

Fiche professeur

THEME du programme : Comprendre | Sous-thème : Cohésion et transformations de la matière

Interaction électrostatique, loi de Coulomb

Type d'activité : Partie 1 = 1 activité documentaire (30 minutes) et 1 activité expérimentale (1 h). Partie 2 = 2 activités sur ordinateur (1 h)

Conditions de mise en œuvre : L'étude documentaire (activité 1) sera réalisée en classe entière (elle peut être également donnée comme travail de recherche à la maison). Une séance de travaux pratiques de 2 h sera nécessaire pour réaliser les activités 2, 3 et 4. Si on ne dispose que d'une séance d'1h30, on pourra proposer l'activité 4 comme exercice à faire à la maison. Si on manque de temps, le compte-rendu de chaque activité pourra être rédigé à la maison.

Pré-requis : - isolant/conducteur ; courant électrique (notions vues au collège)
- constitution de l'atome.
- équilibre d'un solide soumis à des forces.

NOTIONS ET CONTENUS	COMPETENCES ATTENDUES
Interaction électrostatique, loi de Coulomb	<i>Réaliser et interpréter des expériences simples d'électrisation</i>

Compétences transversales :

- S'approprier l'information.
- Réaliser une expérience, un schéma. Observer et décrire les phénomènes. Utiliser un tableur.
- Extraire des informations des données et les exploiter.
- Proposer un protocole.
- Elaborer un modèle.
- Valider un modèle.
- Communiquer à l'écrit en utilisant un vocabulaire scientifique et en utilisant l'outil informatique.
- Être autonome, respectueux des règles de vie de classe et de sécurité.

Mots clés de recherche : interaction électrostatique, charges électriques, loi de Coulomb, modèle, loi.

Provenance : Académie d'Orléans-Tours

Adresse du site académique : <http://physique.ac-orleans-tours.fr/php5/site/>

- La première partie de cette séquence s'articule autour d'un texte présentant l'histoire de l'électricité statique. Elle débute par l'étude du texte (activité 1). Un positionnement (soit réalisé par le professeur soit réalisé par l'élève) est possible afin de vérifier l'acquisition de capacités. La deuxième activité permet de partir sur les traces de Thalès, Gray et Du Fay en réalisant des expériences simples d'électrisation afin de vérifier les constats de ces savants. Les élèves doivent proposer des expériences, les réaliser et analyser leurs observations (démarche d'investigation). Une grille permet d'évaluer l'acquisition de compétences.
- La deuxième partie permet de modéliser l'interaction coulombienne en exploitant les résultats de l'expérience historique de Charles Coulomb à l'aide d'un tableur (activité 3). On propose ensuite aux élèves de confronter le modèle de Coulomb avec les résultats de chercheurs contemporains ayant réalisé la reconstitution historique de cette fameuse expérience (activité 4).

Capacités et attitudes travaillées dans les activités

APP : S'APPROPRIER L'INFORMATION		ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 4
	Se mobiliser en cohérence avec les consignes données (agir selon les consignes données ; extraire des informations utiles d'une observation, d'un texte ou d'une représentation conventionnelle (schéma, tableau, graphique,...)).	X	X	X	X
REA : REALISER (FAIRE)					
	Réaliser ou compléter un schéma.		X		
	Réaliser le dispositif expérimental correspondant au protocole		X		
	Maîtriser certains gestes techniques (utiliser le matériel, les appareils de mesure, les outils informatiques)		X	X	X
	Observer et décrire les phénomènes.		X		
ANA : ANALYSER					
	Extraire des informations des données et les exploiter.	X		X	X
	Elaborer et/ou choisir et utiliser un modèle adapté (mettre en lien les phénomènes observés, les concepts utilisés et le langage mathématique qui peut les décrire)	X		X	X
	Proposer et/ou justifier un protocole, identifier les paramètres pertinents		X		
VAL : VALIDER, CRITIQUER					
	Confronter un modèle à des résultats expérimentaux : vérifier la cohérence des résultats obtenus avec ceux attendus		X		X
COM : COMMUNIQUER					
	Rendre compte de façon écrite (de manière synthétique et structurée, en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte)		X	X	X
	Présenter ses résultats avec l'outil informatique.			X	X
AUTO : ETRE AUTONOME, FAIRE PREUVE D'INITIATIVE, SAVOIR-ETRE					
	Travailler efficacement seul ou en équipe (en étant autonome, en respectant les règles de vie de classe et de sécurité)	X	X	X	X
	Soigner sa production		X	X	X

ACT. 1: PETITE HISTOIRE DE L'ÉLECTRICITÉ « STATIQUE »



C'est le fameux mathématicien et philosophe grec **Thalès de Milet** (celui du théorème !) qui fit la première découverte scientifique d'un phénomène électrique.

