

IE-Concept SAS

25 rue Frédéric Chopin  
26000 Valence  
Tel : +33 (0)6.69.24.79.93  
SIRET : 832 089 445 00015

**Compte rendu de caractérisation du générateur triboélectrique  
GammaO**

**CR-GAMO-2301**

## Liste de diffusion

Entreprise/Organisme	(A)ction, (Ar)chivage	(I)nformation, Support
<b>IE-Concept</b>	Saïd DJAMBAE (A)(Ar)	Word/pdf
<b>IE-Concept</b>	Jérémy VINET (A)(I)(Ar)	Word/pdf

## Historique

Date	Auteur	Description
<b>06/07/2023</b>	D.DJAMBAE (IE-Concept)	Version initiale
<b>24/08/2023</b>	D.DJAMBAE (IE-Concept)	Ajout de nouvelles mesures

## **Table des matières**

Compte rendu de caractérisation du générateur triboélectrique Gamma0 .....	1
CR-GAMO-2301.....	1
Liste de diffusion.....	2
Historique.....	2
Table des matières.....	3
Table des figures.....	5
Table des équations.....	5
But du document.....	6
Introduction .....	6
Explication théorique.....	7
Mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance – Mouvement glissant .....	9
Schémas : .....	10
Protocole de test : .....	10
Protocole de test mouvement manuel : .....	10
Résultats .....	11
Analyse .....	12
Mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance – mouvement séparation contact .....	13
Schémas : .....	13
Protocole de test : .....	13
Résultat.....	14
Analyse .....	14
Mesure récupération d'énergie.....	15
Schéma : .....	15
Protocole de test : .....	16
Résultats :.....	17
Analyse :.....	19
Mesure Alimentation LED au travers d'un condensateur chargé .....	20
Schémas : .....	20
Protocole de test : .....	20
Résultats.....	21

Analyse.....	21
Bilan .....	22
Annexes.....	23
Utilisation du banc de test .....	23
Mesure additionnelle.....	25

## Table des figures

<i>Figure 1 Schémas de principe du fonctionnement du TENG</i> .....	7
<i>Figure 2 Structure des électrodes</i> .....	8
<i>Figure 3 Schémas de principe du fonctionnement du générateur caractérisé</i> .....	8
<i>Figure 4 Caractéristique d'alternance</i> .....	8
<i>Figure 5 Montage haute impédance</i> .....	10
<i>Figure 6 Vt(t) à 65 tr/min</i> .....	11
<i>Figure 7 Vt(t) à 120 tr/min</i> .....	11
<i>Figure 8 Vt(t) à 180 tr/min</i> .....	11
<i>Figure 9 Mouvement manuel</i> .....	11
<i>Figure 10 Différences d'amplitude</i> .....	12
<i>Figure 5 Montage haute impédance</i> .....	13
<i>Figure Vt(t) en contact séparation</i> .....	14
<i>Figure Montage charge d'un condensateur</i> .....	15
<i>Figure Vc(t) à 60 Hz</i> .....	17
<i>Figure Vc(t) à 120 Hz</i> .....	17
<i>Figure Vc(t) à 180 Hz</i> .....	17
<i>Figure Vc(t) à 120 Hz, C = 10uF</i> .....	18
<i>Figure Vc(t) à 120 Hz, C = 200 nF</i> .....	18
<i>Figure Schémas alimentation LED</i> .....	20
1. <i>Figure VLED(t) avec R = 2,2k Ω référence = -1,8 V</i> .....	21
<i>Figure : Banc de test</i> .....	24
<i>Figure 23 Recouvrement d'une paire à 120 tr/min</i> .....	25
<i>Figure 24 Recouvrement de deux paires à 120 tr/min</i> .....	25

## Table des équations

<i>Équation Fréquence d'alternance</i> .....	8
<i>Équation Mouvement du plateau</i> .....	9
<i>Équation Tension d'un condensateur</i> .....	15

## **But du document**

Ce document est un compte rendu des différentes mesures faites pour caractériser un générateur triboélectrique (TENG de l'anglais Tribo-Electric Nano Generator). Ce type de générateur permet de récupérer de l'énergie issue du frottement entre deux matériaux dits triboélectriques. La société GammaO a développé une technologie permettant de réaliser des TENG sur textile pour récupérer l'énergie générée par les frottements des mouvements du corps.

Dans cette première démarche, on s'intéresse à la course à pied ; le projet final étant un dispositif lumineux de signalement des coureurs dont son activation sera réalisée par le signal généré par le TENG.

Le document est constitué de cinq parties chacune permettant de caractériser le comportement du TENG.

La première partie sera une explication théorique du principe de fonctionnement du TENG qui nous permettra d'émettre des hypothèses sur les signaux que nous nous attendrons à mesurer.

La deuxième partie sera consacrée à l'expérimentation du TENG en mouvement glissant en haute impédance électrique. Celle-ci va permettre d'obtenir les premières caractéristiques du générateur triboélectrique.

En troisième partie, nous verrons l'expérimentation du générateur en mouvement contact séparation en haute impédance électrique. Ceci nous permettra d'avoir les caractéristiques dans ce type de mouvement.

La quatrième partie portera sur la récupération d'énergie via l'expérimentation de la charge d'un condensateur par le biais du TENG.

En dernière partie nous reprendrons le montage précédent afin d'alimenter une LED, via la charge contenue par le condensateur, pour déterminer un temps d'allumage possible.

Nous retrouverons en annexe le matériel utilisé.

## **Introduction**

Les générateurs triboélectriques utilisent l'effet triboélectrique pour récupérer de petites quantités d'énergie provenant de mouvements mécaniques. Ceux-ci se constituent d'une paire triboélectrique, qui sont des matériaux aux propriétés ayant des charges électriques positives pour l'un et négatives pour l'autre. Lorsque que ces deux éléments sont mis en mouvement relatif l'un par rapport l'autre, cela crée un transfert de charge. C'est dans ce transfert que l'on récupère de l'énergie.

Les différentes mesures que nous allons réaliser ont pour objectif de caractériser ce générateur. Pour cela nous allons utiliser un banc de test, fourni par la société GammaO, afin de nous permettre d'avoir des conditions de tests répétables.

L'objectif final pour le client est de mettre en place ce type de générateur sur textile pour réaliser un dispositif permettant aux coureurs d'être visibles via une LED émettant des flashes pendant la course. Cette caractérisation permettra donc de donner des informations sur la faisabilité du projet.

