

Une loi : une action ou un état qui a été observé de manière tellement constante que les scientifiques sont convaincus que cela se produira toujours. Une loi n'a aucun fondement théorique. Par exemple, les scientifiques ne savent pas exactement pourquoi la gravité existe, mais ils en comprennent le fonctionnement. Aucune observation n'a jamais contredit la loi de la gravité.

On n'a jamais rien observé qui contredisait la loi de la gravité. Cela ne t'est jamais arrivé, n'est-ce pas ?

La recherche scientifique

En examinant les photos des scientifiques au travail aux pages PP-4 et PP-5, t'es-tu demandé comment ils s'y prenaient pour effectuer leurs expériences et leurs observations ? Par exemple, si tu posais la question « Comment les oiseaux volent-ils ? » comment parviendrais-tu à trouver la réponse ? Tu as probablement vu des oiseaux voler toute ta vie, mais tu ne sais peut-être pas exactement comment ils arrivent à se déplacer dans les airs. Pour découvrir comment les oiseaux volent ou pour répondre à toute question scientifique, tu dois concevoir des expériences avec beaucoup de soin. Par où commencerais-tu ?

Poser des questions concises et bien ciblées et concevoir des expériences qui y répondront clairement constituent une partie très importante des sciences qu'on appelle la *recherche scientifique*. Au fil des siècles, tout en accumulant les vastes connaissances en sciences que nous possédons maintenant, les scientifiques ont aussi mis au point une méthode ordonnée pour procéder à des enquêtes scientifiques. Le réseau conceptuel ci-contre illustre un modèle de processus d'expérimentation scientifique.

Comme tu le vois dans le modèle, le point de départ de l'expérimentation scientifique est la curiosité. Tant qu'une personne n'a pas posé une question, elle ne peut acquérir aucune nouvelle connaissance. En outre, il faut au départ que cette personne reconnaisse l'importance de poser la question. On aurait pu ne jamais découvrir une **loi** fondamentale des sciences si une personne curieuse n'avait pas posé une question particulière. Par exemple, depuis que les humains peuplent la Terre, tout le monde sait que les objets tombent vers le sol — fait que nous tenons tous pour acquis.

Une question de gravité

Cependant, notre compréhension du comportement des objets en chute libre est devenue une loi scientifique au lieu du simple bon sens dans les années 1660, grâce surtout à un scientifique britannique du nom de sir Isaac Newton. Nous pouvons nous imaginer Newton en train de se demander : « Pourquoi les objets tombent-ils au sol à la même vitesse quelle que soit leur masse ? Pourrait-il y avoir un moyen universel de décrire la façon dont les objets tombent ? » C'est ce qui a amené Newton à formuler la loi de l'attraction universelle, aussi connue sous le nom de loi de la gravité. Il a par la suite démontré que cette loi pouvait expliquer le mouvement des planètes dans le système solaire. De nos jours, les scientifiques utilisent les principes de Newton sur la gravité pour établir les orbites de satellites et déterminer exactement comment les guider pour qu'ils aillent se placer dans la bonne position.

Les humains utilisaient la gravité bien avant d'envoyer des satellites en orbite. Les petites horloges, comme celle qui apparaît sur la photo de la page suivante, dépendent de la gravité pour fonctionner. Lorsque tu fais monter le balancier du pendule (la masse au bout de la ficelle ou de la tige) vers le côté, la gravité le ramène et le fait balancer dans un mouvement rythmique. Le temps qu'il faut au pendule pour faire un mouvement complet de va-et-vient est appelé la *période* du pendule.



Qu'est-ce qui lui fait faire tic-tac ?

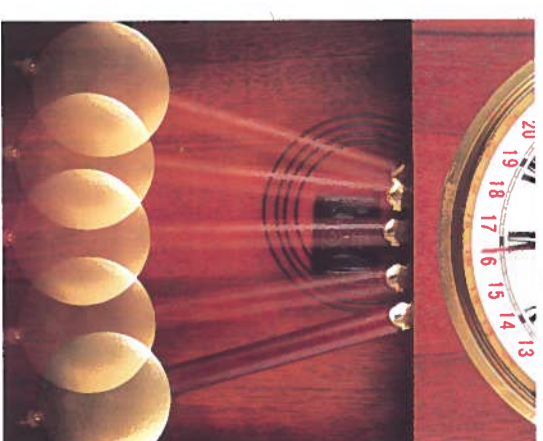
Comme un pendule est beaucoup moins compliqué qu'un satellite, c'est un bon exemple à utiliser quand on apprend le processus d'une recherche scientifique. Imagine un pendule simple se composant d'une masse attachée au bout d'une ficelle. Pour amorcer la recherche, énonce clairement le problème sous la forme d'une question. Exemple : « Quelle est la propriété ou quelles sont les propriétés du pendule qui déterminent la période de son mouvement ? » Rassemble ensuite toute l'information que tu possèdes déjà sur le problème. Le pendule se compose uniquement d'un bout de ficelle et d'une masse. Pour faire balancer le pendule, tu dois le faire monter d'un côté et le laisser retomber. Tu peux maintenant énoncer une **hypothèse** comme celle-ci : « Plus la ficelle est longue, plus la période sera longue. »

