydant)



(où H_2O_2 est le réducteur)



EXPÉRIENCE AVEC L'EAU OXYGÉNÉE

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 ou eau oxygénée, se décompose dans une réaction exothermique de dismutation, en eau et dioxygène dans des proportions dépendantes de la température, de la concentration de la présence d'impuretés et de stabilisants. Il est décomposé par beaucoup de substances, dont la plupart des métaux de transition et leurs composés, des composés organiques, la poussière, etc.

L'utilisation d'un catalyseur (comme le dioxyde de manganèse, le permanganate de potassium, l'argent ou la catalase, une enzyme) augmente

LE MATÉRIEL

- Un bocal avec couvercle
- Un sachet de permanganate de potassium
- Eau oxygénée
- Pic en bois
- Briquet ou allumettes

LA MANIPULATION

Verser un sachet de permanganate de potassium dans le bocal. Y verser de l'eau oxygénée et le fermer avec un couvercle pour éviter que le gaz ne s'échappe.

Allumer une extrémité du pic en bois avec les allumettes. Éteindre la flamme mais laisser le bois incandescent.

Retirer le couvercle et mettre rapidement le pic dans le verre sans toucher l'eau qui se trouve au fond du bocal.

QUE VOIT-ON ?

On s'aperçoit que le pic se ré-enflamme dès que son extrémité incandescente est dans le bocal. Dans certains cas, on entend même une petite détonation.

EXPLICATIONS

Lorsqu'on mélange du permanganate de potassium et de l'eau oxygénée, une réaction chimique se produit. Cette réaction produit un gaz qui est le dioxygène.

Le dioxygène est très réactif et permet de ranimer la flamme éteinte sur le morceau de bois incandescent.

Le permanganate de potassium est un catalyseur qui permet l'oxydoréduction plus rapide de l'eau oxygénée.

L'un des produits de cette réaction est le dioxygène pur emprisonné dans le bocal avec le couvercle, c'est un comburant.

La combustion du bois est également une réaction chimique qui consomme du dioxygène et produit du dioxyde de carbone.

EXPÉRIENCE : CATALYSE

LE MATÉRIEL

- 3 petits pots en verre
- Sucre en poudre
- Cendres
- Briquet ou allumettes

LA MANIPULATION

On crée 3 tas sur les pots en verre retournés :

- Un de sucre
- Un de cendre
- Un composé d'un mélange de sucre et de cendre. Il faut environ un peu plus de sucre que de cendre.

On essaye de mettre le feu à chacun des tas.

QUE VOIT-ON ?

- Le sucre brunit.
- La cendre ne bouge pas.
- Un seul tas prend feu : le mélange sucre et cendre.

EXPLICATIONS

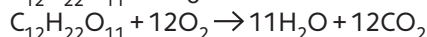
- Le sucre se caramélise sous l'action de la chaleur (oxydation du sucre).
- La cendre ne peut brûler seule (carbone uniquement).
- Le mélange contient tous les éléments utiles à la combustion.

Le sucre est un combustible qui peut réagir avec un comburant, le dioxygène de l'air, en brûlant.

Cependant, pour que la réaction puisse s'entretenir, il faut que le sucre se vaporise, il faut donc une mèche. C'est la cendre qui fait office de mèche.

On peut faire le même type d'expérience avec une bougie. En effet on ne peut pas faire prendre la cire de la bougie sans mèche.

La formule chimique du sucre (saccharose) est $C_{12}H_{22}O_{11}$. Il réagit ainsi :



PENDANT LA VISITE

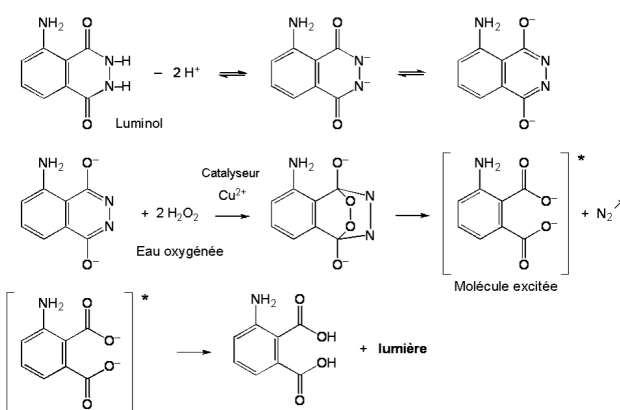
L'expérience est composée d'un serpentín de verre avec, à son extrémité supérieure un flacon pouvant recevoir trois produits différents.

Un premier bouton-poussoir permet d'introduire du luminol et de l'eau oxygénée. Lorsque les deux liquides se mélangent en descendant, la réaction a lieu dans le serpentín et il y a luminescence.

Un deuxième bouton-poussoir permet d'introduire en plus des deux autres une solution de fluorescéine. Lors de la réaction, l'énergie d'excitation du luminol est transmise à la fluorescéine et réémise sous forme de lumière verte, on parle alors de fluorescence.

La réaction serait aussi possible avec d'autres colorants.

La réaction est décrite par l'équation suivante :



APRÈS LA VISITE

QUELQUES APPLICATIONS UTILISANT LA CHIMILUMINESCENCE

Le luminol est utilisé par la police scientifique pour repérer les traces de sang même si celles-ci ont été nettoyées (sauf par de l'eau de Javel, oxydant puissant). L'enquêteur prépare une solution de luminol et d'activateur et la pulvérise sur toute la surface du lieu des investigations. Le fer et la catalase présents dans le sang vont alors catalyser la réaction chimique, provoquant ainsi la luminescence et révélant l'emplacement du sang. La quantité de catalyseur nécessaire à la réaction est très faible par rapport à la quantité de luminol, ce qui permet la détection de quantité de sang in-

finitésimale. L'éclat est bleu et dure environ 30 secondes. La pièce doit être assez sombre afin de détecter celui-ci. Toute émission de lumière doit être archivée par une photographie à temps de pose élevé.

Lors d'études environnementales, le phénomène peut être utilisé pour la détection du dioxyde d'azote : ce gaz réagit bien avec le luminol.

Il existe également de nombreuses applications médicales à ce phénomène, comme la détection de cellules cancéreuses ou le dépistage des infarctus cardiaques.

Utilisé dans un tube en plastique creux, ce phénomène permet d'obtenir une source de lumière de secours ou encore des objets (bracelets, colliers, cerceaux, etc.) décoratifs lors de fêtes nocturnes.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

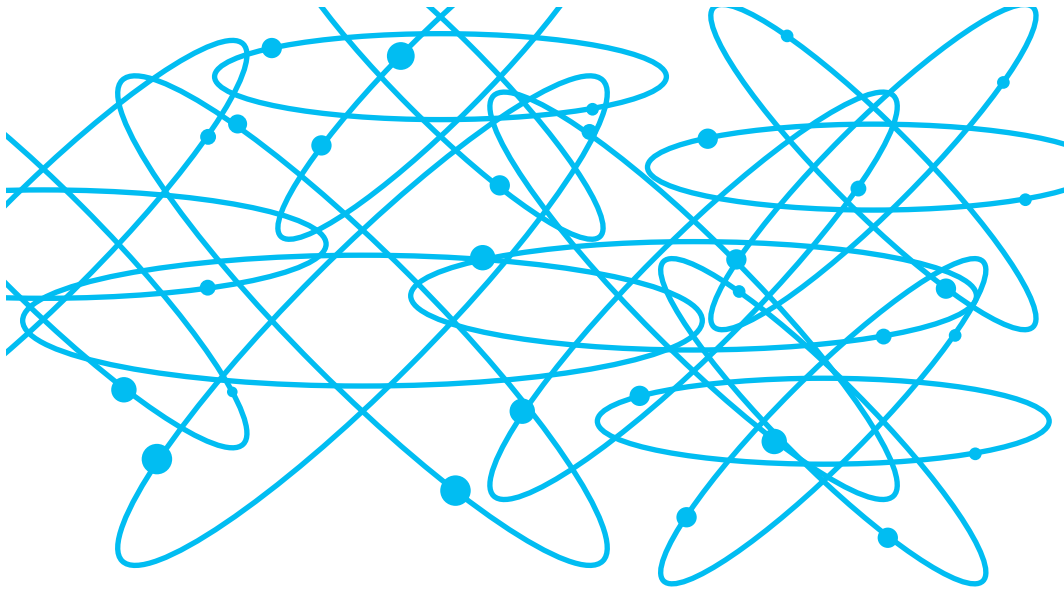
– <http://www.wikidebrouillard.org/index.php/>

Aller dans le menu de la colonne de gauche : « Consulter » : « Par disciplines scientifiques » : « Chimie » ou « Chimie et lavage » ou « Cuisine et chimie »

– <http://scienceamusante.net/>

– *Les astuces de la chimie*

Les petits débrouillards, Editions Albin Michel Jeunesse



Physique

INTRODUCTION

Depuis l'aube des temps, l'humanité s'interroge sur la nature des choses et les lois qui régissent la marche de l'Univers. La découverte et la connaissance de la matière qui nous habite et nous entoure, depuis son infiniment petit jusqu'à son infiniment grand, depuis la plus petite et éphémère particule élémentaire, jusqu'à la plus grande galaxie de l'Univers, ainsi que la découverte et la connaissance des mécanismes qui régissent l'organisation et la transformation de la matière, constituent l'essence même de la physique.

