

Piezo-électrique



Nom, prénom : Birolini Giovanni ; Durgniat Matthieu ; Huggenberger Shadia

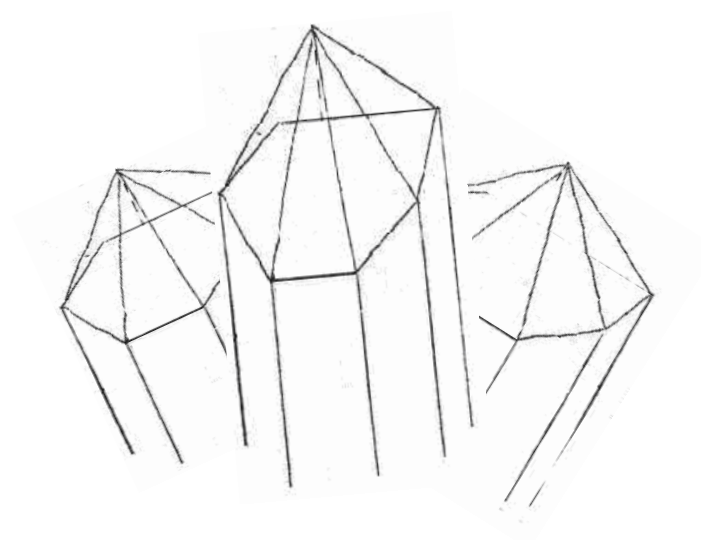
Profession : Apprenti(e) s 2^{ème} années électronicien-(ne) s

Lieu : Bobst SA, Prilly

Date : 26.03.2010

Table des matières

1. Introduction.....	3
2. Descriptions.....	3
a. Le quartz.....	3
b. Piézoélectrique	4
c. Film piézo-électrique	5
3. Utilisations	5
4. Le concept en chiffres dans notre entreprise.....	6
5. Application en cours dans d'autre pays	7
a. La gare de Tokyo	7
b. Le tronçon autoroutier Israélien	8
c. Valeurs théoriques obtenues par Innowattech dans notre entreprise	10
d. Une télécommande sans pile.....	12
7. Problématiques.....	13
8. Synthèse.....	13
9. Conclusion.....	13
10. Bibliographie.....	14



1. Introduction

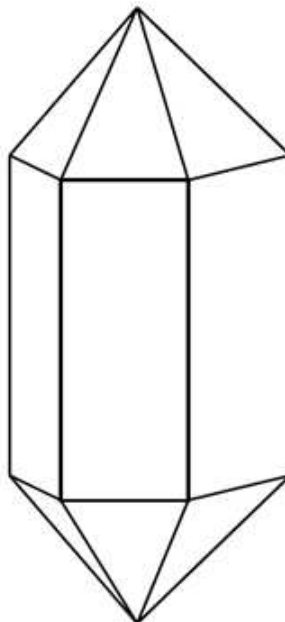
Nous avons décidé de développer ce projet dans le cadre d'un concours pour *My Climate*. L'idée générale du projet est de créer un générateur piézoélectrique, ce dernier utilisant les vibrations des machines pour générer de l'énergie.

L'utilisation d'un générateur sous cette forme sera utilisé pour la récupération de l'énergie fournie par les machines suite aux vibrations, qui jusque là était alors perdue. Par conséquent, l'énergie perdue en vibration pourrait ainsi être récupérée pour la redistribuer dans le réseau ou alors pour d'autres applications.

2. Descriptions

a. Le quartz

Le quartz est à son état naturel un cristal avec une aptitude électrique intéressante, en effet, il est en mesure de générer une tension lorsqu'il est soumis à un effort mécanique. Il possède aussi une autre faculté, inverse à celle décrite précédemment, dès lors qu'on le soumet à une tension, il va vibrer. Les applications du quartz dans notre quotidien sont de plus en plus rependues. Il existe, par exemple, des briquets fonctionnant grâce à lui ou encore des montres qui utilisent ces propriétés pour fonctionner. Des développements plus poussés ont ainsi permis d'appliquer ces propriétés plus avant, c'est ainsi qu'est apparu le concept de piézo-électricité.



b. Piézoélectrique

Etymologie: grec *piezein* = presser.



