

## *Plaques piézoélectriques*

**Equipe de projet:** *Ambroise Borbély, Rémy Sansonnence et Emeline Lieberherr*

**Métier:** *Informaticien-ne*

**Année d'apprentissage:** *2<sup>ème</sup> année*

**Nom de l'école ou de l'entreprise:** *Ceff INDUSTRIE*

**Nom de l'enseignant ou du maître d'apprentissage:** *Mme S. Spack*

### **Résumé du projet:**

L'électricité, est une énergie produite en masse dans le monde. Notre idée était de produire de l'électricité grâce au passage des voitures sur la route. Une plaque sur la route, qui s'abaîsserait lors du passage du voiture pourrait alors produire de l'énergie par force piézoélectrique. Une fois la voiture passée, la plaque remonterait grâce à un ressort. Cette énergie pourrait alors, servir à illuminer les lieux publics (route, parcs, etc. ...) durant la nuit.

**Catégories du concours:** *Prix Innovation*

## Sommaire

<b>1. Introduction .....</b>	<b>2</b>
1.1. Situation de départ .....	2
1.2. Motivations.....	2
<b>2. Recherche d'idées / définition du projet .....</b>	<b>3</b>
2.1. Définition du projet et objectifs .....	3
2.2. Faisabilité .....	3
<b>3. Planification du projet.....</b>	<b>4</b>
3.1. Les étapes les plus importantes .....	5
3.2. Plan détaillé des tâches.....	5
<b>4. Mise en œuvre concrète.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Calculs .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Rapport du projet .....</b>	<b>10</b>
6.1. Rétrospective.....	10
6.2. Prises de conscience .....	10
6.3. Perspectives.....	11
<b>7. Bibliographie .....</b>	<b>12</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>14</b>

## **1. Introduction**

### **1.1. Situation de départ**

En Suisse la plupart des gens possèdent une voiture, ils se déplacent pour aller au travail, faire des courses, partir en vacances... Nous nous sommes donc demandé s'il était possible de produire de l'énergie grâce aux voitures. Nous avons pensé à récupérer l'énergie que la gravité exerce sur les voitures.

Si l'on récupère cette énergie, on pourrait, par exemple, alimenter les lampadaires en énergie la nuit.

### **1.2. Motivations**

L'un des points forts de ce projet, est que l'énergie que nous souhaitons exploiter est déjà existante. Lorsqu'une voiture roule, une grande quantité d'énergie est utilisée pour compenser les pertes de rendements dues au monde extérieur : comme, par exemple, le frottement, la gravité, etc. ... Grâce à ces plaques une partie de l'énergie perdue à cause de la gravité pourrait être récupérée et réutilisée.

## 2. Recherche d'idées / définition du projet

### *Méthode pour la recherche d'idées:*

- Brainstorming entre Emeline, Ambroise et Rémy, deuxième idée (énergie poids voiture)
- Recherche de projet sur Internet [www.atelier-energie-climat.ch](http://www.atelier-energie-climat.ch)
  - Première idée : four solaire
  - Deuxième idée : plaque piézoélectrique

### 2.1. Définition du projet et objectifs

Le but de notre projet est d'économiser l'énergie électrique grâce au poids des voitures, sur le long terme il pourra être mis en service dans toutes les villes suisses.

- **Projet Innovation:** Pour notre projet nous allons faire un prototype car il sera difficilement réalisable directement par nous, le but de notre projet est de stocké l'énergie pour la réutiliser par exemple « les lampadaires sur la route ».

### 2.2. Faisabilité

Testez la faisabilité de réalisation de vos idées:

- La mise en œuvre du projet est réaliste car elle a déjà été produite pour des piétons.
- Les problèmes pourraient arriver du faite que le temps risque de nous manquer, le manque d'argent pourrait aussi être problématique.
- Visite de l'HES, discussions avec les ingénieurs de St-Imier, découverte de leur point de vue. Réalisation que notre projet de base est irréalisable, car pour faire ce genre de plaque nous n'avons pas les connaissances pour les réaliser et pas forcément rentable. Transformation des bases notre projet, il devient un projet exploratoire, recherche de prototype au niveau des fournisseurs des piézos, calculé d'énergie avec différent moyen.