## Explication théorique

Le générateur fourni par le client est un FTENG, Freestanding Triboelectric-Layer, Mode TENG. C'est-à-dire un TENG avec un élément triboélectrique en mouvement libre, n'étant pas connecté au circuit de récupération d'énergie. Ce générateur se constitue d'une partie mobile, le diélectrique, et d'une partie fixe conductrice, faite de deux électrodes. Cela forme un dipôle sur lequel vient se connecter la charge du générateur. Nous pouvons voir sur la figure 1, que le principe de fonctionnement se fait sur 4 étapes.

Première étape, le diélectrique est en contact avec l'électrode de gauche.

Deuxième étape, le diélectrique est mis en mouvement en direction de la seconde électrode. Cela met en mouvement les charges, créant ainsi un courant électrique suivant le mouvement du diélectrique.<sup>1</sup>

Troisième étape, l'électrode a atteint le côté gauche, le mouvement du diélectrique est terminé. Il n'y a plus de mouvement de charge, donc plus de courant.

La quatrième étape est de réaliser les mêmes mouvements, mais dans l'autre sens pour faire en sorte de retourner dans la première étape. Il y a une génération d'un courant, mais cette fois dans le sens opposé.

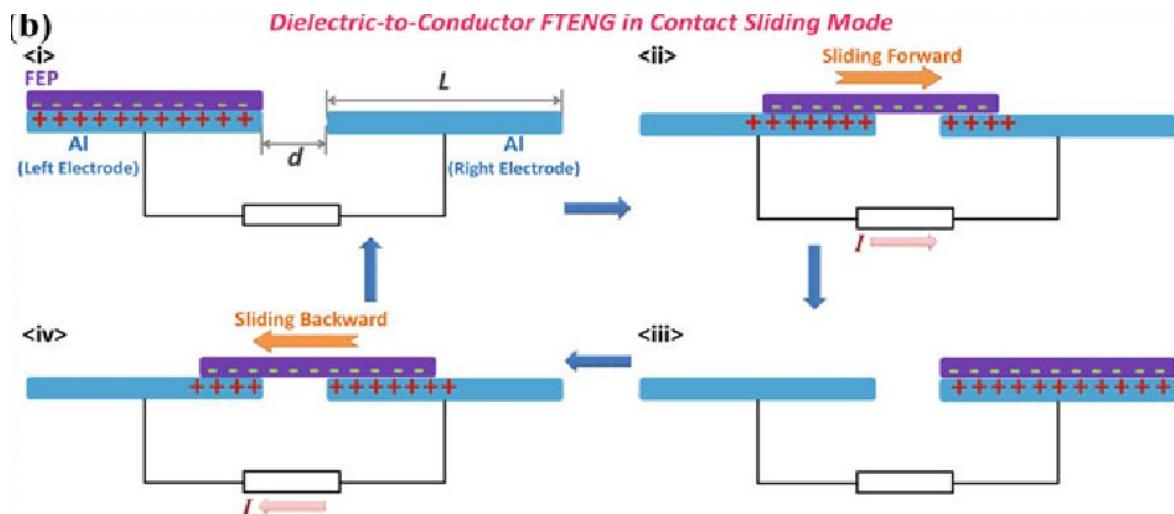


Figure 1 Schémas de principe du fonctionnement du TENG<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Chapitre 5 page 109, WANG, Zhong Lin. Triboelectric nanogenerators as new energy technology for self-powered systems and as active mechanical and chemical sensors. *ACS nano*, 2013, vol. 7, no 11, p. 9533-9557.

<sup>2</sup> Page 110, WANG, Zhong Lin. Triboelectric nanogenerators as new energy technology for self-powered systems and as active

Si nous prenons en compte la structure de notre générateur, à savoir deux électrodes en forme de peigne (représentation en figure 2), on remarque que celui-ci est fait de FTENG simple mis les un à la suite des autres (schéma en figure 3).

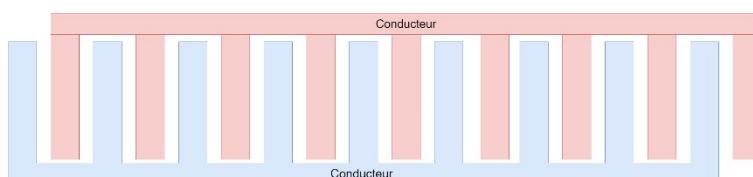


Figure 2 Structure des électrodes

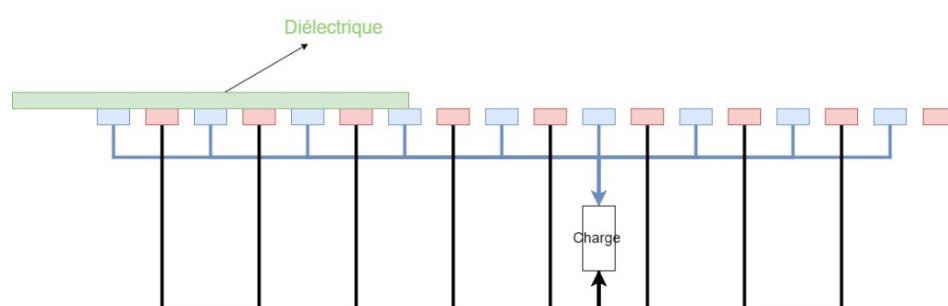


Figure 3 Schémas de principe du fonctionnement du générateur caractérisé

Cela signifie qu'en déplaçant le diélectrique aux extrémités de l'électrode, nous avons plusieurs fois les étapes une à quatre vues précédemment. Ainsi dans un mouvement, le courant va alterner, les charges passant d'une tige d'un conducteur à l'autre conducteur puis à l'autre et ainsi de suite jusqu'à atteindre la fin du mouvement.

La fréquence de cette alternance est donnée par l'équation 1<sup>3</sup>.

$$f_{AC} = \frac{v}{2(w + l)}$$

Équation 1 Fréquence d'alternance

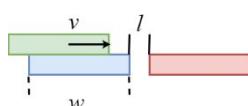


Figure 4 Caractéristique d'alternance

---

mechanical and chemical sensors. *ACS nano*, 2013, vol. 7, no 11, p. 9533-9557.

