

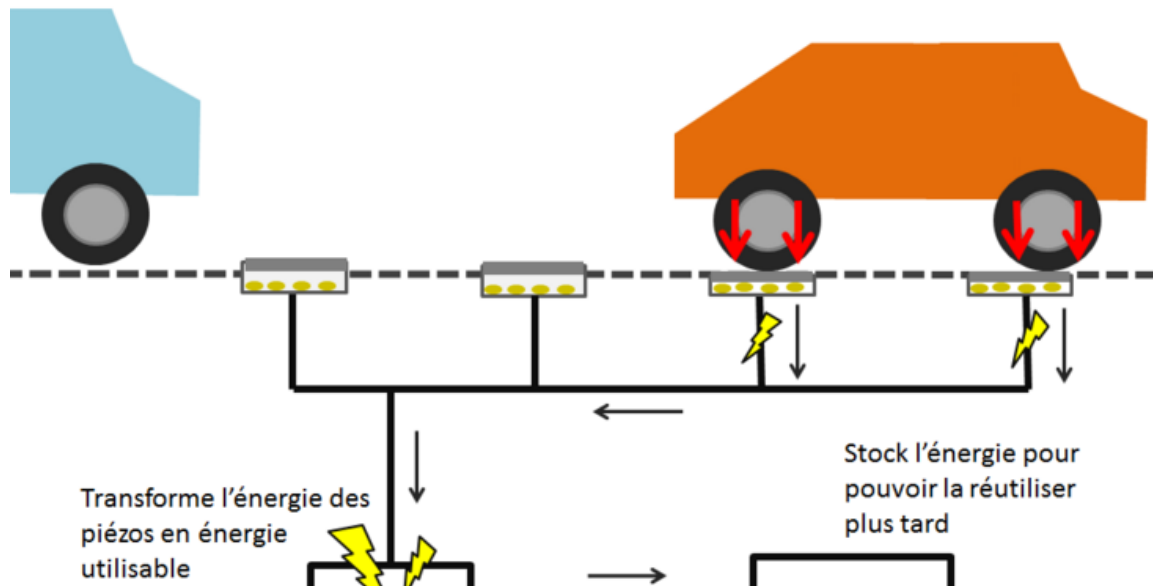


AUTOROUTE PIÉZOÉLECTRIQUE



C'est quoi ?

La piézoélectricité consiste à transformer un mouvement mécanique en électricité. L'idée est d'équiper les routes avec un revêtement constitué de plusieurs couches qui permettrait de produire de l'électricité à chaque passage d'un véhicule.



Comment ça fonctionne ?

La piézoélectricité [du grec « piézein » presser, appuyer] découverte en 1880 par les frères Pierre et Jacques Curie est une propriété que possèdent certains corps de se polariser électriquement sous l'action de forces mécaniques [effet direct] et réciproquement de se déformer lorsqu'on leur applique un champ électrique [effet inverse].

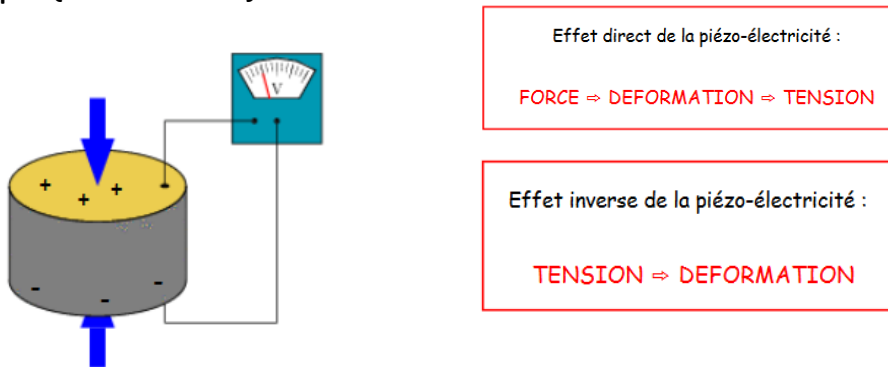
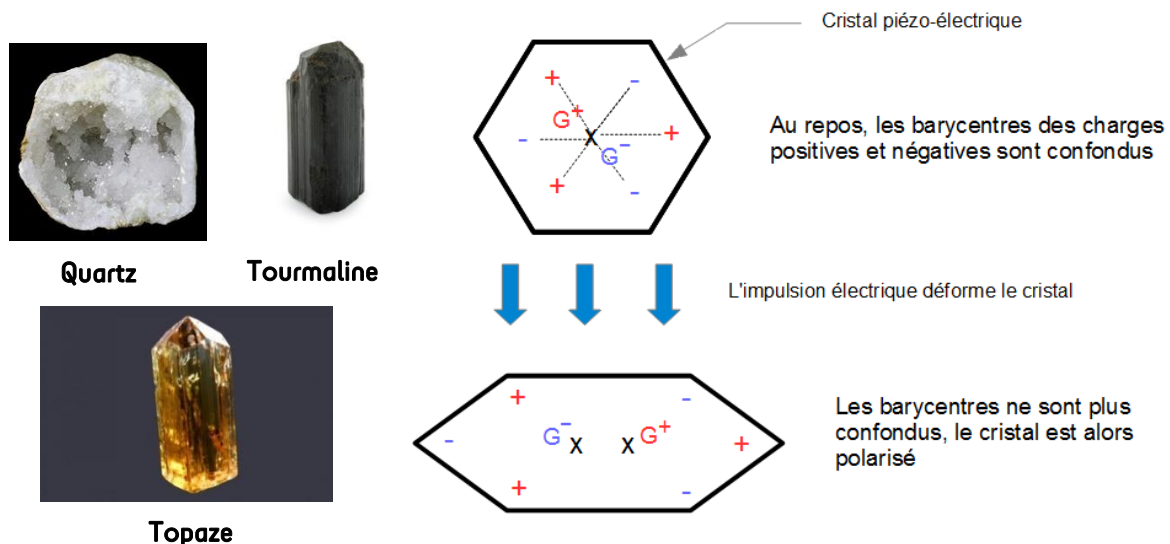