Au VI^{ème} siècle J.-C., Thalès observe une curieuse propriété de l'ambre jaune appelé *ēlektron* en grec : cette résine fossile attire de petits corps légers lorsqu'on la frotte à de la fourrure. Ne disposant pas alors de nos connaissances actuelles, il attribue à l'ambre un caractère



divin. Aujourd'hui, nous savons que cette propriété ne se limite pas à l'ambre : de nombreux matériaux comme le plastique ont la faculté d'attirer de petits objets une fois frottés.

C'est à la fin du XVII^{ème} siècle que reprennent les travaux sur l'électricité grâce notamment à **William Gilbert** (1544-1603). Ce savant anglais qui fut le médecin de la reine Elisabeth I, reprend les expériences des grecs et s'intéresse aussi aux phénomènes magnétiques. Il publie en 1600 un ouvrage *De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure* (Du magnétisme et des corps magnétiques, et du Grand Aimant de la Terre) dans lequel il utilise le mot *ēlektron* pour qualifier les phénomènes associés à l'électricité.



En 1662, **Otto von Guericke** (1602-1686) qui était alors le maire de la ville de Magdebourg en Allemagne et célèbre pour l'invention de la pompe à vide, met au point la première machine électrostatique qui générait des décharges électriques. Cette machine sera améliorée par d'autres savants et permettra des découvertes majeures comme la distinction entre conducteur et isolant par **Stephen Gray** (1666-1736). Ce savant anglais est le premier, en 1729, à classer les matériaux en deux catégories : les isolants comme l'ambre, le verre, la soie qui, après frottements, peuvent attirer des corps légers et les conducteurs comme les métaux, le corps humain qui n'ont pas cette faculté. Il établit également que l'on peut électriser un corps non électrisé en les mettant en contact avec un autre corps électrisé.



Au XVIII^{ème} siècle, le chimiste français **Charles François de Cisternay du Fay** (1698-1739) alors Grand Intendant du Jardin du Roi, reprend les expériences de Gray. Il observe alors que deux objets constitués du même matériau et électrisés de la même façon se repoussent. Ainsi, deux tiges de verre frottées avec de la soie se repoussent, tout comme deux morceaux d'ambres frottés avec la fourrure. Il établit aussi que le verre frotté et l'ambre frottée s'attirent. Il fait alors l'hypothèse qu'il existe deux sortes d'électricité comme le montre ce court extrait issu de ces mémoires publiées en 1733 « *Il y a deux sortes d'électricité [...] l'une que j'appelle électricité vitrée, et l'autre électricité résineuse. Le caractère de ces deux électricités est de se repousser elles-mêmes et de s'attirer l'une l'autre. Ainsi un corps de l'électricité vitrée repousse tous les autres corps qui possèdent l'électricité vitrée, et au contraire il attire tous ceux de l'électricité résineuse.* »

Si **Du Fay** pensait que ces deux types d'électricité étaient liés à la nature des corps, **Benjamin Franklin** (1706-1790), inventeur du célèbre paratonnerre et co-rédacteur de la déclaration d'indépendance des Etats-Unis d'Amérique, attribue ces deux types d'électricité à l'existence de deux types de charges électriques qu'il distingue par les signes + et - ; les électrisations positives et négatives étant liées à l'excès ou à la perte d'un « fluide électrique » unique. Il choisit arbitrairement de donner le signe + aux charges électriques portées par une tige en verre frottée et le signe - aux charges portées par l'ambre frottée.



Il développe cette théorie à partir de 1750, énonce le principe de conservation de la charge électrique, et interprète l'attraction exercée par un corps électrisé sur un corps léger par une action à distance. Cette même théorie a été développée indépendamment par l'anglais **William Watson** (1715-1787).



