

# Sens conventionnel du courant

par Jean-Pierre DEVALANCE  
Cité scolaire Saint-Exupéry, 40160 Parentis-en-Born

---

## OBJECTIF

Voir d'un point de vue historique pourquoi dit-on pôle plus et pôle moins, pourquoi parle-t-on de *sens conventionnel*.

## 1. INTRODUCTION

Le rôle de l'enseignant étant de donner la possibilité aux enseignés de construire leur savoir, il est parfois utile de connaître les labyrinthes qui ont filtré le savoir que nous distillons. Les choses nous paraissent simples car nous vivons avec continuellement, et nous les enseignons depuis de nombreuses années souvent. Ainsi, nous frottons barreaux de verre ou d'ébonite, nous décrivons, interprétons, etc..., mais l'élève, comment conçoit-il la réalité ? Quel modèle accepte-t-il ? Pour nous éclairer il peut être intéressant de voir comment les hommes ont appréhendé les phénomènes, de connaître les théories qui permettaient d'expliquer la réalité et de les confronter avec celles que nous utilisons aujourd'hui. Toute théorie scientifique est un produit historique rappelle Jean Rosmorduc [8].

Le texte que nous présentons ne prétend pas être un exposé philosophique, ni un tableau de l'histoire des sciences, mais tout simplement un regard sur un point particulier qui pourrait bien être une question d'élève.

## 2. L'ENFANCE DE L'ÉLECTRICITÉ

Électron (ηλεκτρον) désigne chez les grecs l'ambre jaune - résine fossilisée dure et transparente, dit le dictionnaire - que nous connaissons pour sa facilité à s'électriser par frottement, ce qui n'avait pas échappé aux anciens. M. Denis-Papin [3] décrit l'Arche d'Alliance (le Tabernacle) des Juifs comme un condensateur puissant, mais les premières expériences d'électrostatique doivent être attribuées vraisemblable-

ment à William GILBERT (1544-1603), habile expérimentateur anglais qui, en dehors de ses activités médicales auprès de la reine Elisabeth, menait des études sur le magnétisme et les corps électrisables. Il procédait en frottant verre, cire d'Espagne, soufre, etc... Les effets sont d'autant plus forts que le frottement est important, mais une machine ne fut réalisée qu'en 1672 par Otto de GUERICKE (1602-1686). On connaît ce savant par ses expériences sur la pression atmosphérique (hémisphères de Magdebourg) mais il inventa la «machine sphérique» : il s'agit d'une boule de soufre ou de verre que l'on entraîne en rotation autour d'un axe diamétral. Contre la boule on applique un coussin ou même la main, le frottement «rend la boule toute entière électrique».

Le physicien français Charles DUFAY (1698-1739) pour la première fois en 1733 distingue deux sortes d'électricité qu'il nomme «électricité vitrée» et «électricité résineuse». Il observe l'étincelle électrique et en donne de belles descriptions. (Électre, Ηελεχτρα - étincelle - fille d'Agammemnon et de Clytemnestre) !

Depuis 1745 on se précipite dans les salons parisiens pour se confronter à la bouteille de Leyde que présente par exemple l'Abbé NOLLET. On fait la queue pour recevoir la décharge. Cette «bouteille» fut inventée fortuitement par MUSSCHENBRØEK, professeur à Leyde.

Pierre DEVAUX cite une lettre de Benjamin FRANKLIN (1773) où le physicien précise : «Nous tuerons un dindon pour notre dîner par le choc électrique, il sera rôti à la broche devant un feu allumé avec la bouteille électrisée». Mais plutôt que de poursuivre un descriptif historique, attachons nous à la correspondance d'EULER où nous trouverons l'essentiel des propos qui répondent à l'objectif initial.