Pour faire un **essai valable**, tu dois déterminer les **variables** pouvant influencer sur les résultats et contrôler ces variables. Dans le cas du pendule, les variables possibles sont :

- la longueur de la ficelle ;
- la masse au bout de la ficelle ;
- l'angle auquel tu tiens la ficelle et la masse par rapport à la position verticale ;
- la période du pendule.

Comme tu peux choisir les valeurs de la *longueur de la ficelle*, de la *masse au bout de la ficelle* et de l'*angle auquel tu tiens la ficelle*, on appelle ces facteurs des **variables indépendantes** (ou **variables de commande**). La période du pendule est la **variable dépendante** (ou **variable liée**). La période dépendra de ton choix de variables indépendantes, soit la longueur de la ficelle, la masse et l'angle.

Pour contrôler les variables lorsque tu réalises une **expérience**, tu dois garder toutes les variables constantes, sauf celle que tu veux vérifier. Par exemple, si tu veux vérifier l'effet de la longueur de la ficelle sur la période d'un pendule, tu dois utiliser la même masse et le même angle à chaque essai.



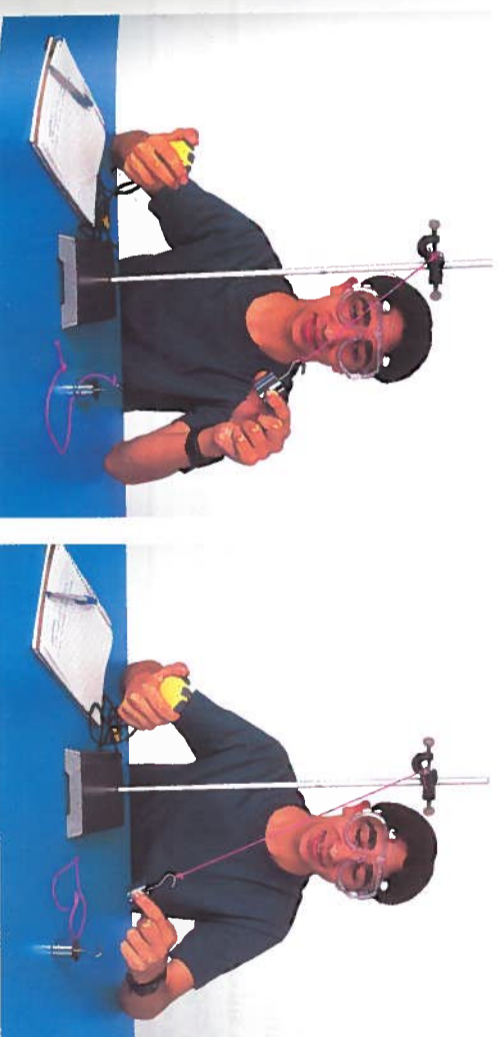
Le rythme du pendule détermine la vitesse du déplacement des aiguilles de l'horloge.

Une hypothèse : l'explication possible d'une question ou d'une observation énoncée de manière que cette explication soit vérifiable.

Un essai valable : une expérience menée dans des conditions rigoureusement contrôlées pour en assurer l'exactitude.

Une variable : tout facteur qui peut influencer sur le résultat de l'expérience.

Une expérience : une activité ou une méthode visant à invalider une hypothèse. Il peut sembler étrange de prouver qu'une hypothèse est fausse. Cependant, il est impossible de prouver qu'une hypothèse est absolument vraie, car une autre expérience pourrait tout-jours être faite pour l'invalider. Si tu ne prouves pas qu'une hypothèse est fausse, tes résultats la confirment.



« J'émetts l'hypothèse que plus la ficelle est longue, plus la période sera longue. »

Une observation : un phénomène observé et noté ; le résultat d'une expérience que tu vois se dérouler et que tu décris.