Il faut attendre 1784 pour qu'un expérimentateur très rigoureux, **Charles Augustin Coulomb** (1736-1806), mette au point une expérience réalisée à l'aide d'une balance de torsion de son invention pour déterminer la force qui s'exerce entre deux corps électriquement chargés. Il énoncera en 1785 une loi mathématique qui porte aujourd'hui le nom de **loi de Coulomb**. En hommage à ses travaux, l'unité de la charge électrique est le Coulomb (C).

Malgré ces progrès importants, cette nouvelle science reste cantonnée aux salons des cours d'Europe où l'on réalise des expériences d'électricité pour se divertir ; elle ne fournit pas d'applications pratiques car il s'agit en effet d'électricité de forme « statique ». C'est grâce aux travaux d'Alessandro Volta (1745-1827) et notamment à l'invention de sa célèbre pile en 1800, que l'électricité entrera dans une ère nouvelle.

Crédits photos : wikipedia (illustrations libres de droits)

Lire et comprendre le texte

1. Quelle est l'origine du mot électron ?

APP
☺ ☹

2. Ce mot fut utilisé par Gilbert pour qualifier les phénomènes associés à l'électricité. Rechercher d'autres mots provenant du mot *elektron*.

APP
☺ ☹

.....
.....

3. Quelles sont les deux façons d'électriser un corps ?

APP
☺ ☹

.....
.....

4. Tous les corps s'électrisent-ils par frottement ?

APP
☺ ☹

.....

5. Donner la définition de *isolant/conducteur* établie par Gray. Rappeler la définition que vous avez apprise au collège.

APP
☺ ☹

.....
.....
.....
.....

6. Rappeler le nom et la place des trois particules élémentaires qui constitue les atomes.

S
☺ ☹

.....
.....

7. Parmi ces trois particules, laquelle peut être arrachée à l'atome ?

ANA
☺ ☹

.....

<p>8. Benjamin Franklin explique que les électrisations positives et négatives sont liées à l'excès ou à la perte d'un « fluide électrique » unique. De quelle particule élémentaire s'agit-il ?</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>
<p>9. Lorsqu'on frotte de l'ambre avec de la fourrure, l'ambre porte des charges électriques négatives. Expliquer comment ces charges négatives sont arrivées ici.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>
<p>10. Franklin a énoncé le principe de conservation des charges. En vertu de ce principe, si l'ambre possède des charges négatives, quelles charges sont apparues sur la partie frottée de la fourrure ?</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>
<p>11. D'après les informations du texte, dans quel cas y-a-t-il répulsion entre des charges électriques ?</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>
<p>12. D'après les informations du texte, dans quel cas y-a-t-il attraction entre des charges électriques ?</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>
<p>13. Pourquoi qualifie-t-on ces phénomènes d'électricité statique ? En opposition à quel phénomène les qualifie-t-on ainsi ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>ANA ☺ ☹</p>

Correction :

1. Origine grecque.
2. Electron, électricité, électronique, électrolyse, électroscope, électrostatique ...
3. Par frottement et par contact.
4. Non.
5. Les isolants, après frottements, peuvent attirer des corps légers ; les conducteurs n'ont pas cette faculté. Définition du collègue : un isolant ne conduit pas le courant électrique, contrairement à un conducteur.
6. On trouve les neutrons et les protons dans le noyau atomique et les électrons dans le nuage électronique qui entoure le noyau.
7. L'électron.
8. Il s'agit de l'électron.
9. Lorsqu'on frotte de l'ambre avec de la fourrure, l'ambre arrache des électrons à la fourrure et porte alors des charges électriques négatives.
10. En vertu de ce principe, si l'ambre possède des charges négatives, la partie frottée de la fourrure porte des charges positives (un déficit d'électron).
11. Des charges de même signe se repoussent.
12. Des charges de signe opposé s'attirent.
13. On parle d'électricité « statique » parce qu'il n'y a pas de circulation des charges électriques, contrairement au courant électrique.

ACT. 2 : SUR LES TRACES DE THALES, GRAY ET DU FAY

Vous disposez d'un bac dans lequel vous trouverez un pendule électrostatique (boule de papier aluminium suspendue à un fil non conducteur), des pailles en PVC, une tige en ébonite, une tige en verre, une tige en métal, un chiffon en laine, une étoffe en soie et en coton ainsi qu'un étrier pour poser vos tiges et un sèche-cheveu.

Votre mission consiste à mettre en œuvre des expériences d'électrisation pour vérifier les constats de Thalès, Gray et de Du Fay.