### 3. UNE THÉORIE

#### 3.1. Présentation

De 1760 à 1762, Léonard EULER (1707-1783) participe épistolairement à l'éducation de la princesse d'ANHAT-DESSAU, nièce du roi de Prusse. Euler avait été attiré à Saint-Petersbourg par les frères Bernouilli, Suisses comme lui, mais dès 1741 le roi de Prusse l'appelle à Berlin où il reste jusqu'en 1766. Dans cette période la princesse qui avait désiré prendre des leçons de physique reçoit Euler les vérités de l'époque sur la mécanique, l'astronomie, l'optique, les sons, ... Tous les mardis et samedis Euler écrit à la jeune princesse pour lui dévoiler les

mystères de la science. Dès le 20 juin 1761, Euler propose d'exposer à la princesse «un article si important dans la physique, qu'il n'est plus permis à personne d'en ignorer les effets». Il indique que les expériences et les phénomènes nouveaux demanderaient plusieurs centaines de lettres pour être décrits, mais il rappelle «qu'on excite l'électricité en frottant bien un tuyau de verre», que ce tuyau peut provoquer des étincelles elles-même propres à enflammer «de l'esprit de vin et autres combustibles». «Outre le verre, les corps résineux ont la même propriété». Quant aux «autres corps, on a beau les frotter, ..., on n'y remarquera jamais le moindre signe d'électricité». on peut déjà noter que se prépare la notion de ce que nous nommons aujourd'hui conducteurs et isolants.

### 3.2. L'éther

Dans sa lettre du 23 juin 1761 Euler précise que «les physiciens avouent leur ignorance mais reconnaissent bien une matière subtile nommée électricité, celle là même qu'on nomme éther». Dans le cours de l'été précédent le maître avait exposé la propagation de la lumière et avait indiqué les avantages de l'explication par l'éther «dont l'extrême subtilité ne saurait être révoquée en doute». Selon cette théorie, l'air que nous respirons ne s'étend que sur une certaine hauteur en devenant de plus en plus subtil, mais au delà on ne peut pas dire qu'il y ait le vide, «les rayons de lumière qui se répandent de tous les corps célestes en tout sens nous prouvent suffisamment que tous ces espaces sont emplis d'une matière subtile» (*la propagation ne peut s'envisager que par des supports matériels*). Le 2 avril 1760 Euler avait écrit «la fleur répand son odeur en remplissant l'air» mais «un corps qui sonne ne perd en rien de sa substance». Il s'agit de vibrations et « ces vibrations mettant l'air voisin dans une semblable vibration... c'est donc l'air... qui transporte le son». Il annonce que la même manière «la lumière est excitée et transmise par une matière beaucoup plus subtile qu'on nomme l'éther».

*Il est intéressant de noter qu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle le son et la lumière sont considérés de même nature que nous dirions aujourd'hui ondulatoire.* Euler précise alors que l'éther doit être des milliers de fois plus élastique que l'air et en même temps «plusieurs mille fois plus subtil» pour expliquer les différences de célérités. On doit observer d'autre part que pour introduire l'électricité, Euler évoque la lumière (avec notre regard moderne sur les ondes électromagnétiques on ne peut que penser à Maxwell qui associera lumière et électricité un

siècle plus tard). Les phénomènes de l'électricité sont une suite nauséabonde de défaut de l'équilibre dans l'éther». Selon cette théorie en vigueur, l'éther s'insinue dans les «plus petits pores de tous les corps où l'air ne saurait entrer, et même dans les pores de l'air. Il serait présomptueux d'affirmer que nos élèves aujourd'hui ont une idée claire et juste du vide (entre molécules, atomes, noyau et électrons, etc...), et peut-être que quelque part dans ces esprits en formation, la notion d'éther même si elle n'a jamais été évoquée, reste latente.

### 3.3. Interprétation

En poursuivant l'indiscrette lecture du courrier de la princesse, on lit : «Votre Altesse se souviendra que tous les corps, quelque solides qu'ils paraissent, sont remplis de tels pores», c'est-à-dire la conception particulière de la matière ne fait aucun doute. Cette théorie précise que la diversité des corps dépend de la diversité de leurs pores ; il existe des pores plus fermés et des pores assez ouverts, donc l'éther ne peut se dégager ou bien peut se mettre en équilibre selon les cas. Les pores ne peuvent être pour tous les corps parfaitement ouverts - sinon l'équilibre s'obtiendrait automatiquement - ni parfaitement fermés - sinon on ne pourrait changer l'élasticité -. La perfection n'étant pas de mise, on peut troubler l'équilibre qui ne manquera pas de se rétablir.

