

01	INTRODUCTION		
02	SOURCES D'ÉNERGIES		
03	CONVERSION D'ÉNERGIE: MÉCANIQUE-ÉLECTRIQUE		
04	MATERIAUX PIÉZOÉLECTRIQUES		
05	THÉORIE		

- »La tendance mondiale se dirige vers la microélectronique caractérisée par une puissance de calcul élevée et un débit de données énorme tout en réduisant la consommation d'énergie électrique.
- »Les micro puces sous-cutanés représentent une bonne application de la microélectronique dans le domaine de la santé pouvant ainsi établir un diagnostic médical du patient.

DES PUCES SOUS LA PEAU POUR SURVEILLER LA SANTÉ



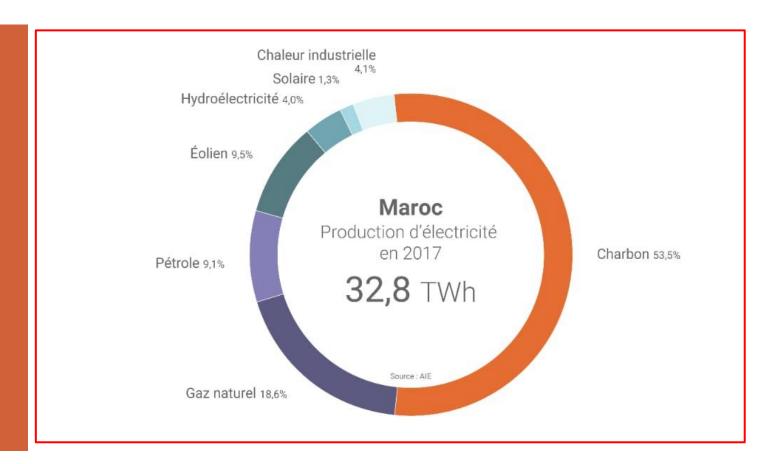


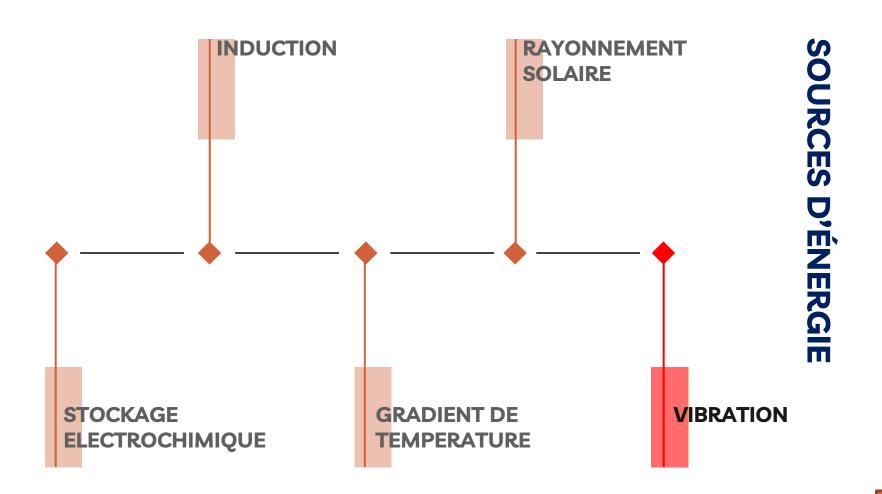


PROBLÉMATIQUE

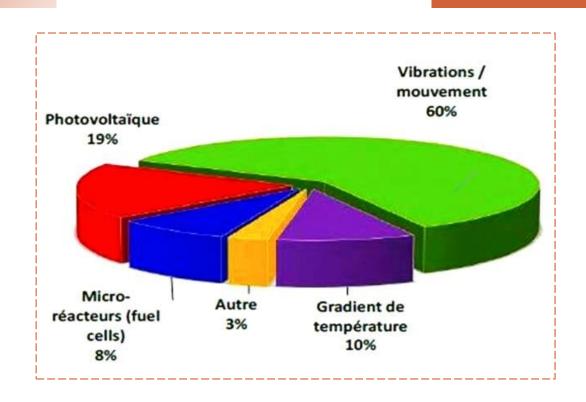
- •Toujours à la recherche de micro-puces autonomes énergétiquement, les micro batteries sont elles une solution adéquate pour les alimenter ?
- ·l'énergie peut-elle être récupérer de l'environnement du microsystème?