Vous disposez de 10 minutes pour identifier les faits à vérifier et pour proposer à votre professeur des expériences. Une fois votre fiche complétée et validée, vous devez les réaliser. Vos capacités expérimentales seront évaluées en continu durant cette activité. Un compte-rendu détaillé présentant votre mission sera rendu à la fin. Un vocabulaire scientifique adapté, des explications claires et des schémas légendés sont attendus. Vous disposerez de diverses fiches pour vous aider à réaliser votre tâche. Faites appel à votre professeur pour obtenir ces fiches si besoin et pour accéder au matériel nécessaire.

Un petit conseil, pour réussir vos expériences, il faut travailler en atmosphère non humide avec des objets bien secs et frotter bien fort !

Faits à vérifier	Expérience mise en œuvre	Matériel à utiliser	Validation professeur
<i>Thalès</i>			
<i>Gray</i> - -			
<i>Du Fay</i> - - -			

GRILLE D'EVALUATION (durée de l'activité expérimentale : 1 heure)

Binôme :						
	Poste :	Réa	Ana	Val	Auto	Com
REALISATION DES EXPERIENCES						
Observation en continu	Proposition de méthodes adaptées pour valider les constats des savants (aide possible 1).		****		**	
	Thalès : réalisation de l'expérience d'électrisation (aide possible 2).	**			*	
	Gray : réalisation de l'expérience destinée à vérifier le caractère isolant/conducteur de certains matériau (aide possible 2).	**			*	
	Gray : réalisation de l'expérience destinée à vérifier l'électrisation par contact (aide possible 3)	**			**	
	Du Fay : réalisation de l'expérience destinée à vérifier les interactions entre différentes tiges électrisées (aide possible 4).	**			**	
VALIDATION						
Observation en continu	Confrontation des résultats expérimentaux et des constats des savants			*** ***		
COMPTE RENDU						
Evaluation du compte-rendu	Réaliser un schéma détaillé de l'expérience (soin, légende, organisation).	**				
	Extraire des informations des données expérimentales.		**			
	Rendre compte de façon écrite de manière synthétique et structurée (problématique posée, réponse argumentée, conclusion).					*** ***
	Rendre compte de façon écrite en utilisant un vocabulaire adapté et une langue correcte.					**
	Soigner sa production.				*	
ATTITUDE						
	Respect du matériel et des consignes de sécurité, rangement de la paillasse à la fin				*	
Note /20	Chaque (*) compte 0,5 point	/5	/3	/3	/5	/4

Les items en bleus correspondent aux aides possibles : ôter les points d'autonomie si l'élève a eu recours aux fiches d'aide (« coups de pouce »).

FICHES D'AIDE (activité expérimentale)

A distribuer si besoin

Coup de pouce n°1 : Au secours, je suis perdu(e) !

- Thalès a observé que l'on pouvait électriser de l'ambre afin qu'il attire de petits objets légers comme des brins de paille, des cheveux ou des plumes. Faites de même ! Si vous ne savez pas quoi substituer à l'ambre faites appel au coup de pouce n°2.
- Gray a classé les matériaux en deux catégories : les isolants comme l'ambre, le verre, la soie qui, après frottements, peuvent attirer des corps légers et les conducteurs comme les métaux, le corps humain qui n'ont pas cette faculté. Réalisez des expériences d'électrisation des différents matériaux dont vous disposez et classez-les en deux catégories.
- Gray a également établi que l'on peut électriser un corps en les mettant en contact avec un autre corps électrisé. Le pendule peut vous montrer la voie, électrisez-le !
- Du Fay a électrisé des objets constitués de différents matériaux pour observer leurs interactions. Il a établi deux types de comportements selon la nature des matériaux employés. Identifiez les matériaux qu'il faut utiliser et « mettez le pied à l'étrier » !

Coup de pouce n°2 : Au secours, je ne sais pas quel matériau utiliser pour réaliser une électrisation

- Certes, vous ne disposez pas d'ambre. Recherchez si certains matériaux se trouvant dans le bac ne pourraient pas le remplacer ; une indication du 1^{er} paragraphe peut vous aider.
- Maintenant à vous de froter bien fort !

Coup de pouce n°3 : Au secours, je ne sais pas comment réaliser une électrisation par contact

- Touchez la boule du pendule avec la main pour bien la décharger et approchez une tige de PVC frottée avec de la laine jusqu'à toucher la boule.
- Que se passe-t-il juste après le contact ? Interpréter vos observations.