La piézo-électricité, est une technologie fonctionnant principalement grâce au quartz. Au début, les cellules piézo-électriques étaient principalement destinées à effectuer des mesures. En effet, ayant la faculté de générer de la tension lorsqu'ils sont soumis à une contrainte, un choc ou encore une pression, ils s'avèrent un bon moyen de mesures. A l'heure actuelle, de nombreuses firmes les emploient majoritairement dans ce cadre précis, mais d'autres développements sont en cours d'étude, car c'est une technologie qui possède un fort potentiel.

Il y a de très bons exemples de piézo-électricité que nous utilisons couramment :



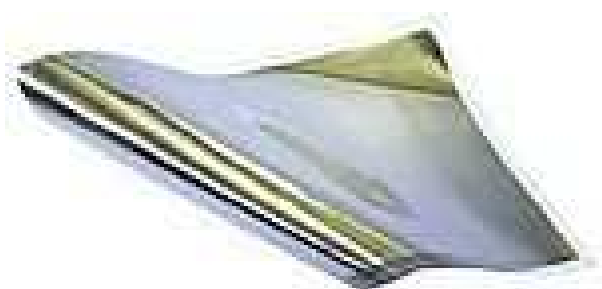
Briquet piézo-électrique



Système d'allumage piézo-électrique

c. Film piézo-électrique

Les films piézo-électriques sont une évolution récente de la piézo-électricité, ils sont pratiques car ils ne prennent que très peu de place. L'épaisseur de ceux-ci peut être très mince, en effet, certains de ces films peuvent atteindre quelques microns, 110 pour une bonne robustesse. Il est aussi possible entre la couche de protection et la partie électronique du film d'appliquer une couche métallisée permettant ainsi de renforcer la résistance de l'ensemble. Il existe plusieurs types de protection : de l'encre argentée convenant parfaitement pour des films soumis à de gros efforts mécaniques. L'application de cuivre ou encore d'or est aussi possible pour une meilleure résistance à l'oxydation, ou alors une meilleure conductivité.



3. Utilisations

En appliquant ce projet sur les machines Bobst, ou alors les machines de productions, nous devrions pouvoir être en mesure de convertir l'énergie mécanique présente sous forme de vibrations en énergie électrique.

Le projet en soit n'impose pas d'énorme contrainte de place, en effet les dimensions des films coïncideraient avec les machines concernées et l'emploi du film ne consomme rien en terme de place, toutefois, le film seul n'a aucune réelle utilité c'est pourquoi il sera accompagné de composants, permettant selon l'emploi du film, soit de transférer l'énergie obtenue dans le réseau, soit d'alimenter certains appareils environnants, n'ayant pas les mêmes contraintes énergétiques que le réseau.



4. Le concept en chiffres dans notre entreprise

Suite à des informations données par un technicien de Bobst, M.Mioradelli, spécialisé dans les mesures, nous avons appris qu'un bloc platine Bobst pèse environ entre 10 et 60 tonnes et nous savons maintenant qu'elle possède une hauteur d'environ 3.5 mètres avec une largeur de 5 à 6 mètres et 20 à 50 mètres pour sa longueur. Par la suite, nous avons pris connaissance du fait que les vibrations produites sont en cisaillement ce qui s'avère une information importante pour nous. Ses vibrations font bouger la machine dans l'ordre de 200[μ m].

