

Rendre plus propre l'électricité utilisée dans les infrastructures publiques avec la piézoélectricité

Dans quelle mesure l'utilisation de la piézoélectricité est-elle une solution pour contribuer à alimenter de manière plus « propre » certaines infrastructures publiques ?

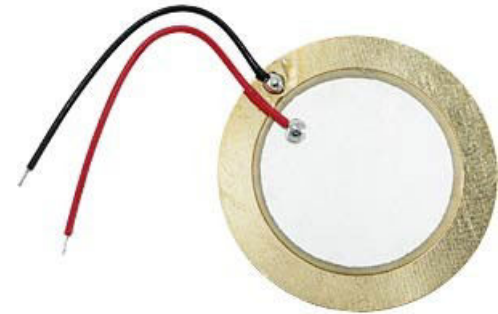
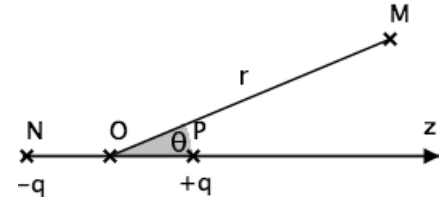
- I. Modélisation de la cellule piézoélectrique
- II. Mesures expérimentales pour des capteurs piézoélectriques
- III. Analyse statistique d'une activité sportive et de ses apports électriques
- IV. Conclusion

Modélisation de la cellule par un dipôle électrostatique

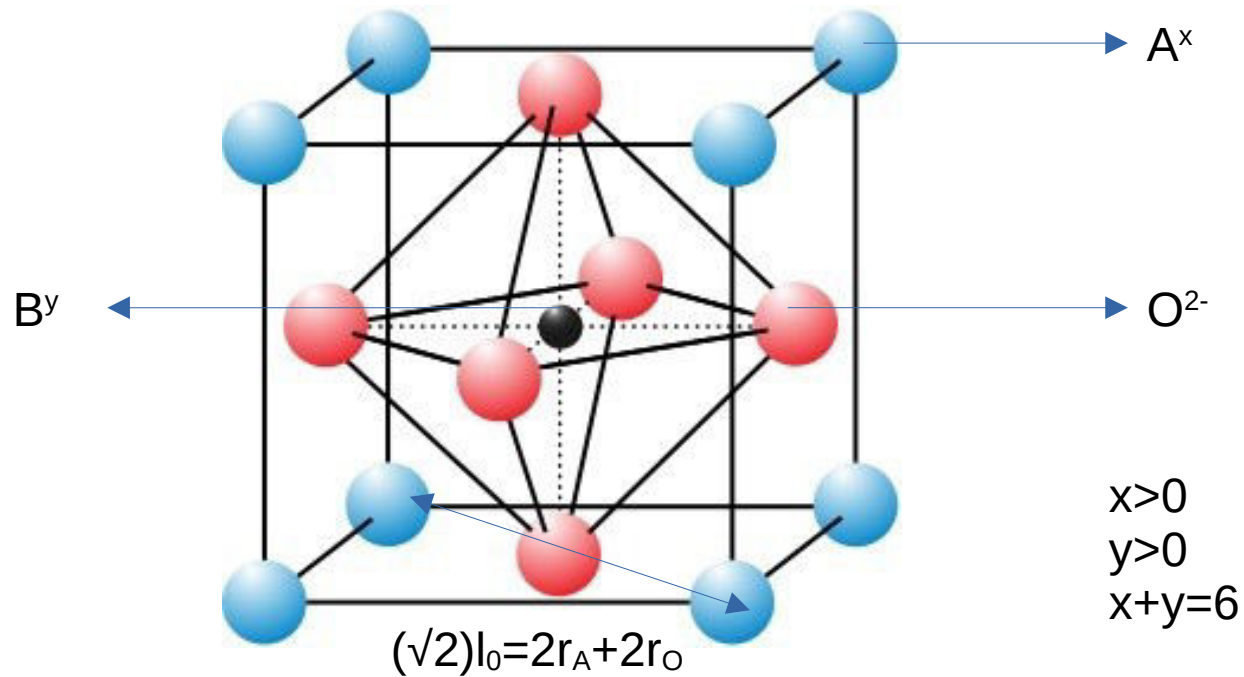
Pour un dipôle $\vec{E} = \left(\frac{1}{4 \times \pi \times \epsilon \times r^3} \right) \times (3 \times \vec{p} \cdot \vec{ur} - \vec{p})$

Or $U = E a$

Donc $U = \left(\frac{2q}{a^2 \times \pi \times \epsilon_0} \right)$



Étude cristallographique d'une structure pérovskite ABO_3



Calcul de la puissance électrique créée en un appui

$$P_{\text{eff}} = U \times I$$

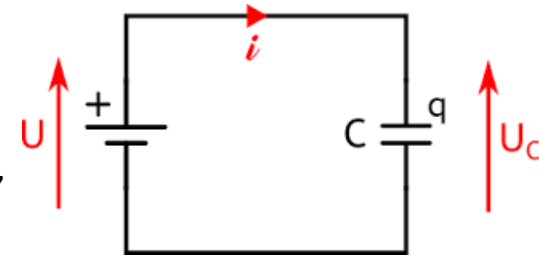
Modèle de Sayers et al: $P_{\text{saut}} = 51,9 \text{ hauteur(cm)} + 48,9 \text{ masse(kg)} - 2007$

