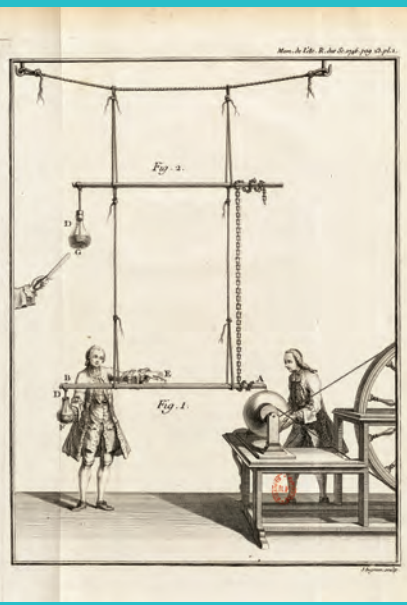


DE LA BOUTEILLE DE LEYDE AUX SUPERCONDENSATEURS

LES CONDENSATEURS

PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS



REPRÉSENTATION DE L'EXPÉRIENCE DE P.V. MUSSCHENBÖREK, 1746

Le conducteur qui relie le dispositif de part et d'autre est le corps de l'expérimentateur.

1 1745 : la bouteille de Leyde, premier condensateur de l'histoire

En 1745, Pieter Van Musschenbroek, professeur de physique à l'université de Leyde, réalise une expérience : il tient à la main une bouteille de verre remplie d'eau dans laquelle se trouve une tige métallique qui a été reliée à une machine électrostatique.

Lorsqu'il approche son autre main de la tige métallique, il est traversé par une secousse terrible : la bouteille de Leyde est née.

On en déduit que **le récipient accumule de l'électricité au cours d'un processus de charge et qu'il est capable de la stocker puis de la restituer lorsqu'il est relié, de part et d'autre, par un matériau conducteur.**

Une propriété essentielle est observée : plus l'épaisseur de l'isolant est faible, plus la quantité d'électricité stockée est élevée. Le phénomène reste cependant mal compris.



BOUTEILLE DE LEYDE, 1745

2 1750-1830 : changement de forme et explications scientifiques

Dans les années qui suivent, seule la présence de deux armatures métalliques séparées par un isolant devient nécessaire. On réalise alors que **ce sont ces armatures, les conducteurs, qui accumulent les charges électriques.**

A partir des années 1830, suite aux travaux de Michael Faraday, l'isolant est appelé diélectrique et les conducteurs, électrodes.

Un condensateur a une capacité constante de 1 farad s'il est capable d'emmagasiner 1 coulomb (6,25 10¹⁸ électrons) quand il est soumis à une tension de 1 volt.



CONDENSATEUR D'AEPINUS, 1756

Composé d'armatures métalliques mobiles et d'une plaque de verre amovible. Sans la plaque de verre, c'est l'air qui joue le rôle d'isolant.

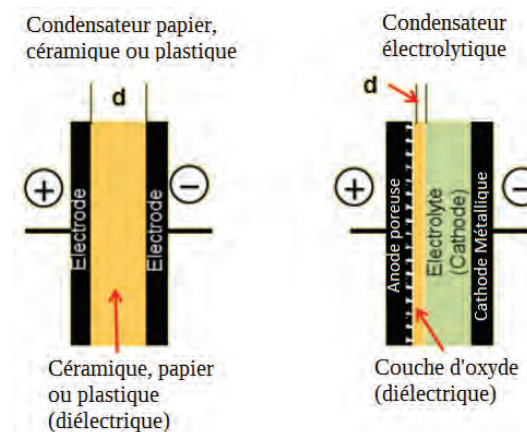
3 Début du XX^{ème} siècle : les condensateurs trouvent des applications pratiques

Différents matériaux, tels que le papier, les céramiques ou le plastique, vont par la suite être utilisés en tant que diélectriques pour des applications diverses. Leur capacité maximale est de quelques microfarads.

Ils peuvent notamment servir **quand un apport rapide en énergie est requis** : contrairement à une batterie, les charges sont ici seulement stockées à la surface des électrodes. Il s'agit d'un stockage électrostatique.

Aucun processus chimique n'est nécessaire pour restituer l'énergie stockée, les temps de charge et de décharge sont donc très faibles, de l'ordre de la seconde.

Le condensateur électrolytique, inventé vers la fin du XIX^{ème} siècle permet d'atteindre des capacités plus élevées, de l'ordre du millifarad.