Une observation qualitative : une observation décrite avec des mots seulement ; exemple : « Lorsque j'ai allongé le pendule, la période est devenue plus longue. »

Une observation quantitative : une observation qui comprend des mesures ; exemple : « Lorsque j'ai allongé le pendule à 30 cm, la période s'est allongée de 1,1 s. »

Une conclusion : l'interprétation des résultats d'une expérience telle qu'elle s'applique à l'hypothèse vérifiée ; exemple : « D'après les données quantitatives concernant la consommation d'essence, nous avons découvert que le carburant ordinaire est plus efficace que le supercarburant. »

Lorsque tu réalises une expérience, tu fais des **observations** que tu analyses ensuite pour arriver à une **conclusion**. En menant ton expérience sur le pendule, tu choisis des ficelles de différentes longueurs. Tu attacheras ensuite la même masse à chaque bout de ficelle et tu tiendras chaque ficelle au même angle par rapport au plan vertical avant de la laisser retomber et de mesurer la période du pendule à l'aide d'un chronomètre.

Si ta conclusion ne confirme pas ton hypothèse, cela ne veut pas dire que tu as échoué. En fait, tu as peut-être fait des observations qui t'amèneront à formuler une nouvelle hypothèse. Par exemple, tu peux avoir découvert qu'allonger la ficelle allonge la période du pendule au lieu de la raccourcir. Ainsi tu peux revoir ton hypothèse et faire une nouvelle expérience. Même si ta conclusion *confirme* ton hypothèse, tu ne dois pas t'arrêter là. Toutes les expériences doivent être *reproductibles*, c'est-à-dire que tu devrais obtenir les mêmes résultats plusieurs fois. Refais l'expérience en t'y prenant exactement de la même manière pour faire plusieurs essais et confirmer ainsi que tes premiers résultats n'étaient pas accidentels. De même, si ton expérience est conçue de telle manière qu'elle comprend plusieurs variables possibles, tu dois vérifier chaque variable une par une en gardant chaque fois toutes les variables constantes, sauf celles que tu veux vérifier.



Une fois que tu as tiré une conclusion concernant l'effet de la longueur de la ficelle sur la période du pendule, tu devrais vérifier si des masses différentes ont un effet sur la longueur de la période.

La présentation des résultats scientifiques

L'étape finale de la recherche scientifique consiste à en présenter les résultats. Les scientifiques communiquent les uns avec les autres en rédigeant des rapports dans des revues scientifiques, en faisant des exposés à des réunions scientifiques et en discutant de leurs études et de leurs expériences à ces mêmes réunions. Ton enseignant ou ton enseignant te demandera souvent de rédiger un rapport sur une activité. Lorsque tu rédiges un rapport, ton but est de présenter ta marche à suivre de façon tellement claire que quiconque a lu ton rapport pourrait refaire l'expérience. Dans ton rapport, tu dois aussi présenter tes résultats et expliquer ta conclusion.

Lorsque plusieurs scientifiques font toute une variété d'expériences pour vérifier la même hypothèse et qu'ils sont tous d'accord sur les résultats, l'hypothèse trouve de plus en plus d'appuis. En fin de compte, lorsqu'une hypothèse a été vérifiée à fond et que tous les résultats la confirment, elle est élevée au rang de **théorie**.

Le procédé que tu viens de lire est un **modèle** d'expérience scientifique conçu pour te montrer comment les connaissances scientifiques s'accumulent. (Pour en apprendre davantage sur les modèles, reporte-toi à l'omnibus 8, à la page 554). Tu découvriras que les scientifiques utilisent des modèles de nombreuses façons. Pendant ce cours, tu emploieras toi aussi des modèles comme celui qui apparaît sur la photo.



Les élèves sur la photo sont en train de construire un modèle de pont élévateur hydraulique semblable à ceux que les mécaniciens utilisent dans les ateliers de réparation pour soulever les voitures afin de pouvoir travailler en dessous.

Maintenant que tu en sais plus long sur la recherche scientifique, il est temps que tu en fasses l'essai. En effectuant l'expérience présentée dans les pages qui suivent, tu acquerras de l'expérience qui te sera utile lorsque tu feras les activités et les expériences contenues dans ce livre.

Une théorie : l'explication d'une observation ou d'un phénomène qui a été confirmée par des résultats d'expérience constants et répétés et qui a, de ce fait, été acceptée par une majorité de scientifiques. Par exemple, tu as probablement entendu parler de la théorie des plaques tectoniques, qu'on appelle aussi la « dérive des continents ».

Un modèle : une image mentale, un diagramme, une structure ou une expression mathématique qui tente d'expliquer un concept ou une hypothèse. Un modèle de volcan peut aussi être fait avec de la pâte à modeler, une petite quantité de bicarbonate de soude, du vinaigre et un bouchon de bouteille. On peut aussi créer des modèles sur ordinateur.