

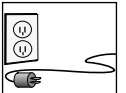
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
◆					vers 2600 av. J.-C.	Une légende ancienne veut que Hoang-Ti, le fondateur de l'empire chinois, ait conçu la première boussole magnétique, dont l'aiguille était mue par une force invisible . (Ce n'est que vers l'an 1000 apr. J.-C. que les Européens commenceront à utiliser des boussoles pour naviguer.) On confondra pendant longtemps le magnétisme et l'électricité.
◆					vers 600 av. J.-C.	Les Grecs appellent « élektron » l'ambre jaune, cette résine fossilisée issue d'une espèce de pin disparue depuis plus de 10 millions d'années. Thalès, un philosophe grec, remarque que l' ambre frotté par un tissu est capable d'attirer des fétus de paille, des barbes de plumes ou de la moelle de sureau. Par contre, la magnétite est capable d'attirer du fer sans qu'on ne lui fasse subir aucun frottement.
◆					vers 600 av. J.-C.	Selon l'historien romain Pline l'Ancien qui relate cette information 700 ans plus tard, les Étrusques (en Italie) savent comment faire dévier les éclairs évitant ainsi que leurs structures ne soient endommagées. Cela laisse donc supposer qu'ils auraient utilisé les premiers paratonnerres .
			◆		vers 400 av. J.-C.	Le philosophe grec Démocrite propose que la matière est faite de particules indivisibles qu'il appelle des atomes . Trois siècles plus tard le Romain Titus Carus reprend les idées de Démocrite et tente d'expliquer l'attraction et la répulsion magnétique.
◆					70 apr. J.-C.	Pline l'Ancien (23-79), naturaliste romain, vient à la conclusion que les poissons torpilles donnent des chocs aux pêcheurs. (L'électricité est donc présente dans les êtres vivants comme dans les objets inertes.)
◆					100	Le philosophe grec Plutarque (46-125) suppose que lorsqu'on frotte l'ambre, on réchauffe l'air environnant. L'air chaud tourbillonne et emporte des petits objets (tels que des fétus de paille) vers l'ambre.
◆					1269	Pierre de Maricourt, physicien français dont le nom latin est « Peregrinus », étudie le magnétisme et conclut qu'il existe toujours deux pôles dans un aimant.
	◆				1600	William Gilbert (1544-1603), physicien anglais, étudie l'ambre et propose les premières notions modernes sur l'électricité, parmi lesquelles une liste de corps électrisables par frottement . Gilbert appelle les corps qui peuvent être électrisés des <i>électriques</i> ; tandis que ceux qui ne sont pas électrisés par frottement, des <i>non-électriques</i> . (On saura plus tard que les <i>électriques</i> correspondent aux isolants tandis que les <i>non électriques</i> correspondent aux conducteurs.) Selon lui, le frottement d'un corps crée de l' <i>effluvium</i> , une « vertu » électrique. Gilbert utilise pour la première fois les expressions « force électrique » et « attraction électrique ». Il précise que l' attraction électrique est différente du magnétisme : tous les corps peuvent la subir, tandis que le magnétisme n'affecte que quelques substances. De plus, l'attraction magnétique peut s'effectuer à travers une substance intermédiaire, mais ce n'est pas le cas pour l'attraction électrique. Enfin, les aimants attirent surtout aux pôles, mais les corps électrisés attirent partout sur leur surface. Gilbert dit qu'un corps tel que l'ambre qui exerce un pouvoir d'attraction est un corps « chargé ». Outre l'ambre, Gilbert souligne que le soufre, la résine, le verre, le cristal de roche (quartz), le saphir, le diamant et la cire à cacheter sont tous électrisables. Gilbert invente le versorium, une première version de l' électroscope , qui permet de déceler une charge électrique. Gilbert remarque aussi que l'humidité de l'air et la chaleur des substances peuvent diminuer leur électrisation.
	◆				1620	L'Italien Niccolò Cabeo (1586-1650) découvre que des corps chargés peuvent s'attirer ou se repousser . Selon lui, ces deux phénomènes s'opèrent par le déplacement de l' <i>effluvium</i> dans l'air.

... suite



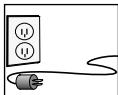
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
	◆				1646	L'anglais Thomas Browne (1605-1682) utilise pour la première fois le mot « électricité ».
	◆				1660	L'Anglais Robert Boyle (1627-1691) démontre que de l'ambre placé dans une bouteille de verre conserve son attraction, même après qu'on évacue tout l'air de la bouteille. L'air n'est donc pas vecteur de l'électricité.
				◆	1670	Otto von Guericke (1602-1685), physicien allemand, fabrique le premier appareil pouvant générer une charge électrique. Cette machine électrostatique consiste en une sphère de soufre tournante contre laquelle l'utilisateur se frotte la main. Cette production d'électricité est dite « mécanique », puisque le frottement est une action mécanique entre deux corps. Guericke remarque que les corps attirés par la sphère de soufre deviennent chargés à leur tour s'ils y touchent, mais ensuite la sphère les repousse (la répulsion électrique). Si on « décharge » ces corps, la sphère les attirera à nouveau! Guericke démontre qu'une charge électrique peut être transmise à travers un fil de lin (la conduction électrique). D'autres corps peuvent être électrisés tout simplement en les rapprochant de la sphère de soufre sans y toucher (l'induction électrique). Beaucoup de personnes essaient par la suite de recréer la machine électrostatique, mais elles n'ont pas les mains aussi rugueuses que celles de Guericke et donc elles ne réussissent pas à frotter suffisamment la sphère de soufre!
				◆	1710	L'Anglais Francis Hauksbee (1666-1713) détermine qu'une décharge électrique dans un gaz raréfié produit de la lumière. On observe depuis longtemps un tel phénomène naturel sur les navires lors d'une tempête électrique : le feu Saint-Elme. (Les tubes néon publicitaires d'aujourd'hui sont un résultat de cette découverte.) Avec son maître Isaac Newton (1642-1727), il travaille sur une machine électrostatique ayant un cylindre de verre plutôt que de soufre. Le cylindre est fermé par un bouchon.
	◆				1729	Le physicien anglais Stephen Gray (1670-1736) démontre que tous les corps peuvent être électrisés, mais que les <i>non-électriques</i> 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 <i>non-électriques</i> , 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 permettait 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 (<i>effluvium</i> ou <i>vertu électrique</i>) peut circuler librement dans un conducteur, mais qu'il ne circule pas facilement dans un isolant.

... suite



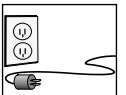
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1733	<p>Charles François de Cisternay Du Fay (1698-1739), physicien français, reprend les expériences de Gray avec du verre et du copal (une résine utilisée comme substitut à l'ambre) et propose qu'il y a deux types d'électricité : un fluide vitré et un fluide résineux. Le type d'électricité produite par frottement dépend non seulement de la substance sur laquelle on frotte, mais aussi de la substance avec laquelle on frotte.</p> <p>Le verre frotté par la soie est électrisé par un fluide vitré. Si, avec de la flanelle de coton ou de la fourrure, on frotte du copal, de l'ambre, du soufre, de la résine, de la cire à cacheter ou du caoutchouc durci, on leur donne un fluide résineux. Deux substances électrisées avec le même fluide se repoussent, alors que deux substances électrisées avec différents fluides s'attirent.</p> <p>Du Fay démontre aussi qu'un objet électrisé peut en attirer un qui ne l'est pas (un objet neutre). Il perfectionne le versorium de Gilbert et réalise l'ancêtre des électroscopes à boules de moelle de sureau, à feuilles d'or et à fils.</p> <p>Il réussit à transmettre une charge le long d'une corde mouillée d'une longueur de 400 m, environ.</p> <p>Du Fay comprend qu'il faut isoler le manipulateur d'une machine électrostatique (avec du verre, etc.) car le corps humain est un conducteur. Il est le premier à tirer par exprès une étincelle de son corps, isolé de la terre.</p>
		◆			1735	<p>Jean Desaguliers (1683-1744), un Français protestant qui doit se réfugier en Angleterre, collabore avec Gray et remarque qu'un <i>électrique</i> est un corps que l'on peut exciter électriquement par le frottement, le tapotement, le martelage, la fonte, le réchauffement ou une autre action qu'on lui fait subir. Un <i>non-électrique</i> ne peut pas être électrisé de la même façon, mais il peut recevoir et conduire la <i>vertu électrique</i> d'un <i>électrique</i>.</p>
				◆	1743	<p>L'Allemand Georg Bose (1710-1761) rafistole la machine électrostatique de Guericke. Ce générateur électrostatique emploie du crin de cheval qui frotte une sphère de soufre tournante et lui enlève une charge électrique. Une tige métallique est fixée sur la sphère de soufre, mais elle n'est pas mise à la terre et donc elle peut provoquer une étincelle au toucher.</p> <p>De futurs inventeurs améliorent les générateurs pour les rendre de plus en plus efficaces. Ces appareils sont de plus en plus communs dans les laboratoires scientifiques et technologiques. En 1768, l'Anglais Jesse Ramsden (1735-1800) remplace le crin de cheval de Bose par des peignes métalliques et des coussinets recouverts d'or et il substitue un disque de verre à la sphère de soufre.</p>
				◆	1744	<p>L'Américain Benjamin Franklin (1706-1790) fabrique une machine électrostatique avec un coussin de frottement en cuir et une sphère en verre. Franklin s'inspire peut-être du travail de Johann Winkler (1703-1770), savant allemand, qui conçoit une machine électrostatique avec coussin en cuir et cylindre en rotation. Les machines électrostatiques sont désormais très populaires dans les laboratoires de physique, et diverses expériences s'ensuivent. Daniel Gralath (1708-1767), maire de Danzig, met en parallèle plusieurs machines pour obtenir un rendement énergétique plus élevé. Ce n'est pas surprenant si, déjà, en 1750, l'Allemand Johann Gabriel Doppelmayr est la première victime à succomber à une décharge électrique issue de la technologie humaine!</p>