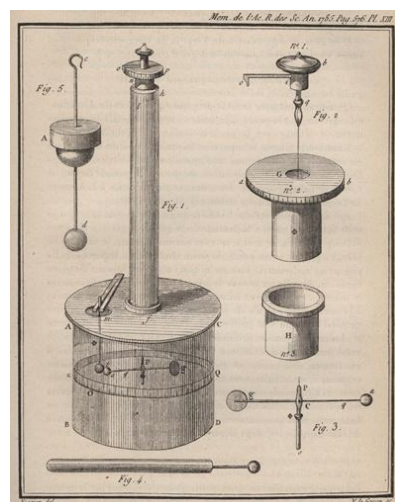
Coup de pouce n°4 : Au secours, je ne sais pas comment vérifier les constats de M. Du Fay

- Vos tiges de verre et de PVC doivent être bien sèches. Froter le PVC avec le chiffon de laine et la tige de verre avec de la soie ou du coton.
- Installez une tige frottée sur l'étrier de sorte qu'elle soit en équilibre. Electrisez par frottement une autre tige et approchez-là de la première.
- Observez. Recommencez en changeant l'une des tiges. Vous devez réaliser 3 expériences.

SUR LES TRACES DE COULOMB

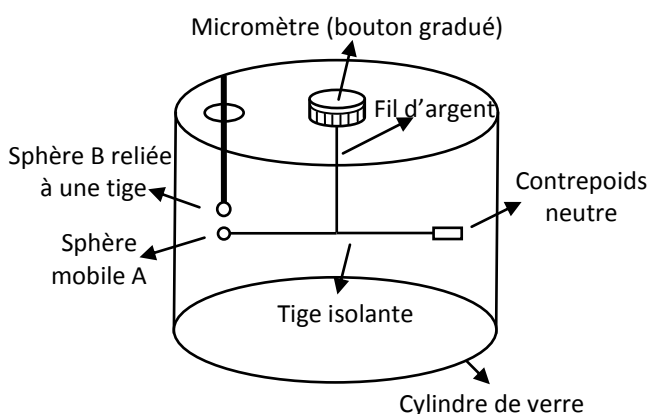
En 1784, Charles Augustin Coulomb met au point une expérience réalisée à l'aide d'une balance de torsion de son invention pour déterminer la force qui s'exerce entre deux corps électriquement chargés. En 1785, il annonce ses résultats à l'académie des Sciences dans un premier mémoire.

Le dispositif mesure environ un mètre de hauteur. Un fil d'argent très fin est au cœur de l'instrument. Son extrémité supérieure est pincée dans un micromètre de torsion, sorte de bouton muni d'un index métallique et de graduations allant de 0 à 360 permettant de mesurer sa rotation (fig. 2 sur la planche en haut à droite). Ce bouton sert donc à tordre ce fil sur lui-même de façon contrôlée.



Une petite sphère métallisée A est fixée à un bout d'une tige horizontale isolante suspendue au fil d'argent. Sur l'autre extrémité se trouve un contrepoids électriquement neutre. La tige est en équilibre et la torsion du fil d'argent est alors nulle.

On charge une sphère métallisée B et on l'introduit dans le cylindre de verre par un orifice situé à l'aplomb de la sphère A. A son contact, la sphère mobile A acquiert une charge de même signe : les deux sphères A et B se repoussent, ce qui met la tige isolante en rotation. La tige se met à tourner jusqu'à atteindre sa position d'équilibre : la torsion du fil compense alors exactement la force de répulsion électrique.



On mesure alors l'angle dont a tourné la sphère A sur la bande de papier entourant le cylindre de verre (écart en °). On peut modifier la force électrostatique s'exerçant entre les sphères en modifiant la torsion du fil d'argent à l'aide du micromètre et procéder à une nouvelle mesure de l'écart.

Il s'agit d'une expérience extrêmement délicate. La balance est sensible aux moindres vibrations. Les sphères se déchargent rapidement et sont sensibles aux influences électriques de l'environnement.