Voici quelques informations sur trois machines :

- SPANTHERA 106

Poids bloc platine : 14 [t]

Charge à vide : 137340 [N]

Variation de charge durant un cycle : + 12300 [N] / - 14300 [N] (valeurs maximum)

- SPANTHERA 145

Poids bloc platine : 33 [t]

Charge à vide : 323730 [N]

Variation de charge durant un cycle : + 78000[N] / - 68000 [N] (valeurs maximum)

- MASTERCUT 2.1

Poids bloc platine : 42.5 [t]

Charge à vide : 416915 [N]

Variation de charge durant un cycle : + 53000 [N] / - 37000 [N] (valeurs maximum)

En ce qui concerne le bloc Spanthera 106. En supposant une répartition du poids du bloc platine sur quatre pieds d'une surface de 210 x 150mm environ.

Cela représenterait une charge statique par unité de surface de 3.889 [N/mm²], la variation serait de + 0.34167 [N/mm²] et - 0.39722 [N/mm²].

Surface = 31500 [mm²]

Force = 122503.5 [N]

Variation de charge = + 10762.605 [N] / - 12512.43 [N]



5. Application en cours dans d'autres pays

a. La gare de Tokyo

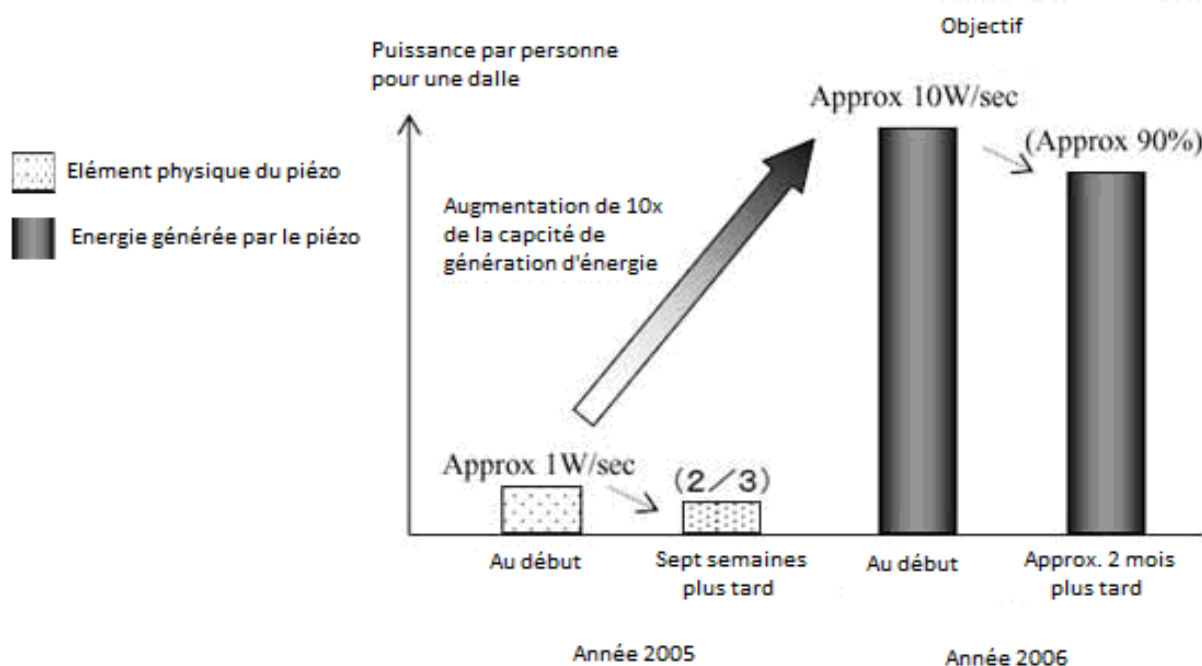
En 2005, la gare de Tokyo lance une phase de test dans des lieux clés de la gare, où sont installées des dalles piézoélectriques.

Les chiffres :

En 2005, la gare de Tokyo est en mesure de fournir 1[W/s] avec son projet actuel.

7 semaines plus tard, des améliorations sont apportées, les dalles, initialement en caoutchouc, sont remplacées par des dalles en pierres.

