

# Electricité

L'électricité est la partie du cours de physique dans laquelle on étudie le comportement des charges électriques.

## 1. Electrostatique

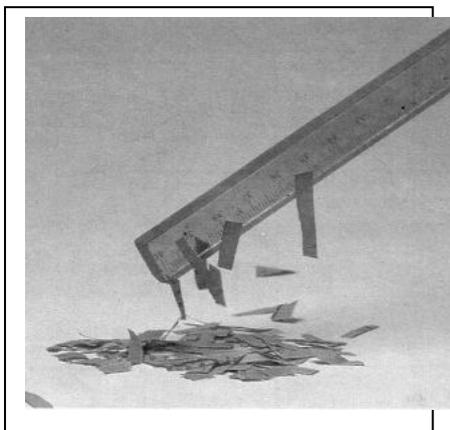
Cette partie du cours de physique étudie le comportement des charges électriques (= électro) au repos (=statique) ainsi que l'influence de celles-ci les unes sur les autres.

Nous avons tous entendu parler d'électricité statique. Mais quelle est son origine ? Quelles sont ses propriétés ? Comment peut-on rendre un corps « électrique » ?

### 1.1 Electrification par frottement

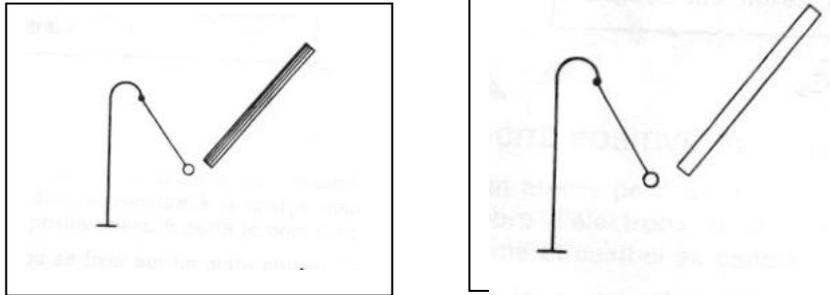
#### 1.1.1 Faits observés ( dans la vie courante)

1. Un disque tournant sur un tourne-disque et soumis aux frottements de l'aiguille du pick-up attire la poussière à sa surface.
2. Retirons un disque de sa pochette, il attire les poussières.
3. Des papiers bien secs peuvent être attirés par une latte de plastique préalablement frottée avec un tissu.
4. L'enfillement de certains vêtements fait apparaître de l'électricité dite statique qui se manifeste par le hérissément des poils et des cheveux.
5. Des cheveux secs se dressent lors du passage d'un peigne.
6. Que peut-on observer en déplaçant son bras près de l'écran de la TV en fonctionnement ?
7. Après avoir roulé en voiture, si vous touchez la carrosserie de votre voiture, vous ressentez une certaine décharge électrique. Pourquoi ?



### 1.1.2 Expériences

1. Approchons une tige d'ébonite (caoutchouc durci par addition de soufre) d'une bille de frigolite accrochée à une potence. Rien ne se passe.
2. Frottons la tige avec un drap ou une peau de chat et approchons-la de la balle. Celle-ci est attirée par la tige.



La même expérience peut être réalisée avec un bâton en verre.

#### Conclusions

*Les frottements communiquent à certains corps la faculté d'attirer des corps légers. Nous dirons que le corps frotté a été électrisé ou qu'il a subi une électrisation par frottement.*

*On dit aussi que le corps a été chargé d'électricité ou qu'il s'est électriquement chargé. Un corps électrisé possède la propriété d'attirer un petit pendule.*

#### Remarque

Les expériences d'électrisation par frottement dépendent souvent de l'état d'humidité de l'air. Pour être concluantes, il faut un air bien sec ce qui n'est pas évident chez nous et à cette période de l'année. Afin de réaliser les expériences, nous utiliserons dans la mesure du possible une machine dite « machine de Wimshurst » dont le rôle sera de remplacer la tige et la peau de chat.

#### Descriptif

Cette machine est constituée de 2 disques en ébonite recouverts de secteurs d'étain. Ces 2 disques peuvent tourner autour d'un axe. Lors de leur rotation, ils frottent sur des peignes métalliques. Sans entrer dans les détails, retenons que le frottement de ces disques va électriser les 2 boules reliées aux 2 peignes.