LE MIX ÉLÉCTRIQUE



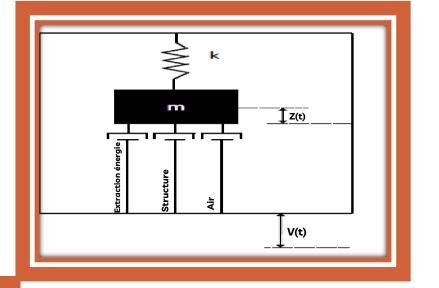


NATURE DES SOURCES D'ENERGIE POUR MICROSYSTEMES AUTONOMES



À partir de 10 articles de synthèse publiés entre 2005 et 2009

ÉLECTROMAGNETIQUE

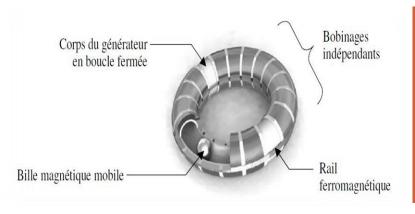


MÉCANISME DE TRANSDUCTION

ÉLECTROSTATIQUE

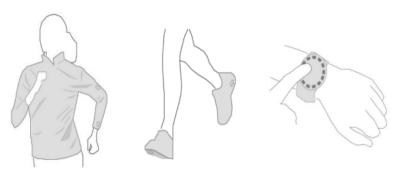
PIÉZOÉLECTRIQUE





STRUCTURE DE RÉCUPÉRATEUR D'ÉNERGIE INERTIEL TOROÏDAL

Un générateur toroïdal est un modèle de récupérateur d'énergie inertiel à <u>induction</u>. Il comprend une <u>bille magnétique mobile</u>, dont le mouvement sur une trajectoire fermée est déclenché par la <u>rotation du générateur</u>.



IMPLÉMENTATIONS POSSIBLES DU GÉNÉRATEUR TOROÏDAL

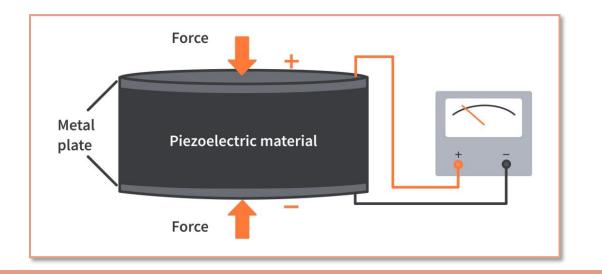
- •Aux niveaux des <u>bras</u>, des <u>poignets</u> ou des <u>pieds</u> pour exploiter la rotation des articulations .
- Sa forme peut être particulièrement adaptée pour une intégration dans certains objets (montres, chaussures).

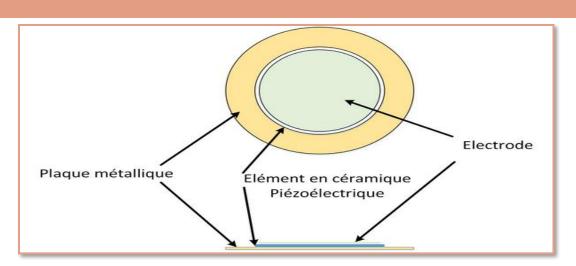


EXEMPLE

MACHINE DE WIMSHURST

- Un générateur électrostatique se base sur la variation de force électrique entre deux armatures d'un condensateur en mouvement relatif l'une par rapport à l'autre.
- La machine électrostatique transforme l'énergie mécanique en énergie électrique dont les caractéristiques sont :la <u>très haute tension</u> et le <u>microampérage</u>.



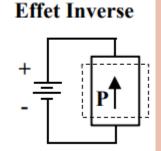


CHOIX DU MATÉRIAU PIÉZOÉLECTRIQUE

		Electrostatique	Electromagnétique	Piézoélectrique
Densité d'énergie	micro	Forte (miniaturisation très performante)	Faible (miniaturisation délicate)	Moyenne (matériaux de moins bonne qualité)
	macro	Faible	Très forte	Forte
Miniaturisation/ comptabilité silicium		Matériaux faciles à intégrer	Bobine et aimant difficiles à intégrer en couches minces	Matériaux piézoélectriques en couches minces moins performants, gravure difficile
Problèmes spécifiques		Nécessité d'une polarisation, tension de fonctionnement élevée, Besoin de plaques parallèles	Tension de sortie très faible, facteur de qualité élevé	Rendement limité par les performances des matériaux, matériaux sensibles à la température