Grâce à ces améliorations, les 1W/s initiaux deviennent 10W/s.



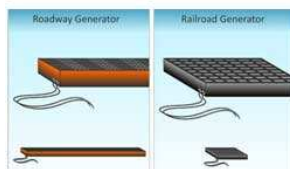
La gare de Tokyo pense ainsi fournir :
1400kW/s par jour

Grâce à ces valeurs, ils estiment pouvoir dans le futur alimenter par cette méthode les bornes automatiques et les systèmes d'affichage électronique.

Dans le cadre de Bobst, nous pourrions appliquer ce système dans les lieux où circule de nombreuses personnes. Par exemple, à proximité des tourniquets ou encore des portes.



b. Le tronçon autoroutier Israélien

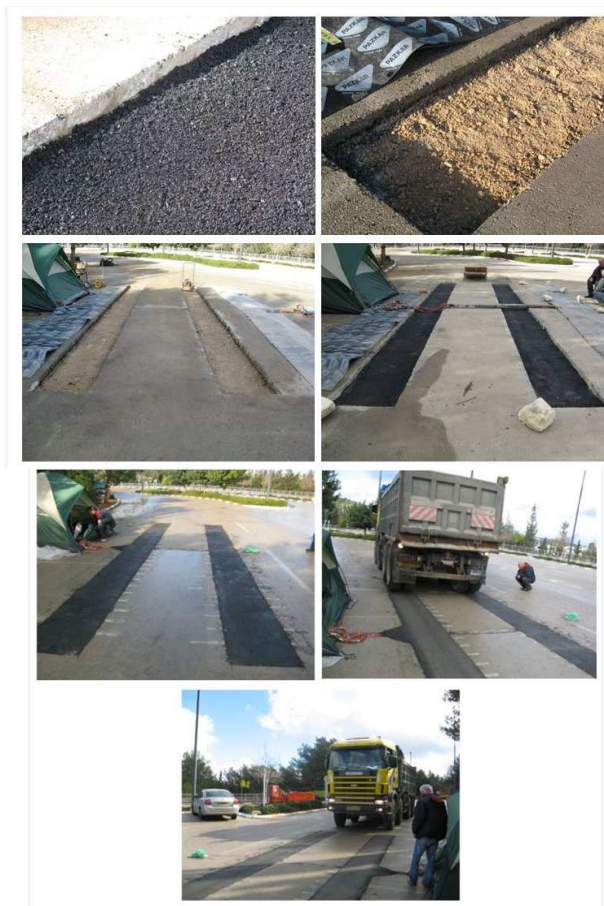


Un film piézo-électrique proposé par Innowattech

L'instauration d'un tronçon test muni d'un nouveau système de route équipée de piézo-électrique, a permis à l'entreprise Innowattech d'avancer les chiffres suivants :

- Pour deux lignes de 3,5m de large sur 10m de long, avec un camion quatre essieux munis de 12 roues et d'un poids de 17 tonnes repartis sur les quatre essieux. Les spécialistes ont pu extrapoler, que si 1000 camions avec les mêmes propriétés circulaient sur cette portion de 10m à une vitesse de 72km/h, elle pourrait fournir 1kW/h.

L'expérience en image :