Illustration du comportement d'une pastille piézo-électrique :
La force appliquée crée un signal électrique

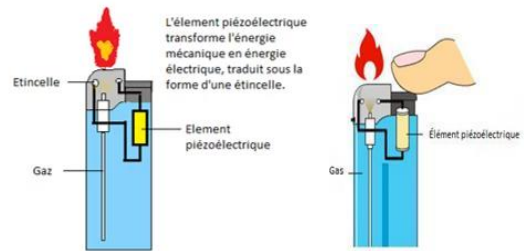
Les cristaux [quartz, topaze, tourmaline] composant les matériaux piézoélectriques sont composés de **cations** [ions chargés positivement] et d'**anions** [ions chargés négativement] qui génèrent un courant électrique lorsqu'ils sont soumis à une contrainte mécanique, comme une pression ou une déformation.



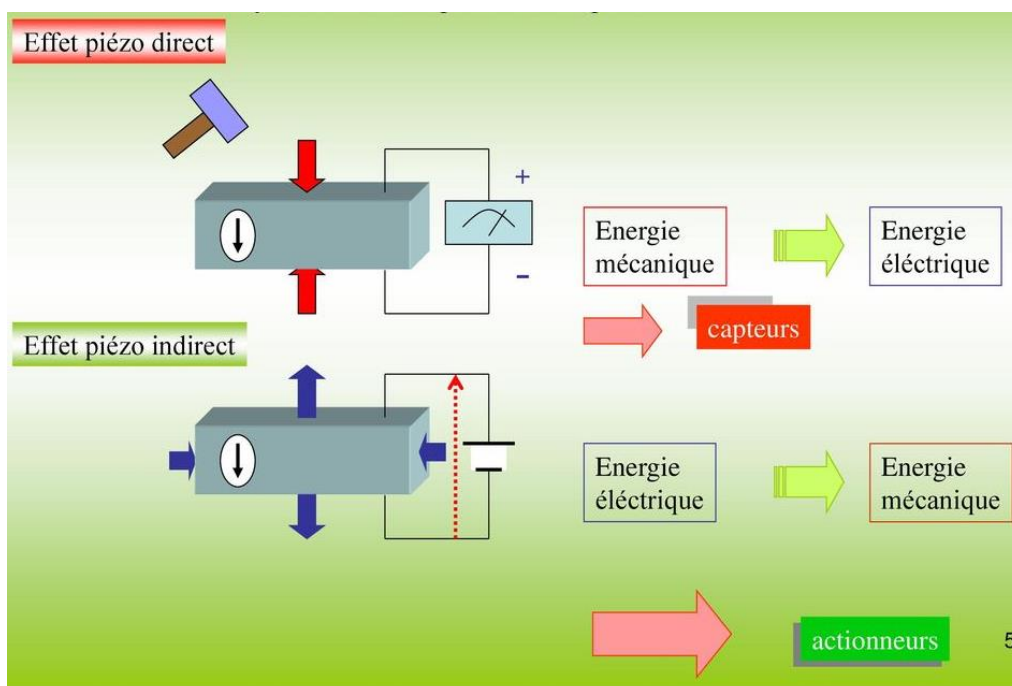
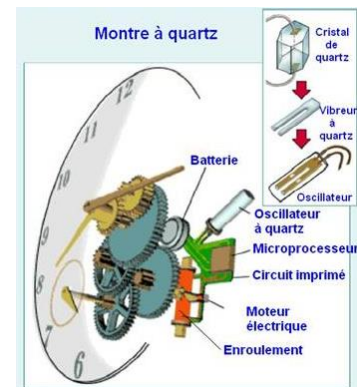
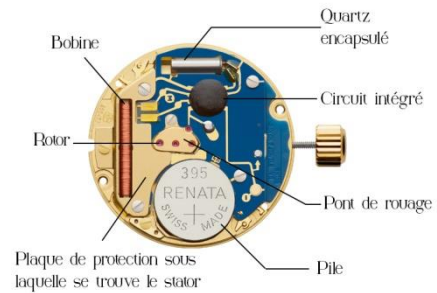
La contrainte mécanique déforme la structure ionique stable des cristaux, ce qui modifie la disposition des ions. Le nuage électronique se déforme et deux parties se forment dans les cristaux, l'une avec des charges négatives et l'autre avec des charges positives. Il y a donc une différence de potentiel électrique, une tension se forme.

