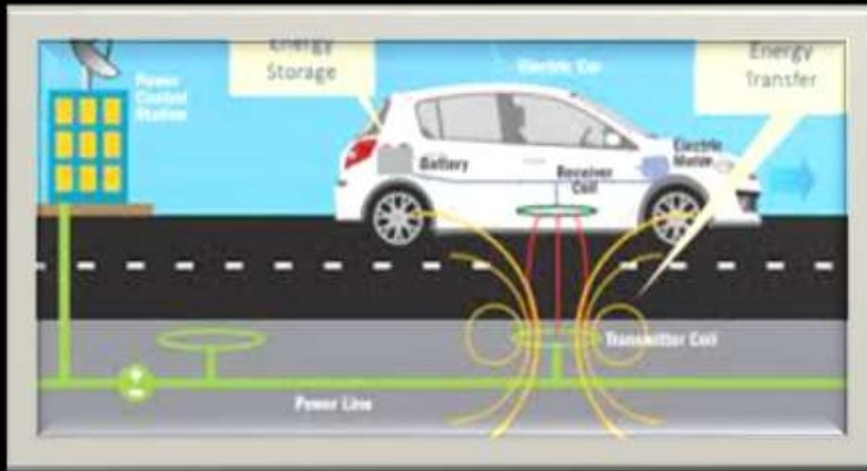


# Transfert d'énergie électrique par induction



# Applications



Environnement

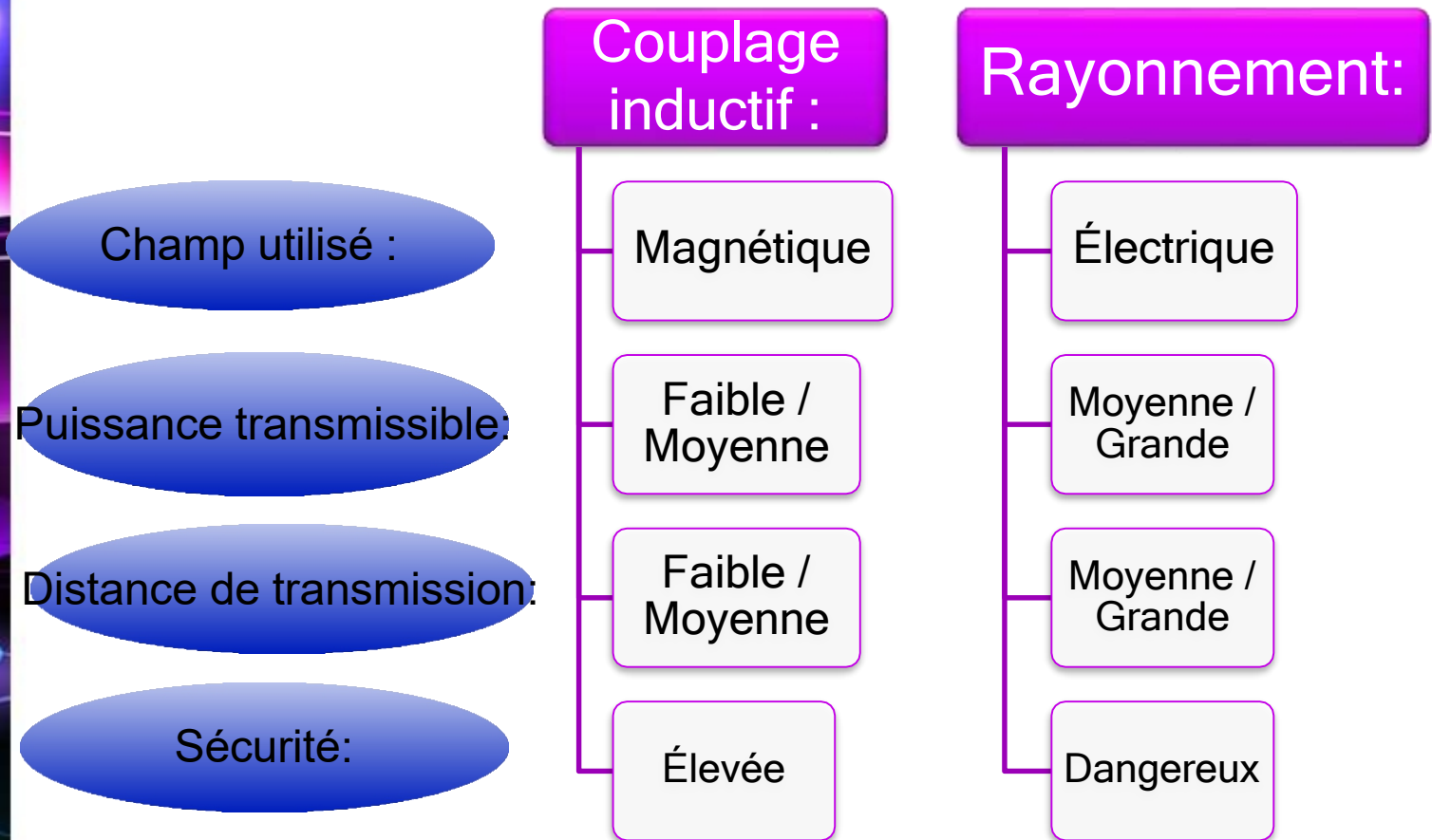


Santé / Sécurité

# Plan:

- I. Méthodes du transfert sans fil.
- II. Phénomène d'induction.
- III. Choix du couplage des circuits.
- IV. Effet de la distance entre les bobines.
- V. Effet du désalignement axial.