... suite



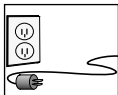
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1745	<p>Ewald Jurgen von Kleist (1700-1748), savant allemand, découvre fortuitement la bouteille de Leyde, sans reconnaître le phénomène qui en est responsable. Il insère un clou dans un petit flacon de pharmacie rempli d'eau, puis il électrise le flacon avec une machine électrostatique. Lorsqu'il touche au clou il subit un choc considérable aux bras et aux épaules. Il réussit même à mettre le feu à de l'alcool en bouteille qu'il tient dans la main. D'autres savants s'attardent à ce nouveau phénomène, mais Kleist fournit de si mauvaises explications que la plupart ne réussissent pas à le recréer.</p> <p>La bouteille de Leyde porte le nom de la ville natale de Pieter van Musschenbroek (1692-1761), le physicien hollandais qui poursuit le travail de Kleist à la lumière des essais et des nombreux chocs électriques vécus par d'autres, tels que son compatriote Andreas Cunaeus (Musschenbroek l'a presque électrocuté) et son collègue français Jean Allemand. Ce dernier déclare « ne plus jamais vouloir subir cette terrible expérience — merci à Dieu de m'avoir sauvé! — non, pas encore, pas pour tout le royaume de France! ». (Naturellement tout le monde a voulu en faire l'expérience après que cet avertissement eut été diffusé!)</p> <p>La bouteille de Leyde est le premier condensateur, un appareil permettant d'accumuler une charge électrique. Elle consiste tout simplement en une bouteille de verre, remplie d'eau, et ayant été électrisée par frottement. Dans les appareils modernes, les condensateurs représentent habituellement le plus grand danger d'électrocution accidentelle, et c'est pour cela qu'il est risqué, par exemple, de démonter un téléviseur ou un magnétoscope, même si ces derniers sont débranchés.</p>
	◆				1746	<p>L'Anglais William Watson (1715-1787) propose que les charges électriques se conservent. Il découvre aussi que l'électricité voyage presque instantanément le long d'un fil d'une longueur de 3,2 km. Watson postule que l'électricité n'est qu'un seul fluide, et que les deux fluides de Du Fay ne seraient en fait qu'un excès ou qu'un manque relatif du même fluide.</p> <p>Avec son compatriote John Bevis (1693-1771), Watson améliore la bouteille de Leyde en recouvrant l'intérieur et l'extérieur de feuilles d'étain. Ce condensateur est maintenant capable de produire des étincelles pouvant allumer de la poudre noire ou enflammer de l'alcool. Ces innovations et l'expérience de Galath mènent à la création d'une première batterie constituée de lames métalliques reliées en parallèle.</p> <p>Watson observe aussi un effet lumineux lorsqu'une décharge électrique traverse un tube de verre de 1 m; cette innovation est l'ancêtre des lampes fluorescentes.</p>
	◆				1747	<p>Franklin démontre que lorsqu'une tige de verre est frottée avec de la soie, non seulement le verre est-il électrisé, mais la soie l'est aussi, avec une charge contraire quoique égale en intensité. Franklin rejette l'idée que ce soit le frottement qui engendre l'<i>effluvium</i>; il appuie la notion de Watson voulant que toutes les substances possèdent intrinsèquement un fluide électrique, et que le frottement ne fait que transférer du fluide d'un corps à un autre.</p> <p>Alors que Du Fay explique l'électricité vitrée ou résineuse par le biais du modèle des deux fluides, Franklin explique les mêmes phénomènes par l'état positif ou négatif du fluide unique. L'électricité positive est un excès de fluide électrique, tandis qu'un manque produit une charge négative. Franklin postule que le courant électrique va du positif au négatif; cette conception erronée persistera néanmoins pendant deux cents ans et explique pourquoi, aujourd'hui encore, la direction du courant dans les diagrammes électriques est du positif au négatif.</p> <p>Franklin s'interroge sur la possibilité que le fluide électrique soit composé de particules et qu'il puisse agir à distance. Ces questions sont reprises par de nombreux chercheurs.</p>
		◆			1749	<p>Jean-Antoine Nollet (1700-1770), physicien français, propose une théorie selon laquelle deux fluides électriques se promènent en sens inverses, soit le fluide <i>affluent</i> et le fluide <i>effluent</i>.</p> <p>Nollet prend connaissance des expériences de Franklin, il ne peut croire que de tels travaux de nature si complexe puissent se produire en Amérique et il les dément. C'est Nollet qui nomme la bouteille de Leyde ainsi. Il invente aussi l'électromètre, appareil qui permet de mesurer les charges électriques.</p>

... suite



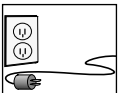
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1750	L'électricité est devenue le tout dernier divertissement scientifique des aristocrates et des bourgeois européens, étant donné ses effets lumineux et sonores impressionnants. Tous sont curieux d'en voir des manifestations, d'être épatés par cet étrange phénomène. Louis-Guillaume Le Monnier (1717-1799), médecin du roi français Louis XIV, fait subir un choc électrique simultané à 140 courtisans qui se tiennent la main en chaîne (tous sont isolés du sol sauf le dernier). Cette démonstration (ainsi qu'une reprise avec 700 moines électrisés d'un coup!) vient appuyer son affirmation que la vitesse d'électrisation est instantanée. (Il en fait l'expérience aussi avec un fil de 4000 m.) Le Monnier demande aux courtisans de créer une chaîne avec des rameaux, isolés du sol eux aussi : seules les personnes dans la chaîne subissent un choc, les rameaux ne sont pas atteints (un peu comme les oiseaux perchés sur des fils électrisés). Ces expériences servent d'amorce à l'étude des circuits électriques .
	◆				1752	En France, Thomas Dalibard (1703-1799) décide de mettre à l'essai les idées de Franklin sur la foudre et il monte une expérience avec une tige métallique de 12 m, isolée, placée au haut d'une tour et munie d'un fil conducteur vers le sol. Dalibard démontre que la foudre est un phénomène électrique lorsque des étincelles émanent de la tige vers le sol. Le Monnier met en évidence que même par temps calme, la tige métallique peut être électrisée et qu'il y a donc de l'électricité dans l'atmosphère en tout temps. Franklin reprend à Philadelphie l'expérience de Dalibard, mais choisit d'utiliser un cerf-volant plutôt qu'une tige verticale. Le cerf-volant peut monter beaucoup plus haut dans le ciel. Franklin confirme l'électricité des éclairs lorsqu'un fil métallique accroché au cerf-volant libère des étincelles au sol. (Cette expérience est extrêmement dangereuse et Franklin a de la chance de s'en sortir indemne.) Un autre Français, Jacques de Romas (1713-1776), qui n'est pas au courant de l'expérience de Franklin, démontre dans diverses villes qu'un cerf-volant peut provoquer des arcs électriques de plus de 3 m de longueur (ces milliers de volts produisent d'impressionnants claquements sonores) : de Romas subit de nombreuses contusions et manque d'être lapidé par une foule lorsque la foudre s'abat sur une maison à Bordeaux! À Saint-Petersbourg, le Suédois Georg Wilhelm Richmann démontre lui aussi en 1753 le truc du cerf-volant, mais il s'approche trop près de la tige conductrice et la foudre l'abat, le pénétrant du front aux pieds. Franklin ne partagera ni avec Dalibard, ni avec de Romas, ni avec Richmann la reconnaissance pour la découverte qui lui est attribuée depuis le XVIII ^e siècle. On commence à employer des paratonnerres à Philadelphie en 1760, et leur usage se répand rapidement. (À cette époque, on estime qu'il y a annuellement en France jusqu'à 100 morts dus à la foudre!)
◆					1752	Johann Sulzer place du plomb et de l'argent dans sa bouche et décèle un « goût » électrique sur sa langue. Il n'a aucune sensation lorsqu'il place uniquement du plomb ou de l'argent, mais Sulzer ne réalise pas que c'est l'agencement des deux métaux différents qui produit une tension électrique. (Il faudra attendre 50 ans pour l'invention de la première pile électrique.) On peut revivre la découverte fortuite de Sulzer en plaçant sur sa langue une pièce de monnaie en argent et en touchant le dessous de la langue avec un stylo fait en acier. Le résultat est le même si deux fils reliés aux bornes opposées d'une pile électrique touchent respectivement le dessus et le dessous de la langue.
	◆				1753	John Canton (1718-1770), physicien anglais, étudie l' induction électrostatique, d'abord remarquée par Guericke. L'induction d'un courant électrique par un autre courant électrique ou par un aimant se passe sans contact direct entre deux corps : ce phénomène s'explique difficilement par les modèles à un ou à deux fluides électriques car ces derniers exigent le transfert de fluides électriques. Canton étudie l'effet atténuant de la chaleur sur une charge électrostatique. Plus tard on découvrira que le froid favorise habituellement la conduction, et que certains supraconducteurs sont très efficaces à de basses températures. On sait aussi que les températures élevées diminuent la performance des ordinateurs, et qu'il leur faut un mécanisme de refroidissement.