### 3. Planification du projet

#### ***But de notre projet***

Construire un prototype de plaque produisant de l'électricité lorsque des voitures roulent dessus. Le but serait de pouvoir placer ces plaques dans des villes ou des routes très peuplées, pour pouvoir utiliser l'énergie produite pour les éclairages de nuits.

#### ***Combien de temps ?***

Jusqu'au 27 mars 2016

#### ***Quelles sont les tâches à accomplir ? Qui peut nous soutenir ?***

Il nous faudra commencer par faire des recherches sur les piézos, sur comment ils fonctionnent et comment les utiliser. Nous devrons en suite faire les plans du prototype et réaliser le prototype, pour cela nous demanderons l'aide de Monsieur Gérald Huguenin et Monsieur Yves Meyer.

#### ***Quels sont les problèmes qui peuvent apparaître ? Qui peut nous aider ?***

Le problème le plus dur à gérer sera probablement le temps. Nous avons fait un planning détaillé et essayerons de nous y tenir au mieux possible.

Un autre problème sera la réalisation du prototype, nous sommes informaticiens et n'avons aucune connaissance en mécanique.

Nos partenaires en inde vont nous aider en faisant quelques recherches sur l'électricité piézoélectrique.

Nous avons d'abord contacté des enseignants de notre école (ceff industrie), aucun d'eux n'avait les connaissances nécessaires concernant l'électricité piézoélectrique, ils nous ont donc redirigé vers des enseignants de l'HE-ARC.

Malgré le fait qu'ils n'aient pas pu nous aider, notre projet leurs ont données des idées de projet pour de futures TPI (Travail Pratique Individuel).

Nous contacter Monsieur Gérald Huguenin Monsieur Yves Meyer (de l'HE-ARC)

Nous avons convenu d'un rendez-vous avec Monsieur Yves Meyer (24/2/15), pour discuter de notre projet.

M.Reichen (enseignant au ceff industrie) nous a donné un complément d'information sur les piézo.

Après discussion avec M.Y. Meyer nous sommes orientés vers un projet exploratoire. Car notre idée de base était trop compliquée et irréalisable avec nos connaissances.

#### ***Faut-il encore convaincre d'autres personnes de notre idée ?***

Monsieur Yves Meyer à accepter de nous aider, nous l'avons rencontré pour discuter de notre projet. Il a d'abord pensé que le projet était irréalisable avec des piézos, après une longue discussion et quelques recherches il nous a orientés vers un projet exploratoire utilisant de gros piézos.

### 3.1. Les étapes les plus importantes

<i>Quoi</i>	<i>Délai</i>
Faire des recherche sur la technologie que nous allons utiliser	22/01/16
Trouver le moyen de récupérer l'énergie produite	3/02/16
Construire un prototype	7/03/16
Tester le prototype et faire des calculs	20/03/16

### 3.2. Plan détaillé des tâches

<i>Quoi</i>	<i>Qui</i>	<i>Jusque quand</i>
Présentation du projet (à nos professeurs)	- Ambroise - Emeline - Rémy	30/12/15
Faire le planning	- Emeline	10/01/16
contacter M.Griselli (demande d'aide)	- Ambroise	27/01/16
Faire des recherche sur la technologie que nous allons utiliser pour ces plaques.	- Ambroise - Emeline	22/01/16
Réfléchir à quels matériaux il serait plus judicieux d'utiliser pour la plaque -> elle doit être résistante pour que rien ne casse lors du passage des voiture.	- Ambroise - Emeline - Rémy	30/01/16
Trouver un moyen pour que les composites piézoélectriques ne se cassent pas sous la pression du poids des voitures.	- Ambroise - Emeline - Rémy	30/01/16
Trouver le moyen de récupérer l'énergie produite, la transformer en énergie circulaire et la stocker durant la journée pour l'utiliser la nuit.	(discussion avec M.Y. Meyer)	3/02/16
Demander de l'aide pour la conception du plan du prototype.	- Ambroise - Emeline	10/02/16
Réfléchir à la conception du prototype.	- Ambroise - Emeline - Rémy	10/02/16
Demander de l'aide pour la construction du prototype.	- Ambroise - Emeline	17/02/16
Entretien avec M. Y.Meyer . (HE-ARC)	- Ambroise - Emeline	24/02/16