De grandes découvertes balisent son histoire comme celles de l'atome, l'électron, le photon, la gravitation, les lois de l'astronomie, les rayons X, la radioactivité, la relativité, l'énergie nucléaire, les quarks, le big-bang de la naissance de l'Univers, les semi-conducteurs, les supraconducteurs...



Le·la physicien·ne EPFL est un·e scientifique de niveau universitaire capable d'utiliser les découvertes en laboratoire pour développer des solutions techniques aux problèmes modernes socio-économiques et environnementaux. En conséquence, sa formation scientifique est complétée par des connaissances techniques et de gestion, avec exercices à la conduite de projet et à la résolution de problèmes techniques. Bien que cette voie de formation ait un solide ancrage dans le concret, elle requiert de bonnes aptitudes dans les mathématiques, un goût prononcé pour la rigueur scientifique et un penchant pour la conceptualisation et l'abstraction.

QUELLES SONT LES PERSPECTIVES PROFESSIONNELLES ?

L'éventail des perspectives professionnelles de l'ingénieur·e physicien·ne est assez large. Il pourra avoir une activité dans la recherche fondamentale ou dans la recherche appliquée liée aux technologies de pointe, telles que la fusion thermonucléaire, la biophysique, les nanotechnologies, la supraconductivité, la photonique quantique, les

expériences avec les grands accélérateurs de particules, mais aussi dans le management et la gestion des entreprises et organisations publiques, ou encore dans l'enseignement. De par le côté généraliste scientifique de la formation, les employeurs de type privé sont plutôt des moyennes à grandes entreprises.

AVANT LA VISITE

LA TENSION SUPERFICIELLE

La tension superficielle existe à la surface de séparation de deux milieux (entre un solide ou un liquide et un gaz)

En effet, les molécules préfèrent être entourées par leurs congénères. Le système tend à minimiser la surface de contact entre les deux milieux.

De ce fait, nous comprenons la forme sphéri-



que des bulles de savon car il s'agit de la surface minimale.

Un autre exemple : la forme bombée de la surface de l'eau, dans un verre un peu trop rempli, due à la tension superficielle, qui s'oppose à l'accroissement de la surface. Sans cela l'eau déborderait.

Enfin, la goutte de rosée à la surface d'une feuille. Cette fois-ci, trois milieux sont en présence : l'eau, l'air et la feuille. Au lieu de s'étaler sur la feuille, la goutte minimise sa surface de contact avec elle. On a ici compétition entre les tensions superficielles feuille-air et feuille-eau.

En conclusion, la forme de la surface est l'équilibre entre la pression du gaz, l'attraction par l'intérieur du liquide et la force gravifique. Le système tend à minimiser l'énergie de surface. La tension superficielle se mesure en N/m.



LA STRUCTURE DU SAVON

Les molécules de savon ont deux parties : une tête soluble dans l'eau, qu'on appelle «hydrophile» ; et une longue queue de 10 à 20 atomes de carbone, qui n'aime pas être dans l'eau, qu'on appelle donc «hydrophobe». Au final, ces molécules aiment l'eau et la fuient à la fois ! On les appelle «molécules amphiphiles».

Pour se laver les mains, les molécules du savon se placent à la surface entre l'eau et la graisse, permettant à l'eau d'emporter la graisse (ce que l'eau seule n'arrive pas à faire). Ce sont ces mêmes molécules qui font durer les bulles. Dans un film de savon, il y a essentiellement un film d'eau. Il est couvert de part et d'autre par une monocouche de molécules amphiphiles. Leurs queues sont dirigées vers l'extérieur, dans l'air. Leurs têtes sont vers l'intérieur puisqu'elles aiment être dans l'eau.

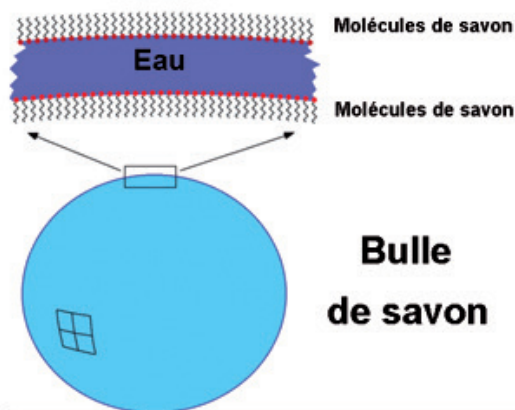
LES MOLÉCULES AMPHIPHILES EXERCENT TROIS ACTIONS

Premièrement, elles favorisent la formation des bulles.

Deuxièmement, elles ralentissent la disparition des bulles. Les deux monocouches forment des parois qui confinent l'eau. Certains liquides vaisselle sont plus efficaces que d'autres, car ils forment une monocouche plus élastique. On peut aussi ralentir la perte d'eau en rendant l'eau plus visqueuse (avec 10 % de glycérine, qui s'achète pour pas cher en pharmacie). Pour ralentir l'évaporation par temps sec, on peut rajouter 5 % de sucre dans l'eau.

Troisièmement, elles empêchent la bulle de claquer : en effet, les deux couches de molécules, situées de part et d'autre du film, se repoussent entre elles.

En résumé, une bulle de savon consiste en une mince couche d'eau maintenue en sandwich entre deux couches de molécules de savon.



QUEL RAPPORT AVEC LE TRAVAIL DU PHYSICIEN ?

La structure au repos d'une mousse correspond à celle qui offre la plus petite surface de film de savon, compte tenu de l'organisation particulière des bulles entre elles et de leur volume.

On utilise un dispositif pour contraindre la mousse à ne former qu'une seule couche.

La mousse est dite alors quasi bidimensionnelle. De la sorte, il est possible de focaliser une caméra et de filmer l'évolution de la structure cellulaire.

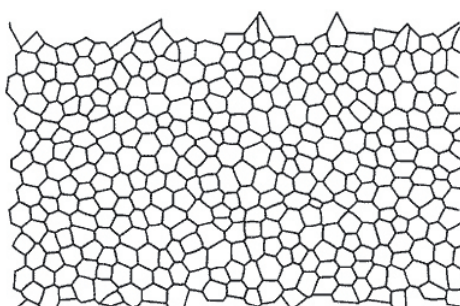
Lorsqu'un physicien étudie une mousse, il s'intéresse, entre autres, à l'écartement entre les bulles. C'est-à-dire à l'épaisseur du film d'eau séparant deux bulles voisines. Il peut étudier également le nombre de bulles voisines d'une bulle donnée ainsi que leurs tailles.

Il étudie aussi les bulles de savon pour comprendre certains phénomènes atmosphériques. Comme elles, l'atmosphère se compose d'une couche très fine par rapport à son diamètre.

Des chercheurs ont pu comprendre par exemple la formation des ouragans, en créant une demi-bulle de savon qu'ils ont chauffée «à l'équateur» puis ensuite refroidie «aux pôles», donnant naissance à un gros tourbillon unique, semblable à un ouragan.



© CNRS Photothèque/APS/KELLAY Hamid, SEYCHELLES Fanny



Ils ont mesuré aussi la composante aléatoire toujours présente dans le mouvement des ouragans afin de pouvoir en tenir compte dans la prévision de la trajectoire des ouragans. Ceci permettra d'anticiper le déplacement de l'ouragan en termes de probabilité.