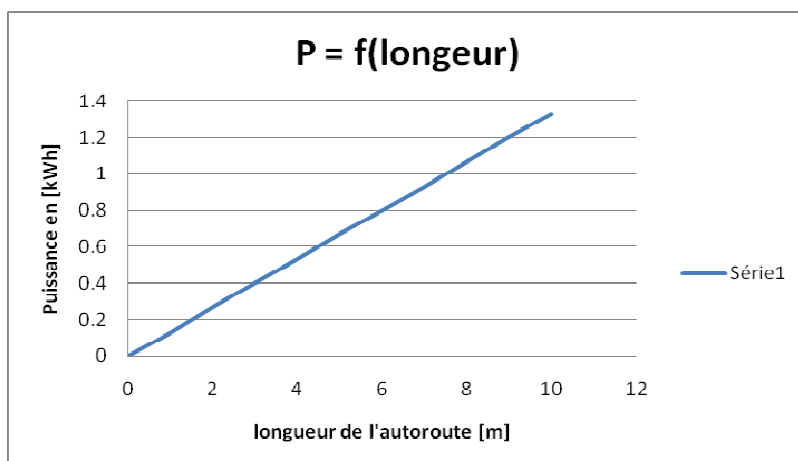
En partant des calculs avancés par Innowattech sur le site <http://www.innowattech.co.il/generalCalc.aspx>, nous avons pu obtenir les valeurs suivantes et en déduire la formule :

$$Y = 0.133x + 0.003$$

Sachant que le nombre de véhicules par heure ne varie pas soit 2000 par heure, nous pouvons en déduire la formule suivante :

Graphique :

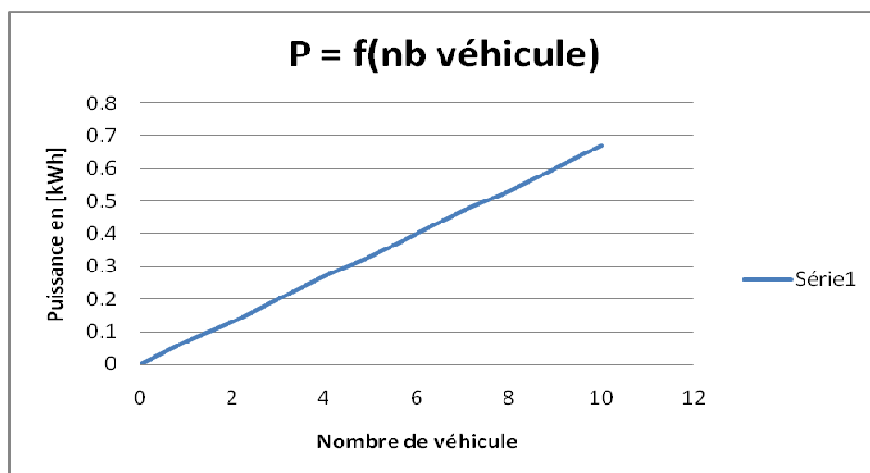
Longueur de la route en [m]	Puissance en [kWh]
0	0
1	0.13
2	0.27
3	0.4
4	0.53
5	0.67
6	0.8
7	0.93
8	1.07
9	1.2
10	1.33



Maintenant, nous avons fait la même formule sachant que la distance parcourue est toujours constante = 1000[m]

Graphique :

Nombre de voitures	Puissance en [kWh]
0	0
1	0.07
2	0.13
3	0.2
4	0.27
5	0.33
6	0.4
7	0.47
8	0.53
9	0.6
10	0.67



Formule : $Y = 0.06x + 0.01$

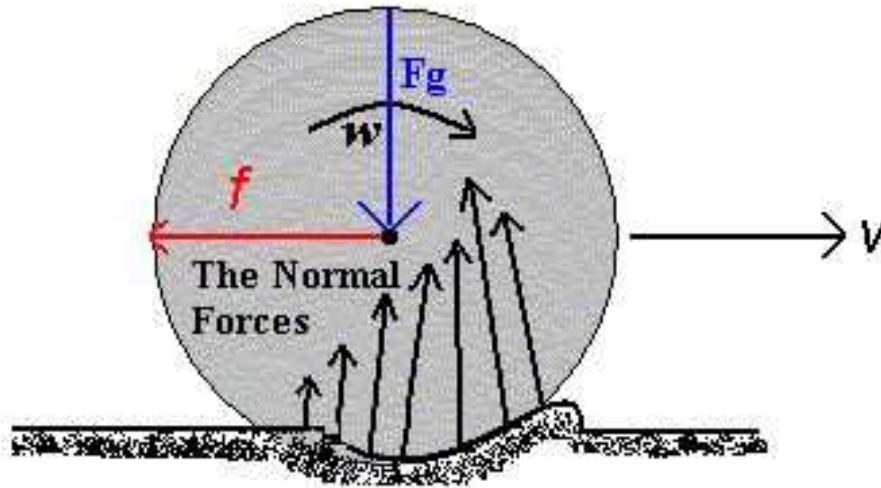
Remarque :