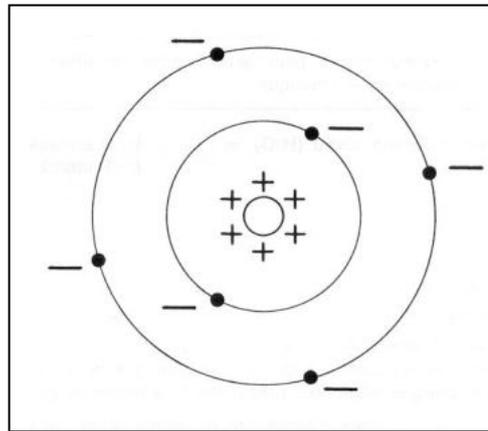
*L'électrisation produite par cette machine est de loin plus efficace que celle produite manuellement.*

### 1.1.3 Modèle atomique

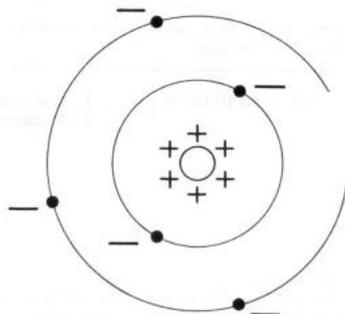
Rappelons que les atomes de la matière sont constitués d'un noyau ( chargés positivement ) et d'électrons ( chargés négativement ).

L'atome est électriquement neutre c'est à dire que la charge positive du noyau est égale à la charge négative des électrons.

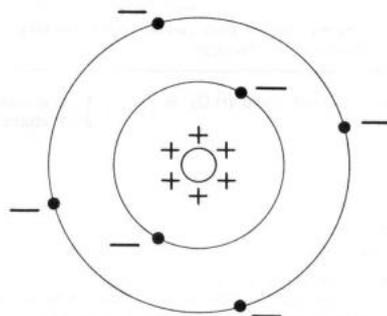
Un corps est électriquement neutre s'il porte autant de charges positives que négatives.



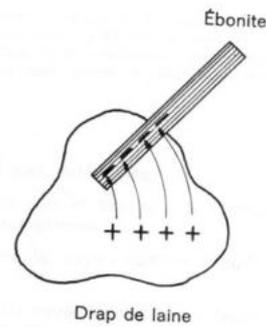
Un corps est chargé positivement lorsqu'il possède un défaut d'électrons ( il a perdu des électrons ). L'atome est appelé ION +



Un corps est chargé négativement s'il possède un excès d'électrons ( il a gagné des électrons )  
L'atome est appelé ION -



### 1.1.4 Interprétation des expériences



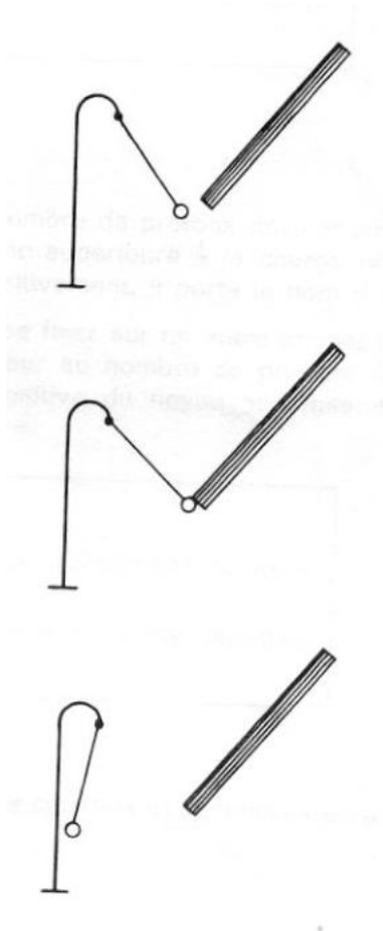
Lors du frottement du bâton d'ébonite sur la peau de chat, des électrons de la peau sont arrachés à celle-ci et passent sur la tige. *L'ébonite se charge négativement.*

*Un corps chargé d'électricité exercent des forces « électriques » sur les corps situés dans son voisinage.*

## 1.2 Electrification par contact

### 1.2.1 Expérience 1

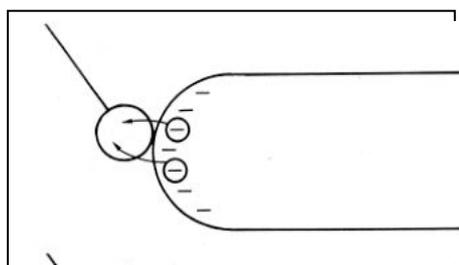
1. Approchons près du pendule (balle de sureau), la tige d'ébonite frottée.  
Il y a attraction entre la boule et la tige.
2. Après contact, il y a répulsion entre la boule et la tige.