On devra alors distinguer des corps aux pores presque entièrement fermés et les corps aux pores plus ouverts. L'air étant du premier type, il ne pourra que difficilement propager un rétablissement d'équilibre. L'eau au contraire avec ses pores plus ouverts favorise l'équilibre (l'air humide aussi par conséquent), on trouve dans ce cas les métaux. Mais bois, pierres, terres, ... sont de nature moyenne. Le lecteur notera la cohérence de l'argumentation !

Euler ajoute que l'éther tâchera de se dégager, autant que l'ouverture des pores le permet, des endroits où il est comprimé pour se répandre et entrer dans les pores où la compression est moindre, jusqu'à ce «qu'il soit remis partout au même degré de compression et d'élasticité pour y demeurer en équilibre».

Dans ce modèle théorique on peut expliquer que l'éther en passant d'un corps à un autre rencontre dans l'air de grands obstacles (les pores de l'air étant fermés presque tous) il arrive la même chose qu'à l'air qu'on force à passer vite par de petits trous (on entend un sifflement : le son), l'agitation de l'éther se traduira alors par une lumière (étincelle, éclair).

De tout ceci, il faut dégager «qu'un corps peut devenir électrique en deux manières différentes selon que l'éther dans ses pores devient plus ou moins élastique que celui du dehors ; d'où une double électricité peut avoir lieu : l'une, où l'éther se trouve plus élastique ou plus comprimé, est nommée l'électricité en **plus** ou bien **électricité positive** ; l'autre où l'éther est moins élastique ou plus raréfié, est nommé l'électricité en **moins** ou **l'électricité négative**», (lettre du 4 juillet 1761).

On voit que naturellement les corps ne sont pas électriques et qu'il faut des opérations violentes pour troubler l'équilibre. Cet équilibre une fois dérangé ne se rétablit pas instantanément si on a perturbé un corps aux pores fermés (verre, cire d'Espagne...). Il résulte de tout ceci que + ou - sont des notations qui reposent sur une théorie, et qui s'imposaient : on ne pouvait pas noter noir/blanc, ou 0/1 ou Pierre/Paul. D'autre part le déplacement d'électricité du «plus» vers le «moins» n'est pas conventionnel du tout, mais bien issu d'un modèle que nous ne pouvons pas utiliser avec nos élèves sous la forme que nous venons d'exposer à moins de prendre de grandes précautions et d'y apporter les modifications qui s'imposent.

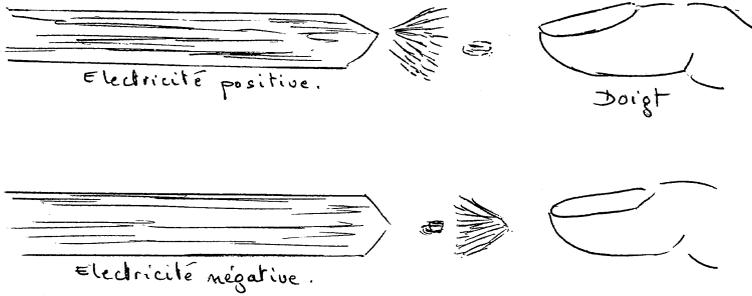
### 3.4. Effet des frottements

On peut expliquer dans le cadre de cette théorie l'électrisation par frottement : la laine a des pores assez ouverts, et verre, cire, ou ambre des pores assez fermés. Pendant le frottement, les pores sont comprimés, et l'éther passera de l'un à l'autre selon que les pores sont susceptibles d'une plus ou moins grande compression. «De là Votre Altesse comprend comment un bâton de cire d'Espagne est dépouillé d'une partie de son éther» ! Les pores de l'air étant très fermés, l'éther ne peut rétablir l'équilibre rapidement.

Si on approche un petit corps très léger (petit papier par exemple) qui ait ses pores ouverts, l'éther se fraiera un chemin à travers l'air (si la distance est faible) et entrera dans le bâton de cire. L'éther perce l'air dans la direction corps-bâton, ainsi dans cette direction l'air pressera moins et un mouvement s'amorcera !