Les puissances calculées sur le site d'Innowattech ne sont pas déterminées par nos formules bien sûr, mais ces dernières ne sont qu'une linéarisation des résultats obtenus.

Pour éventuellement, nous laisser la possibilité d'extrapoler certains résultats sans devoir aller sur leur site.



Les forces en présence réagissent de la manière suivante :



Ceci est la représentation d'une roue d'un véhicule.

F_g = Force de la gravité [m/s^2] * le poids de la voiture [m] = la force [N]

f = La résistance opposé au mouvement

V = Le sens de déplacement du véhicule [m/s]

ω = Le sens de la roue se tourne [deg/s]

c. Valeurs théoriques obtenues par Innowattech dans notre entreprise

En reprenant les valeurs avancées par Innowattech, nous avons pris comme référence le tronçon le plus fréquenté du site de Mex, soit celui qui rejoint le premier carrefour à la route principale. En admettant ce dernier à environ 400m, et le trafic d'approximativement 1600 véhicules, nous pensons qu'il serait possible de produire près de 43 [kWh], en considérant le trafic comme étant un minimum régulier. Tout ceci en partant du principe que ces valeurs seront réalistes principalement durant les deux heures à plus gros trafic de la journée soit, le matin et le soir.

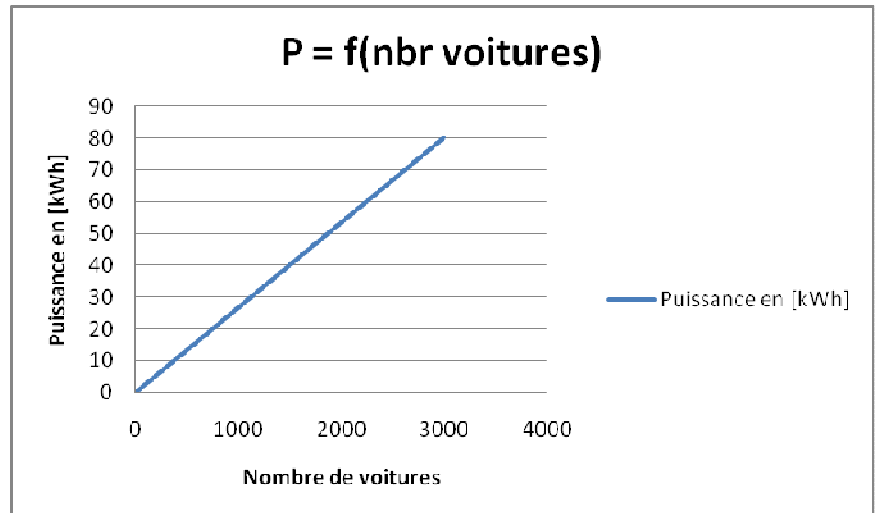
Nous avons relevé ces valeurs par rapport à la carte de Google, pour la distance qui sépare le rond point jusqu'au premier carrefour. Le nombre de véhicules mixtes donné plus haut, à été établie en tenant compte du nombre d'employés et au nombre de camion transportant de la fourniture pour machine. Sachant qu'il y a, à peu près, 2000 personnes dans l'entreprise, nous avons constaté qu'il y avait à peu près 1500 véhicules par jours et environs 100 camions. Les chiffres susmentionnés ont été calculés en prenant compte que chaque véhicule passera au minimum deux fois sur le tronçon.