PENDANT LA VISITE

La section de Physique présente une expérience utilisant des cadres de polyèdre.

Les élèves doivent plonger ces cadres dans la solution savonneuse et observer les surfaces que forme la pellicule de savon à l'intérieur de ces cadres.

Ces surfaces sont ce qu'on appelle des surfaces minimales. Cette forme peut être différente d'une fois à l'autre pour un même cadre. Ceci est dû au fait qu'il existe plus qu'une façon d'obtenir une surface minimale pour la pellicule de savon.

En architecture, on essaie souvent de réaliser des surfaces minimales car elles sont très belles et nécessitent une quantité minimale de matériaux. Toutefois leur calcul est très difficile.



APRÈS LA VISITE PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LA PEAU DE L'EAU

DURÉE

Entre 7 et 10 minutes

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Une aiguille par groupe de deux
- Un verre d'eau par groupe de deux

DÉROULEMENT

Le défi consiste à poser l'aiguille sur la surface de l'eau sans qu'elle ne coule.

Si on lâche brusquement une aiguille dans l'eau, elle coule. Cette même aiguille déposée délicatement à la surface de l'eau flotte, pourquoi ?

Le métal est plus dense que l'eau, donc l'aiguille devrait couler. Cependant, la tension superficielle peut être suffisante pour maintenir de petits objets à la surface de l'eau. Il faut que ces objets présentent une surface suffisante par rapport à leur masse.

LE « LAIT PSYCHÉDÉLIQUE »

DURÉE

De 5 à 7 minutes

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Un récipient, par exemple une assiette
- Du lait
- Cartouches d'encre d'une ou plusieurs couleurs
- Une paire de ciseaux
- Un pic à brochette
- Quelques gouttes de liquide vaisselle dans un autre récipient.

LE DÉROULEMENT

Versez un peu de lait dans un récipient, déposez quelques gouttes d'encre (ou colorants alimentaires) de différentes couleurs sur le lait (ne pas en mettre au centre). Trempez le pic à brochette dans le produit vaisselle, touchez la surface du lait au centre du récipient. Le mouvement de dispersion des couleurs semble s'arrêter. Touchez la surface du lait avec le pic sur le côté cette fois !

QUE SE PASSE-T-IL ?

Dès que vous déposez le pic à brochette trempé dans le liquide vaisselle, les couleurs se dispersent à la surface du lait en s'éloignant du pic.

Le lait est constitué d'eau en grande partie, de gras et de protéines. Lorsque vous mettez des encres sur le lait, celles-ci flottent, car elles sont moins denses que le lait. Le gras et les protéines empêchent le colorant de se disperser. Pourquoi les encres se dispersent-elles au contact du produit vaisselle ? A la surface du lait, les molécules d'eau du lait forment une forme de membrane tendue. C'est dû à la tension superficielle. En touchant la surface du lait avec du produit vaisselle, vous affaiblissez la tension superficielle, cet effet se propage et les encres se dispersent.

LA TENSION SUPERFICIELLE DES BULLES DE SAVON

DURÉE

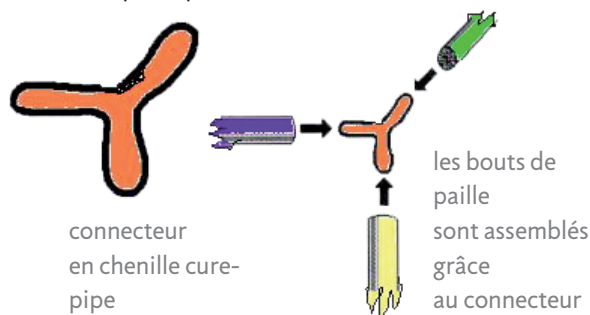
Entre 20 et 30 minutes avec la fabrication des cadres. On peut aussi reproduire l'expérience du bus en classe.

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

- Chenilles cure-pipe
- Pailles
- Paires de ciseau
- Liquide de bulle de savon dans un récipient suffisamment grand pour pouvoir immerger les formes tridimensionnelles dedans

DÉROULEMENT

A l'aide de chenilles cure-pipe et de pailles, vous pouvez réaliser des formes géométriques tridimensionnelles telles que cube, tétraèdre ou toute autre forme de votre invention. Quand vous immergez cette forme dans la solution savonneuse, vous voyez apparaître des formes géométriques délimitées par la pellicule savonneuse.

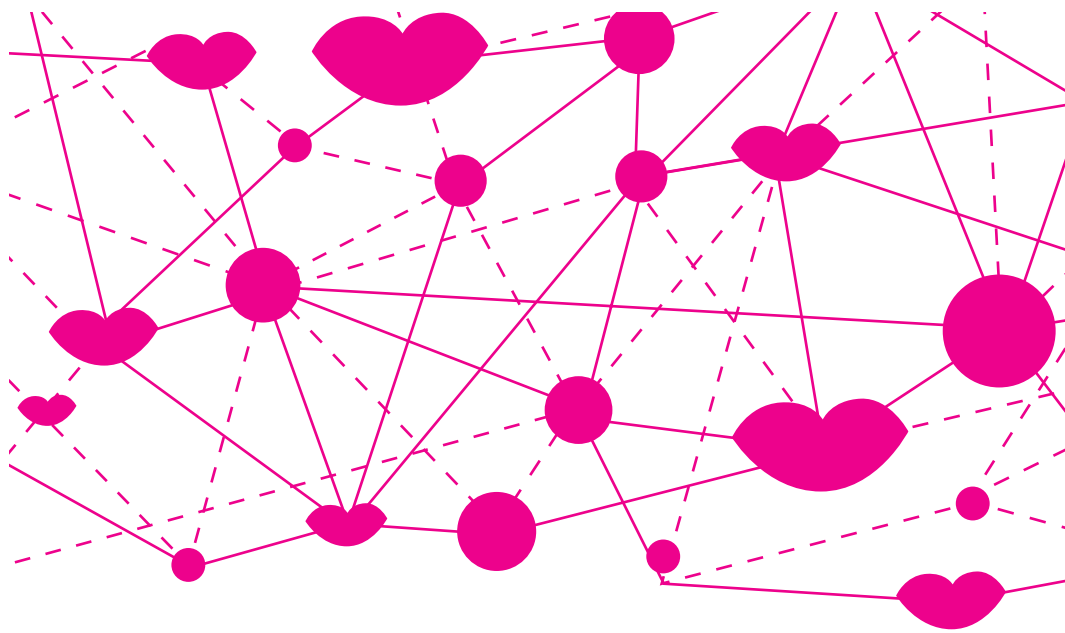


QUE SE PASSE-T-IL ?

En sortant la forme géométrique de la solution savonneuse, le film de savon occupe l'état minimal d'énergie. Cet état minimal d'énergie correspond à la surface minimale que la pellicule savonneuse peut couvrir. Les formes compliquées que vous voyez à l'intérieur du cadre représentent la région minimale que le film de savon peut couvrir. Vous remarquez que cette forme peut être différente d'une fois à l'autre. Ceci est dû au fait qu'il existe plus qu'une façon d'obtenir une surface minimale pour la pellicule de savon.

BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Le site web des expériences des cours de physiques de l'EPFL
<http://auditoires-physique.epfl.ch/index1.php>
- Tout savoir sur la genèse, l'ascension et la mort des bulles de savon
<http://mr.bubble.free.fr/site.htm>
- Expériences intéressantes
Pat MURPHY, Ellen MACAULAY, *Exploratopia*, Little, Brown Young Readers (October 4, 2006)
Rob BEATTLE, *101 Expériences étonnantes à faire chez soi*, Le Courrier du Livre, 2008
- Photo p. 78 : Laboratoire UMR5798 - Centre de physique moléculaire optique et hertzienne (CPMOH) - TALENCE - Bulle de savon soumise à un gradient de température entre l'équateur et le pôle. Un tourbillon unique est visible proche du sommet. Les panaches dues à la convection sont visibles dans la région proche de l'équateur. Des chercheurs ont découvert que des tourbillons créés dans des bulles de savon se comportent comme de vrais cyclones ou ouragans dans l'atmosphère. La bulle de savon est un modèle idéal pour étudier l'atmosphère car elle possède des propriétés physiques analogues : couche très fine par rapport à son diamètre. Ces recherches pourraient ainsi permettre de mieux comprendre les ouragans



Systemes de communi- cation

INTRODUCTION

QUE SONT LES SYSTÈMES DE COMMUNICATION ?