<sup>3</sup> Paragraphe *Operating principle* équation 3, TANG, Wei, HAN, Chang Bao, ZHANG, Chi, et al. Cover-sheet-based nanogenerator for charging mobile electronics using low-frequency body motion/vibration. *Nano Energy*, 2014, vol. 9, p. 121-127.

## Mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance – Mouvement glissant

Dans un premier temps, nous faisons une mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance et la génération d'un mouvement glissant. Nous utiliserons l'impédance d'entrée de l'oscilloscope de 10 M $\Omega$ ms.

D'après la première partie, le signal obtenu doit être alternatif. La fréquence de ce signal devrait suivre l'équation 1. À cela se rajoute le mouvement généré par le banc de tes. Il s'agit d'un système bielle-manivelle entraîné par un moteur, nous permettant d'avoir un mouvement de va-et-vient en translation et que nous pouvons décrire avec l'équation suivante :

$$x(t) = -0.060 \cos(2\pi f_M t) + 0.060$$

*Équation 2 Mouvement du plateau*

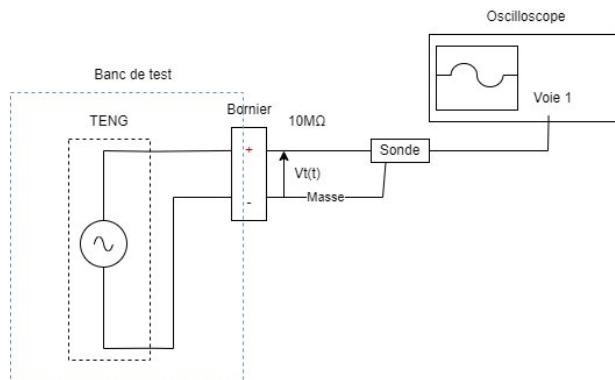
Avec  $f_M$  la fréquence de mouvement en Hertz, d'un aller et retour et  $x(t)$  la position du plateau avec  $x(t) = 0$  m lorsqu'il est tout à droite. Nous pouvons calculer  $f_M$  à partir de la vitesse de rotation de la manivelle  $r$ ,  $f_M = \frac{2}{60}r$ .

Dans le signal relevé, nous allons retrouver  $f_{AC}$  et  $f_M$ .

Cette mesure est effectuée dans 4 cas différents : une vitesse de rotation de 120 tr/min, 65 tr/min, 180 tr/min et un mouvement fait manuellement.

Rotation par min $r$	Mouvement par seconde $f_M$	Fréquence d'alternance $f_{AC}$
65 tr/min	2,17 Hz	10,8 Hz
120 tr/min	4 Hz	20 Hz
180 tr/min	6 Hz	30 Hz