Les deux effets piézoélectriques

L'effet direct de la piézo-électricité consiste à créer une force qui entraîne une déformation et donc une tension. C'est ce procédé qui est utilisé pour les briquets par exemple mais également dans les dalles piézo-électriques.



L'effet indirect de la piézo-électricité : inversement, le cristal se déforme lorsqu'on lui applique une tension électrique : c'est l'effet inverse de la piézo-électricité. Ce procédé est utilisé dans les montres par exemple. C'est pour cette propriété que le quartz est utilisé pour fabriquer les montres et les horloges : en appliquant au quartz une tension provenant d'une pile, celui-ci vibre et permet la mesure du temps.



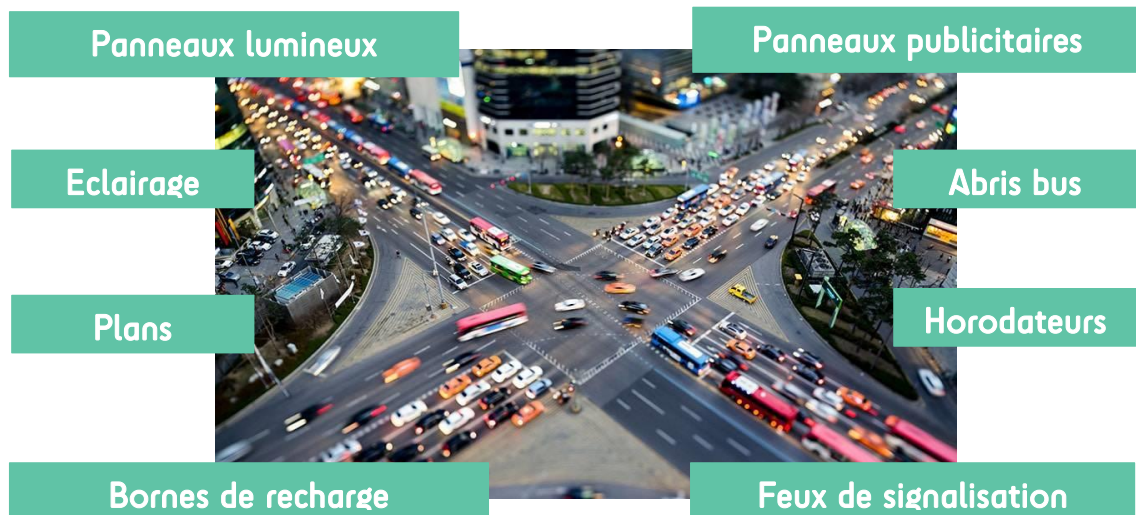
Autres matériaux possédant des propriétés piézoélectriques :

- les céramiques de structure cristalline pérovskite ou de structures tungstène-bronze ;
- les polymères à base de fibres de caoutchouc, laine, cheveux, bois et soie.

La piézoélectricité est utilisée dans de nombreux domaines, comme, l'industrie : **automobile** [mesure de la pression], **aéronautique** [mesure de la pression dans les tuyères], mais aussi en **acoustique** [microphones, haut-parleur], ou bien encore utilisée en effet inverse, on la retrouve dans les autofocus des appareils photos, les mécanismes de vitres électriques.