... suite



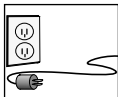
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1758	<p>L'Écossais Robert Symmer (1707-1763), très coquet, porte des chaussettes de soie. Mais cet hiver-là, il fait si froid (et sec) qu'il décide d'enfiler d'abord des chaussettes de laine de couleur foncée sous les chaussettes de soie. Plus tard, lorsqu'il enlève ses chaussettes, il découvre à sa grande surprise que les chaussettes de laine se repoussent, que les chaussettes de soie se repoussent, mais qu'une chaussette de soie attire une chaussette de laine.</p> <p>Aucun frottement systématique n'a eu lieu et pourtant les chaussettes sont électrisées. Symmer rejette rapidement sa première hypothèse, que la couleur des chaussettes explique le phénomène! Il propose enfin que la substance dont est fait un objet gouverne son comportement électrique.</p> <p>Symmer croit qu'il existe deux sortes de fluides électriques dans toutes les substances, mais que différentes substances ont une affinité supérieure pour l'un ou l'autre de ces fluides. Lorsqu'une substance réussit à s'emparer d'une quantité de fluide provenant d'une autre substance, le déséquilibre chez les deux substances les rend électrisées. Symmer prône aussi plusieurs idées révolutionnaires (mais erronées) sur l'électricité.</p> <p>Le modèle des deux fluides électriques de Symmer, renforcé par les idées du chimiste suédois Torbern Olaf Bergman (1735-1784), s'avère plus populaire chez les scientifiques de l'époque que le modèle du fluide unique de Franklin, et ce n'est que plusieurs années plus tard qu'on se rend compte qu'il est fautif. D'abord glorifié, le modèle de Symmer sera oublié.</p>
	◆				1759	<p>Le physicien allemand Franz Ulrich Hoch (1724-1802), dit « Aepinus », rejette la notion de l'<i>effluvium</i> et postule que l'électricité est un fluide qui peut aussi agir à distance, ce qui explique bien l'attraction, la répulsion et surtout l'induction électriques. (Il reprend l'idée de Franklin d'un fluide unique pour le magnétisme, mais l'Europe demeure convaincue du modèle des deux fluides pour expliquer le comportement des aimants.)</p> <p>Aepinus est le premier à élaborer un traitement mathématique de l'électricité et du magnétisme. Ses études déclenchent le développement très fructueux des formules et mesures électriques qui s'avéreront justes dès le début du XIX^e siècle, malgré le fait que les physiciens ne saisiront pas la nature particulière de l'électricité avant le début du XX^e siècle. De très importants personnages de l'histoire de l'électricité se sont illustrés par leurs découvertes mathématiques : Priestley, Robinson, Cavendish, Laplace, Coulomb, Poisson, etc.</p> <p>Aepinus découvre la pyroélectricité, caractéristique de certains cristaux qui acquièrent une charge électrique sous l'effet de la chaleur; par exemple, les thermomètres pyroélectriques mesurent les changements de température selon la charge qui est produite.</p>
		◆			1764	<p>Le Suédois Johan Wilcke (1732-1796) invente l'électrophore, un appareil pouvant produire facilement, rapidement et de façon répétitive des charges électriques assez importantes.</p> <p>Tout comme le Hollandais Anton Brugmans (1732-1789), Wilcke prône l'existence de deux fluides magnétiques, le fluide austral (du sud) et le fluide boréal (du nord).</p>
	◆				1767	<p>L'Anglais Joseph Priestley (1733-1804) détermine la relation mathématique entre la distance qui sépare deux charges et la force d'attraction ou de répulsion qui agit entre elles.</p>
		◆			1780	<p>Luigi Galvani (1737-1798), un physiologiste italien, découvre que les jambes d'une grenouille disséquée remuent lorsqu'on en touche les nerfs avec un scalpel. Il attribue ces contractions musculaires « posthumes » au fait qu'il y a dans le corps des êtres vivants un fluide électrique animal, différent de celui retrouvé dans les objets inanimés.</p>

... suite



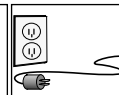
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1785	<p>Le physicien français Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) croit au modèle des deux fluides électriques qui sont transférés, mais non créés par le frottement. Cependant, à la lumière des idées de Franklin et d'Aepinus, il incorpore à son modèle l'idée que ces fluides peuvent agir à distance.</p> <p>Coulomb ajoute des précisions aux calculs de Priestley et il constate que le comportement physique et mathématique de la force électrique ressemble à celui de la force gravitationnelle. Il démontre que c'est l'extérieur d'un corps qui est chargé par l'électricité statique, pas l'intérieur.</p> <p>L'unité de mesure pour la quantité de charge électrique est nommée le coulomb (C). Lors d'une tempête électrique, un nuage détient environ 30 coulombs de charges électriques qui peuvent être libérées subitement sous forme d'éclair. À titre de comparaison, le choc électrique que l'on ressent après s'être frotté les pieds sur un tapis n'équivaut qu'à quelques microcoulombs. (Naturellement, une étincelle est une décharge instantanée tandis qu'un courant électrique est soutenu et donc potentiellement plus dangereux : on n'a qu'à imaginer ce qui resterait du bout d'un doigt brûlé par une étincelle, même petite, qui dure pendant une minute!)</p>
				◆	1795	<p>John Cuthbertson (1743-1821), fabricant anglais d'instruments divers, installe en Hollande l'appareil champion du XVIII^e siècle : un générateur électrostatique doté de deux plaques d'un diamètre de 1,5 m et qui peut produire une étincelle d'une longueur de 60 cm aussi épaisse qu'une plume à écrire.</p>
				◆	1800	<p>Allesandro Volta (1745-1827), physicien italien, poursuit les expériences de Galvani en disposant des plaques métalliques de part et d'autre de tissus animaux. Il déduit que ces tissus ne sont en fait que des conducteurs et que ce sont les plaques métalliques qui occasionnent une décharge électrique.</p> <p>Volta crée la première « pile voltaïque » lorsqu'il empile des plaques de métaux (le cuivre ou l'argent en alternance avec le zinc) intercalées de cartons mouillés. Cette pile électrique produit de l'énergie électrique à partir de l'énergie chimique, en raison des affinités différentes qu'ont les deux métaux pour des charges électriques. Parce qu'un des métaux a plus d'affinité électrique que l'autre, il réussit à attirer vers lui des charges provenant de son voisin et donc il y a une tension électrique.</p> <p>L'amplitude de cette tension dépend des facteurs qui régissent les réactions chimiques qui s'opèrent à la surface des plaques métalliques; elle est aussi sujette à la nature de l'intermédiaire aqueux (carton mouillé, feutre trempé dans l'eau salée, solution, etc.) qui permet aux charges de voyager d'une plaque à l'autre (d'où l'importance d'avoir suffisamment d'eau dans la batterie de son automobile; une batterie est un assemblage de plusieurs piles électriques.)</p> <p>L'unité de mesure pour la tension électrique est le volt, en souvenir de Volta. Une pile réussit à générer une tension de quelques volts de façon continue, tandis que les phénomènes électrostatiques peuvent comporter d'énormes tensions qui se résolvent subitement (la tension entre un nuage électrisé et le sol est d'au moins 10 000 volts; la tension créée par le frottement des pieds sur un tapis peut dépasser 20 000 volts, mais heureusement la charge résultante est minuscule!). Le volt correspond à une quantité d'énergie (un joule) par coulomb de charge.</p> <p>L'invention de la pile électrique fournira aux humains une source d'énergie électrique qui ne dépend pas de moyens mécaniques. Les piles sont ubiquitaires dans la vie moderne : elles permettent que nombre d'appareils soient portatifs ou indépendants d'une alimentation fixe. (Depuis 30 ou 40 ans, les piles photoélectriques sont devenues populaires elles aussi : elles dépendent d'une excitation lumineuse pour déclencher un courant électrique.)</p>
			◆		1804	<p>Le chimiste britannique John Dalton (1766-1844) énonce pour la première fois sa théorie atomique de la matière qu'il mettra au point au fil de sa carrière. Dalton croit que la matière est faite de particules.</p>

... suite



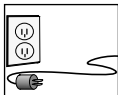
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
		◆			1812	Le mathématicien français Denis Poisson (1781-1840) détermine des relations mathématiques appuyant le modèle des deux fluides électriques. Il traite particulièrement de la distribution des charges dans un conducteur. Il faut signaler que la plupart des traitements mathématiques de l'électricité issus des XVIII ^e et XIX ^e siècles sont toujours valides aujourd'hui , en dépit du fait que les modèles à un ou à deux fluides de l'électricité ne représentent pas la vraie nature de l'électricité. Ces modèles fournissent néanmoins des conceptualisations utiles aux scientifiques de l'époque qui ne peuvent ni soupçonner ni déterminer l'existence des particules électriques. Les chimistes et les physiciens des XIX ^e et XX ^e siècles élucideront enfin la nature que l'on reconnaît à l'électricité aujourd'hui.
		◆			1819	Hans Christian Oersted (1777-1851), physicien danois, découvre l' électromagnétisme lorsqu'il observe qu'un courant électrique peut influencer le mouvement de l'aiguille d'un aimant, et que le sens de la déviation de l'aiguille dépend du sens du courant. On nomme en son honneur l'unité de mesure de l'intensité d'un champ magnétique (oersted). Les Français Jean-Baptiste Biot (1774-1862) et Félix Savart (1791-1841) poursuivent les études d'Oersted et élaborent en 1820 une loi mathématique liant le champ magnétique et le courant électrique.
				◆	1820	Quelques semaines après la découverte de l'électromagnétisme, le Français André Marie Ampère (1775-1836) détermine qu'un fil en bobine agit comme un aimant lorsqu'un courant électrique y circule. Ampère invente ainsi le solénoïde , bobine cylindrique constituée d'une couche ou de plusieurs couches de fils conducteurs enroulés et traversés par un courant. Son collaborateur François Arago (1786-1853) confirme qu'on peut aimanter une tige de fer ou d'acier si on la place au centre d'un solénoïde dans lequel passe un courant électrique. En 1827, l'Américain Joseph Henry (1797-1878), ayant poursuivi les études d'Oersted, d'Ampère et d'Arago, crée le premier moteur électrique ou électromoteur, dans lequel une bobine électrisée fait tourner un aimant. Les électroaimants et la science de l'électromagnétisme révolutionneront le monde industriel puisqu'ils permettent de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique (l'électromoteur) et vice versa (la dynamo). Aujourd'hui des électroaimants de toute taille sont utilisés partout. L'unité de mesure du courant électrique est l'ampère (A) : un ampère correspond à l'écoulement de un coulomb par seconde dans un conducteur. Subir pendant plus qu'un instant un courant de 0,05 ampère peut être fatal; le cœur ne peut tolérer plus que 0,1 ampère peu importe la durée.
				◆	1821	L'Allemand Thomas Johann Seebeck (1770-1831) découvre l'effet thermoélectrique , prouvant que l'on peut transformer l'énergie thermique en énergie électrique. Des dispositifs thermoélectriques se retrouvent aujourd'hui dans divers appareils, tels que les thermostats et les grille-pain.
		◆			1827	Georg Simon Ohm (1789-1854), physicien allemand, établit la relation mathématique entre le courant, la tension électrique et la résistance (loi d'Ohm : le courant est proportionnel à la tension et inversement proportionnel à la résistance). Cette relation est l'un des rapports les plus fondamentaux de la notion moderne de l'électricité. La résistance électrique est une caractéristique des substances et elle est due à la facilité ou à la difficulté avec laquelle un courant peut traverser une substance particulière. (On précise pour chaque substance une <i>résistivité</i> spécifique qui est l'inverse de sa <i>conductivité</i> spécifique.) L'unité de mesure de la résistance électrique est l'ohm (Ω). Les substances isolantes telles que le plastique, le verre et le caoutchouc présentent une très haute résistance au courant, à moins qu'elles ne soient mouillées d'où les nombreuses mesures de sécurité concernant l'électricité et l'eau (par exemple, la résistance d'une main sèche est 100 fois, environ, celle d'une main trempée dans l'eau).