	- Rémy	
Construire un prototype pour voir si cela marche pratiquement et pas uniquement théoriquement.	- Ambroise - Emeline - Rémy	7/03/16
Contacteur les fournisseurs de piézo pour demander des échantillons, ainsi que Pavegen pour faire des tests avec leur produit (plaques).	- Ambroise - Emeline	11/03/16
Tester le prototype et faire des calculs.	- Rémy - Ambroise	20/03/16
Terminer le journal de projet Partie 1,4 (Ambroise) Partie 2,5 (Rémy) Partie 3,6,7,annexe (Emeline)	- Ambroise - Emeline - Rémy	27.03.16

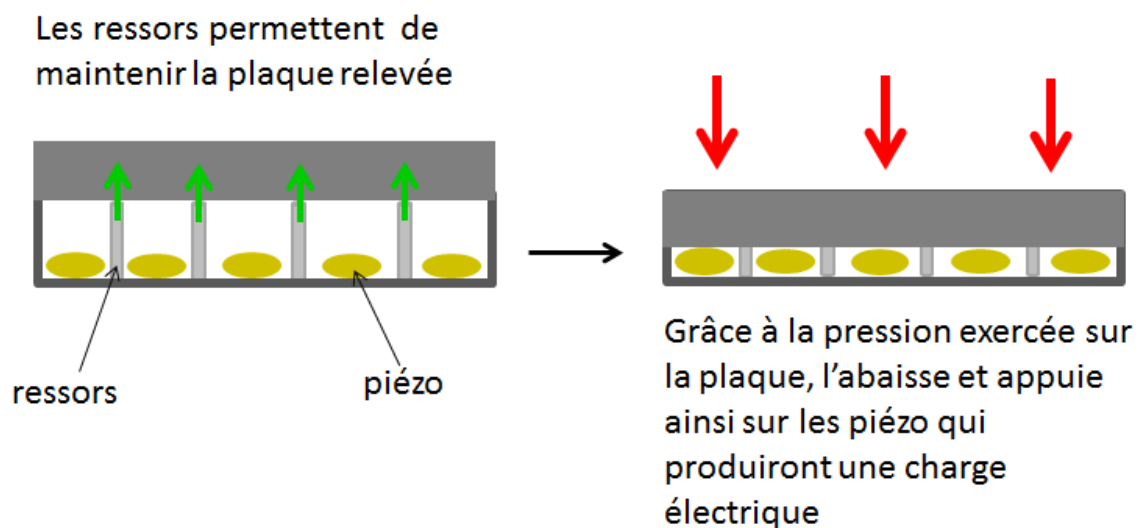
## 4. Mise en œuvre concrète

Pour créer la plaque piézoélectrique, une des questions majeures était de savoir s'il fallait faire une plaque n'ayant qu'un grand piézo ou une matrice de plus petit piézos (ce qui demanderait des circuits électronique supplémentaires capable de gérer la matrice).

N'ayant pas trouvé de piézos assez grand, nous avons opté pour un système de composés de plusieurs petits piézos. Quant à la plaque en elle-même elle serait carrée et serait située sur la route de manière à ce que les roues d'une voiture passent dessus.