Le monde évolue de manière rapide et le moteur de ces changements est étroitement lié aux possibilités continuellement élargies des communications. Ce qui semblait totalement futuriste hier sera une réalité demain. SMS, WWW, peer-to-peer, e-commerce, études à distance sont des concepts tellement familiers qu'il est difficile d'imaginer un monde sans eux. Même s'il est impossible de prédire les prochains développements, il est quasi certain qu'ils résulteront d'améliorations dans le secteur des technologies de l'information.

Quel rapport existe-t-il entre une chanson sur un CD et le code Morse ? Entre les goulots d'étranglement sur Internet et les bouchons sur le réseau routier ? Les réponses à ces questions se trouvent dans l'étude des systèmes de communication. De même que les objets physiques sont régis par les lois de la physique, l'information est soumise aux lois de la théorie de l'information. Il y a des limites dans la manière de stocker l'information, de la faire circuler ou encore de la traiter, et ceci, indépendamment des technologies utilisées. Qu'il s'agisse d'un CD ou du morse, d'Internet ou du réseau routier, les mêmes lois ou principes de base s'appliquent.

QU'EST-CE QU'UN CODE ?

Un code sert à transformer un message pour l'envoyer sur un canal, c'est-à-dire un média qui permet d'acheminer des messages. Ce canal relie l'expéditeur au destinataire. Il s'agit par exemple de la ligne téléphonique lors d'un appel téléphonique.

Pour envoyer une phrase sur un canal qui n'accepte par exemple que des 0 et des 1, il faut transformer la phrase en 0 et 1, c'est-à-dire la coder. La suite de 0 et 1 sera décodée à l'arrivée et retransformée en phrase compréhensible par l'humain. Le codage consiste en fait à traduire un message dans un autre alphabet. Le morse est un exemple de code.

Il ne faut pas confondre codage de l'information et cryptage de l'information. Le codage sert à transformer des informations pour pouvoir les envoyer sur un canal. Le cryptage, lui, a une fonction de sécurité et sert à rendre secrètes les informations transmises.

AVANT LA VISITE

Pour transmettre des informations, les Hommes ont toujours essayé de trouver des codes. On peut par exemple penser aux signaux de fumée des Indiens, aux sémaphores ou au code Morse qui permettent de transmettre des messages sur de longues distances.



Télégraphe de Chappe / fr.wikipedia.org.

Le code Morse permet de transmettre un texte à l'aide d'impulsions lumineuses ou électriques. Il est composé d'impulsions longues et courtes qui, assemblées, codent les lettres.

A	• —	U	• • —
B	— • • •	V	• • • —
C	— • — •	W	• • — •
D	— • •	X	• — • —
E	•	Y	• • — • —
F	• • — •	Z	— • — • •
G	— • — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — • — •		
K	— • • —	1	• — • — • —
L	• — • •	2	• • — • — •
M	— • —	3	• • • — • —
N	— •	4	• • • • —
O	— • — • —	5	• • • • •
P	• — • — •	6	• • — • • •
Q	— • — • •	7	• — • • • •
R	• — • •	8	— • — • • •
S	• • •	9	— • — • — •
T	—	0	— • — • — •

PROPOSITION D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

A L'AIDE DU CODE MORSE, ENVOYER UN MESSAGE CODÉ À SON VOISIN

On peut utiliser des lampes de poche pour envoyer les signaux courts et longs, mais on peut également se contenter de donner la phrase codée en morse sur une feuille de papier. Le voisin devra décoder la phrase. (Voir fiche élève 1)

Pour stocker des données sur un CD, guider un satellite ou envoyer un message électronique, on a également besoin de coder les informations envoyées. Chaque information est codée en une suite de chiffres binaires. Par exemple, dans le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange) utilisé par les ordinateurs, chaque symbole est codé par un nombre binaire. A vaut par exemple 01000001.

L'ordinateur utilise donc uniquement les chiffres 0 et 1. Il compte donc 0, 1, 10, 11, 100, 101, etc.

BASE 10 comme nous comptons		BASE 2 comme comptent les ordinateurs
0	>	0
1	>	1
2	>	10
3	>	11
4	>	100
5	>	101
6	>	110
7	>	111
8	>	1000
9	>	1001
10	>	1010
Et ainsi de suite en utilisant toujours des 0 et des 1 pour la base 2.		

ADDITIONS EN BINAIRE

L'élève doit continuer de compter en base 2 jusqu'à 20. Il peut ensuite effectuer des additions en binaire.

Le principe est le même que pour les opérations en base 10. On tient compte des retenues.

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

$$1 + 1 + 1 = 11$$

EXEMPLE

$$\begin{array}{r} 1111 \\ 11010 \\ + 01110 \\ \hline 101000 \end{array}$$

(voir fiche élève 2)

CORRECTION DE LA FICHE ÉLÈVE

Exercice 1

- 11 > 1011
- 12 > 1100
- 13 > 1101
- 14 > 1110
- 15 > 1111
- 16 > 10000
- 17 > 10001
- 18 > 10010
- 19 > 10011
- 20 > 10100

Exercice 2

- 10 + 01 = 11
- 1000 + 0101 = 1101
- 11 + 01 = 100
- 110101 + 010101 = 1001010
- 101111 + 010111 = 1000110

Lors des transmissions, des erreurs peuvent se produire. Ainsi, lorsqu'on transmet une phrase à une personne éloignée en passant par d'autres personnes intermédiaires, le message peut être déformé.

JEU DU TÉLÉPHONE...

OU TÉLÉPHONE ARABE

Tous les enfants sont alignés. On murmure un message à l'oreille du premier enfant. Il doit le répéter à l'oreille de l'enfant suivant, qui doit le répéter à l'oreille du suivant, etc. jusqu'au bout de la chaîne. Le dernier enfant et le professeur disent leur message à voix haute afin que tout le monde puisse les comparer. Il est rare que le message arrive sans encombre à destination.

Le message d'origine doit être assez complexe et les enfants n'ont pas le droit de répéter si l'un d'eux n'a pas compris.

Lorsqu'on parle à quelqu'un d'éloigné, il y a des risques que notre message soit mal compris. Deux possibilités s'offrent alors à nous : augmenter le volume en criant plus fort ou répéter plusieurs fois le message.

De même, les informations transmises par l'ordinateur peuvent être transformées et comporter des erreurs. La technique des codes correcteurs d'erreurs utilise donc le principe de répétition pour remédier à ce problème. Elle consiste à rallonger les mots du message afin de pouvoir ensuite détecter les erreurs et les corriger.

Une technique simple consisterait à tripler chaque symbole. Ainsi, 1 serait envoyé sous la forme 111. Et même si une erreur survient et qu'un 101 est reçu, l'erreur pourra être détectée et corrigée puisque les 3 symboles ne sont pas identiques. Cette technique est néanmoins coûteuse puisque la longueur de chaque message est triplée.

La technique utilisée dans l'application présentée est un peu plus compliquée que celles expliquées jusqu'ici. Elle utilise l'algèbre linéaire et ses matrices afin de détecter et corriger les erreurs. L'exercice des pesées explique le principe de fonctionnement de cette technique.

Les codes correcteurs d'erreurs sont utilisés dans de nombreux domaines; ils servent par exemple à corriger des données erronées après la gravure de CDs. Ils sont également utilisés lors de l'envoi d'images de la planète Mars par la sonde spatiale Mariner 9.

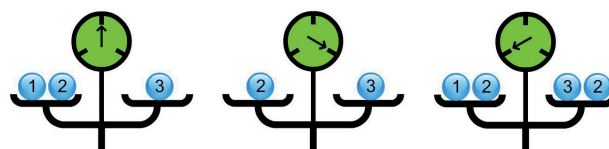
PENDANT LA VISITE

Dans le bus, le Professeur Cstwertkst envoie un nombre de 3 chiffres par téléphone au Professeur Farfelu. Mais la liaison téléphonique n'est pas bonne et le Professeur Farfelu, un peu sourd, reçoit ce code avec une erreur. Heureusement le code a préalablement été traité pour que les erreurs éventuelles puissent ensuite être détectées et supprimées.