... suite



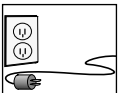
ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1831	<p>Le Britannique Michael Faraday (1791-1867) découvre l'induction électromagnétique, c'est-à-dire qu'un changement dans le champ magnétique, et non sa simple présence, est essentiel pour provoquer un courant électrique. Ses recherches non mathématiques mais très visuelles permettent de mieux comprendre les découvertes d'Oersted et d'Ampère ainsi que les inventions d'Arago et de Henry. Plus tard, des scientifiques tels que le Russe Emil Lenz (1804-1865) élaboreront un traitement mathématique de l'induction.</p> <p>Faraday développe davantage la génératrice électrique ou dynamo, qui transforme le travail mécanique en énergie électrique et qui est l'élément clé des centrales à turbines, qu'elles soient thermodynamiques, hydroélectriques ou éoliennes. L'alternateur d'une automobile est aussi une dynamo. L'ingénieur et industriel allemand Werner von Siemens (1816-1892) réussira avec brio à exploiter à des fins commerciales la dynamo et les moteurs électriques.</p> <p>Le farad, l'unité de mesure de la capacitance des condensateurs électriques (tels que la bouteille de Leyde et les piles électriques), a été nommé en souvenir de Faraday.</p> <p>Faraday remarque que selon lui, « il existe une quantité spécifique de puissance électrique associée à chaque atome de matière ». Comme Franklin auparavant, il soupçonne la nature particulaire de l'électricité.</p> <p>Faraday était un autodidacte. Apprenti dans une entreprise de reliure de livres, il en profite pour lire les œuvres scientifiques. Plus tard, Humphry Davy (1778-1829), un des pionniers de l'électrochimie, rencontre Faraday et est impressionné par ce jeune savant de 19 ans : il l'embauche comme assistant de laboratoire. Précisons que les plus grands scientifiques de l'histoire ne sont pas nécessairement le fruit d'une formation académique en sciences!</p>
				◆	1832	<p>L'Américain Samuel Morse (1791-1872) invente le télégraphe électrique, précurseur du téléphone et point de départ des communications par fils électrisés. Son compatriote Joseph Henry observe déjà en 1842 que des étincelles semblent induire à distance des impulsions électriques et donc transmettre à distance des messages électriques, ce qui laisse entrevoir le développement de la télégraphie sans fil et de la radio.</p>
				◆	1841	<p>Le Britannique James Joule (1818-1889) étudie le dégagement de chaleur produit par le passage d'un courant électrique, et il réussit à établir une équivalence mathématique entre le travail mécanique, l'énergie électrique et l'énergie thermique. De fait, l'unité de mesure pour la quantité d'énergie est le joule (J). Plus tard, on mesurera aussi l'énergie lumineuse en joules.</p>
			◆		1846	<p>Le physicien allemand Wilhelm Weber (1804-1891) rassemble toutes les idées et les hypothèses antérieures sur l'électricité et élabore une théorie selon laquelle les phénomènes électromagnétiques sont dus aux forces agissant entre des particules chargées en mouvement. Sa théorie s'avère inexacte, mais elle pique la curiosité des scientifiques et les incite à poursuivre de nouvelles recherches sur la nature de l'électromagnétisme qui mèneront aux propositions de Maxwell et de Lorentz.</p> <p>Les recherches de Weber permettront néanmoins d'écartier une fois pour toute le modèle des fluides magnétiques.</p>
			◆		1864	<p>Surtout inspiré par les travaux de Faraday, James Clerk Maxwell (1831-1879), physicien britannique, réussit à élaborer une théorie générale des champs électromagnétiques. Il se demande aussi si les phénomènes électrostatiques et la lumière ne sont que deux visages de la même réalité.</p> <p>Maxwell croit que ces phénomènes sont sans doute de nature ondulatoire malgré le fait que s'opèrent toutes les relations mathématiques conçues en fonction des modèles à un ou à deux fluides électriques. Il propose que ces ondes se dispersent par l'entremise de particules dans l'éther, ce fluide subtil censé remplir le vide.</p>
				◆	1867	<p>L'électricien belge Zénobe Gramme (1826-1901) perfectionne une machine à courant alternatif permettant d'alimenter sans interruption les moteurs électriques.</p>

... suite

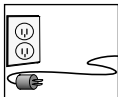


ANNEXE 1 : Les pionniers de l'électricité (suite)

Nom : _____

Date : _____

Premières notions	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulaire	Technologies modernes	Date	Scientifiques et contribution
				◆	1882	L'ingénieur croate Nikola Tesla (1856-1943) réalise les premières machines capables d'exploiter le courant alternatif . Ensuite il développe des moyens de transport pour ce courant alternatif.
				◆	1876	Le Canadien Alexander Graham Bell (1847-1922) invente le téléphone, appareil électromagnétique qui permet de convertir la voix humaine en courant électrique et vice versa. La conversion d'images et de données en messages électriques suivra au XX ^e siècle.
				◆	1879	L'inventeur américain Thomas Alva Edison (1847-1931) dépose, parmi les mille brevets de sa brillante carrière, les précisions techniques d'une nouvelle ampoule électrique à incandescence . L'ère de l'éclairage électrique des foyers, des rues, des usines, des villes, etc., est amorcée. Cette illumination omniprésente et à grande échelle sur la Terre sera visible de l'espace. Edison est aussi responsable du premier phonographe (conversion de la musique en impulsions électriques). Sans lui la musique populaire n'aurait pas eu les moyens de se faire connaître, ainsi il aurait été impossible d'écouter encore aujourd'hui une chanson d'Édith Piaf enregistrée à Paris en 1946.
			◆		1881	L'Allemand Hermann von Helmholtz (1821-1894) propose que les phénomènes électromagnétiques sont dus à des particules chargées au sein des atomes et non à un dérangement de l'éther. Il démontre clairement que toutes les observations de Faraday se prêtent au modèle particulaire.
			◆		1887	Le chimiste suédois Svante Arrhenius (1859-1927) démontre l'existence des ions (atomes chargés) dans une solution et leur lien avec la conductibilité de l'eau ionisée .
			◆		1889	Le Britannique J. J. Thompson (1856-1940) postule l'existence des électrons dans l'atome et en prouve l'existence au fur et à mesure qu'il poursuit ses recherches. Il suppose aussi l'existence des protons. Sa contribution au développement du modèle atomique de la matière affirme l'existence de particules chargées et met fin à l'idée de fluides électriques.
			◆		1890	Hendrik Lorentz (1853-1928), physicien néerlandais, propose sa théorie électronique de la matière. Toute substance est faite de particules chargées qui sont à l'origine des phénomènes électromagnétiques et de la lumière. Lorentz demeure convaincu de l'existence de l'éther.
			◆		début du XX ^e siècle	Le Britannique Ernest Rutherford (1871-1937) précise la taille et la position des particules fondamentales de l'atome (proton, électron, neutron) et l'Américain Robert Andrews Millikan (1868-1953) détermine en 1911 la charge de l'électron. Par la suite, le Danois Niels Bohr (1882-1962) dresse en 1913 un modèle atomique dans lequel les électrons circulent à très haute vitesse dans une coquille constituée de niveaux d'énergie. Certains électrons (charges négatives) peuvent s'échapper d'un atome vers un autre (le courant électrique), tandis que les protons ne peuvent pas facilement se détacher de leur atome. (Dans une solution ou dans une substance gazeuse cependant, les ions négatifs ou positifs peuvent se déplacer plus librement.) La réactivité des différentes substances est associée à leur affinité ou non pour des électrons libres. Le modèle quantique de l'atome vient s'ajouter au modèle de Bohr. Il ne peut déterminer que la probabilité qu'a un électron à occuper un endroit particulier dans le « nuage » électronique qui entoure le noyau. Albert Einstein (1879-1955) met fin une fois pour toutes à l'existence de l'éther. Les forces électromagnétiques agissent à distance et à travers le vide qui existe entre les particules de matière. La lumière est de l'énergie et vice versa; de plus, la matière elle-même est équivalente à de l'énergie!



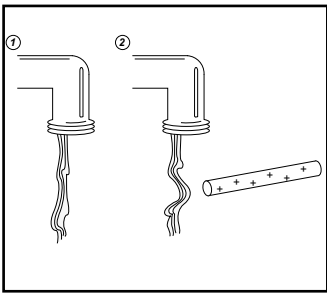
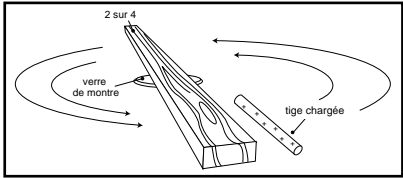
ANNEXE 2 : Exercice de réflexion sur les phénomènes électriques

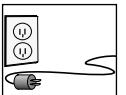
Nom : _____

Date : _____

L'électricité statique (ou l'électrostatique) se manifeste lorsque des **charges électriques au repos provoquent une décharge électrique** en présence d'une tension électrique.

Remplis le tableau suivant.