Seules trois mesures figurent dans le mémoire que Charles Coulomb présenta à l'Académie des Sciences en 1785 :

Index du micromètre (en °)	0	126	567
Ecart entre les sphères (en °)	36	18	8,5

On précise que la force de torsion F_T qui, à l'équilibre, est égale à la force de répulsion électrostatique F , est proportionnelle à la torsion totale du fil qui vaut :

$$\boxed{\text{Torsion totale (en } ^\circ) = \text{écart angulaire entre les sphères} + \text{index du micromètre}}$$

Activité 3 : Modéliser l'interaction coulombienne

1. Ouvrir le tableur Open Office et créer une feuille de calcul présentant le tableau précédant auquel vous ajouterez une ligne correspondant à l'angle de torsion totale. Programmer les cellules pour calculer la torsion totale.
2. Insérer un graphique en nuage de points non reliés (diagramme XY) présentant les variations de la torsion totale en fonction de l'écart angulaire entre les sphères. Les séries de données sont en ligne (cocher la case correspondante).
3. Sélectionner le graphique par un double-clic puis sélectionner un point. Faire un clic droit et insérer une courbe de tendance. Dans la fenêtre, sélectionner l'onglet « type » et choisir le type de régression « puissance ». Cocher « Afficher l'équation ».
4. Comment évolue la distance entre les deux sphères en fonction de l'écart angulaire ? Faites un schéma pour vous aider.
5. En déduire la loi qui modélise au mieux l'interaction électrostatique :

$F \propto \frac{1}{d}$
 $F \propto \frac{1}{d^2}$
 $F \propto d$
 $F \propto d^2$

On précise que le signe \propto signifie « proportionnel à » et que d est la distance entre les sphères électrisées. Justifier votre choix.

Vous présenterez votre réponse argumentée à l'aide d'un traitement de texte. Il faudra insérer dans la page votre graphique et votre tableau de mesure et soigner la présentation.

REA



REA



REA



ANA



ANA



COM



Des résultats contestés :

Dès leur parution, les résultats de Coulomb furent violemment contestés ; sa théorie mit une vingtaine d'années à être finalement acceptée par la communauté scientifique. Beaucoup s'étonnent encore aujourd'hui que Coulomb ait réussi une telle prouesse expérimentale. Certains même soupçonnent Coulomb d'avoir « arrangé » ses mesures pour qu'elles soient conformes à la loi qu'il attendait !

En 1992, Peter Heering, un jeune physicien du laboratoire historique du département de physique de l'Université d'Oldenburg (Allemagne) décide de se lancer dans la reconstitution de l'expérience de Coulomb. Il essaie de reproduire le plus fidèlement possible la balance décrite dans le 1^{er} Mémoire de Coulomb et procède à des mesures. Voici ses résultats :

Index du micromètre (en °)	0	20	40	60	80	100	130	160	200	250	300	360
Ecart entre les sphères (en °)	32,5	26	22,5	19	16	14,5	13	10,5	8	6,5	5,5	4

En installant une cage de Faraday autour de sa balance de torsion, il obtient de nouveaux résultats en accord avec la loi de Coulomb. Ses conclusions sont alors sans appel : « *Il me semble douteux que Coulomb ait obtenu les valeurs données dans son mémoire seulement par la mesure*¹ » dit-il.

¹ Peter Heering, On Coulomb's inverse square law. *American Journal of Physics*, 1992, 60, 988–996.

En 2005 à l'Institut de Technologie de Californie (Caltech), le professeur Alberto A. Martinez tente à son tour de reproduire l'expérience de Coulomb. Au terme de quatre mois d'expérimentation acharnée, il affirme : « *Ces résultats convergent vers une conclusion : Coulomb a obtenu par l'expérience les résultats qu'il rapporte².* ».

Voici les résultats obtenus par le professeur Martinez lors d'une série de mesures réalisées le 24 août. L'expérimentation dura du mois de mai au mois d'août 2005 et comporta de nombreuses séries de 3 mesures (18 séries figurent dans sa publication scientifique) ; seules trois séries ont été retenues dans cette activité. Elles sont représentatives de l'ensemble des résultats obtenus.