L'application permet de comprendre comment un message transmis avec des erreurs peut être retrouvé intact à l'arrivée à l'aide d'algorithmes utilisés dans le domaine des systèmes de communications.

L'algorithme utilisé pour retrouver et corriger l'erreur utilise le même principe que l'exercice des pesées présenté dans l'application.

Le but de l'exemple des pesées est d'arriver à équilibrer une balance un peu spéciale, une balance modulo 3 : la balance fait la somme des poids du plateau de droite moins la somme des poids du plateau de gauche. Si le résultat est un multiple de 3, l'aiguille est verticale, si c'est un multiple de 3 auquel on ajoute 1, elle penche à droite et si c'est un multiple de 3 auquel on ajoute 2, elle penche à gauche.



L'algorithme utilisé pour corriger les erreurs du message reçu par le professeur Farfelu utilise un principe similaire à celui utilisé dans cet exercice.

Toute transmission d'informations peut être sujette à des perturbations. Par exemple, les téléphones cellulaires sont mobiles et souvent utilisés soit loin des antennes relais, soit dans un environnement urbain très bruyant du point de vue électromagnétique, ce qui peut provoquer des perturbations dans la transmission des messages. On dit que le canal est bruité lorsque des perturbations gênent la transmission.

On peut aussi citer les sondes spatiales qui se trouvent à des distances astronomiques, et ont une antenne qui, même orientée le mieux possible, n'est pas parfaite. Les messages arrivant sur Terre peuvent donc être un peu faussés.

APRÈS LA VISITE

Le grand défi de la théorie des codes correcteurs d'erreurs consiste à fabriquer des codes qui corrigent un maximum d'erreurs, mais qui rallongent le moins possible les messages et restent faciles à décoder.

UNE AUTRE TECHNIQUE DE CODES CORRECTEURS D'ERREURS

Une autre technique pour détecter les erreurs lors de transmissions de messages consiste à ajouter un bit (chiffre binaire 0 ou 1 utilisé en informatique) de parité au début du message pour indiquer si le message comporte un nombre pair de 1 ou non. Ainsi le bit de parité du message 1101010 sera 1 pour indiquer qu'il comporte un nombre pair de 1. Et si le destinataire reçoit 1100010 avec un bit de parité de 1, il pourra ainsi remarquer l'erreur (sans tout de même pouvoir la corriger) et donc redemander l'envoi du message.

EXEMPLE

On veut envoyer le message suivant :

1	1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---

On compte le nombre de 1 du message. On trouve 4, qui est un nombre pair. On va donc ajouter un bit de parité à 1. Si le nombre de 1 était impair, on aurait ajouté un bit de parité à 0.

BIT DE PARITÉ	MESSAGE						
↓	↓						
1	1	1	0	1	0	1	0

Une erreur de transmission se produit. L'avant-dernier 1 est transformé en 0.

1	1	1	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Le destinataire, qui reçoit le message, veut vérifier qu'il a été transmis correctement. Il compte le nombre de 1 du message (sans compter le bit de parité). Il trouve 3 qui est un nombre impair. Le bit de parité devrait alors être 0. Or, ici, le bit de parité est 1. Le destinataire peut alors en déduire que le message comporte une erreur. Il peut demander la retransmission du message.

PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

LE NOMBRE DE 1 DU MESSAGE

Dans le 1er exercice, l'élève doit déterminer le bit de parité en comptant le nombre de 1 dans le message.

Dans le 2e exercice, l'élève doit déterminer si le message reçu est juste ou s'il faut redemander l'envoi quand on reçoit un message de ce type. (voir fiche élève 3)

CORRECTION

Exercice 1

- 1
- 1
- 0

Exercice 2

- Faux
- Juste
- Juste
- Faux

APPLICATIONS

On utilise un principe similaire au bit de parité lors de la transmission de données sur internet (protocole TCP).

BIBLIOGRAPHIE - WEBOGRAPHIE - RESSOURCES

- Un site qui explique assez simplement le principe des codes correcteurs d'erreurs
http://interstices.info/jcms/c_12843/communiquer-sans-erreurs-les-codes-correcteurs
- Un site principalement sur le cryptage mais qui comprend également un chapitre sur les codes
<http://www.apprendre-en-ligne.net/crypto/menu/index.html>
- Un livre traitant de codage et de cryptage
Les meilleurs codes secrets de tous les temps, E. ZÉDA, D. PIC LELIÈVRE, Casterman

FICHE ÉLÈVE 1 – LE CODE MORSE

Ecris une phrase en français :

Ecris une phrase en code Morse :

Envoie cette phrase à ton voisin/ta voisine à l'aide d'une lampe de poche ou sur une feuille de papier.

Recopie ici en morse la phrase que tu as reçue de ton voisin/ta voisine :

Décode la phrase reçue :

A	• —	U	• • —
B	— • • •	V	• • • —
C	— • — •	W	• — —
D	— • •	X	— • • —
E	•	Y	— • — —
F	• • — •	Z	— — • •
G	— — •		
H	• • • •		
I	• •		
J	• — — —		
K	— • —	1	• — — — —
L	• — • •	2	• • — — —
M	— —	3	• • • — —
N	— •	4	• • • • —
O	— — —	5	• • • • •
P	• — — •	6	— • • • •
Q	— — • —	7	— — • • •
R	• — •	8	— — — • •
S	• • •	9	— — — — •
T	—	0	— — — — —

FICHE ÉLÈVE 2 – LA BASE 2

Rappel :

BASE 10 comme nous comptons		BASE 2 comme comptent les ordinateurs
0	>	0
1	>	1
2	>	10
3	>	11
4	>	100
5	>	101
6	>	110
7	>	111
8	>	1000
9	>	1001
10	>	1010

Exercice 1

Continue de compter en base 2. Inscris dans la case en face du nombre son équivalent en base 2.

11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	

Exercice 2

Effectue les additions suivantes :

$$\begin{array}{r} 10 \\ + 01 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ + 0101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 01 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 110101 \\ + 010101 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101111 \\ + 010111 \\ \hline \end{array}$$

FICHE ÉLÈVE 3 – LES CODES CORRECTEURS D'ERREUR

Exercice 1

Quel doit être le bit de parité des messages suivants ?

1.

	1	1	0	1	0	1	0
--	---	---	---	---	---	---	---

2.

	0	1	1	1	1	1	1
--	---	---	---	---	---	---	---

3.

	1	1	0	0	0	1	0
--	---	---	---	---	---	---	---

Exercice 2

Tu reçois les messages suivants. A toi de déterminer s'ils sont justes ou si tu dois demander à ce qu'on te les renvoie.

1.

1	0	0	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

2.

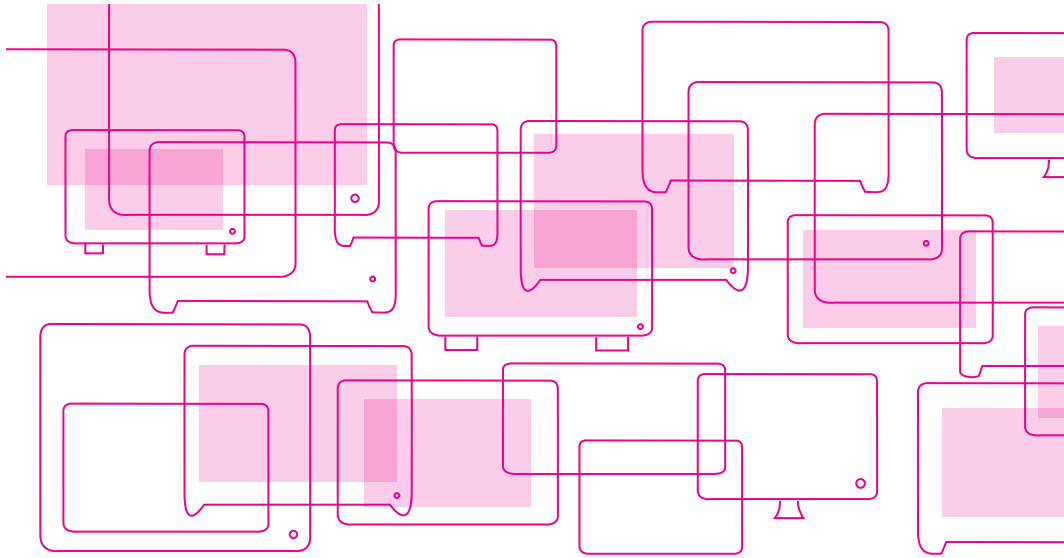
0	1	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

3.

