**ANNEXE 1 : Les travaux de Gray et de Cavendish –**

**Renseignements pour l’enseignant**

**Stephen Gray**

Le physicien anglais Stephen Gray (1666-1736) démontre que tous les corps peuvent être électrisés, mais que les *non-électriques* sont en fait des **conducteurs** d’électricité. Il utilise aussi les termes « non-conducteurs » et « isolants ». Les métaux sont des conducteurs, tandis que les substances résineuses ou vitreuses sont des isolants.

Gray démontre qu’un conducteur, s’il est suspendu ou entouré d’un isolant, est capable de conserver une charge électrique. (On croyait avant que les conducteurs, les *non-électriques*, n’étaient pas électrisables, mais c’était parce qu’ils se déchargeaient aussitôt.)

Gray démontre aussi que si un conducteur électrisé entre en contact avec la « terre », il se décharge immédiatement (d’où la **mise à la terre**). La Terre est un objet immense avec lequel un objet peut partager sa charge électrique.

Gray propose que le transfert d’électricité à travers ou le long d’un conducteur est un **courant électrique**. Avec son collègue Granville Wheeler, il réussit à transférer les charges d’un bâton de verre électrisé sur une longueur de 100 m, par l’entremise d’un fil de cuivre suspendu par des boucles de soie. (La soie, un isolant, ne permet pas à l’électricité de « s’écouler » du fil métallique.)

Gray démontre aussi l'attraction électrostatique en suspendant un jeune garçon à l'horizontale à l'aide de fils isolants : lorsqu'on rapproche un bâton électrisé des pieds nus de l'enfant, des petits bouts de feuille métallique sont attirés à son visage et à ses mains.

Gray postule que le **fluide électrique** (*effluvium* ou *vertu électrique*) peut circuler librement dans un conducteur, mais qu’il ne circule pas facilement dans un isolant. Cependant, il ne peut pas comparer la conductivité de différents matériaux car il n’a pas d’instruments adéquats.

**Henry** **Cavendish et le premier compteur d’électricité**

En 1799, Cavendish conçoit une méthode de recherche qui lui permet de décrire qualitativement la conductivité de différents métaux. Il utilise une technique très simple qui consiste à décharger un appareil électrique par un fil relié à son propre corps. Cavendish applique un nombre de tours précis à sa machine électrostatique pour produire une charge identique à chaque essai et il parvient à classer correctement la conductivité des métaux en fonction de l’intensité des chocs produits par le générateur. Cavendish, dont les résultats n’ont jamais été publiés de son vivant, établit une comparaison qualitative de la résistance de différents matériaux aux effets du courant.

Bloc B

**ANNEXE 1: Les travaux de Gray et de Cavendish – Renseignements pour l’enseignant (suite)**

Ce type d’analyse qualitative constitue un passe-temps dans certains salons et cuisines du XVIIIe siècle comme on peut le voir sur des peintures illustrant des petits-enfants et des femmes se transmettant des chocs électriques générés par des machines électrostatiques à travers une résistance en forme de « chaîne humaine ». On a établi, dès le début, la relation existant entre la résistance et la longueur du conducteur. De plus, la distance de décharge et le choc physiologique ont pu être liés à l’intensité de la distribution de la charge. Prenons à titre d’exemple une sphère chargée par un nombre déterminé de tours. Cette sphère peut, lorsque déchargée, produire une étincelle sur une distance mesurable. Si nous utilisons une plus petite sphère chargée par le même nombre de tours, nous observons que l’étincelle parcourt une plus grande distance. En d’autres mots, la même quantité de charge accumulée par un volume moindre a une « intensité » supérieure.

Il serait possible de mesurer plus précisément cette intensité ou « tension » au moyen d’un électroscope, et, après l’invention de la pile électrique par Volta en 1800, on tente d’établir un lien entre l’électricité statique et d’autres types d’électricité. La pile de Volta marque un changement conceptuel significatif dans la compréhension de la nature de l’électricité. La pile demeure inactive jusqu’à ce qu’un conducteur externe fournisse un chemin à travers lequel l’électricité puisse circuler. Il est donc devenu impératif de définir les caractéristiques et le rôle du conducteur externe. Il n’existe cependant à cette époque aucun instrument (hormis les sens humains) permettant de mesurer ou d’établir le phénomène associé au conducteur.

Heureusement, grâce à la découverte d’Oersted de la déviation de l’aiguille d’une boussole par un courant électrique réalisée vers 1820, Cavendish n’a plus à jouer le rôle de compteur humain. Peu après cette découverte, Schweigger utilise une bobine pour faire circuler à répétition un courant sur une boussole en vue de fabriquer un instrument plus sensible permettant de détecter et de comparer les effets électromagnétiques de différents courants.

**La boussole des tangentes**

La première référence à la boussole des tangentes figure dans un document de 1837 de Claude‑Servais‑Mathias Pouillet (1790‑1868). Pouillet utilise la boussole des tangentes pour étudier la loi d’Ohm, et, plus tard, en 1841, James Joule immerge des fils de différentes longueurs dans des cylindres d’eau pour étudier la relation entre le taux de dissipation de la chaleur et le courant.

En 1849, Hermann von Helmholtz (1821‑1994) modifie la boussole des tangentes en proposant l’usage de deux bobines conductrices identiques placées en parallèle de manière à former l’instrument connu aujourd’hui sous le nom de bobine de Helmholtz. Cet instrument produit un champ magnétique essentiellement uniforme. Celui illustré à gauche fait partie de la collection de la Wesleyan University.

Bloc B

**ANNEXE 1: Les travaux de Gray et de Cavendish – Renseignements pour l’enseignant (suite)**

Pour mesurer le courant, Joule utilise une boussole des tangentes alignée avec le méridien nord‑sud pour que le champ magnétique de la bobine soit perpendiculaire à celui de la Terre. La valeur de la déviation de l’aiguille de la boussole est la somme vectorielle des effets magnétiques
de la Terre et du champ de la boucle. Par conséquent,

$$\vec{B}\_{Terre}$$

$$\vec{B}\_{boucle}$$

$$θ$$

aiguille de la boussole

$\tan(θ=\frac{\vec{B}\_{boucle}}{\vec{B}\_{Terre}})$

Comme $\vec{B}\_{Terre}$ est constant, il s’ensuit que $\tan(θ∝\vec{B}\_{boucle})$. En augmentant le nombre de boucles, et donc le courant au-delà de tout point donné, nous pouvons aussi établir que $I∝\vec{B}\_{boucle}$, et que par conséquent $\tan(θ∝I)$ et $\tan(θ)$ peut servir de mesure du courant. La boussole des tangentes de Joule s’est avérée un instrument fiable pour la mesure du courant, instrument que nous pouvons encore utiliser de nos jours. L’utilisation d’une boussole des tangentes présente l’avantage additionnel de servir de fondement au galvanomètre et à l’ampèremètre modernes.

Bloc B