**Schémas :**



*Figure 5 Montage haute impédance*

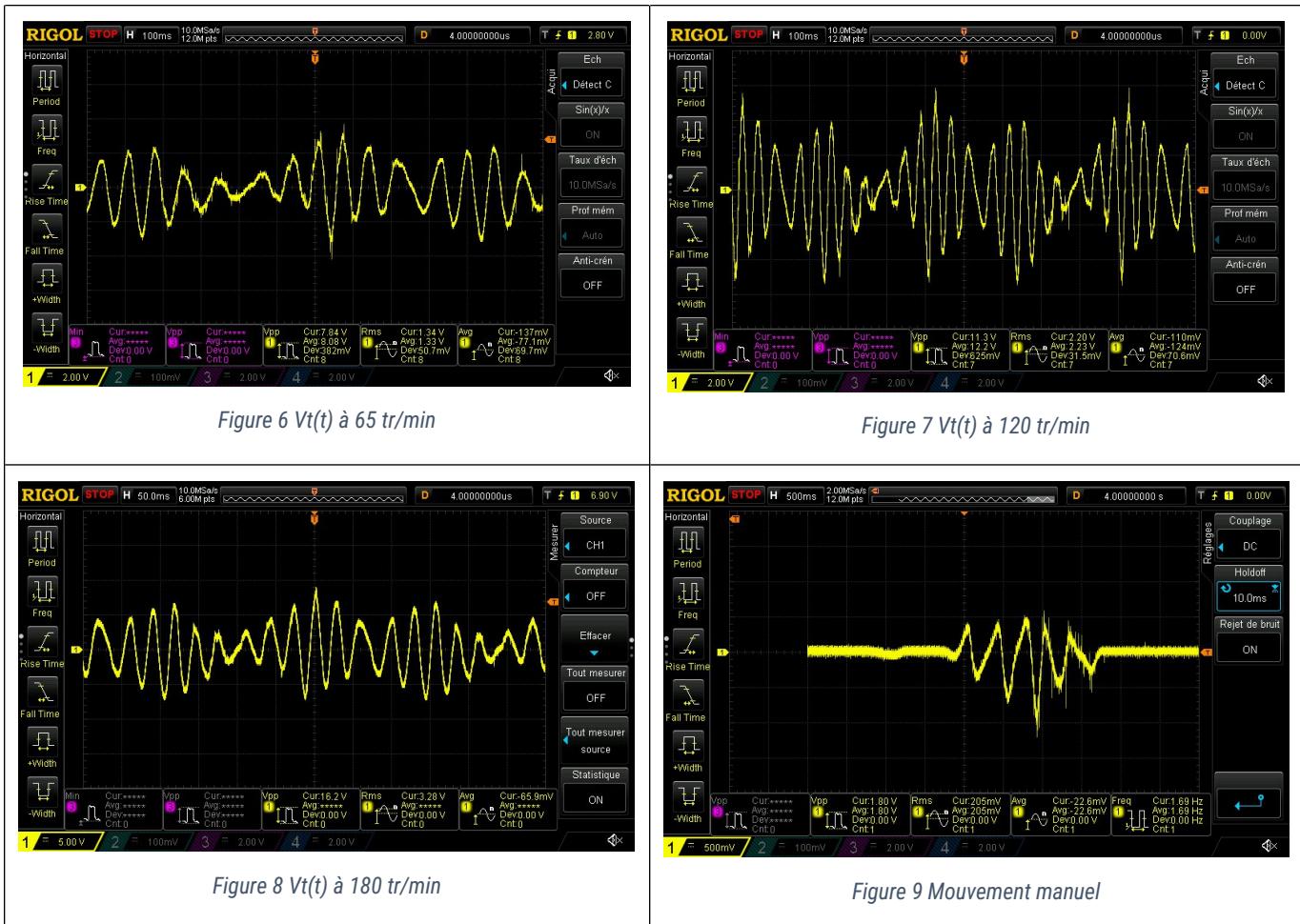
**Protocole de test :**

1. Réaliser la procédure : [I – Installation du générateur](#)
2. Connecter la sonde au bornier du générateur
3. Régler l'échelle horizontale de l'oscilloscope pour observer au moins deux périodes du signal
  - 100 ms/division pour 65 tr/min et 120 tr/min
  - 50 ms/div pour 180 tr/min
4. Régler l'échelle verticale de l'oscilloscope pour observer le signal en pleine échelle
  - 2 V/division pour 65 tr/min et 120 tr/min
  - 5 V/div pour 180 tr/min
5. Démarrer le moteur du banc de test
6. Régler la vitesse du moteur en suivant la procédure : [II- Réglage de la vitesse de rotation](#)
7. Relever  $Vt(t)$

**Protocole de test mouvement manuel :**

- Reprendre les étapes 1 et 2 du test au-dessus
- Régler l'échelle horizontale de l'oscilloscope pour observer au moins deux périodes du signal
  - 500 ms/division
- Régler l'échelle verticale de l'oscilloscope pour observer le signal en pleine échelle
  - 500 mV/division
- Placer le plateau à la position tout à gauche
- Déplacer le plateau tout à droite, avec une vitesse régulière
- Relever  $Vt(t)$

### Résultats



Rotation par min $r$	Vitesse linéaire $v$	Amplitude	Fréquence de mouvement $f_M$	Fréquence d'alternance $f_{AC}$
65 tr/min	0,13 m/s	7.84V	2,5 Hz	10,64 Hz 13,51 Hz 14,71 Hz
120 tr/min	0,24 m/s	11.3V	4 Hz	18,52 Hz 21,74 Hz 23,81 Hz
180 tr/min	0,36 m/s	16.2V	5,71 Hz	20,41 Hz 21,74 Hz 25,64 Hz

### Analyse

Nous remarquons que l'amplitude augmente lorsque la rotation par seconde augmente. Nous avons bien une puissance plus élevée pour des vitesses plus élevées.

Le mouvement manuel nous permet d'isoler un mouvement de diélectrique. Nous observons bien un signal alternatif à la fréquence  $f_{AC}$ . Celui-ci se retrouve modulé en amplitude par  $x(t)$ , on observe bien la présence de  $f_M$ .

Cependant, nous voyons que le signal alternatif alterne entre deux amplitudes l'une plus élevé que l'autre, cela est dû au mouvement irrégulier du banc. Le mouvement étant plus rapide sur une demi-rotation que sur l'autre. La différence de géométrie entre la partie supérieure et inférieure peut faire que la quantité de charges n'est pas identique d'une partie à l'autre.



Figure 10 Différences d'amplitude

Ainsi avec cette première constatation nous pouvons assurer la bonne détection d'une course, avec un montage de détection de crête par exemple. Cependant, il sera important de protéger cette électronique, la puissance du signal électrique augmentant avec la vitesse du mouvement, la tension générée peut-être très élevée en cas de vitesse très rapide.

Nous remarquerons aussi que le signal est affecté par le sens du mouvement, sa vitesse et sa fréquence. Tout cela pouvant être paramétré par géométrie des électrodes. Le générateur pourrait ainsi servir de capteur, via une électronique dédiée et une partie de traitement du signal adapté, pour l'analyse d'une course d'un coureur par exemple.

## Mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance – mouvement séparation contact

Dans un deuxième temps, nous faisons une mesure de la tension du générateur avec une charge en haute impédance et la génération d'un mouvement de séparation contact. Nous utiliserons l'impédance d'entrée de l'oscilloscope de 10 M $\Omega$ .

Il s'agit d'un mouvement perpendiculaire à la surface de contact de la paire triboélectrique. Le diélectrique porte des charges négatives et les électrodes des charges positives.

Première étape, ils commencent en contact, il y a polarisation, les charges négatives diélectriques et les charges positives du conducteur s'attirent.

Deuxième étape, la paire s'éloigne en se séparant, la polarisation diminue ce qui entraîne un mouvement de charges.

Troisième étape, la paire se rapproche pour faire de nouveau contact, le processus inverse a lieu. La séparation générera un pic de tension et le contact un autre pic de tension de signe opposé. Source Z.L. Wang et al., Triboelectric Nanogenerators, Springer page 24.

On notera que la configuration de notre TENG n'est pas faite pour ce mode de récupération d'énergie. Il se peut que le comportement décrit diffère à celui expérimenté.

### Schémas :

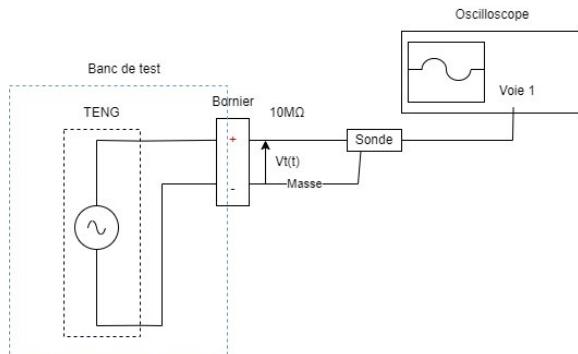


Figure 5 Montage haute impédance

### Protocole de test :

1. Réaliser la procédure : [I – Installation du générateur](#)
2. Connecter la sonde aux borniers à laquelle est branché le générateur
3. Régler les échelles horizontales et verticales de l'oscilloscope pour observer la décroissance de la tension  $V_{LED}(t)$  : 200 ms/div et 2 V/div
4. Soulever le diélectrique
5. Descendre le diélectrique, pour faire de nouveau contact
6. Relever  $Vt(t)$