Euler consacre plusieurs lettres pour décrire et expliquer, avec le modèle théorique en vigueur, des expériences d'électrostatique. Il aborde alors des notions que nous nommerions aujourd'hui «champ électrostatique, conductibilité, influence, etc...».

Fin juillet 1761, le Maître revient sur le caractère distinctif des deux espèces d'électricité et indique la différence d'aspect dans la forme de l'étincelle.



La forme de l'aigrette pousse à confirmer le sens de parcours de l'électricité, et d'autre part, l'agitation de l'éther est la source de lumière. Quant à la piqure elle provient de l'agitation brusque de l'air qui s'écarte pour laisser place à l'éther.

Nous ne décrivons pas ici la belle présentation de l'expérience de Leyde proposée par M. Musschenbrœk, présentation qui est d'ailleurs un peu différente de celle qu'on trouve traditionnellement dans les livres, mais l'interprétation personnelle d'Euler semble critiquable.

Nous en arrivons au terme de l'âge de l'électrostatique, en reconnaissant avoir passé sous silence toutes les études sur la foudre, elles n'entraient pas dans notre propos, même si elles entraînaient pas mal de catastrophes notoires.

#### 4. VERS L'ÉLECTRON

Il serait plaisant de détailler les aventures de GALVANI avec ses grenouilles (1786) qui amenèrent VOLTA à proposer sa pile en 1793. Les études sur l'électricité purent alors se multiplier, et il serait injuste de ne citer que quelques noms, mais STONEY à partir de l'étude des électrolytes montre la matérialité des charges électriques. 1879 CROOKES prouve que les rayons cathodiques sont formés d'un faisceau de particules et Jean PERRIN en 1895 clôt le débat : le faisceau de Crookes est formé de particules chargées négativement qui se propagent dans le vide (on garde le nom proposé en 1891 par Stoney : **ÉLECTRON**).

## 5. CONCLUSION

On aura bien compris que cet exposé n'est pas une histoire de l'électricité, il eut fallu parler de Faraday, Ampère, Arago, Maxwell... et d'autre part le magnétisme est complètement absent de se développer alors qu'il a toujours été intimement lié à l'électricité sur la période évoquée. Nous espérons toutefois qu'au travers du discours d'Euler, nous avons pu lever le voile sur un «pourquoi». Rappelons que l'éther ne disparaît qu'avec la relativité d'Einstein qui exploite les expériences de Michelson (1888).

BOUASSE affirmait : «il n'est possible de comprendre l'histoire de la science qu'à la lumière des connaissances actuelles» mais il s'opposait farouchement au développement historique dans un cours écrit [1]. Nous, nous aurons à répondre aux interrogations de nos élèves et nous devons de plus en plus éveiller leur curiosité, susciter des lectures, provoquer des recherches, déclencher des intérêts, peut-être que l'histoire des sciences nous y aidera ?

Ce texte permet comme nous le disions, de lever un voile historique, mais en **aucune façon ne permet d'être explicatif pour la plupart des phénomènes rencontrés dans nos enseignements secondaires**. Une utilisation brute des notions développées ici (par Euler au XVIII<sup>ème</sup> rappelons-le) pourrait même être nocive en collège quant à la construction des savoirs. Même si la démarche spirituelle exposée reste intéressante, il ne faut pas considérer ce travail comme un document de classe, mais on pourra retenir que +, -, ainsi que sens conventionnel reposaient sur des théories (non utilisables aujourd'hui), et non sur des choix arbitraires comme on le laisse entendre assez souvent.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BOUASSE : Cours de magnétisme et d'électricité (introduction), Delagrave, 1921.
- [2] CONDORCET : Éloge d'Euler.
- [3] Pierre DEVAUX : Histoire de l'électricité, Que-sais-je n° 7, PUF.
- [4] EINSTEIN et INFELD : L'évolution des idées en physique, Payot.
- [5] EULER : Lettres à une princesse d'Allemagne, Éditions Charpentier, Paris, 1843.

- [6] Arthur MARCH : La physique moderne et ses théories, Éditions Gallimard.
- [7] Robert MASSAIN : Physique et Physiciens, Éditions Magnard.
- [8] Jean ROSMORDUC : Une histoire de la physique et de la chimie, Seuil.