Exp. n°10 du 24/08 à 15h49			
Index du micromètre (en°)	0	126	300
Ecart entre les sphères (en°)	36	19,3	12

Exp. n°11 du 24/08 à 16h10			
Index du micromètre (en°)	0	180	360
Ecart entre les sphères (en°)	40	20	14

Exp. n°12 du 24/08 à 18h35			
Index du micromètre (en°)	0	150	300
Ecart entre les sphères (en°)	49	28	20,5

Activité 4 : Valider un modèle

1. Qu'est-ce qu'une cage de Faraday ? A quoi peut servir ce dispositif ici ? Faire une recherche.
2. Présenter deux arguments qui justifient les conclusions de Peter Heering.
3. Certains scientifiques soupçonnaient Coulomb d'avoir « arrangé » ses mesures pour qu'elles soient conformes à la loi qu'il attendait. Quelle loi attendait-il ?
4. Sachant que Coulomb fut profondément marqué par les travaux d'Issac Newton sur la gravitation universelle, justifier les soupçons de ces scientifiques.
5. Justifier les conclusions d'Alberto Martinez. Conclure.

Vous présenterez votre travail en rédigeant un compte-rendu informatisé présentant des réponses argumentées.

APP



VAL



ANA



ANA



VAL



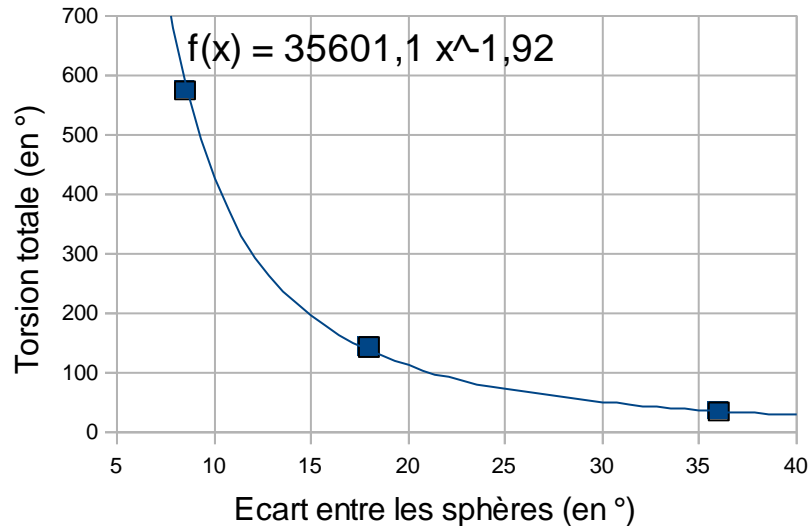
COM



² Alberto A. Martínez, Replication of Coulomb's Torsion Balance Experiment, *Archive for History of Exact Sciences*, 2006, 60, 517-563.

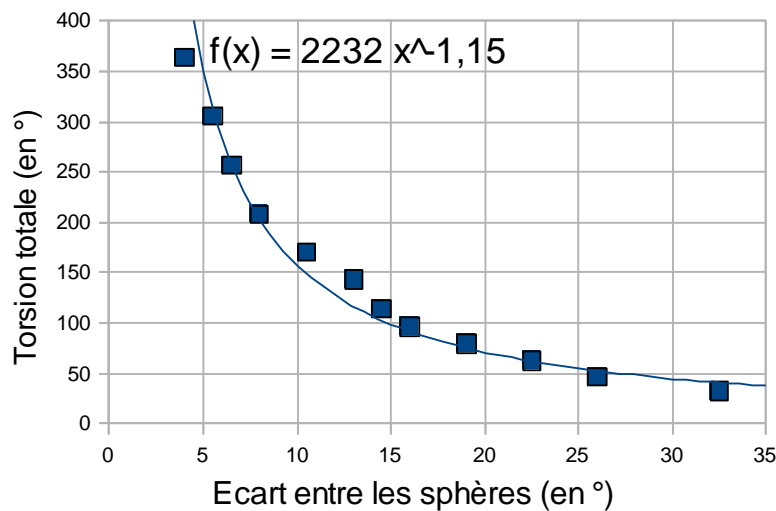
Résultats de la modélisation :

Expérience de Coulomb



L'expérience de Coulomb indique que la torsion est proportionnelle à $\frac{1}{\text{écart}^2}$ (car $1,92 \cong 2$). On sait que la force de torsion F_T est proportionnelle à l'angle de torsion totale. Comme la force de torsion compense la force de répulsion électrostatique à l'équilibre, on peut en conclure que la force électrostatique est proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$ (l'écart angulaire est proportionnel à la distance entre les sphères puisque leur distance au fil reste constante).