## Résultat

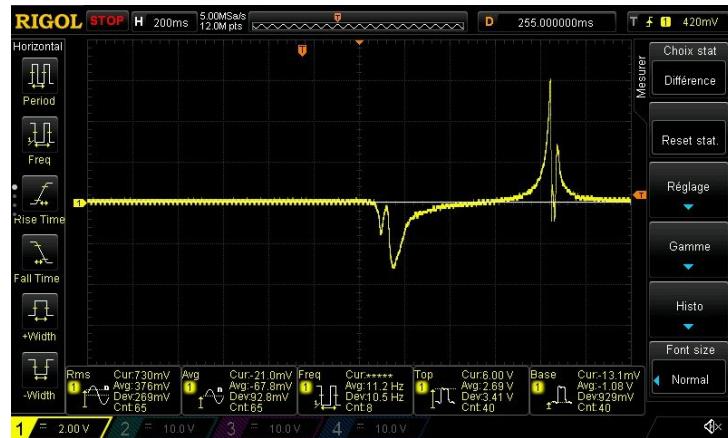


Figure 12  $V_t(t)$  en contact séparation

## Analyse

Nous remarquons qu'il y a bien des pics de tensions, de 6V et -3 V. Mais ils ne sont pas que deux. Le mouvement étant réalisé manuellement, les imprécisions du mouvement et les propriétés mécaniques des matériaux font qu'il y a des rebonds autour des pics principaux.

Cependant cette expérimentation montre que dans les conditions d'utilisation réelles, il y aura des rebonds et donc dans l'objectif de capture d'information, il faudra réaliser un traitement du signal pour ne pas fausser la mesure.

Malgré sa structure inadaptée, le comportement expérimenté est celui escompté. Cela peut être dû à la non-similarité des deux conducteurs qui permet aux charges de circuler dans un sens puis dans l'autre.

Ainsi avec cette expérimentation, on constate la viabilité de ce mode pour l'utiliser en capteur ou en récupération d'énergie. Avec un pic de puissance de 3,6 mW et des tensions dépassant le volt. Ces mesures ont été réalisées avec une configuration inadaptée pour ce mouvement. Cela signifie que les performances peuvent être plus importantes en s'adaptant à ce mode.

## Mesure récupération d'énergie

Dans cette partie, nous allons expérimenter la charge d'un condensateur au travers d'un pont redresseur dont l'objectif étant d'emmageriser l'énergie produite par notre générateur.

Nous utilisons un pont de diode redresseur pour utiliser les alternances du signal du générateur, permettant ainsi un meilleur rendement énergétique. Le condensateur va accumuler ces charges, ce qui va faire augmenter sa tension. Une fois que la tension aux bornes du condensateur atteint la tension que fournit le générateur, alors il n'y plus de différence de tension entre les deux. Il n'y a donc plus de courant qui circule et par conséquent le condensateur ne se charge plus. Le condensateur arrive à une tension *d'équilibre*.

La tension  $U$  aux bornes d'un condensateur étant régis par l'Équation 3 avec  $Q$  les charges présentes dans le condensateur en Coulomb et  $C$  sa capacité en Farad. Le générateur chargeant le condensateur,  $Q(t)$  ne fait qu'augmenter donc  $U(t)$  augmente, lorsque  $U(t)$  atteint la tension d'équilibre alors  $Q(t)$  stagne. Cela signifie que le temps pour arriver à la tension d'équilibre dépend de la capacité du condensateur et de la vitesse du générateur. De fait, les charges sont déplacées plus vite si le TENG va plus vite.

$$U(t) = \frac{Q(t)}{C}$$

Équation 3 Tension d'un condensateur

Le test est fait sur plusieurs valeurs de condensateur et différentes vitesses de rotation pour vérifier que le comportement théorique vu au-dessus est celui mesuré.

Capacité	10uF	200 nF	100 nF	50 nF
Vitesse de rotation	60 tr/min 120 tr/min 180 tr/min	120 tr/min	120 tr/min	120 tr/min

Schéma :

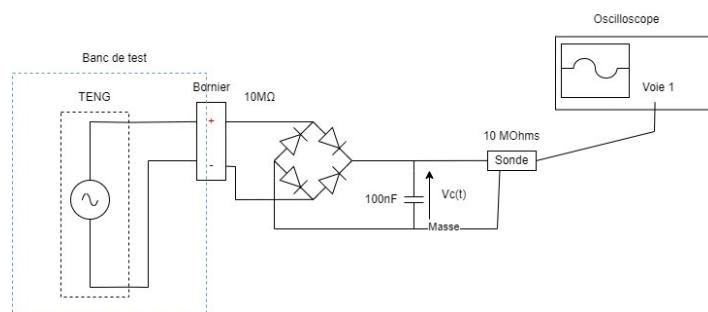


Figure 13 Montage charge d'un condensateur

*Protocole de test :*

1. Réaliser la procédure : [I – Installation du générateur](#)
2. Réaliser le montage Figure 13
3. Connecter la sonde aux bornes du condensateur
4. Régler les échelles horizontales et verticales de l'oscilloscope pour observer l'augmentation du signal et lorsqu'il atteint son équilibre en pleine échelle :
  - Condensateur de 50 nF à 120 tr/min :
    - 500 ms/div, 200 mV/div
  - Condensateur de 100 nF :
    - 2 s/division, 250mV/div pour 65 tr/min et 120 tr/min
    - 1 s/div, 500mV/div pour 180 tr/min
  - Condensateur de 200 nF à 120 tr/min :
    - 1 s/div, 200 mV/div
  - Condensateur de 10 uF non-polarisé à 120 tr/min :
    - 50 s/div, 200 mV/div
5. Démarrer le moteur du banc de test
6. Régler la vitesse du moteur en suivant la procédure : [II- Réglage de la vitesse de rotation](#)
7. Relever  $V_c(t)$