Description du phénomène	As-tu déjà observé ou ressenti ce phénomène? Comment l'expliques-tu?
1. Il arrive souvent qu'en enlevant un chandail on entende une sorte de crépitement. Si on l'enlève dans l'obscurité, on peut même apercevoir des étincelles.	
2. Les vêtements qui sortent de la sècheuse se comportent souvent de drôles de façon. Soit un tissu se colle à un autre ou à notre corps, soit il s'en éloigne.	
3. Lorsqu'on se déplace sur un tapis et qu'on touche ensuite une poignée de porte ou une autre personne, on ressent un choc.	
4. Si l'on frotte un ballon contre les cheveux d'une personne, on peut le poser sur un mur et il y restera plus ou moins collé. Pourtant deux ballons frottés ainsi s'éloignent l'un de l'autre.	
5. Si l'on se passe un peigne ou une brosse dans les cheveux, ceux-ci deviennent parfois hérissés. De plus, on peut attirer et ramasser à l'aide du peigne des confettis ou des brindilles de paille.	
6. Si l'on approche un objet chargé près d'un filet d'eau coulant d'un robinet, le filet fléchit en direction de l'objet.	
7. On peut faire pivoter un montant de bois de 2 sur 4 de 2 m de long posé à l'horizontal sur un verre de montre (qui réduit la friction) si l'on rapproche d'une de ses extrémités un objet chargé.	



ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique

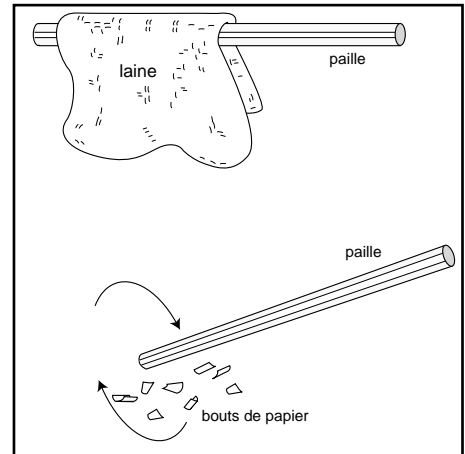
Nom : _____

Date : _____

Démonstration 1 : ÉLECTRISATION PAR FROTTEMENT

1. Éparpille des bouts de papiers sur une table ou un pupitre. Rapproche la paille de plastique des bouts de papier. Que se passe-t-il?

2. Maintenant frotte la paille de plastique avec de la laine et rapproche-la à nouveau des bouts de papier. Que se passe-t-il?



3. Peux-tu expliquer pourquoi?

4. Trouve deux autres objets à l'école ou chez toi qui remplacent la paille et la laine et tente d'obtenir les mêmes effets. (Voici quelques suggestions d'objets : une brosse à dents, un stylo, un étui de disque compact, de la soie, du coton, du polyester, une grosse bille.) Quels objets as-tu choisis?

5. Quelle démarche emploies-tu et quels résultats obtiens-tu? Essaie avec des bouts de papier d'aluminium.

ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique (suite)

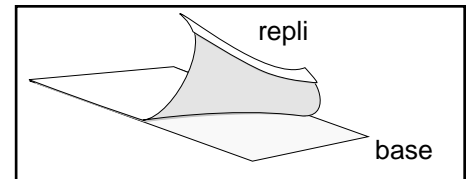
Nom : _____

Date : _____

Démonstration 2 : RUBANS ET CHARGES

1. Colle un morceau de ruban adhésif transparent d'une longueur de 30 cm, environ, sur une table ou un pupitre. Il s'agit du ruban de base.

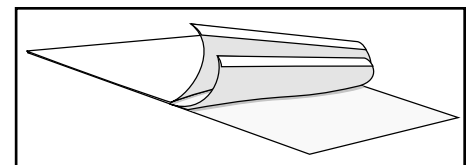
2. Prends un autre morceau de ruban de 10 cm, environ, et replie le premier centimètre sur lui-même. Colle ce ruban sur le ruban de base et exerce une certaine pression avec tes doigts de manière à bien les fixer.



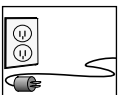
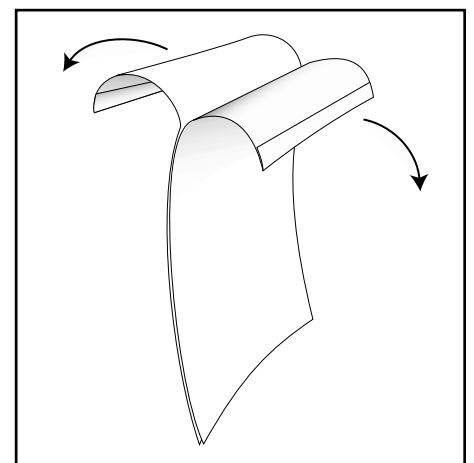
3. D'un coup sec, retire du ruban de base le morceau du ruban court. Rapproche-le des bouts de papiers éparpillés sur la table. Que se passe-t-il?

4. Que peux-tu conclure au sujet du ruban adhésif?

5. Prends un autre morceau de ruban adhésif de 10 cm et replies-en aussi le premier centimètre. Mets les deux morceaux de ruban de 10 cm sur le ruban de base, un par-dessus l'autre. Appuie fortement du bout de tes doigts pour bien les fixer. Pour les deux rubans avec des replis, indique lequel est le ruban du haut (H) et lequel est celui du bas (B).



6. Retire les deux morceaux de ruban courts ensemble. Puis sépare ces morceaux l'un de l'autre. Que se passe-t-il lorsque tu rapproches les deux morceaux l'un de l'autre?



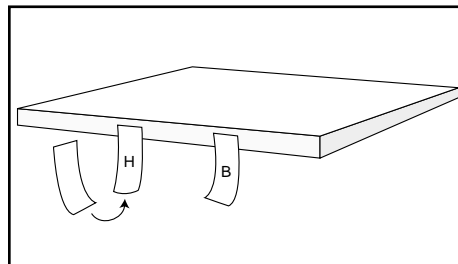
ANNEXE 3 : Feuille de route - Démonstrations en électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

- Colle séparément les deux morceaux de ruban de 10 cm au bord de la table, l'un des deux étant le ruban du haut **H** et l'autre celui du bas **B**.
- Prépare deux autres morceaux de ruban sur la base de sorte à obtenir un deuxième **H** et un deuxième **B**.
- Rapproche ces nouveaux morceaux de ruban, un à la fois, aux rubans H et B originaux. Remplis le tableau suivant.

Que se passe-t-il lorsqu'ils sont rapprochés?	premier ruban H	premier ruban B
second ruban H		
second ruban B		



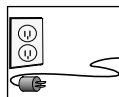
- La démonstration des rubans te permet de déterminer combien il y a de types de charges électriques. Analyse ton tableau afin de conclure s'il y a 1, 2, 3 ou 4 types de charges, et quel est leur comportement lorsqu'ils se rencontrent. Formule un postulat simple qui explique l'interaction des charges.

- Rapproche maintenant chacun des rubans (H, H, B, B) des bouts de papier. Que se passe-t-il?

- Quelle est la charge des bouts de papier? Peux-tu modifier le postulat que tu as formulé dans l'étape 10 pour qu'il reflète ce qui s'est passé relativement aux bouts de papier et aux rubans?

RÉCAPITULATION

Inscris des questions qui te préoccupent encore et qui sont pertinentes aux deux démonstrations ci-dessus. Discutes-en avec des camarades de classe. Tu auras à noter dans ton carnet scientifique des explications que ton enseignante ou enseignant donnera en classe et tu pourras alors en profiter pour soulever tes questions.



ANNEXE 4 : Trois modèles de l'électricité

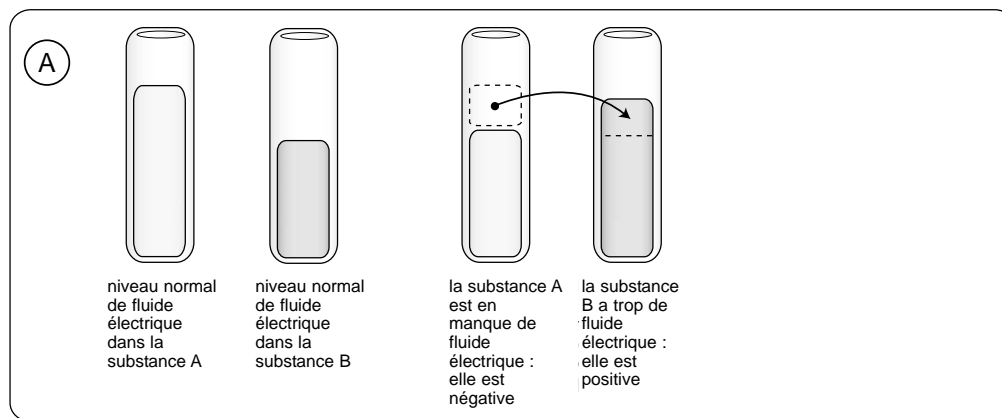
Nom : _____

Date : _____

Les divers modèles de l'électricité ont évolué au fil des années. Voici une explication sommaire de trois de ces modèles (dans leur version avancée).

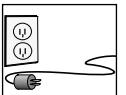
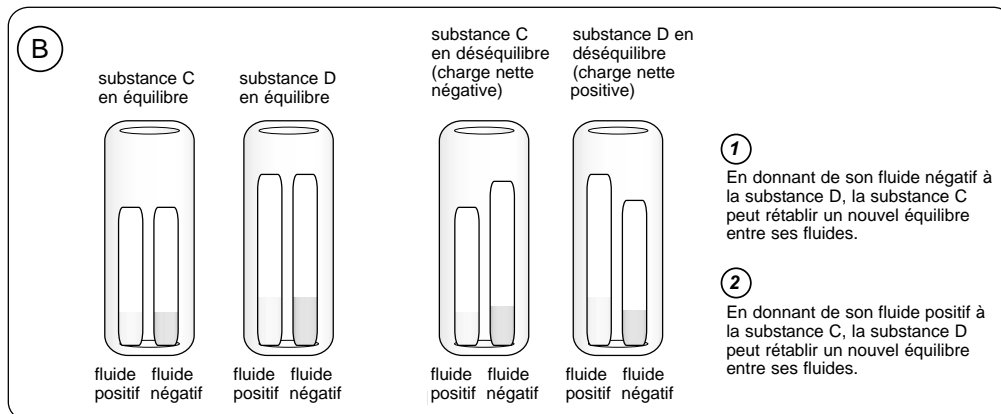
Le modèle du fluide unique (A)

Chaque substance possède un niveau normal de fluide électrique. Si une substance n'a pas suffisamment de fluide (état négatif), elle cherche à s'en procurer. De même, si une substance a trop de fluide (état positif), elle cherche à s'en départir. Le frottement de deux substances l'une contre l'autre peut occasionner un transfert de fluide d'une substance à l'autre. Une substance positive attirera une substance négative, car il peut y avoir transfert de fluide entre les deux. Deux substances ayant la même charge se repoussent, car il ne peut pas y avoir de transfert. (Ce modèle existe depuis 1700, mais au cours des 200 ans qui ont suivi, la plupart des scientifiques lui ont préféré le modèle des deux fluides.)