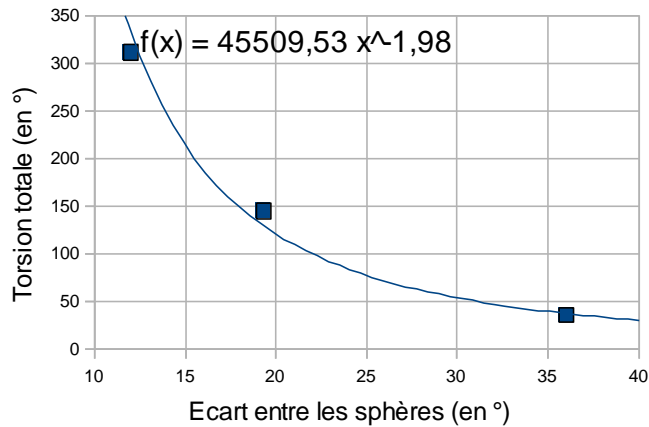
Expérience de Heering



L'expérience réalisée par Heering indique que la force électrostatique n'est pas proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$ car la puissance est ici égale à -1,15 et non à -2.

En 1785, Faraday (1791-1867) n'est pas encore né. Pourtant, des électriciens amateurs utilisaient des grilles métalliques autour de leurs dispositifs pour les protéger des perturbations. Coulomb mentionne avoir pris beaucoup de précautions lors de son expérimentation mais il n'évoque jamais avoir eu recours à ce type d'écran. De plus, il n'a publié que trois mesures seulement. C'est pour ces raisons, que Heering remet en question les résultats de Coulomb.

Expérience 10 de Martinez

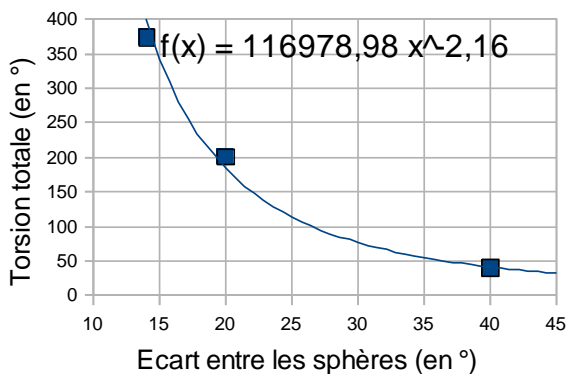


L'expérience 10 indique que la force électrostatique est proportionnelle à $\frac{1}{d^2}$ ($1,98 \cong 2$).

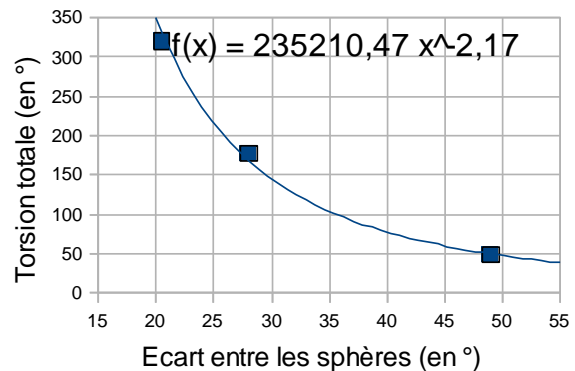
De même pour les résultats suivants. Seuls trois essais sur les nombreuses expériences réalisées par Alberto Martinez et son équipe ont été retenus dans cette activité. L'ensemble des résultats indique une moyenne de 2,05 aux incertitudes près. Voir l'article publié sur le site suivant :

https://webspace.utexas.edu/aam829/1/m/Coulomb_files/CoulombExperiment-1.pdf

Expérience 11 de Martinez



Expérience 12 de Martinez



Pour aller plus loin :

- Un site très riche proposant des expériences, des archives, des vidéos :
<http://www.ampere.cnrs.fr/>
<http://www.ampere.cnrs.fr/parcourspedagogique/zoom/coulomb/fortification/index.php>
- Une vidéo relatant l'expérience de Coulomb :
<http://www.ampere.cnrs.fr/parcourspedagogique/zoom/video/coulomb/video/coulomb.php>
- Le premier des sept mémoires de Coulomb lus à l'Académie entre 1785 et 1791 :
<http://cnum.cnam.fr/CGI/gpage.cgi?p1=107&p3=8CA121-1%2F100%2F416%2F79%2F316>
- La reconstitution de l'expérience de Coulomb au Caltech en 2005 par Alberto Martinez
<https://webspace.utexas.edu/aam829/1/m/Coulomb.html>