**Résultats :**

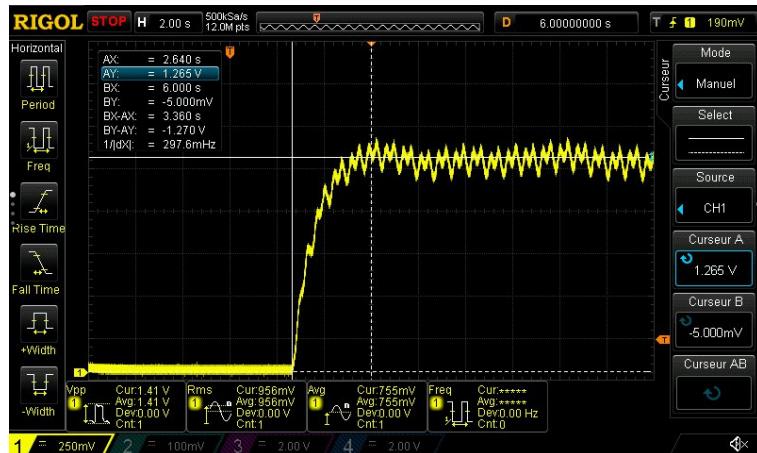


Figure 14  $V_c(t)$  à 60 Hz



Figure 15  $V_c(t)$  à 120 Hz

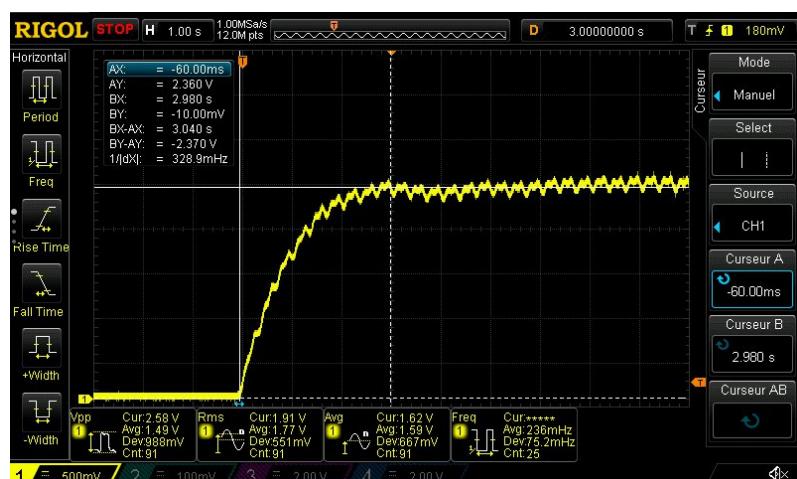


Figure 16  $V_c(t)$  à 180 Hz



Figure 17  $V_c(t)$  à 120 Hz,  $C = 10 \mu F$

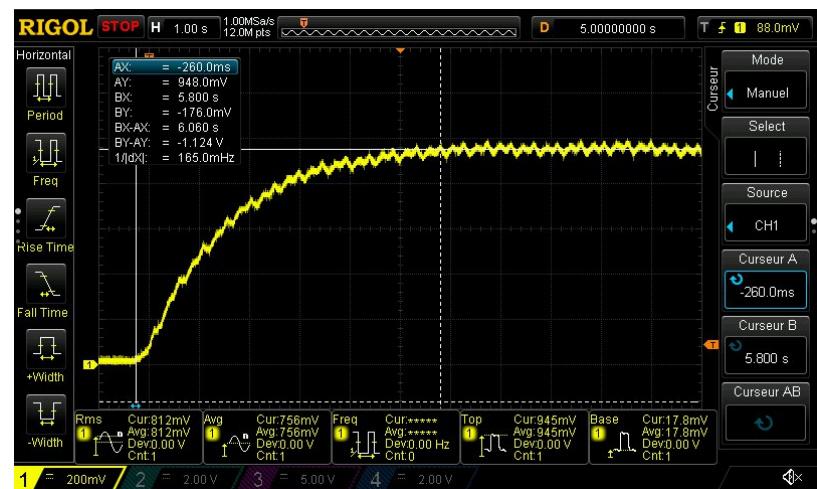


Figure 18  $V_c(t)$  à 120 Hz,  $C = 200 nF$

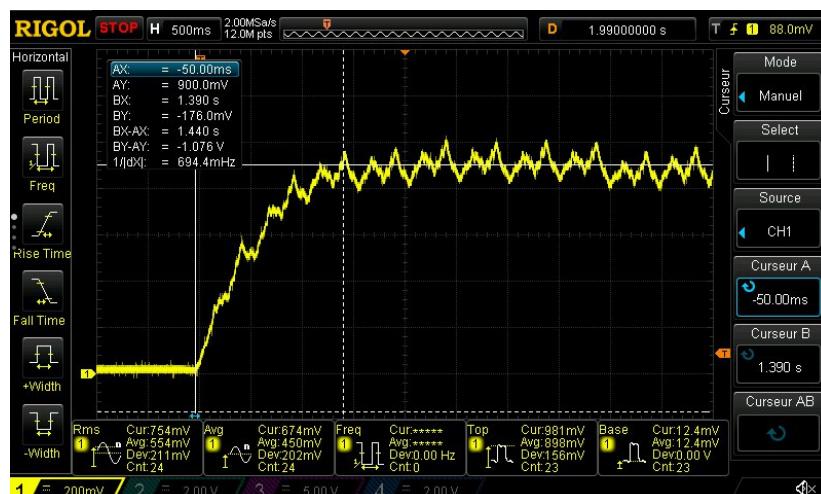


Figure 19  $V_c(t)$  à 120 Hz,  $C = 50 nF$

Capacité et vitesse	Tension d'équilibre	Temps de charge
100 nF à 60 tr/min	1.27 V	3,36 s
100 nF à 120 tr/min	1.79 V	4,84 s
100 nF à 180 tr/min	2.36 V	3,04 s
10 uF à 120 tr/min	0.8 V	583 s
200 nF à 120 tr/min	0.948 V	5,8 s
50 nF à 120 tr/min	0.9 V	1,44 s

### Analyse :

Nous remarquons que plus le condensateur se charge, et plus le mouvement est rapide plus vite pour atteindre la tension d'équilibre.

Ce montage s'avère valide pour stocker l'énergie produite par le générateur. Cependant le choix des composants pour réaliser le pont de diode est crucial afin d'avoir un rendement optimal et limiter les pertes d'énergie.



## Mesure Alimentation LED au travers d'un condensateur chargé

Après avoir réalisé le montage de recharge de condensateur, nous utilisons ce montage pour alimenter une LED. L'objectif étant de caractériser la décharge du condensateur dans une LED pour déterminer le temps de fonctionnement de la LED.