Le modèle des deux fluides (B)

Chaque substance possède deux fluides électriques (positif et négatif) qui doivent être en équilibre. Si une substance a trop de fluide positif par rapport à son fluide négatif, elle va chercher à se départir de l'excédent positif ou à acquérir du fluide négatif pour rétablir l'équilibre. La situation inverse se présente si la substance a trop de fluide négatif. Le frottement des deux substances l'une contre l'autre peut occasionner le transfert d'un fluide ou de deux fluides d'une substance à l'autre (et cela dans un même sens ou dans deux sens opposés). Une substance avec une charge positive nette attirera une substance avec une charge négative nette parce que les deux peuvent s'échanger du fluide (positif ou négatif) pour équilibrer leur charge respective. Deux substances ayant chacune une charge nette du même type se repousseront, car elles n'ont aucun fluide à échanger pour les équilibrer. (Ce modèle a la faveur des scientifiques entre les années 1750 et les années 1880.)



ANNEXE 4 : Trois modèles de l'électricité (suite)

Nom : _____

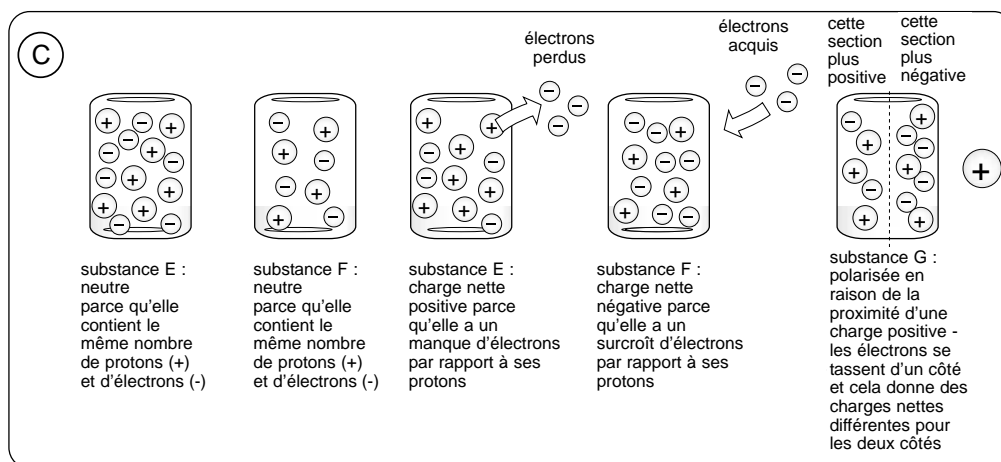
Date : _____

Le modèle particulaire (avant la théorie atomique moderne)

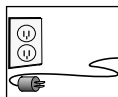
Selon ce modèle qui est très semblable au modèle des deux fluides, ce ne sont pas des fluides mais des particules (positives et négatives) qui sont échangées entre les substances lors du frottement, de réactions chimiques ou d'autres manifestations électriques. Les particules se comportent entre elles comme le font les fluides du modèle des deux fluides. (Ce modèle devient populaire entre les années 1850 et les années 1890.)

Le modèle particulaire (à la lumière de la théorie atomique moderne) ©

Ce modèle de l'électricité prévaut depuis les années 1890 et, quoiqu'il incorpore des notions du modèle des deux fluides, il propose un comportement électrique qui ressemble plutôt au modèle du fluide unique. Selon ce modèle particulaire encore accepté aujourd'hui, il existe effectivement deux types de particules chargées dans toute substance, les protons (positifs) et les électrons (négatifs). Une substance est neutre lorsqu'il y a un équilibre entre le nombre de protons et le nombre d'électrons. Mais, habituellement, seulement des électrons peuvent être transférés d'une substance à une autre (que ce soit par frottement, par réaction chimique, etc.); les protons, eux, sont prisonniers des atomes et restent plus ou moins immobiles. Une substance négative a un surplus d'électrons, et une substance positive a un manque d'électrons. Il est vrai qu'une substance positive attirera une substance négative pour un transfert d'électrons, et que deux substances ayant la même charge nette, soit positive ou négative, ne pourront résoudre ensemble leur déséquilibre électrique.



L'attraction et la répulsion des charges sont dues à une force électrique inhérente aux électrons et aux protons. Même au sein des substances, l'attraction et la répulsion s'opèrent et peuvent provoquer des phénomènes tels que la polarisation, la séparation des charges et l'induction. Certaines substances permettent plus facilement le déplacement d'électrons entre les atomes : ce sont les conducteurs. D'autres le permettent plus difficilement : ce sont les isolants. Dans un autre ordre d'idées, chaque substance a une affinité particulière pour les électrons et cette affinité diffère d'une substance à l'autre : certaines ont un plus grand manque d'électrons, d'autres en ont un surcroît, selon leur configuration électronique et leur réactivité chimique. Lorsque deux substances sont frottées ensemble ou réagissent l'une à l'autre, l'une d'entre elles acquiert habituellement des électrons provenant de l'autre parce qu'elle a une plus grande affinité pour les charges négatives.



ANNEXE 5 : Quelques expériences de Stephen Gray

Nom : _____

Date : _____

Expérience n° 1

Matériel nécessaire :

- tube cylindrique, fait d'un matériau isolant, d'une longueur de 60 cm et d'un diamètre de 2 à 3 cm, tel qu'un tube de plastique, un tuyau de drainage ou un tube pour envoi postal (Gray utilisa un cylindre de verre d'une longueur de 1 m et d'un diamètre de 1,5 cm.)
- morceau de tissu de laine, de coton ou de soie

Tiens le tube d'une main et frotte-le avec le morceau de tissu dans l'autre main (ou fais passer le tube dans un mouvement de va-et-vient à travers le tissu). Assure-toi par la suite que le tube et le tissu ne se touchent plus car ils sont tous deux électrisés! Passe le tube tout près de ton oreille et écoute attentivement. Le faible crépitement t'indique que de minuscules étincelles se produisent entre le tube et ta tête. Tes cheveux ont peut-être aussi été électrisés. Si le temps est propice (journées froides et très sèches), tu peux essayer d'observer les étincelles dans l'obscurité, devant un miroir.

Expérience n° 2

Matériel nécessaire :

- petit piquet de bois ou autre isolant
- morceau de pâte à modeler
- ficelle de nylon
- plume de duvet
- tige de verre ou de plastique

Sur une table, installe le petit piquet de bois à la verticale. Tu peux le faire tenir en place avec de la pâte à modeler. Attache une ficelle de nylon au sommet du piquet, puis attache la plume de duvet à l'autre bout de la ficelle. La ficelle ne doit pas être trop longue car la plume ne doit pas toucher la table. Électrise la tige de verre ou de plastique par frottement, puis rapproche-la de la plume sans toutefois la toucher. Tu pourras la déplacer sans qu'il y ait de contact physique : te voilà adepte de la lévitation des objets!

Expérience n° 3

Matériel nécessaire :

- bâtonnet d'encens
- tige de verre ou de plastique

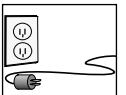
Allume un bâtonnet d'encens. Électrise la tige de verre ou de plastique et approche-la de la fumée. Observe ce qui se passe si tu places le bout de la tige plus loin ou même sous le bout incandescent du bâtonnet.

Expérience n° 4

Matériel nécessaire :

- clou à tête plate d'un diamètre d'au moins 3 mm
- morceau de bois sec
- eau
- tige de verre ou de plastique

Enfonce suffisamment le clou dans un morceau de bois sec pour qu'il tienne debout, mais sans qu'il transperce complètement le bois. Dépose délicatement une goutte d'eau sur la tête du clou (une tige de verre ou de bois peut t'aider à réussir cette étape). Une goutte sphérique donnera de meilleurs résultats.



ANNEXE 5 : Quelques expériences de Stephen Gray (suite)

Nom : _____

Date : _____

Assure-toi de ne pas mouiller le bois, ce qui risquerait de ne plus l'isoler de la terre. Électrise la tige de verre ou de plastique. Rapproche-la de la goutte d'eau, sans y toucher. Tu pourras sans doute observer que la goutte s'étire vers le haut, ou qu'elle s'effrite en gouttelettes si elle est étirée au-delà de la tête du clou. (Ce phénomène est exploité dans les imprimantes à jet d'encre et il explique aussi la formation des orages!)

Expérience n° 5

Matériel nécessaire :

- bouchon de liège
- tube isolant
- bouts de papier ou confettis
- plumes de duvet
- tige métallique

Approche le bouchon de liège des bouts de papier ou des plumes de duvet. Rien ne se passe. Il en est de même pour le tube isolant. Électrise par frottement le tube isolant et tu observeras qu'il exerce une attirance. Mets-le à la terre.

Insère le bouchon dans le bout du tuyau de sorte qu'au moins 1 cm en ressorte. Électrise à nouveau le tube sans toucher au bouchon. Rapproche ensuite le bouchon des bouts de papier ou des plumes et tu verras qu'il les attire. (Cette expérience de Gray démontre que l'*effluvium* n'est pas le produit du frottement, mais plutôt une « vertu » ou un « fluide » qui a été transféré du tuyau au bouchon de liège : il s'agit de la conduction.)

Mets le tube à la terre et insère une tige métallique dans le bouchon. Recommence l'expérience et tu confirmeras que la tige métallique est électrisée elle aussi. Pourtant, si tu essaies de l'électriser par frottement direct, tu ne réussiras pas. C'est parce que les métaux et les corps vivants sont des conducteurs et ils font une mise à la terre instantanée s'ils touchent (directement ou indirectement) au sol, tandis que les isolants le font très très lentement.