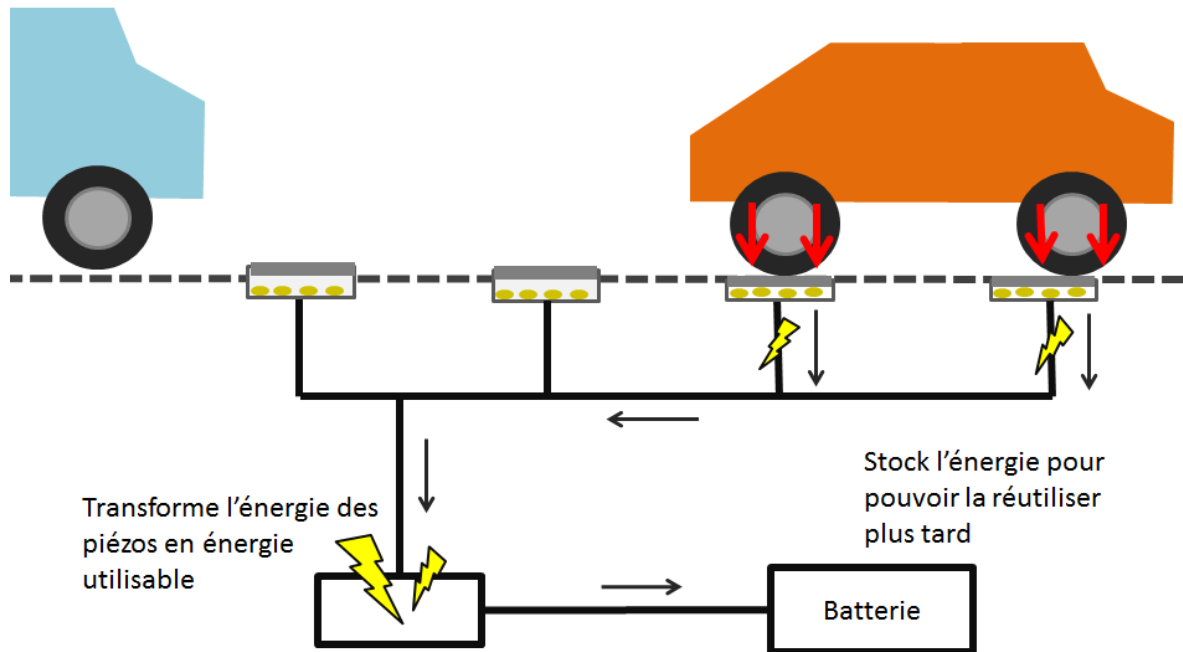
La première étape de la mise en œuvre, serait de contacter des fabricants de plaque piézoélectrique pour leur demander un échantillon de piézos pour que, grâce à un oscillateur et un voltmètre, il soit possible d'évaluer ce qu'un piézo produirait comme énergie en pratique (et donc de pouvoir faire des tests).

Une fois les tests faits, il faudrait construire la plaque, un modèle de petite taille qui serait un prototype. La plaque serait un boîtier métallique semi enterré dans la route. La partie supérieure du boîtier serait un couvercle métallique, à la surface de la route, qui, lorsque qu'un véhicule passe coulisserait légèrement à l'intérieur de la boîte, et permettrait de déformer les piézos.



La plaque pourrait alors remonté grâce à un système de ressorts (en sachant que le coulissement ne dépasserait pas un centimètre). Le prototype pourrait, être alors posé sur la route, ou sur une piste cyclable.





Pour stocker l'énergie produite, il faut aussi un circuit électrique qui permettrait de transformer l'énergie produite durant une courte durée et de tension électrique instable en énergie de bonne tension, ce qui permettrait de la stocker dans une batterie.

Une fois l'énergie stockée, elle pourrait être alors être réutilisée. Pour la matrice de piézoélectriques; un circuit électronique supplémentaire devrait être utilisé.

Malheureusement, le prototype n'as pas pu être réalisé car les compétences et connaissances nécessaires n'étaient pas à notre portée, ni à celle de nos professeurs (notamment quant au fonctionnement/principes des piézos, ce qui à beaucoup ralenti l'avancée du projet).

Les entreprises contactées n'ont pas pu répondre à nos demandes (demande d'informations, ou d'un échantillon de plaques piézoélectriques qui auraient permis de faire des calculs pratiques). De plus, le temps à disposition était beaucoup trop court, pour un projet d'une telle ampleur (mise en œuvre pratique du projet).

La haute école (HES) de St.-Imier et Neuchâtel n'ont pu répondre à nos attentes que partiellement, car ils n'avaient jamais utilisé de piézos pour générer de l'énergie, mais uniquement sous forme de capteur. Sur le marché, nous n'avons trouvé aucun piézos capable de supporter le poids d'un véhicule sans se casser (piézos supportant des charges de l'ordre de la tonne pour les voitures et plus pour les camions ou autres véhicule poids lourd).