Schémas :

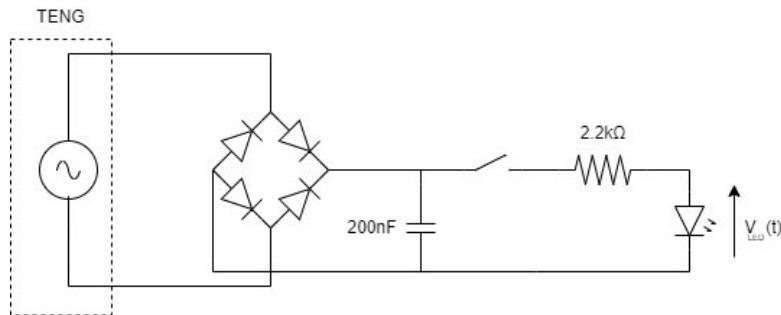
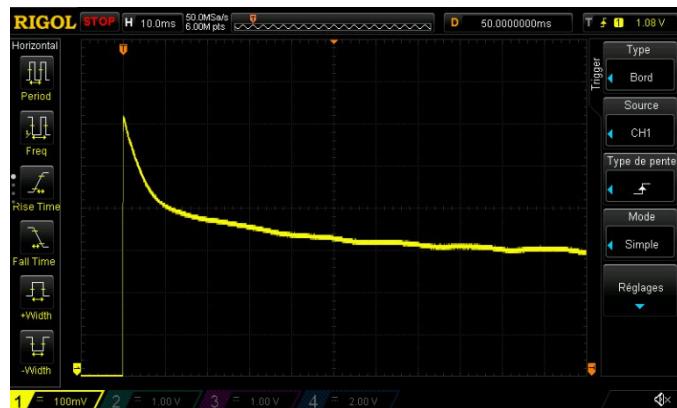


Figure 20 Schémas alimentation LED

Protocole de test :

1. Réaliser la procédure : [I – Installation du générateur](#)
2. Réaliser le montage Figure 20
3. Connecter la sonde aux bornes de la LED
4. Régler les échelles horizontales et verticales de l'oscilloscope pour observer la décroissance de la tension  $V_{LED}(t)$  : 10 ms/div et 100 mV/div, mode single avec un trigger sur front montant à 1,08 V
5. Décharger le condensateur, en le court-circuitant
6. Démarrer le moteur du banc de test
7. Régler la vitesse du moteur à 120 tr/min en suivant la procédure : [II- Réglage de la vitesse de rotation](#)
8. Attendre 10 s que le condensateur se charge
9. Presser le bouton
10. Relever  $V_{LED}(t)$

## Résultats



1. Figure 21  $V_{LED}(t)$  avec  $R = 2,2k\ \Omega$  référence = -1,8 V

## Analyse

Avec un condensateur de 200 nF, la LED s'éclaire pendant 100 ms. Cependant l'intensité lumineuse est très faible de par la résistance de 2,2 kOhms.

Ce montage permet d'activer une LED. Cependant, l'intensité lumineuse et la durée d'activation ne sont pas assez significatives pour un dispositif de signalement lumineux clignotant. Ainsi il est viable de faire clignoter la LED à partir d'une source d'alimentation extérieure et garder le signal du TENG pour de la détection.

## Bilan

Comme nous l'avons vu, le TENG génère des tensions exploitables notamment par un montage de détection de crête. Cependant, nous avons aussi constaté qu'il faut protéger l'électronique des fortes tensions générées par le TENG.

Nous avons constaté que les caractéristiques du signal produit par le générateur sont directement liées à la géométrie des électrodes et du mouvement mécanique d'entrainement du générateur. Il est donc possible d'utiliser un TENG comme capteur et concevoir des électrodes adaptés au mouvement que l'on souhaite capturer. Par exemple l'objectif du projet, détecter la course au travers des mouvements des bras auxquels nous pouvons ajouter une mesure de qualité de course. De même avec un mouvement contact-séparation qui, une fois placé dans la chaussure, peut aussi faire office de podomètre.

Nous avons aussi constaté que nous pouvons emmagasiner l'énergie produite par le générateur et que celle-ci est très dépendante de la forme de puissance produite par le TENG. Nous sommes limités par l'équilibre des tensions dans le montage. Cependant, il existe des montages et des composants plus adaptés au domaine de l'*Energy Harvesting* dans lequel s'inscrit totalement notre TENG. Il y a le composant LTC®3588-1 qui comporte un pont redresseur et un convertisseur buck ; le tout étant adapté pour les petites énergies. Il serait donc intéressant de tester ce composant notamment dans le design kit *Energy Harverstring Solution To Go* de Würth elektronik.

Au travers de ces expérimentations, nous avons pu conclure sur la viabilité de ce tribogénérateur, pour la détection de course et dans des applications plus larges, de capteurs à générateur de petite puissance.

Avec nos différentes expérimentations, nous avons pu réaliser un détecteur de crête activant un montage monostable faisant clignoter un LED.

## Annexes

### *Utilisation du banc de test*

Pour réaliser nos différentes mesures que nous utilisons le banc de test fourni par la société Gamma0 (*Figure 22*), nous pouvons le séparer en deux parties. Celle où nous installerons le générateur triboélectrique à tester que nous appellerons la zone de test et la partie où nous réglons la vitesse du mouvement. En effet ce banc permet de mettre en mouvement un plateau mobile sur lequel repose une partie du générateur testé.

La zone de test se constitue de deux parties mobiles, à savoir, le plateau et le bras. Elles servent de support au générateur testé. Le plateau fait un mouvement de va-et-vient horizontaux et est entraîné par système bielle-manivelle et d'un moteur. Nous retrouvons, sur le plateau, des borniers sur lesquels nous pouvons connecter notre générateur. Le bras assure le contact entre les deux éléments du générateur. Etant libre sur les mouvements verticaux comme pour le plateau, nous y fixons un élément du générateur.

La seconde partie du banc que nous retrouvons à gauche dans la *Figure 22* se constitue d'une alimentation branchée au moteur du banc et d'un tachymètre, nous donnant ainsi la vitesse de rotation du moteur en tours par minute.