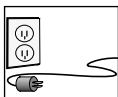
Expérience n° 6

Matériel nécessaire :

- fil métallique de 5 à 10 m de long
- boucles de soie ou autre matériau isolant
- bouts de papier ou plumes de duvet
- clé ou cuillère
- tige de plastique ou de verre

Suspens un fil métallique dans la classe à l'aide de boucles de soie ou d'un autre tissu isolant. Veille à ce que le fil ne soit pas mis à la terre par mégarde. Dispose une extrémité du fil près de morceaux de papiers ou de plumes de duvet. (Tu peux choisir d'accrocher un objet métallique à cette extrémité du fil, par exemple une clé ou une cuillère.) Électrise ensuite une tige de verre ou de plastique et mets-la en contact avec l'autre extrémité du fil. À 5-10 m de toi, les bouts de papiers ou les plumes devraient être attirés par le fil! Lorsqu'on produit de l'électricité, il est important de l'entreposer dans des enceintes isolées, et de la transmettre par fils conducteurs.

Il n'existait pas de fil isolé dans le temps de Gray, mais cette expérience est tout aussi facile si l'on utilise un fil de cuivre revêtu d'un isolant tel qu'on en trouve dans l'installation électrique d'une maison. Il suffit alors de dénuder les deux extrémités du fil.

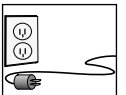


ANNEXE 6 : Cadre de comparaison et de réflexion sur les modèles de l'électricité

Nom : _____

Date : _____

	Trois modèles de l'électricité		
	Le modèle du fluide unique	Le modèle des deux fluides	Le modèle particulière
Énumère trois exemples de phénomènes que tous ces modèles ont tenté d'expliquer.	a) b) c)		
Donne deux ressemblances conceptuelles entre ces trois modèles.	a) b)		
Donne deux aspects qui distinguent chacun de ces modèles des deux autres.	a) b)	a) b)	a) b)
Explique sommairement pourquoi chacun de ces modèles a été proposé. (Pourquoi était-il censé être une meilleure explication que le modèle précédent?)			
Nomme un personnage ou un incident historique associé à ce modèle, et explique en quoi il est significatif.			
Nomme et décris sommairement trois innovations technologiques qui ont permis aux scientifiques des XVII ^e , XVIII ^e et XIX ^e siècles de mieux étudier l'électricité.	a) b) c)		



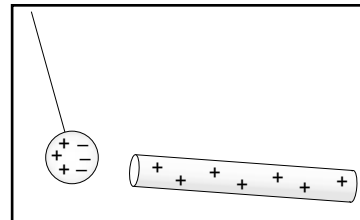
ANNEXE 7 : Démonstrations de l'attraction d'un isolant neutre

Nom : _____

Date : _____

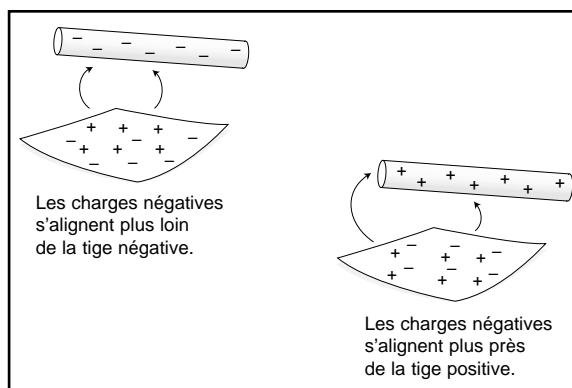
L'attraction d'un isolant neutre constitue un événement inattendu contraire au modèle préliminaire de l'électricité que les élèves ont élaboré dans le bloc d'enseignement A.

DÉMONSTRATION 1 : Approcher une tige chargée positivement (par exemple, une tige de verre frottée à l'aide de coton ou de soie) à proximité d'une boule de moelle de sureau neutre. La boule est attirée par la tige. Expliquer ce phénomène en utilisant le modèle particulaire de l'électricité et en dessinant au tableau des schémas.



Puisque les particules négatives sur la boule de sureau sont libres de se déplacer, **elles se déplacent d'un côté**, attirées par le surcroît de particules positives sur la tige. **Les particules négatives de la boule sont plus près de la tige positive que ne le sont les particules positives, et il y a donc une force d'attraction nette.** (Souligner qu'à l'intérieur même de la boule de sureau, une distribution inégale des charges négatives s'est effectuée et que différentes « régions » de la boule ont maintenant différentes charges, tout ça à cause de la tige positive.) Lorsque la boule et la tige se touchent, des particules négatives de la boule passent à la tige, rendant la tige plus négative et la boule plus positive.

DÉMONSTRATION 2 : Approcher une tige chargée positivement à proximité de bouts de papier. Les bouts de papier seront attirés vers la tige. (Les élèves en viennent souvent à la conclusion – à tort – que le papier est chargé négativement. Or si les bouts de papier étaient chargés négativement, ils se repousseraient entre eux.) Approcher maintenant une tige négative (par exemple, une tige de cuivre ou de polyéthylène frottée avec de la laine) près des bouts de papier. Ces derniers seront autant attirés par la tige négative! Expliquer ce phénomène en utilisant le modèle particulaire et en dessinant au tableau un schéma.



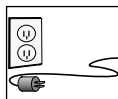
Seules les particules négatives sur le papier sont libres de se déplacer (selon le modèle particulaire et le modèle atomique).

Expliquer à l'aide d'un schéma le déplacement des particules négatives vers un côté, tout comme elles le faisaient dans le cas de la boule de sureau. **Toutefois, le papier reste collé à la tige chargée.** Pourquoi les particules négatives ne sont-elles pas transférées et la charge ne se répartit-elle pas entre la tige et le papier? Le papier n'est pas un aussi bon conducteur que la boule de moelle de sureau. Les particules négatives ont une petite mesure de « fluidité » dans le papier mais elles ne réussissent pas à être transférées du papier à la tige positive. La charge nette du papier demeure toujours neutre, malgré les « régions » du papier qui ont des charges légèrement différentes.

Certains matériaux, comme la moelle de sureau, permettent le libre déplacement des charges négatives. Lorsqu'une autre charge est à proximité de la boule de moelle de sureau, une séparation des charges est possible. De tels matériaux s'appellent des **conducteurs**. D'autres matériaux, tels que le papier, qui ne permettent pas le libre déplacement des particules négatives, sont des **isolants**. Dans ces isolants, les charges ne se séparent pas aussi facilement, mais elles **se polarisent** (elles s'alignent) en fonction d'une force électrique externe. Puisque les charges opposées se retrouvent plus près de la source externe, une force d'attraction nette en résulte.

La **conductivité** est la capacité qu'a un matériau à permettre le transfert d'électrons : elle diffère selon les matériaux, étant élevée dans les conducteurs et faible dans les isolants.

Un isolant peut acquérir une charge par contact, par exemple si on approche une tige chargée près de petits confettis (tels que ceux produits par un perforateur), on peut voir que certains d'entre eux se colleront d'abord à la tige, puis s'en échapperont (le transfert de charges a eu lieu), puis reviendront se coller à la tige (une fois qu'ils auront perdu leur charge sur la table). Cette oscillation des confettis entre la table et la tige se perpétue parce qu'ils sont tour à tour attirés puis repoussés par la tige. À la longue la tige perdra sa charge par l'intermédiaire des confettis. C'est la table, et finalement **la Terre, qui aura absorbé la charge excédentaire.**



ANNEXE 8 : Fabrication d'un électroscope simple

Nom : _____

Date : _____

L'électroscope est un appareil qui sert à détecter une charge et à déterminer si la charge est négative ou positive.

Les électroscopes à boule de moelle de sureau (aussi appelés pendules électrostatiques) sont parmi les plus simples. Il existe plusieurs appareils commerciaux facilement disponibles.

Tu peux fabriquer ton propre **électroscope à feuillet métallique** à partir de matériaux très courants. Consulte le diagramme ci-dessous et utilise un morceau de papier d'aluminium.

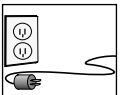
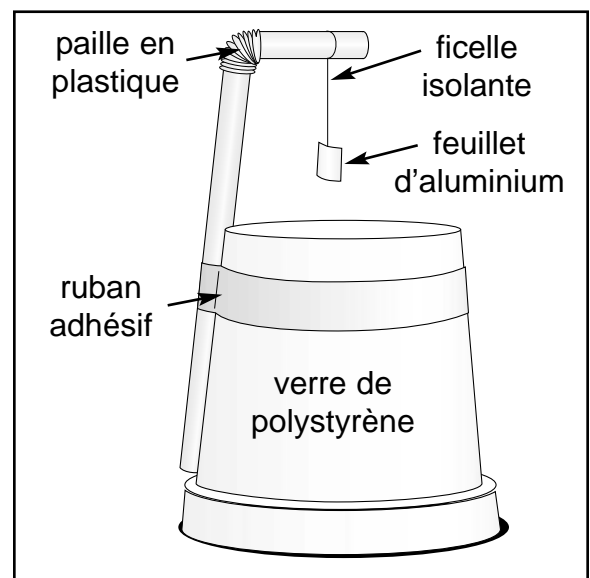
Tu utiliseras ton électroscope pour vérifier si un objet possède une charge électrique. Pour déterminer si cette charge est négative ou positive, tu dois d'abord donner une charge à ton électroscope.

Électroscope positif : Si tu veux donner une charge positive à ton électroscope, électrise d'abord une tige de verre en la frottant avec de la soie ou du coton. Touche ensuite le feuillet d'aluminium avec la tige positive.

Électroscope négatif : Si tu veux donner une charge négative à ton électroscope, électrise d'abord une tige de cuivre ou de polyéthylène en la frottant avec de la laine. Touche ensuite le feuillet d'aluminium avec la tige négative.

Électroscope neutre : Avant de charger ton électroscope, assure-toi de l'avoir mis à la terre. C'est simple, tu n'as qu'à le toucher du doigt et qu'à t'assurer que ton corps touche en même temps à une surface métallique en contact avec la terre.