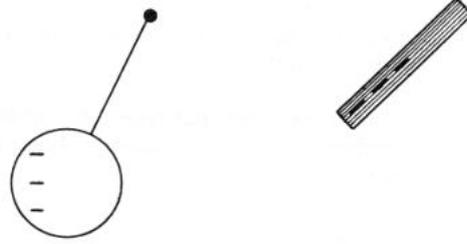


#### *Interprétation des expériences*

Avant contact, le corps électrisé (ébonite) attire à lui, le pendule.

Lors du contact, une partie des charges négatives de l'ébonite est transférée sur le pendule qui s'électrise aussi négativement. **Le pendule s'électrise par contact.**





Après contact, les deux corps se repoussent l'un l'autre.

### *Conclusion*

*Deux corps chargés d'électricité de même signe se repoussent.*

## 1.2.2 Expériences 2

1. Approchons près du pendule (balle de bureau), la **boule A** de la machine de Wimshurst  
Il y a attraction entre la boule et la balle.
2. Après contact, il y a répulsion entre la boule et la balle.
3. Approchons près de la balle, la **boule B** de la machine de Wimshurst.  
Il y a de nouveau attraction entre les 2 corps.

### *Interprétation*

Les effets des électrisations des 2 boules **A et B** de la machine de Wimshurst sont différents sur un même objet. Nous sommes obligés d'admettre que les charges électriques portées par la **boule A** sont différentes de celles portées par la **boule B**.

*Un même raisonnement peut être fait sur l'électricité portée par l'ébonite frotté et sur l'électricité portée par le verre frotté. Elles sont différentes.*

*Par convention, on appelle :*

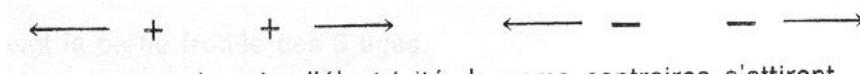
*électricité négative, celle portée par l'ébonite frotté.*

*électricité positive, celle portée par le verre frotté.*

Toutes les expériences se ramènent à la même conclusion :

*il n'existe que 2 sortes d'électricité : la positive et la négative*

*Deux charges électriques de même signe se repoussent.*



*Deux charges électriques de signe contraire s'attirent.*



## 1.3 Conducteur et isolant

### 1.3.1 Expérience

Electrison avec la machine de Wimshurst un bâton d'ébonite et une tige en cuivre et approchons-les du pendule.

L'ébonite n'attire le pendule que par sa partie électrisée.

Le cuivre, sur toute sa longueur attire le pendule.

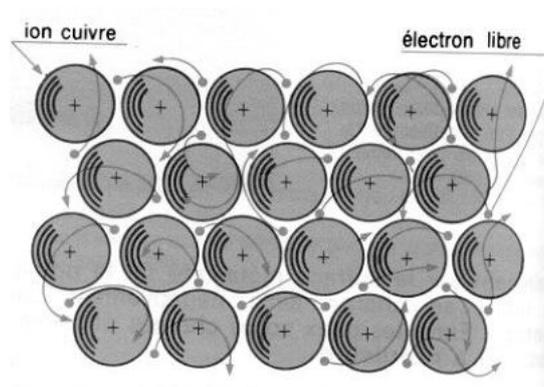
### 1.3.2 Les conducteurs

Les métaux sont constitués d'un ensemble de petits cristaux dans lesquels les atomes sont ordonnés en réseau.