1	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

4.

0	1	1	0	1	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---



Informatique

INTRODUCTION

De nos jours, on ne peut plus imaginer un monde sans informatique : les technologies de l'information sont désormais omniprésentes, que ce soit à la maison, sur les places de travail, dans les loisirs, dans les transports, dans les médias. On peut citer par exemple votre téléviseur, votre lecteur de DVD, votre téléphone portable, votre lecteur MP3, votre appareil de photos, votre voiture. L'informatique constitue une part prépondérante dans les avions, dans le transport ferroviaire (de plus en plus de métros circulent sans conducteur), bientôt dans les automobiles. L'informatique a révolutionné les médias et la finance. De la même manière, on ne saurait plus imaginer le domaine de la santé sans informatique dans les hôpitaux, et bientôt dans la médecine de ville. Le web et Google ont changé radicalement notre accès à l'information.

Omniprésente, l'informatique est néanmoins invisible. On voit ce que l'informatique permet de réaliser, on ne voit pas comment l'informatique le réalise. On peut toucher un ordinateur portable, un processeur, une carte mémoire, un disque dur, mais cela n'aide pas à appréhender l'informatique. L'informatique est multiple, à l'image de ses innombrables applications, toujours plus complexes.

On peut aujourd'hui confier à l'informatique des tâches inimaginables par le passé, et d'une complexité qui dépasse souvent ce que l'être humain a été capable de construire auparavant. Un exemple est le système de distribution des bagages de l'aéroport de Denver, devant permettre la circulation de 4000 chariots téléguidés transportant les bagages sur plus de 30 km de voies, et contrôlés par une centaine d'ordinateurs, 5'000 cellules électriques, 400 récepteurs radio et 56 lecteurs

de codes-barres. La maîtrise du développement de tels systèmes informatiques constitue un réel défi, la fiabilité étant primordiale mais pas triviale à maîtriser.

AVANT LA VISITE

Lorsqu'on dit informatique, on pense souvent ordinateur de bureau, même si l'informatique est présente dans de nombreux autres domaines comme cela a été expliqué précédemment.

L'ordinateur est constitué de différents éléments. Pour fonctionner, l'ordinateur nécessite une unité centrale, cerveau de l'ordinateur. C'est là que sont stockées les données, que tournent les programmes ou que sont effectués les calculs. L'ordinateur a aussi besoin de périphériques, c'est-à-dire de matériel pouvant être relié à l'unité centrale. Les principaux périphériques sont l'écran, la souris et le clavier. Ils permettent d'utiliser l'ordinateur.



On peut y ajouter une imprimante, des haut-parleurs, une manette de jeu, un disque dur externe ou encore un modem pour se connecter à internet. On les classe en périphériques d'entrée et de sortie.



LES PÉRIPHÉRIQUES D'ENTRÉE

Ils permettent d'envoyer des informations à l'unité centrale. Ce sont le clavier, la manette de jeu, la souris, la webcam. On trouve aussi les scanners, les joysticks, les appareils photo numériques, etc.

LES PÉRIPHÉRIQUES DE SORTIE

Ils permettent à l'ordinateur de nous envoyer des informations. Il s'agit donc de l'écran, de l'imprimante, des haut-parleurs.

LES PÉRIPHÉRIQUES D'ENTRÉE ET DE SORTIE

Les modems sont des périphériques d'entrée-sortie puisqu'ils permettent à la fois de recevoir et d'envoyer des informations.

LES PÉRIPHÉRIQUES DE STOCKAGE

Les disques durs externes, CD, DVD, clés USB sont quant à eux des supports de stockage de données. Ils permettent de sauvegarder des fichiers, par exemple de la musique ou des textes.

QUE TROUVE-T-ON DANS L'UNITÉ CENTRALE ?

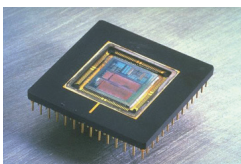
LA CARTE MÈRE

C'est le système nerveux de l'ordinateur. Elle permet de connecter entre eux tous les composants de l'ordinateur.



LE PROCESSEUR

C'est le centre de commande de l'ordinateur. C'est là que sont effectués la plupart des calculs.



LA MÉMOIRE VIVE

Elle stocke les informations dont le processeur a besoin pour ses calculs. Cette mémoire est effacée quand on éteint l'ordinateur.



LE DISQUE DUR

Il sert au stockage à long terme des données. C'est là que sont enregistrés les fichiers quand on clique sur le bouton «enregistrer» d'un programme.



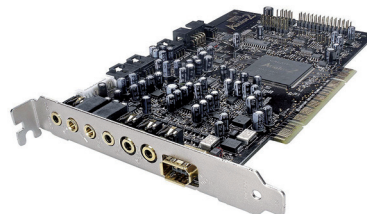
LA CARTE GRAPHIQUE

Elle convertit les données fournies par le processeur en une image compréhensible une fois affichée à l'écran.



LA CARTE SON

Elle permet de générer et d'enregistrer des signaux audio. Les haut-parleurs ou les micros se branchent sur cette carte.



LA CARTE RÉSEAU

Elle permet de connecter l'ordinateur à un réseau, c'est-à-dire à un ensemble d'ordinateurs ou d'équipements informatiques connectés les uns aux autres pour échanger des informations. Internet est un exemple de réseau.



LES LECTEURS OU GRAVEURS

Ils permettent de lire et graver des données sur des supports tels que CDs ou DVDs.



QU'EST-CE QU'INTERNET ?

Internet est un réseau informatique étendu dans le monde entier. Il peut être vu comme un ensemble de routes et d'autoroutes pour l'information. Toute personne ayant accès à Internet sur son ordinateur peut recevoir des informations mais aussi en envoyer.

Le réseau est composé de 2 types d'ordinateurs : les clients et les serveurs. Les clients sont les ordinateurs que l'on peut avoir à la maison et que l'on utilise pour surfer sur Internet ou recevoir des e-mails. Les serveurs servent eux à stocker le contenu des pages web ou à stocker les e-mails. Lorsqu'on souhaite afficher une page web, notre ordinateur client fait une demande auprès du serveur qui stocke la page. Celui-ci répond en nous envoyant les informations demandées.

Les informations que l'on demande, par exemple l'affichage d'une page web, n'empruntent pas toujours le même chemin pour arriver jusqu'à notre ordinateur. Si un chemin est défectueux, elles peuvent ainsi emprunter un autre chemin.

PENDANT LA VISITE

Les ordinateurs et leurs périphériques évoluent énormément. Les écrans sont devenus plats, les processeurs sont beaucoup plus rapides, les souris optiques ont remplacé les souris à boules, etc. Mais les claviers n'ont pas beaucoup évolué à part qu'ils sont devenus sans-fil pour certains.

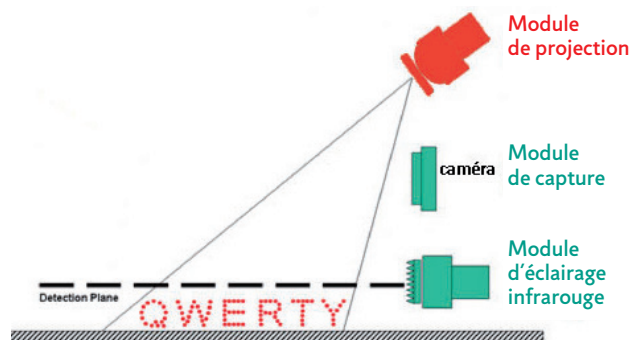
Dans l'expérience proposée, un clavier virtuel est proposé. Il s'agit peut-être du type de clavier que nous utiliserons dans un futur plus ou moins proche.

Il s'agit d'un clavier projeté sur une surface plane par un rayon laser.



www.vkb-support.com

Ce clavier s'utilise comme un clavier habituel, en posant les doigts sur les touches affichées. Grâce à un rayon infrarouge et une caméra, l'ordinateur peut détecter la position des doigts et ainsi déterminer la touche qui a été sélectionnée.



www.vkb-support.com

Ce clavier pourrait résoudre un problème récurrent dans le domaine des téléphones portables ou PDA : la petitesse du clavier. Taper un message ou un texte sur un clavier de téléphone portable n'est pas des plus aisés. Une solution pourrait être de projeter le clavier virtuel sur une surface plane ou même sur la main afin de faciliter la saisie du texte.