Si ton électroscope est positif, tout objet qui repousse le feuillet métallique doit être considéré comme électrisé positivement aussi. De même, tout objet qui attire vers lui le feuillet métallique doit être considéré comme neutre ou électrisé négativement. Pour déterminer si l'objet est négatif, il faut charger négativement l'électroscope (après l'avoir d'abord mis à la terre) et ensuite constater si l'objet repousse le feuillet métallique. Si l'objet attire le feuillet négatif, il est soit positif, soit neutre.



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique

Nom : _____

Date : _____

But : Démontrer, observer et expliquer des phénomènes électriques.

Directives : Effectue en groupe les étapes suivantes. Le cas échéant, enregistre et explique tes données à l'aide de **diagrammes** dans lesquels tu indiques la charge, le déplacement de la charge et les effets de la charge. (Chaque élève remplit sa propre feuille de route.)

1. Électrise une tige de plastique de sorte qu'elle soit chargée positivement. (Utilise ton électroscope pour t'assurer de cela.) Touche de cette tige positive la boule de moelle de sureau suspendue. Dessine trois diagrammes indiquant le déplacement des charges négatives et les effets qui en résultent alors que :

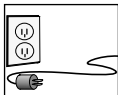
La tige est près de la boule.	La tige touche la boule.	La tige et la boule se repoussent.

2. Quelle est la charge de la boule? Comment le sais-tu?

3. Mets à la terre la boule de sureau. Répète les étapes 1 et 2 en utilisant une tige négative.

La tige est près de la boule.	La tige touche la boule.	La tige et la boule se repoussent.

4. Quelle est la charge de la boule? Comment le sais-tu?



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

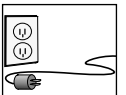
Nom : _____

Date : _____

5. Comment peux-tu déterminer la charge d'un objet inconnu?

6. Approche une tige chargée positivement d'une des extrémités d'un tuyau de cuivre installé sur un gobelet ou un becher isolant (ne touche pas le tuyau avec la tige) puis touche brièvement de ton doigt l'autre extrémité du tuyau. Enlève ensuite ton doigt, puis la tige. Détermine la charge du tuyau. Explique le phénomène à l'aide de 4 diagrammes et du modèle particulaire de l'électricité.

lorsqu'on approche la tige positive du tuyau	lorsqu'on touche du doigt l'autre bout du tuyau
lorsqu'on enlève le doigt du tuyau	lorsqu'on éloigne la tige positive et que l'on vérifie la charge du tuyau



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

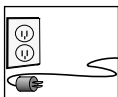
7. Place un tuyau de cuivre neutre sur un gobelet ou un becher isolant. Dispose la boule de moelle de sureau neutre de façon à ce qu'elle touche l'une des extrémités du tuyau. Rapproche graduellement puis touche enfin l'autre extrémité du tuyau avec une tige chargée négativement. Que se passe-t-il?

8. Répète l'étape 6 en utilisant un goujon de bois au lieu d'un tuyau de cuivre.

9. Place deux tuyaux de cuivre neutres sur des gobelets ou des bechers isolants de façon à ce que les extrémités se touchent. Approche une tige chargée positivement près de l'extrémité d'un des tuyaux (sans y toucher) et sépare ensuite les tuyaux. Détermine la charge de chaque tuyau.

10. Essaie différentes combinaisons de matériaux pour l'électrisation par frottement et détermine la charge résultante des objets utilisés à l'aide de ton électroscope à feuillet métallique.

combinaison	matériau frotté	matériau frottant	lequel devient négatif?	lequel devient positif?
<i>exemple</i>	<i>verre</i>	<i>soie</i>	<i>soie</i>	<i>verre</i>
1				
2				
3				
4				
5				



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

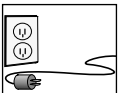
Nom : _____

Date : _____

11. Coche les réponses appropriées.

<p>a) Si l'on donne une charge positive au feuillet de l'électrophore et que la substance A attire le feuillet, la substance A est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>b) Si l'on donne une charge positive au feuillet de l'électrophore et que la substance B repousse le feuillet, la substance B est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>c) Si l'on donne une charge négative au feuillet de l'électrophore et que la substance C attire le feuillet, la substance C est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>d) Si l'on donne une charge négative au feuillet de l'électrophore et que la substance D repousse le feuillet, la substance D est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>e) Si l'on ne donne aucune charge au feuillet de l'électrophore et que la substance E attire le feuillet, la substance E est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>
<p>f) Si l'on ne donne aucune charge au feuillet de l'électrophore et que la substance F n'a aucun effet sur le feuillet, la substance F est :</p>	<p><input type="checkbox"/> assurément positive <input type="checkbox"/> assurément négative <input type="checkbox"/> assurément neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit neutre <input type="checkbox"/> soit négative, soit neutre <input type="checkbox"/> soit positive, soit négative</p>

12. Qu'est-ce que la mise à la terre? Dans quelles circonstances est-elle utile? Dans quelles circonstances est-elle inopportune?



ANNEXE 9 : Feuille de route – Expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

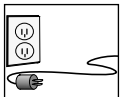
Date : _____

13. Pourquoi tout objet ayant une charge vient-il à la perdre avec le temps, peu importe ce qui se passe?

14. On sait depuis l'époque de Benjamin Franklin que certaines charges sont négatives tandis que d'autres sont positives. Comment a-t-on pu affirmer que les électrons, découverts 150 ans plus tard, étaient des particules négatives plutôt que positives?

15. Complète le cadre de comparaison suivant pour les conducteurs et les isolants.

	les conducteurs	les isolants
RESSEMBLANCES		
DIFFÉRENCES		



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique

Nom : _____

Date : _____

1.	<p>La tige est près de la boule.</p>	<p>La tige touche la boule.</p>	<p>La tige et la boule se repoussent.</p>
----	--------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------------

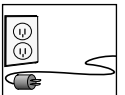
2. La boule est positive puisqu'elle est repoussée par la tige positive.

3.	<p>La tige est près de la boule.</p>	<p>La tige touche la boule.</p>	<p>La tige et la boule se repoussent.</p>
----	--------------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------------

4. La boule est négative puisqu'elle est repoussée par la tige négative.

5. Une tige positive **attire** les objets négatifs et les objets neutres. Une tige négative **attire** les objets positifs et les objets neutres. On identifie donc de façon certaine un objet chargé lorsqu'il y a **répulsion** avec un autre objet ayant la même charge.

6.	<p>lorsqu'on approche la tige positive du tuyau</p> <p>séparation des charges dans le tuyau de cuivre</p>	<p>lorsqu'on touche du doigt l'autre bout du tuyau</p> <p>les électrons se déplacent du doigt au tuyau</p>
	<p>lorsqu'on enlève le doigt du tuyau</p> <p>le tuyau a maintenant une charge négative nette</p>	<p>lorsqu'on éloigne la tige positive et que l'on vérifie la charge du tuyau</p> <p>le tuyau repousse une boule de moelle de sureau négative</p>



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

7.

① Les charges négatives du tuyau sont repoussées par la tige.

② Des charges négatives sont entrées dans la boule de moelle de sureau par contact.

③ Le tuyau devient plus positif.

Des charges négatives sont transférées par contact de la tige au tuyau.

Le tuyau et la boule de moelle de sureau se repoussent parce qu'ils sont tous deux négatifs maintenant.

8. Le tuyau de cuivre est un conducteur et donc il pouvait transférer des électrons à la boule de moelle de sureau. Puisque le goujon de bois est un isolant, les électrons ne sont pas transférés à la boule et donc elle ne bougera pas.

9.

Les électrons se déplacent vers la tige positive.

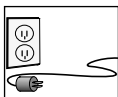
Les deux tuyaux ont maintenant une charge nette différente.

tuyau positif

tuyau négatif

10. Les réponses vont varier. Encourager les élèves à essayer diverses combinaisons de matériaux retrouvés ailleurs qu'en salle de classe.

11. A est soit négative, soit neutre.
B est assurément positive.
C est soit positive, soit neutre.
D est assurément négative.
E est soit positive, soit négative.
F est assurément neutre.



ANNEXE 10 : Éléments de réponse pour l'expérimentation sur l'électrostatique (suite)

Nom : _____

Date : _____

12. La mise à la terre est le partage d'une charge vers un grand objet (souvent la Terre, d'où l'origine du nom). La Terre peut neutraliser un objet chargé ou servir de réservoir de charge, c'est-à-dire que les électrons peuvent être attirés vers le sol ou repoussés du sol. La mise à la terre est utile lorsqu'on veut s'assurer qu'un objet soit neutre ou qu'aucune charge (ou surcharge) ne s'y accumule : expériences en électrostatique, sécurité électrique, paratonnerres, etc. Inversement, la mise à la terre est à éviter si on veut conserver la charge d'un objet afin de l'exploiter plus tard : circuit électrique, pile, clôture électrique, etc.
13. Même si les isolants permettent peu le mouvement des charges négatives, ils ne l'empêchent pas complètement et donc petit à petit les charges négatives vont là où elles doivent aller pour être neutralisées. (De fait, certaines substances ont une affinité réelle pour les électrons et d'autres ont une tendance perpétuelle à en perdre : il se peut qu'une matière qui est à l'état neutre cherche à ne pas l'être.) Néanmoins aucun isolant n'empêche complètement la mise à la terre d'un objet chargé.
14. Les électrons sont repoussés par des objets négatifs.

15.

	les conducteurs	les isolants
RESSEMBLANCES	<ul style="list-style-type: none"> • contiennent des protons et des électrons • peuvent être électrisés • plusieurs substances communes 	
DIFFÉRENCES	<ul style="list-style-type: none"> • permettent facilement le mouvement des électrons • subissent plutôt la séparation des charges lorsqu'un objet chargé est à proximité • sont utiles pour transférer rapidement une charge électrique • les métaux sont des conducteurs • l'eau est un conducteur • le corps humain est un conducteur 	<ul style="list-style-type: none"> • permettent difficilement le mouvement des électrons • peuvent subir la polarisation des charges due à la proximité d'un objet chargé • sont utiles pour empêcher la perte d'une charge électrique • le verre, les tissus, le bois, le plastique et le caoutchouc sont des isolants • l'humidité rend ces substances moins isolantes