## 5. Calculs

Notez vos calculs ici en décrivant toutes les étapes pour arriver à la solution:

Calcul basé sur le piézo d'Annon (ANN-P5AF4002)



Piezoelectric Ceramic Transducer

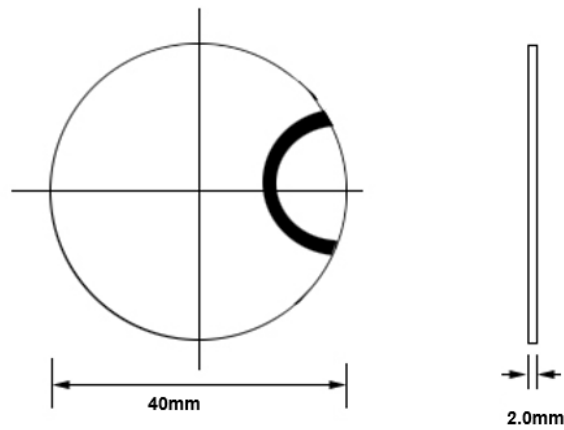
### Specification

Piezoelectric Ceramic Element

Part No: ANN-P5AF4002

Unit: mm

Dimension:  $\Phi 40 \times 2$



Piezoelectric material : PZT-5A

#### Electrical Characteristics:

1. Thickness Frequency	: 1.0MHz $\pm$ 5%
2. Capacitance	: 7200pf $\pm$ 12.5%
3. Coupling Factor( Kt)	: 0.43
4. Coupling Factor (Kp)	: 0.66
5. piezoelectric charge constant (d33)	: $420 \times 10^{-12}$ C/N
6. Currier temperature	: 350°C

Projet Innovation ou Planification : suite à une série de calcul et de recherche sur les données (que je ne maîtrise nullement) j'ai appliqué le théorème de Gauss qui ma permit finalement de d'obtenir une puissance en Volt qui est égal à  $9.84 \times 10^{-14}$  V qui représente l'énergie produit par 1 stimulation du piezo, normalement le fournisseur doit pouvoir donner ces informations.

Le calcul pour obtenir ce résultat est le suivant :  $8.8854 \times 10^{-12} \times 40^2 / 7200 = 9.84 \times 10^{-14}$ .

## 6. Rapport du projet

### 6.1. Rétrospective

#### ***Avons-nous atteint votre objectif ?***

Notre objectif principal était de construire un prototype selon notre idée de départ. Nous n'avons malheureusement pas atteint cet objectif car il était trop compliqué à réaliser.

Un autre de nos objectifs était d'utiliser les piézo pour récolter de l'énergie lors de passage de voiture. Nous avons en partie réussi car même sans le prototype nous avons fait des tests théoriques avec des piézo existant sur le marché.

#### ***Avons nous pu réaliser votre projet comme prévu ?***

Non, nous avons en effet eu des problèmes de temps et lors de la réalisation du prototype. Le prototype que nous souhaitions réaliser n'as finalement jamais vu le jour car il était trop compliqué à réaliser. La récupération de l'énergie fournie par le piézo imposait également un dispositif électronique complexe à mettre en place. Nous n'avons que peu de connaissance en électrotechnique, ce projet était donc compliqué pour nous.

#### ***A quelles difficultés avons nous été confrontés ?***

Une des grosses difficultés a été le temps ; nous n'avions effectivement que peu de temps pour un projet si compliqué. C'est pourquoi nous nous sommes par la suite orientés vers un projet « exploratoire ».

Une autre difficulté a été notre peu de connaissance par apport à l'électrotechnique. Il nous a également été difficile de trouver des piézo à la taille adapté pour des voitures et supportant leur poids.

#### ***Qui a pu nous aider ?***

Monsieur Yves Meyer (enseignant à l'HE-ARC) nous a aider à nous orienter vers un projet exploratoire car notre idée était beaucoup trop compliquée à réaliser avec nos connaissance et le temps qui nous était donné.

Madame Simone Spack, notre enseignante, nous a beaucoup aidé pour les démarche administratives et la gestion de notre temps. Elle nous a également été d'un grand soutien moral.

Nos collègue d'Inde (rencontré lors d'un échange scolaire) nous aidé pour faire quelques recherches et pour trouver l'idée de notre projet.

#### ***Sommes-nous satisfait de votre projet ou de vos résultats?***

Moyennement car nous n'avons pas pu construire notre prototype comme nous le souhaitions au départ. Nous avons été confrontés à beaucoup de problèmes ce qui nous avait en partie démotivés.

Le projet exploratoire était finalement une bonne alternative et elle nous a permis de mieux comprendre les piézos. Nous avons également, lors de nos recherches, trouvé bon nombre de projets ressemblant à notre idée, ces projets ont été particulièrement intéressants à découvrir.