*Ces atomes métalliques ont un ou plusieurs électrons périphériques qui demeurent à l'intérieur du réseau et y circulent dans tous les sens, on les appelle les électrons libres.*

*Les corps qui permettent le passage des électrons libres sont appelés conducteurs (cuivre, or, argent, aluminium, mercure le carbone, le corps humain...)*

Les électrons apportés par électrisation sont automatiquement répartis sur toute la surface du conducteur



### 1.3.3 Les isolants

*Les corps qui par leur structure interne, ne permettent pas le passage des électrons libres d'un atome à un autre sont appelés des isolants électriques ( ébonite, verre, porcelaine, les matières plastiques ...)*

Electriser un isolant est plus facile qu'électriser un conducteur. En effet, **les charges produites par électrisation sur un isolant, restent localisées à l'endroit du frottement** ou du contact. Par contre sur un conducteur, les charges produites se dispersent sur l'ensemble de celui-ci.

Le degré de conduction n'est pas une constante et peut varier suivant les circonstances.

En effet, l'air est à la fois un isolant et un conducteur de charges électriques lors d'un orage (éclair) pendant un bref instant.

En effet, la foudre est un écoulement de charges électriques négatives provenant du nuage et le sol.( la terre)

### 1.3.4 Mise à la terre

On entend souvent parler « *de mise à la terre d'un conducteur* ». Mais que signifie cette expression ?

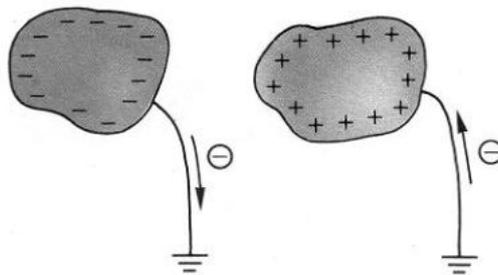
#### Expérience

Une tige métallique frottée et tenue à la main n'attire pas une balle de bureau. Par contre, la même tige tenue en main par l'intermédiaire d'un manche en bois isolant peut attirer la même balle.

En effet, comme **le corps humain est conducteur d'électricité**, les charges produites se répartissent sur la tige et dans la terre par l'intermédiaire du corps humain.

*L'opération qui consiste à permettre aux charges électriques, réparties à la surface d'un corps, de s'écouler vers le sol s'appelle mise à la terre. On dit que le corps se décharge via le terre.*

Les charges s'écoulent vers la Terre qui est donc un immense réservoir de charges électriques.



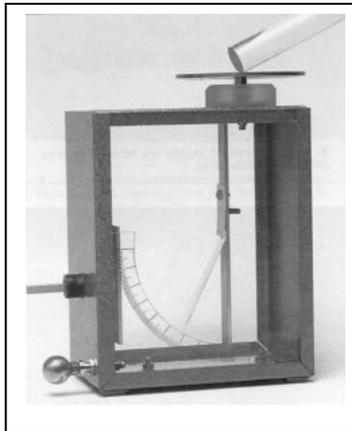
Un corps chargé – et mis à la terre voit ses charges – en excès partir vers le sol.

Un corps chargé + et mis à la terre reçoit des électrons du sol qui s'uniront au + pour rendre le conducteur neutre.

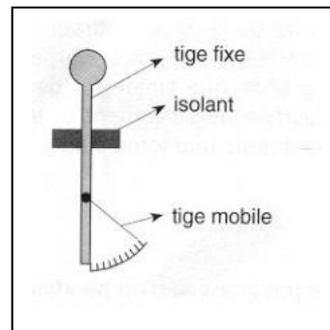
## 1.4 Electrification par influence

### 1.4.1 L'électroscope

L'électroscope est constitué d'un plateau conducteur en métal prolongé par une tige comportant 2 parties mobiles également conductrices.



Schématiquement, il est représenté comme suit :



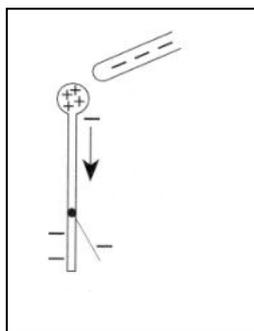
### 1.4.2 Expériences

1. Approchons sans toucher le plateau, un corps électrisé.  
Les 2 tiges de l'électroscope s'écartent.



2. Retirons le corps électrisé. Les 2 tiges se rapprochent.

### 1.4.3 Interprétation



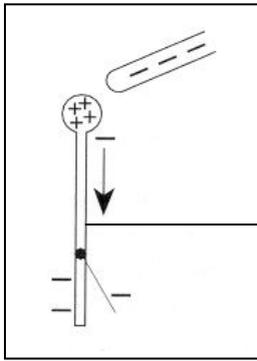
En fait les électrons libres du plateau sont repoussés vers le bas de l'électroscope par l'influence des charges négatives portées par le corps électrisé.