Tous les tests réalisés en suivant cette mise en place du banc de test :

#### *I – Installation du générateur*

- S'assurer d'être hors tension
- Attacher l'électrode au plateau à l'aide de punaises
- Brancher les fils de l'électrode aux borniers 1
- Attacher le diélectrique au bras à l'aide de punaises
- Poser le bras sur le plateau
- S'assurer que le diélectrique et l'électrode sont en contact au maximum

#### *II- Réglage de la vitesse de rotation*

- Brancher le moteur à l'alimentation, le fil + sur la borne rouge et le fil - sur la borne noire
- Alimenter le moteur avec une tension de 1,60 V
- Lire la mesure de vitesse de rotation, la mesure est en tr/min
- Ajuster la tension d'alimentation du moteur pour obtenir la vitesse voulue
  - o En augmentant cette tension, le moteur ira plus vite
  - o En diminuant cette tension, le moteur ira moins vite

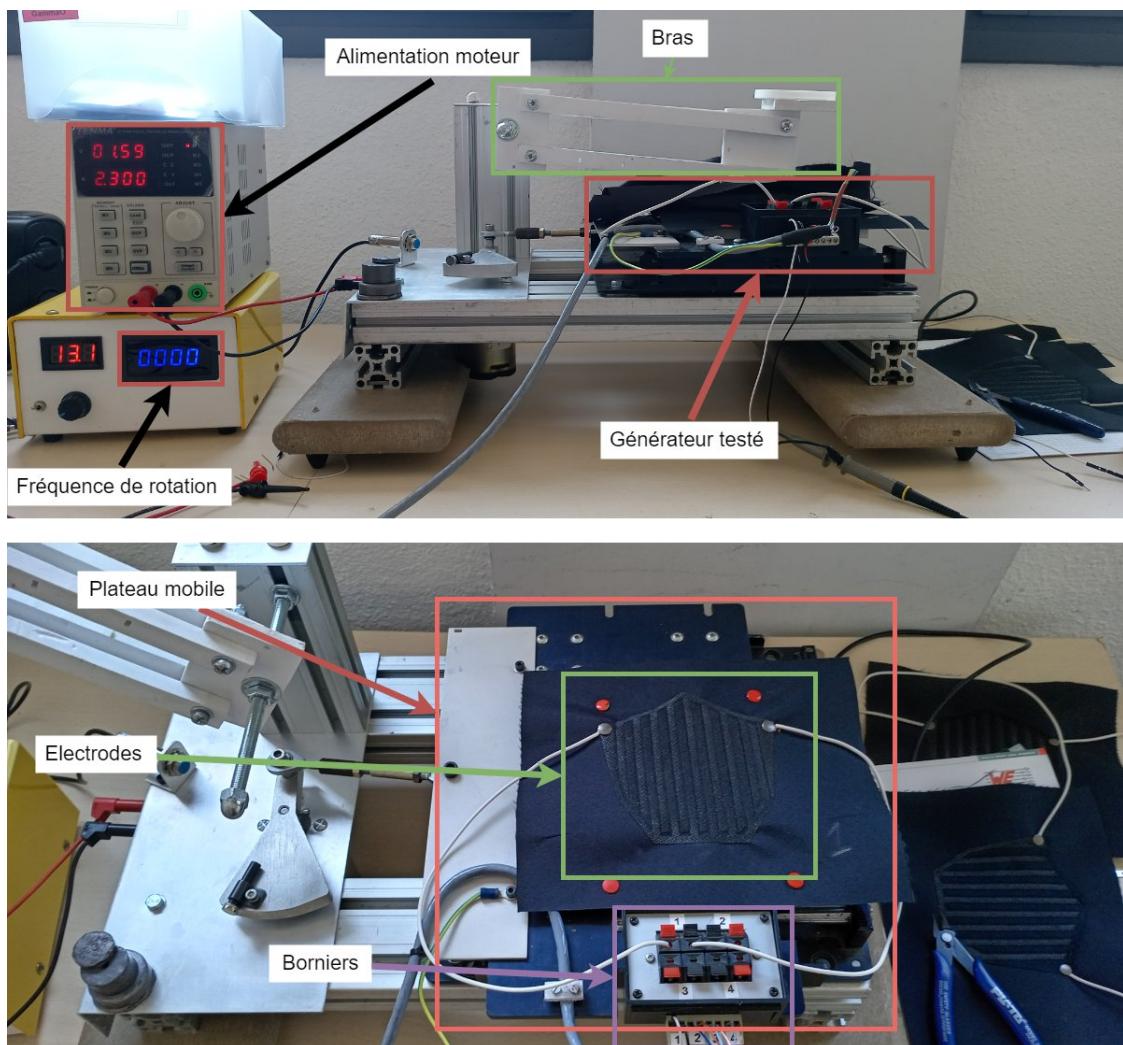


Figure 22 : Banc de test

**Oscilloscope :** RIGOL DS1054Z

**Sonde :** RIGOL RP2200

**Alimentation :** TENMA 72-104200

### Mesure additionnelle

Nous retrouvons des mesures du signal généré par le TENG dans des configurations différentes. Nous réduisons la surface du diélectrique pour faire en sorte que celui-ci recouvre une paire de tiges ou deux et ainsi en voir l'impact.

### Test de recouvrement

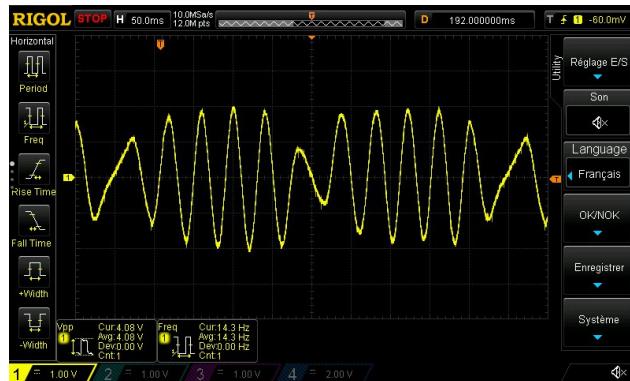


Figure 23 Recouvrement d'une paire à 120 tr/min

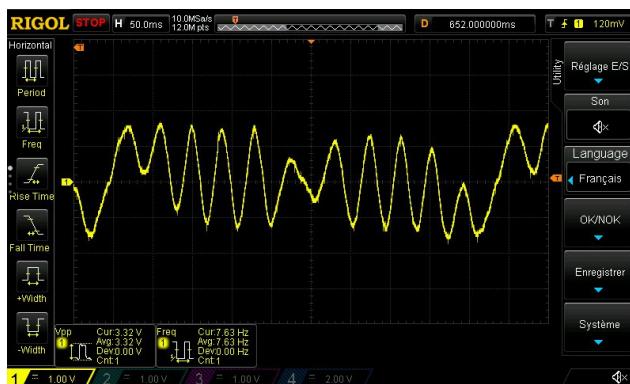


Figure 24 Recouvrement de deux paires à 120 tr/min