Ce genre de détection de mouvement pourrait également être utilisé pour l'interaction dans les jeux vidéo, pour repérer la posture d'un individu par exemple.

En imaginant d'utiliser un clavier comme celui-ci et d'afficher l'écran sur un mur à l'aide d'un projecteur, on obtient un poste de travail entièrement virtuel.

Dans l'expérience présentée, plusieurs possibilités s'offrent au visiteur. Suivant les touches sélectionnées,

tionnées sur le clavier virtuel, on peut choisir de faire tourner un objet virtuel qui apparaît à l'écran, de taper un texte, ou encore de voir un extrait du film *Minority Report* qui imagine un clavier virtuel en trois dimensions.

APRÈS LA VISITE

Nous avons vu précédemment le côté «hardware» (matériel) de l'informatique, c'est-à-dire les différents éléments dont l'ordinateur a besoin pour fonctionner. Mais le côté matériel ne suffit pas, il faut également se préoccuper du côté «software» (logiciel), c'est-à-dire les applications, les programmes qui servent à faire fonctionner l'ordinateur et à rendre son usage plus aisé ou à augmenter ses possibilités.

Pour aller plus loin et comprendre que l'informatique ne consiste pas seulement à se servir des logiciels usuels, mais aussi à les concevoir, une initiation très basique à la programmation est proposée.

QU'EST-CE QU'UN LANGAGE DE PROGRAMMATION ?

Un langage de programmation est une langue qui permet à un humain de développer des applications, que ce soit un logiciel de traitement de texte ou de dessin, ou encore un jeu vidéo. Il existe de nombreux langages de programmation, qui permettent de faire des choses plus ou moins évoluées. Les plus connus sont C, Java ou PHP.

QU'EST-CE QU'UN PROGRAMME ?

Un programme est une suite d'instructions écrites par le programmeur qui seront ensuite exécutées par l'ordinateur.

QU'EST-CE QUE LE HTML ?

Le HTML est un langage de programmation simple qui permet de créer des pages web. Quand on navigue sur internet, les pages basiques sont faites grâce à ce langage. Il est possible de voir le code HTML des pages web en cliquant avec le bouton droit de la souris sur la page, puis en cliquant sur «Afficher la source» ou «Code source de la page».

Le HTML est composé d'instructions telles que `<HTML>` ou `<BODY>` ou `<FONT>`, suivies quasiment systématiquement d'une instruction telle que `</HTML>`, `</BODY>` ou `</FONT>`.

Un programme HTML de base pourrait ressembler à cela :

```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>
      Titre de ma page web
    </TITLE>
  </HEAD>
  <BODY>
    Voici ma première page web !
  </BODY>
</HTML>
```

Il produirait la page suivante :

Voici ma première page web !

On peut y ajouter différentes options, telles que des textes en gras, en italique, soulignés, des lettres de grosse taille, des liens, des images, etc.

```
<B></B>
<I></I>
<U></U>
<FONT SIZE =5></FONT>
<A HREF = "adresse du lien">texte du lien</A>
<IMG SRC= "adresse de l'image">
```

LES PRINCIPALES INSTRUCTIONS HTML

- Gras

- Italique
<I></I>
- Souligné
<U></U>
- Retour à la ligne

- Spécifier une taille de police de 5

- Afficher une image

- Afficher un lien
texte du lien
- Centrer un texte
<CENTER></CENTER>
- Spécifier la couleur de fond
<BODY BGCOLOR= "couleur"></BODY>
- Spécifier la couleur de la police


```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>
      Titre de ma page web
    </TITLE>
  </HEAD>
  <BODY BGCOLOR="yellow">
    <CENTER>
      <FONT SIZE=5>
        Voici ma première page web !
      </FONT>
      <BR>
      <B>Voici une photo de mon chat</B>
      <BR>
      <IMG SRC= ". /photo_chat.jpg">
      <BR>
      Et voici un lien vers mon site préféré! <A
      HREF="http://www.epfl.ch">Cliquer ici</A>
    </CENTER>
  </BODY>
</HTML>
```



PROPOSITIONS D'ACTIVITÉS AVEC LES ÉLÈVES

EXERCICE 1

Un code source de page web est donné. L'élève doit dessiner la page web qui sera produite à partir de ce code. (Voir fiche élève 1)

RÉPONSE



EXERCICE 2

L'élève doit écrire le code qui permettra de produire la page web donnée. (Voir fiche élève 2)

RÉPONSE

```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>
      Titre de ma page web
    </TITLE>
  </HEAD>
  <BODY BGCOLOR="lightblue">
    <CENTER>
      <FONT SIZE=7>
        <B>
          Le passage du bus «Les sciences,
ça m'intéresse»
        </B>
      </FONT>
      <BR><BR>
      Nous avons pu visiter le bus et faire des
expériences dans de nombreux domaines scientifiques et de l'in-
génierie.
      <BR><BR>
      <IMG SRC= "/logo_sciences.jpg">
      <BR><BR>
      Pour avoir plus d'informations sur ce bus,
il faut aller sur cette page : <A HREF="http://sciences-jeunes.epfl.
ch/">la page de la promotion des sciences à l'epfl</A>
    </CENTER>
  </BODY>
</HTML>
```

POUR ALLER PLUS LOIN

Si l'école dispose d'une salle d'ordinateurs ou d'un ordinateur dans la classe :

Il suffit d'avoir un navigateur installé sur l'ordinateur ainsi qu'un éditeur de texte tel que Notepad ou Wordpad.

Créer un fichier texte comprenant le code. Le nommer avec l'extension .html, par exemple exemple.html.

Ouvrir ce fichier avec le navigateur, la page web s'affiche.

Si des modifications sont faites dans le code source, enregistrer le fichier, puis réactualiser la page web.

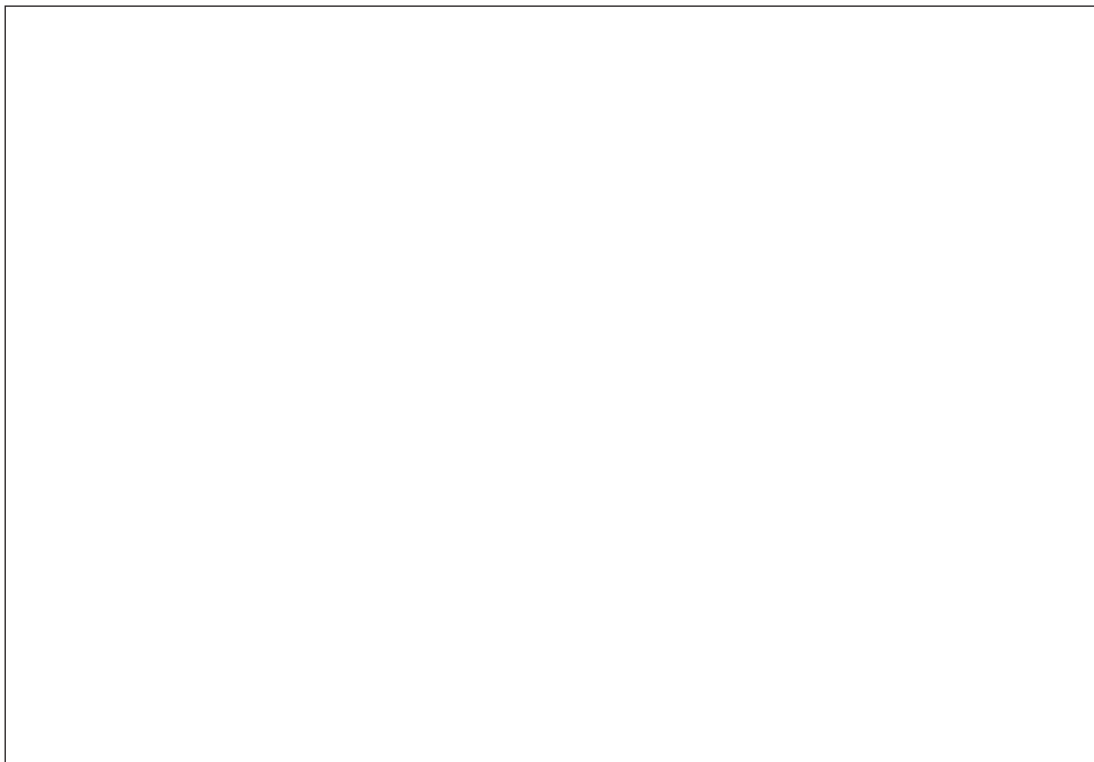
BIBLIOGRAPHIE – WEBOGRAPHIE – RESSOURCES