Applications dans l'environnement urbain

Le besoin électrique des infrastructures routières est très important :

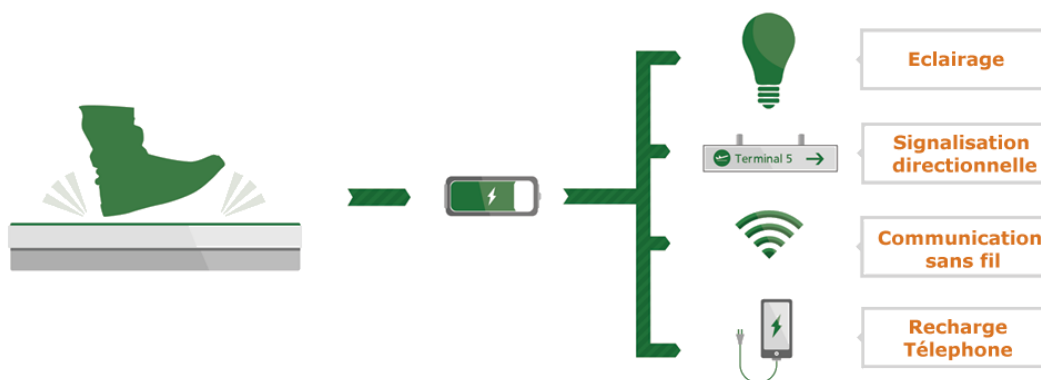


La consommation annuelle d'énergie liée à l'éclairage en France est de 56 TWh. L'éclairage représente 19 % de la consommation électrique mondiale et environ 6 % des émissions de gaz à effet de serre.

La piézoélectricité pourrait produire de l'électricité et alimenter ces différentes infrastructures : dalles piézoélectriques sur les trottoirs pour alimenter des foyers lumineux, bruit de la ville convertie en électricité grâce à des panneaux publicitaires équipés de capteurs acoustiques piézoélectriques et qui permettent de recharger les véhicules électriques.

Pavés qui produisent de l'énergie

C'est une dalle (« Pavegen ») qui est capable de produire de l'électricité à chaque fois qu'une personne marche dessus. Faites de caoutchouc, les dalles sont fabriquées à partir de pneus de camion recyclés et se basent sur le caractère piézoélectrique de certains matériaux pour produire de l'électricité. Ce matériau se polarise lorsqu'il subit une contrainte mécanique, c'est-à-dire que des charges positives et négatives apparaissent aux bords du matériau ce qui peut créer un courant lorsqu'il est par exemple écrasé. La dalle Pavegen utilise les effets d'induction électromagnétique.



Chaque pas réalisé sur les dalles provoque une déformation de quelques millimètres et déclenche cet effet, ce qui permet de créer une véritable énergie renouvelable. D'après la société qui a développé ce système, chaque dalle peut produire entre 4 et 7 watts [W] en continu, si bien sûr elles sont piétinées sans arrêt et selon le poids de l'individu.

Une fois produite, l'électricité peut être utilisée directement sur place ou alors stockée dans des batteries pour être employée ultérieurement. Selon le site EDF Pulse, entre 5 et 15 dalles seraient ainsi suffisantes pour alimenter un lampadaire toute la nuit, en fonction du type d'éclairage et de la fréquentation de la zone en question.



À Abu Dhabi, un couloir reliant deux terminaux fournit de l'énergie pour alimenter l'éclairage et la récolte de données. © Pavegen



AVANTAGES

- Permet d'alimenter des points lumineux isolés. Moins de pertes d'énergie.
- Utilise l'énergie des pas dans les lieux très fréquentés.
- On peut utiliser la pollution sonore pour produire de l'électricité.
- Il y a encore plein d'applications prometteuses à développer [ex : imprimantes laser qui fabriquent des revêtements souples piézoélectriques intégrés dans des objets du quotidien ou vêtements qui rechargent les smartphones].

INCONVENIENTS

- Rendement encore insuffisant pour alimenter des villes.
- Les tests sur les routes ne sont pas encore concluants.

Pour en savoir plus :

<https://cristauxdesilicium.wixsite.com/tpe-le-silicium/aspect-physique>

<https://couleur-science.eu/?d=b06a1f--dou-vient-leffet-piezoelectrique>

<https://youtu.be/D7tG1NouknM>

<https://youtu.be/opD1jg8MbQU>