DÉFINITION

La piézoélectricité est la propriété que possède certains cristaux de modifier leur polarisation sous l'effet d'une contrainte mécanique et, réciproquement, se déformer lorsqu' on change leur polarisation électrique par un champ appliqué.





$$\frac{1}{2} m_{1} v_{1}^{2} = \frac{1}{2} m_{1} v_{1}^{2} + \frac{1}{2} m_{2} v_{2}^{2}$$

$$\frac{1}{2} m_{1} v_{1}^{2} = \frac{1}{2} m_{1} v_{1}^{2} + \frac{1}{2} m_{2} v_{2}^{2}$$

$$V_{1}^{2} = \frac{m_{1} - m_{2}}{m_{1} + m_{2}} v_{1}$$

$$P = \frac{E}{A}$$

$$V = V_{0} + At$$

$$V = V_{0} + At$$

$$V = mg$$

$$V_{1}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{2}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{2}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{3}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{4}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{5}^{2} = v_{0}^{2} + 2as$$

$$V_{5}^{2}$$

I. DÉFINITION

Un matériau est diélectrique s'il ne contient pas de charges électriques susceptibles de se déplacer de façon macroscopique (isolant électrique).

II. PROPRIÉTÉS

Les atomes constituant le matériau peuvent présenter des dipôles électrostatiques susceptibles d'interagir avec un champ électrique. Cette interaction se traduit par la création d'une polarisation reliée à ce champ électrique.

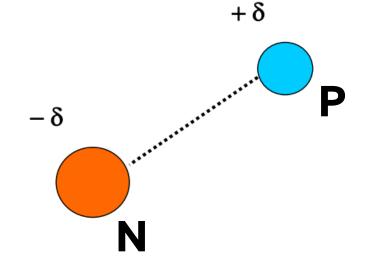
III. EXEMPLES

La céramique, le polypropylène ,les matériaux piézoélectriques

RAPPELS PRÉALABLES

*Moment dipolaire (C.m)

$$\overrightarrow{p} = \delta \overrightarrow{NP}$$



*L'équation locale de Maxwell-Gauss (vide)

$$\operatorname{div}(E) = \rho/\epsilon_{\circ}$$

NOTATION

 \rightarrow

On note vecteur polarisation (C.m $^{-2}$): P

DÉFINI PAR:

$$\overrightarrow{P} = \frac{\overrightarrow{dp}}{d\tau}$$

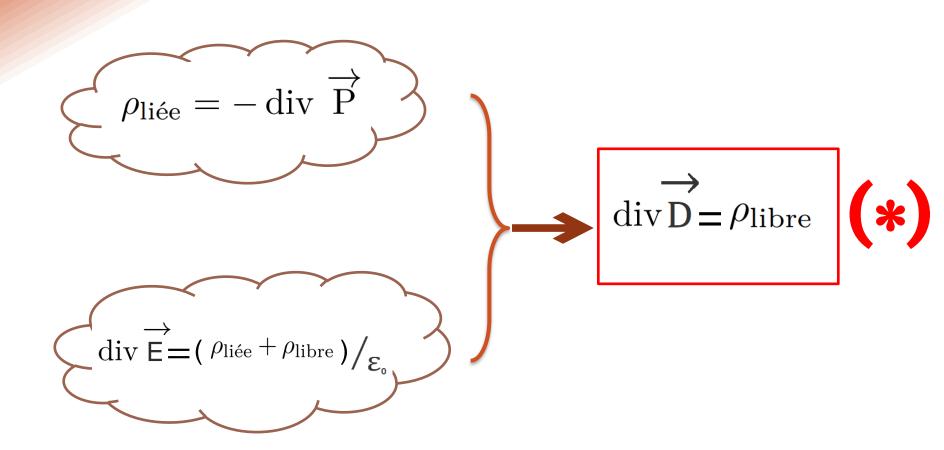
VECTEUR DÉPLACEMENT ÉLECTRIQUE (C.M⁻²): D

$$\frac{\rightarrow}{D} = \varepsilon_0 E + P$$

LA POLARISATION

En réponse à un champ électrique extérieur, une distribution locale de charges $\rho_{
m li\acute{e}e}$ se crée. Celle-ci peut alors s'ajouter à une densité volumique de charges préexistante $\rho_{
m libre}$. La densité volumique de charges totale s'écrit :

$$ho =
ho_{
m li\acute{e}e} +
ho_{
m libre}$$
 $ho_{
m li\acute{e}e} = - \, {
m div} \, \stackrel{
ho}{
m P}$ possibilité



Milieu (diélectrique) (LHI)

De façon générale la polarisation d'un milieu neutre est provoquée par un champ électrique extérieur $\it E$

- Linéaire
- Si $\|\vec{P}\|$ suffisamment petit, on peut en général supposer que le lien entre $\|\vec{P}\|$ et $\|\vec{E}\|$ est **linéaire**.
- •Homogène

Si le milieu est **homogène** le coefficient de proportionnalité entre $\|\vec{P}\|$ et $\|\vec{E}\|$ est une constante indépendante de la position.