- Un livre expliquant ce qu'est Internet d'une manière simple et attractive
Internet : quel drôle de réseau ! Françoise VIRIEUX
Collection Les minipommes, Edition Le pommier
- Un livre expliquant le fonctionnement des ordinateurs
A l'intérieur de l'ordinateur Alain SCHUHL
Collection Les minipommes, Edition Le pommier

FICHE ÉLÈVE 1

Dessine la page web obtenue à l'aide du code HTML suivant :

```
<HTML>
  <HEAD>
    <TITLE>
      Titre de ma page web
    </TITLE>
  </HEAD>
  <BODY BGCOLOR="lightgreen">
    <CENTER>
      <FONT SIZE=7>
        <B>
          Bienvenue sur ma page web !
        </B>
      </FONT>
      <BR><BR>
      Pour aller voir une autre page très intéressante, il faut cliquer <A HREF=» http://scien-
ces-jeunes.epfl.ch/»>ici</A>
      <BR><BR>
      <IMG SRC= "/image_poisson_rouge.jpg">
    </CENTER>
  </BODY>
</HTML>
```



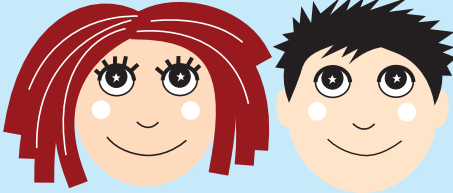
FICHE ÉLÈVE 2

Ecris le code HTML qui a permis de réaliser la page web suivante :

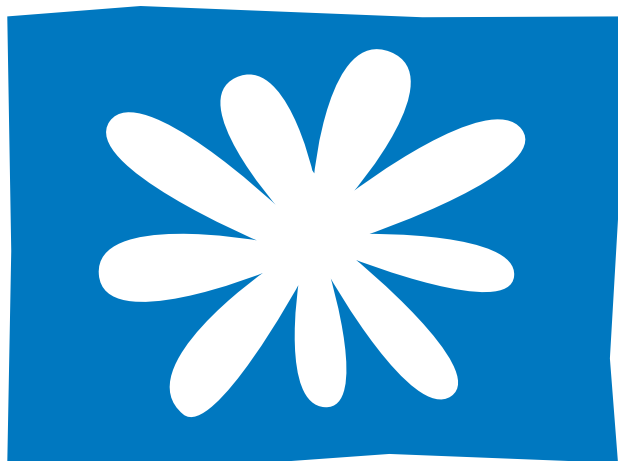
Le passage du bus «Les sciences, ça m'intéresse !»

Nous avons pu visiter le bus et faire des expériences dans de nombreux domaines scientifiques et de l'ingénierie.

Les sciences, ça m'intéresse!



Pour avoir plus d'information sur ce bus, il faut aller sur cette page : [la page de la promotion des sciences à l'epfl](#)



Atelier de fabrication d'un cyanotype

ATELIER DE FABRICATION D'UN CYANOTYPE

C'est dans le cadre de l'Année internationale de la chimie que nous proposons un atelier de photochimie, permettant aux élèves de repartir avec une image amusante sur le thème des études menées à l'EPFL, qu'ils auront développée eux-mêmes.

La photochimie est une branche de la chimie étudiant les réactions provoquées par la lumière.

La réalisation d'un cyanotype en est un exemple. Son principe a été découvert en 1842 par Sir John Herschel (1792-1871). Il permet l'impression de photographies ou autres documents en monochrome de couleur bleu cyan foncée.

C'est Anna Atkins (1799-1871) qui introduit ce procédé dans le domaine de la photographie. Elle est considérée comme la première photographe féminine et a rendu ce procédé populaire. C'est un processus facile et bon marché qui permet de créer des impressions grand format qui sont durables et plus ou moins permanentes.

DÉROULEMENT DE L'ATELIER

- Discussion autour de la chimie et de la photographie.
- Explications sur le déroulement de l'atelier, consignes de sécurité
- Mise en pratique
 - Pesée des produits et préparation des solutions chimiques,
 - Mélange des solutions et sensibilisation du papier,
 - Choix du négatif et exposition à la lumière,
 - Développement de l'image, rinçage, séchage.

PROTOCOLE

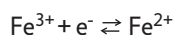
Le processus d'impression cyanotype fait usage de deux produits chimiques : le ferricyanure de potassium (de formule chimique $K_3[Fe(CN)_6]$) et le citrate de fer (III) ammoniacal ($C_6H_{11}FeNO_7$). 0,35 grammes de chaque produit sont dilués dans 10 ml d'eau séparément, puis ils sont mélangés à parts égales. Le mélange est sensible à la lumière. On peut réaliser des cyanotypes sur toute surface capable d'absorber cette solution : textiles, papiers, cartes ou autre matériau absorbant. Ils sont traités avec la solution et séchés dans un endroit à l'abri de la lumière du soleil. Toute photographie, qu'elle soit prise par un appareil photo classique ou numérique, peut être transcrite en négatif. Le négatif est maintenu sur le matériau sensibilisé. Le tout est ensuite éclairé par la lumière du soleil

pendant environ 6 minutes ou en cas de ciel nuageux par une lampe produisant des ultraviolets. On obtient une image positive à partir d'un négatif par réaction photochimique du fer. La surface est alors rincée à l'eau pour éliminer le produit qui n'a pas réagi à la lumière. On peut ajouter du vinaigre ou du jus de citron dans le bain de lavage pour que la couleur bleue persiste dans le temps. Pour obtenir de beaux blancs il faut bien rincer à l'eau. Il ne reste plus qu'à sécher. Le bleu va s'intensifier par contact avec l'air.

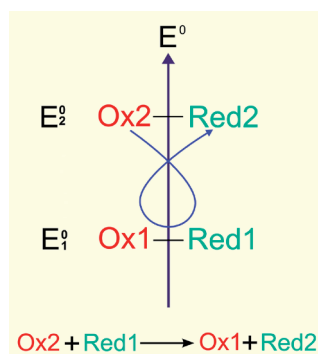
CHIMIE

Le processus fait appel à l'électrochimie, branche de la chimie qui s'intéresse aux rapports entre la chimie et l'électricité.

Ici, le fer est en solution et se trouve ionisé (il lui manque des électrons). Nous sommes en présence d'ions Fe^{3+} . Sous l'effet des ultraviolets, le fer III (ion Fe^{3+}) est excité et peut être réduit en fer II (ion Fe^{2+}), c'est-à-dire qu'il peut gagner un électron.



C'est une réaction d'oxydoréduction.



Le réducteur donnant l'électron est le citrate (Red1). Le Fe^{3+} est l'oxydant (Ox2).

La couleur bleue est due à un précipité bleu de ferrocyanure ferrique de formule chimique : $KFe_2(CN)_6$, historiquement appelé bleu de Prusse ou bleu de Turnbull. En fait, nous sommes en présence de deux types d'ions du fer dans cette molécule que l'on peut écrire ainsi : $KFe^{3+}[Fe^{2+}(CN)_6]$. Ce pigment bleu, solide et peu soluble dans l'eau, est incrusté dans les fibres du papier.

APPLICATIONS

Procédé simple et peu coûteux pour reproduire des photographies d'après négatifs par contact, il n'a hélas pas eu le succès du noir et blanc, notamment à cause de sa couleur bleue trop éloignée de la réalité.

Il est utilisé aujourd'hui par des artistes, ou encore des designers pour imprimer sur tissu par exemple.

Longtemps utilisé pour reproduire des plans en architecture (*blueprints* ou *bleus*), il a laissé sa place depuis les années 80 à des outils informatiques. Les plans étaient dessinés à la main sur papier calque avec une encre noire, puis transférés sur un papier sensible ainsi que nous le faisons lors de l'atelier.

Les botanistes l'ont utilisé pour illustrer les recueils de plantes, comme l'a fait Anna Atkins pour la première fois avec des algues dans son livre : *Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions*.