Les charges de même signe se repoussent, les 2 tiges s'écartent et un excès de charges positives s'accumule sur le plateau supérieur.

***On dit que l'électroscope subit l'influence électrique du corps électrisé.***

L'effet global est donc une séparation des charges positives et négatives pour l'électroscope qui rappelons le est un conducteur dans lequel les charges peuvent « facilement » se déplacer.

1. Relions à la terre l'électroscope (toujours soumis à l'influence d'un corps électrisé négativement) par l'intermédiaire d'un corps humain. Les 2 tiges se rapprochent.

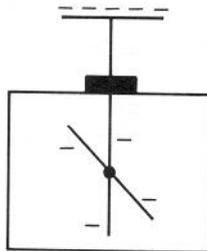


Les charges négatives qui sont repoussées quittent l'appareil via la terre. L'électroscope se décharge des -, il ne reste que des +. L'électroscope est chargé positivement

En effet les électrons de l'électroscope tendent à se repousser et à s'éloigner du corps électrisé.

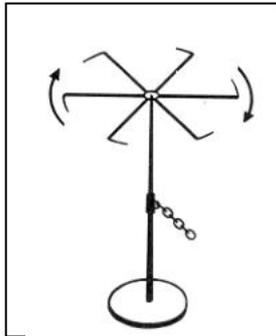
Ceux-ci quittent l'électroscope dès que celui-ci est relié à la terre. Les feuilles se rapprochent.

2. Retirons la mise à la terre et éloignons le corps électrisé négativement de l'électroscope. Les 2 tiges s'écartent de nouveau car les charges positives restantes se répartissent sur tout l'électroscope. Celui-ci se retrouve chargé de charges de signe contraire à celle portée par le corps qui l'a influencé.



## 1.5 Autres expériences d'électrostatique

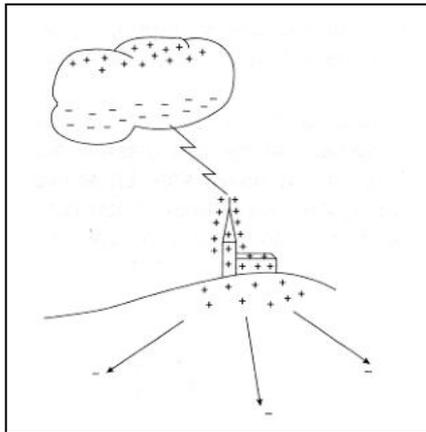
### Pouvoir des pointes : le tourniquet électrostatique



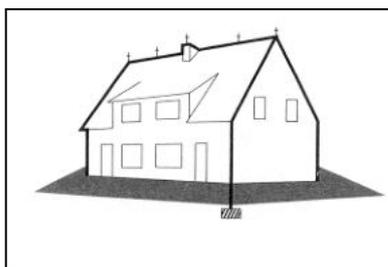
Si on électrise un tourniquet muni de pointes avec la machine de Wimshurst, il se met à tourner en sens inverse des pointes. Chaque pointe émet des charges dans l'air et par réaction il se met à tourner.

Si un conducteur doit capter ou évacuer des charges, il le fait préférentiellement via ses pointes.

### Le paratonnerre



Dans un nuage orageux du type cumulonimbus (masse de plusieurs milliers de tonnes), les courants d'air humide transportent vers le haut des charges positives et vers le bas des charges négatives. Les objets du sol subissent cette influence électrique et deviennent positifs d'autant plus qu'ils sont pointus. Une décharge électrique peut alors se produire (coup de foudre) entre le nuage et les corps au sol.



On peut protéger ces corps en attirant cette foudre via une pointe qui est le paratonnerre. Mais celui-ci doit pouvoir évacuer toutes ces charges dans la terre. Un bon

paratonnerre est un bon conducteur qui sera relié au sol. Un tel dispositif fut inventé par Benjamin Franklin.

Règles élémentaires de protection contre la foudre  
(voir document annexe)