### 6.2. Prises de conscience

#### ***Qu'avons-nous appris avec ce projet et de quoi nous a-t-il fait prendre conscience ?***

Qu'il y a énormément d'énergie perdu que l'on produit avec des objets/actes du quotidiens qui pourraient être récupérer. Malheureusement les moyens pour récupérer cette énergie sont limités ou ne sont pas assez intéressants à proposer à une entreprise, commune, ville ou un canton ; car ils sont soit trop compliqué à réaliser soit trop couteux par apport au bénéfice que l'on ferait avec l'énergie récupérée.

***Que retiendrons-nous de cette expérience pour vos projets d'avenir?***

Mieux planifier le temps dès le début car c'est l'une des choses qui nous a fait le plus défaut.

Que les démarches administratives prennent du temps et peuvent retarder le projet.

**6.3. Perspectives*****Que va devenir notre projet ?***

Notre projet est une bonne idée pour la récupération de l'énergie fournie par les voitures, cela aurait été un excellent moyen pour l'éclairage public par exemple.

Le problème avec cette solution est que d'une part le projet était trop compliqué à réaliser et même en l'ayant réalisé ce projet aurait probablement été trop coûteux à mettre en place.

Cependant notre projet a intéressé certains professeurs du ceff Industrie qui proposeront notre idée comme projet de TPI (Travail Pratique Individuel) et étudieront les piézo avec leurs élèves (électronicien-ne).

Certain professeur en automatique ont également commandé des piézos pour les installer sur les fenêtres pour pouvoir les gérer informatiquement (ouvrir/fermer les fenêtres, gestion des stores, etc) (piézo utilisés comme capteur dans ce cas).

Nous allons également continuer le projet lorsque nos partenaires indiens viendront en Suisse pour un échange. Nous espérons pouvoir faire de vrais tests car nous sommes convaincus que notre idée est réalisable et permettrait d'économiser de l'énergie. Peut-être que notre projet était trop exigeant par rapport à la technologie de notre temps.

## 7. Bibliographie

### Recherche

Energine (05/12/2008) "La gare de Tokyo vampirise l'énergie des pieds":

<http://www.energine.com/603/6501+la-gare-de-tokyo-vampirise-l-energie-des-pieds+.html>

Dhananjay Khadilkar (20/04/2013) "Energy-Harvesting street tiles generate power from pavement pounder"

<http://www.scientificamerican.com/article/pavement-pounders-at-paris-marathon-generate-power/>

Timon Singh (12/09/2010) "New piezo electric rail was harvest energy from passing trains" :

<http://inhabitat.com/new-piezoelectric-railways-harvest-energy-from-passing-trains/>

Elisabeth Rosenthal (23/10/2008) "Partying helps power a Dutch Nightclub" :

[http://www.nytimes.com/2008/10/24/world/europe/24rotterdam.html?ref=world%3Cbr%20%3E%3C/a%3E&\\_r=1](http://www.nytimes.com/2008/10/24/world/europe/24rotterdam.html?ref=world%3Cbr%20%3E%3C/a%3E&_r=1)

PIEZO SYSTEMS, INC. (non-daté) "simple linear equations for piezo sensors (generators)" :

<http://www.piezo.com/tech2intropiezotrans.html>

Riccardo Carotenuto, Nicola Lamberti, Antonio Iula, Massimo Pappalardo (12/07/1999)

"A new linear piezoelectric actuator for low voltage and large displacement applications":

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924424798002246>

### Fabriquants piezo

CEDRAT TECHNOLOGIES (non-daté)

[http://www.cedrat-technologies.com/index.php?id=95&L=1&no\\_cache=1](http://www.cedrat-technologies.com/index.php?id=95&L=1&no_cache=1)

Direct Industry (non-daté)

<http://www.directindustry.fr/fabricant-industriel/actionneur-piezoelectrique-79919.html>

PI Piezo Technology (non-daté)

<http://www.piceramic.com/>

Annon Piezo Technology Co (non-daté)

<http://www.annon-piezo.com/>

Pavegen (non-daté)

<http://www.pavegen.com/technology>

# Annexes

Dessin du modèle et premières idées :