Bobst :

Nbr de véhicule	Longueur du tronçon [m]	Estimation [kWh]
1600	1400	43



Nombre de voitures	Puissance en [kWh]
0	0
200	5.34
400	10.67
600	16.01
800	21.34
1000	26.68
1200	32.02
1400	37.35
1600	42.69
1800	48.02
2000	53.36
2200	58.7
2400	64.03
2600	69.37
2800	74.7
3000	80.04



Formule : $Y = 0.0266x + 0.01$

Calculs théorique pour la récupération d'énergie sur les machines :

Dans cette partie, nous avons fait des calculs théoriques en omettant la vitesse. Vu que nos machines sont fixées au sol, nous nous sommes permis de négliger la vitesse, reprenant l'expérience mis en avant par Innowattech plus haut.

1 camion }
10m } 1 [W]

1 camion }
100mm } 10 [mW]

$F = m \cdot G$ = la force du camion exprimée en Newton [N]

$$F = 166'770 = 17000 \cdot 9.81$$

$$F = 166'770 \text{ [N]}$$

Nous avons divisé par 12 pour connaître la force d'une seule roue :

$$F' = 166'770 / 12 = 13897.5 \text{ [N]}$$

Nous divisons la force d'une roue par la surface de contact d'un pneu pour avoir un rapport :

$$F'' = 13897.5 / 15000 = 0.92 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Pour trouver maintenant l'énergie fournie par la roue nous faisons comme suit :

$$P = 10 / 12 = 0.38 \text{ [mW]}$$

	Camion	Spanthera 106	Spanthera 145	MASTERCUT 2.1
Force [N/mm ²]	0.92	3.889	10.27	13.23
Energie [mW/s]	0.38	1.606	4.242	5.465

Nous calculons ensuite la fréquence de ses camions :
 $1000/3600 = 0.27$ [Hz]

Nous calculons celle de MASTERCUT 2.1 :
 $7500/3600 = 2.08$ [Hz]

Et maintenant celle de la Spanthera :
 $10000/3600 = 2.77$ [Hz]

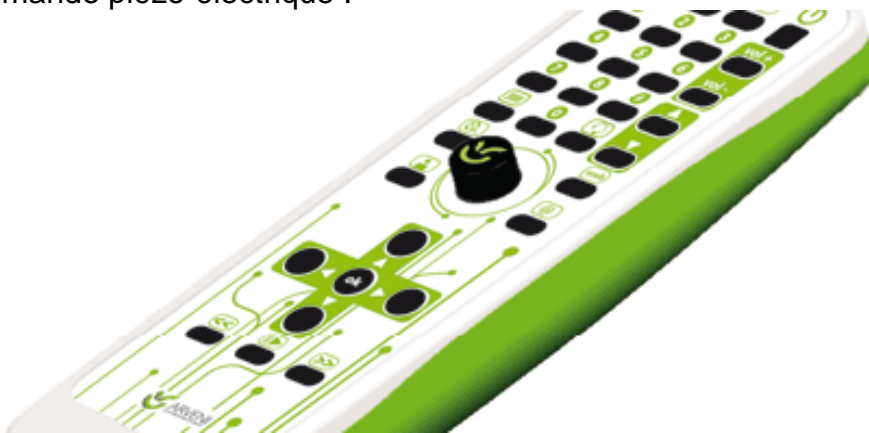
Pour savoir combien d'énergie produit la MASTERCUT 2.1 en une heure nous faisons comme suit :
 $(5.465 \cdot 10^{-3}) \cdot 2.08 \cdot 3600 = 164$ [Wh]

Pour savoir combien d'énergie produit la Spanthera 145 en une heure nous faisons comme suit :
 $(4.242 \cdot 10^{-3}) \cdot 2.77 \cdot 3600 = 165$ [Wh]

Pour savoir combien d'énergie produit la MASTERCUT 2.1 en une heure nous faisons comme suit :
 $(1.606 \cdot 10^{-3}) \cdot 2.77 \cdot 3600 = 62$ [Wh]

d. Une télécommande sans pile

La télécommande piézo-électrique :



Un système est en train d'être réalisé dans une entreprise en France, appelée *Arveni*.