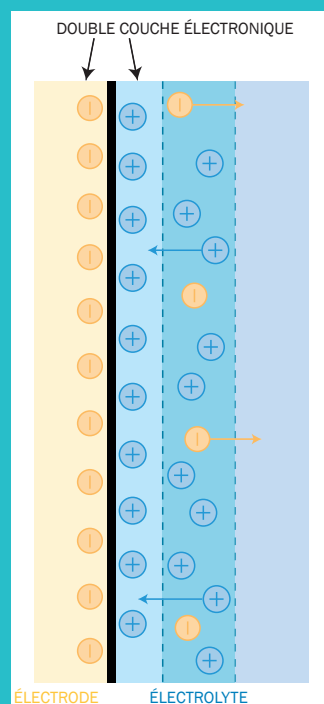
ÉVOLUTION MAJEURE DU DIÉLECTRIQUE

Dans un condensateur électrolytique, l'électrolyte fait office de cathode et permet d'atteindre une capacité de l'ordre du millifarad. Le condensateur devient polarisé.

DE LA BOUTEILLE DE LEYDE AUX SUPERCONDENSATEURS

LES SUPERCONDENSATEURS

DE NOUVELLES PERSPECTIVES



SCHÉMA

Modèle simplifié de la double couche électrique

4 Le modèle de la double couche électrique, un fondement théorique qui date

Dès 1853, Hermann Von Helmholtz montre qu'en introduisant une électrode en aluminium chargée dans une solution électrolytique, deux couches de charges opposées se forment : du côté de l'électrode, une couche de nature électronique ; du côté de l'électrolyte, une de nature ionique.

Cette double couche peut jouer le rôle de diélectrique et sa très faible épaisseur permet d'envisager des capacités particulièrement élevées.

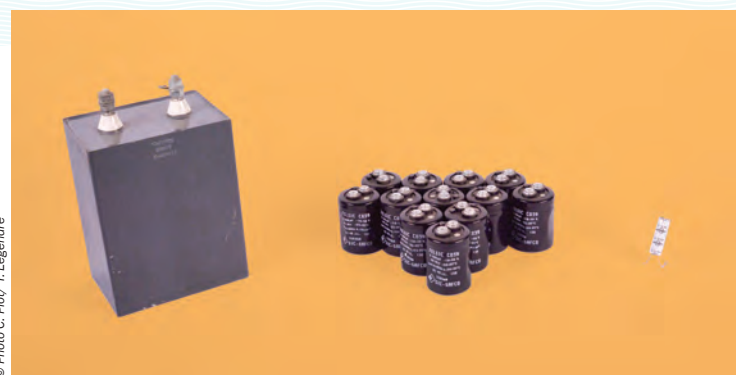
Ce n'est qu'à partir des années 1910 que le modèle de Helmholtz est progressivement amélioré. L'accent est mis sur la nécessité **d'augmenter la surface de contact** entre électrode et électrolyte pour accroître la capacité.

5 De 1957 aux années 1990 : de quelques farads à plusieurs milliers

Il faut attendre 1957 pour voir apparaître le **premier supercondensateur**. Conçu par H.I. Becker, ingénieur chez General Electric, il comprend deux électrodes composées de carbone particulièrement poreux qui induit une surface de contact très élevée.

Pour des raisons techniques et économiques, il faut attendre 1978 pour voir la société japonaise NEC amorcer la première production industrielle : le terme de « supercapacitor » apparaît. Le dispositif atteint une capacité de quelques farads.

À partir de 1985, les recherches s'orientent vers le développement de supercondensateurs à très grandes capacités. A partir de 1991, la société américaine Maxwell Technologies amorce le mouvement en produisant des modèles pouvant atteindre des **capacités de 3000 F**. La société française Batscap est créée en 2001 et conçoit des supercondensateurs comparables à ceux de Maxwell Technologies.



© Photo C. Piret / Y. Legendre

CONDENSATEURS

Chacun des 3 lots peut stocker une même énergie électrique voisine de 30 joules.

- 1- Condensateur haute tension à bain d'huile de 10 μ F, 1965
- 2- Lot de 12 condensateurs électrochimiques de 3,3 mF, 2010
- 3- Supercondensateur de 10 F, 2016

6 Années 2000 : les supercondensateurs trouvent leur place dans les transports

Dans les années 2000, plusieurs modèles de bus hybrides et de tramways voient le jour : **les supercondensateurs fournissent de l'énergie pour le démarrage.** Depuis 2010, des bus, exclusivement alimentés par des supercondensateurs, sont testés. Ils sont rechargés pendant une minute ou moins aux arrêts de bus.

Depuis 2013, des **prototypes de voitures électriques** incluent des supercondensateurs qui sont utilisés pour le démarrage et les fortes accélérations. Les batteries peuvent ainsi être économisées.

Le mode de stockage d'un supercondensateur implique une quantité d'énergie nécessairement inférieure à celle d'une batterie : une utilisation exclusive des supercondensateurs pour alimenter des voitures semble peu probable.

DANS LA VIE QUOTIDIENNE



© BlueSolutions, Balfiore

LE BLUETRAM DE PARIS

| Alimenté exclusivement par des supercondensateurs