Loi de Hooke : $\sigma = E \epsilon$

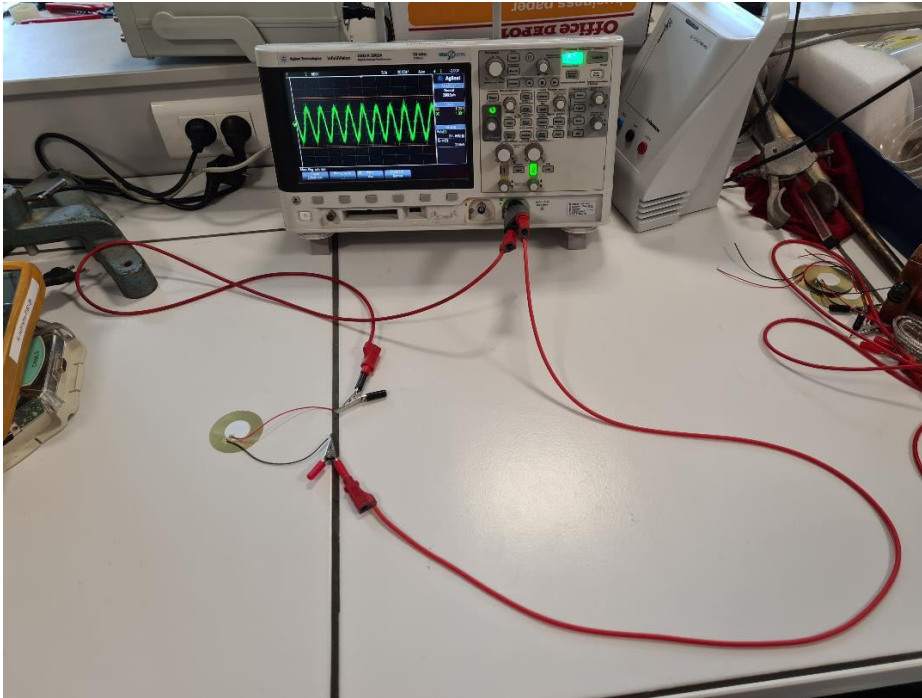
Or $\sigma = \frac{F}{\text{surface}}$

On aura donc $a = 1,5 \times 10^{-4} \text{ m}$ D'où $U = 3,59 \text{ V}$ pour $H = 20 \text{ cm}$ sur une impulsion de $10 \mu\text{s}$ et $1,78 \text{ V}$ pour $H = 10 \text{ cm}$.

Cellule
piézoélectrique



Mesure de la tension



On mesure $U_{\text{grand saut}} = 3,41\text{V} \pm 0,4 \%$

$U_{\text{petit saut}} = 1,59\text{ V} \pm 0,4 \%$

$I = 0,93\text{ mA} \pm 0,4 \%$

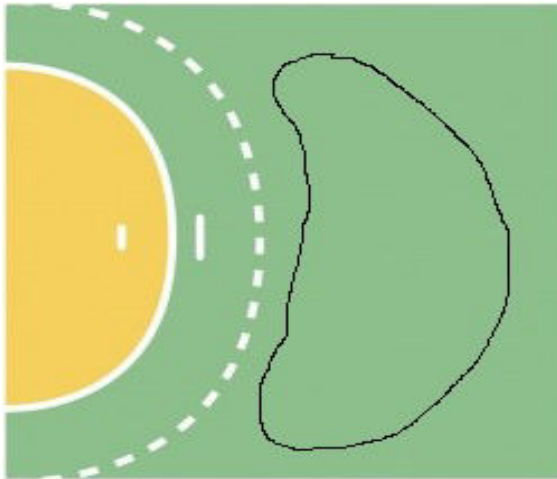
$P_{\text{grand saut}} = 3,17\text{ mW} \pm 0,4 \%$

$P_{\text{petit saut}} = 1,48\text{ mW} \pm 0,4 \%$

Étude de 3 matchs de Handball

3 matchs de Lidl Starligue

- 11912 grands pas (30,4%)
- 27165 petits pas (69,6%)



Énergie annuelle créée théoriquement

	LUNDI	MARDI	MERCREDI	JEUDI	VENDREDI	SAMEDI	DIMANCHE
8h-12h	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation clubs	Utilisation clubs
13h-17h	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation clubs	Utilisation collège	Utilisation collège	Utilisation clubs	
17h-22h30	Utilisation clubs	Utilisation clubs	Utilisation clubs	Utilisation clubs	Utilisation clubs	Utilisation clubs	

85 h/semaines
36 semaines/an
3060 h/an

$$P_{\text{match}} = N_{\text{petits sauts}} \times P_{\text{petits sauts}} + N_{\text{grands sauts}} \times P_{\text{grands sauts}} = 85,1W$$

$$\text{Énergie}_{\text{Créée}} = P_{\text{match}} \times \text{Nombre heures annuelles} = 261kW \cdot h$$

Comparaison expérience-théorie

	Expérience	Théorie	Écart relatif
$P_{\text{petit saut}}$	1,48 mW \pm 0,4 %	1,66 mW	10,8%
$P_{\text{grand saut}}$	3,17 mW \pm 0,4 %	3,38 mW	6,3 %
P_{match}	78,2 W \pm 0,4 %	85,1 W	8,1 %
P_{annuelle}	239 kWh \pm 0,4 %	261 kWh	8,4 %

Bilan de la recherche

Consommation annuelle : 5MW h/an

4,7 % de la consommation annuelle peut être assurée par la piézoélectricité

Hypothèse de transmission de puissance totale



Bilan économique

Coût d'installation des dalles : 10000€/m²

Surface à couvrir : 800 m²

Prix total de l'installation : 8 millions€

Prix pour la consommation par EDF: 8875 €



Bilan écologique

0,1kg de CO₂/kW h

Solution piézoélectrique : 476,5 kg de CO₂

Solution non piézoélectrique : 500 kg de CO₂



Sources

Diapositive 3 : Site de la University of Washington

Diapositive 6 : Logo de la Lidl Starligue

Diapositive 9,10 et 11 : Banque d'images Adobe Stock