Isotrope

Si le milieu est **isotrope** : $\vec{P} /\!/ \vec{E}$

CONSÉQUENCES DU LHI

$$\vec{P} = \epsilon_0 \chi_e \vec{E}$$

 χ_e :Susceptibilité Diélectrique

et par suite:

$$\vec{D} = \epsilon_0 (1 + \chi_e) \vec{E}$$

On pose : $\epsilon_r = 1 + \chi_e$ la permittivité relative du milieu.

et
$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

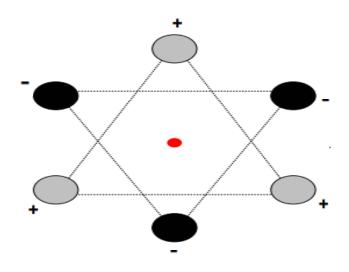
Donc

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E}$$

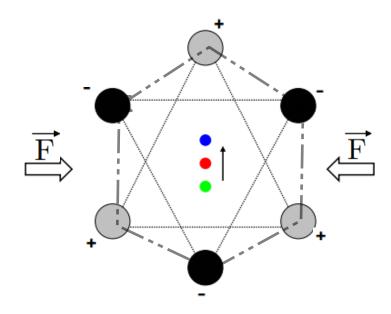
Et (*) devient:

$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho_{\text{libre}}}{\epsilon}$$

Effet direct: explication cristallographique

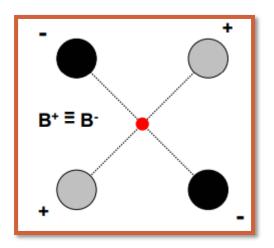


- Charge totale nulle
- Moment dipolaire nul
- Barycentres des charges (+) et (-) confondus



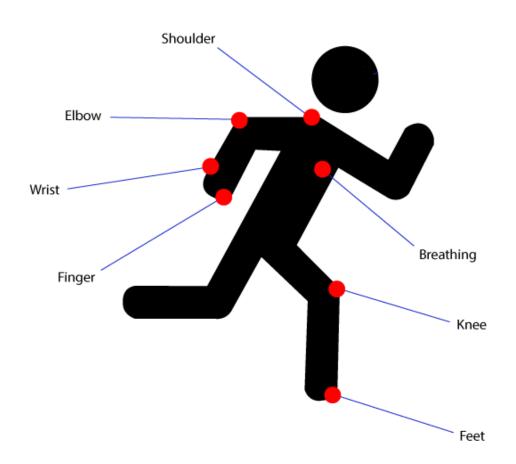
- Charge totale nulle
- •Moment dipolaire non nul
- Barycentres des charges (+) et (-) non confondus

Une condition nécessaire: pas de centre de symétrie

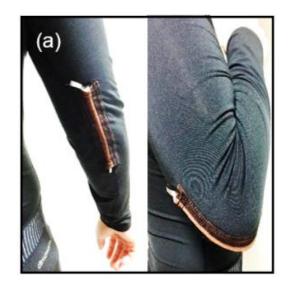


Il ne s'agit pas d'un matériau piézoélectrique

MONTAGES POSSIBLES DU TRANSDUCTEUR PIÉZOÉLECTRIQUE



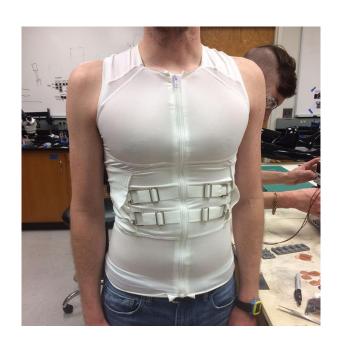






Récupérateur d'énergie piézoélectrique hélicoïdal

MOUVEMENT RESPIRATOIRE



MERCI POUR VOTRE ATTENTION