Son actuel prototype permet de zapper cinq fois de suite à chaque mise en marche de la télécommande. A terme, *Arveni* vise une autonomie d'une trentaine de chaînes. Basé sur un micro générateur trois fois plus puissant que celui développé en 2006, ce système est en revanche inadapté pour la téléphonie mobile puisqu'il demande une certaine simultanéité entre la production et la consommation d'électricité. Au-delà des procédés à impulsion, *Arveni* travaille également sur la conversion de vibrations pour l'industrie et le transport.

Ce système est attendu d'ici fin 2010.

Remarque :

Nous pourrions appliquer ce système sur les télécommandes servant pour les portes automatiques, ou encore pour l'activation des machines.



7. Problématiques

Lors des recherches effectuées sur internet ainsi que les informations obtenues, nous avons pu constater que les charges utilisées pour faire fonctionner le piézo, sont des éléments mobiles. Plus concrètement, ces charges peuvent être : des gens, des véhicules ou encore même des avions dans les cas les plus extrêmes. A l'inverse, notre utilisation du piézo impliquerait que la masse présente sur le film resterait constante et ne varierait au final que par les vibrations que fournirait la machine. Nous supposons donc qu'il persiste un risque potentiel que le film ne soit pas en mesure de supporter la charge vu que celle-ci resterait constamment dessus. Ce problème pourrait être résolu, mais au prix de recherches coûteuses, dans le but de développer de nouveaux matériaux piézo-électrique.

8. Synthèse

Chiffre possibles dans l'entreprise

	Nb de voitures	Distance [m]	Energie en [kWh]
Tronçon de route de Mex	1600	400	43

	SPANThERA 106	SPANThERA 145	MASTERCUT 2.1
Apport pour une machine type en [Wh]	62	165	164

9. Conclusion

Pour l'heure, nous n'avons pas eu le temps d'effectuer des tests pour l'application que nous souhaitons en faire. Actuellement aucun projet dans le même domaine n'est réellement arrivé à terme. Malgré tout, vu le rapide développement actuel de ce système, cela prouve que les éventuels obstacles que nous avons rencontrés pour le moment, ne sont que momentanés. De plus, de nombreuses personnes planchent sur des sujets similaires au notre, nous pouvons donc en conclure que ce projet, malgré les difficultés relevées, peut avoir un réel impact dans l'avenir.

Enfin, nous avons trouvé ce projet très attrayant car il nous a permis d'effectuer de nombreuses recherches sur ce sujet qui est la piézo-électricité, sujet qui s'avère complexe dans son développement initial.

Dans le cadre de nos recherches, nous avons fait de nombreuses tentatives pour obtenir des renseignements, dans plusieurs domaines concernés par la piézo-électricité. Nombre d'entre elles se sont révélées infructueuses en termes de renseignements, ainsi nous n'avons pas réussi à obtenir des informations complémentaires. Par conséquent, des différents projets n'ont pas pu être exploités dans notre rapport, par exemple, la discothèque générant de l'énergie grâce aux danseurs, mais aussi, le projet français générant de l'énergie sur le même principe que la gare de Tokyo.



10. Bibliographie

- www.innowattech.co.il
- www.wikipedia.fr
- www.meas-spec.com
- www.arveni.fr
- Migeon Luc (employé de MEAS) Paris, France.
- Techniciens de MEAS
- M.Mioradelli de l'entreprise Bobst
- M.Wüermli de l'entreprise Bobst
- M.Manni de l'entreprise Bobst



Prilly, le 26.03.2010

Birolini Giovanni

Durgniat Matthieu

Huggenberger Shadia