- VI. Effet du désalignement angulaire.
- VII. Conclusion.

# Transfert sans fil :



# Rendement ?

Couplage  
des  
circuits:

- Non résonant
- Résonant

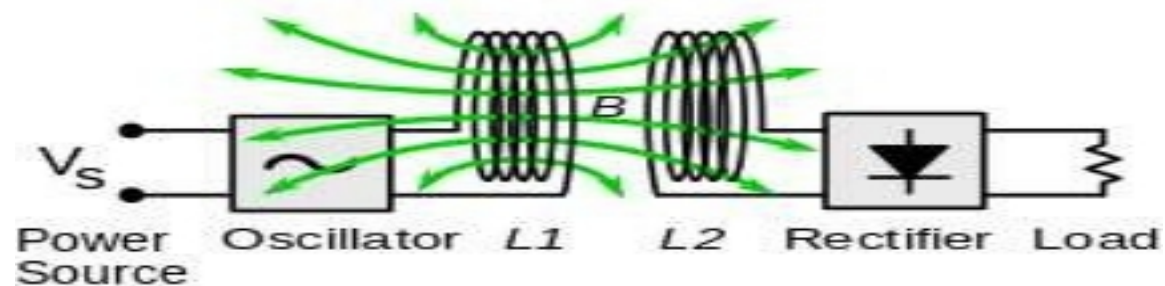
Position  
des  
bobines:

- Distance entre bobines
- Désalignement axial
- Désalignement angulaire

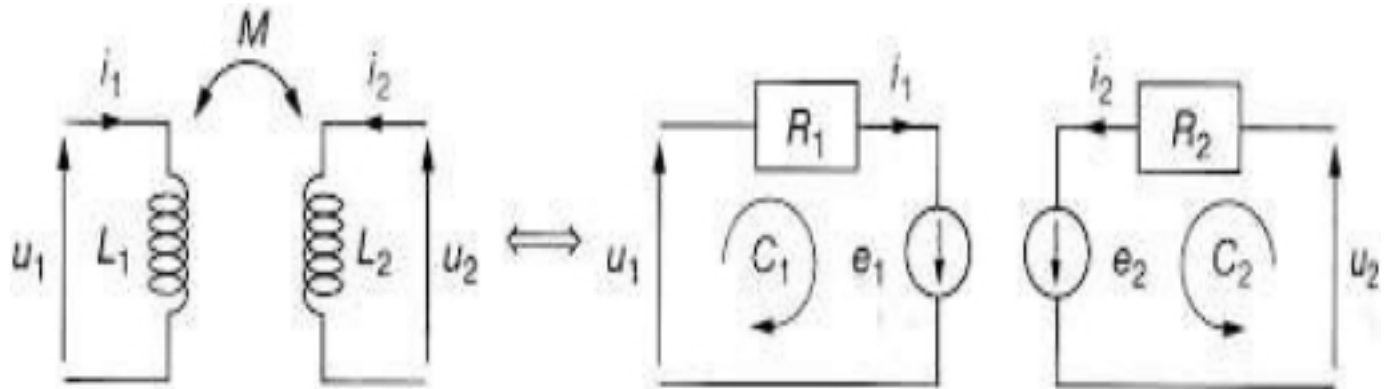


# Phénomène d'induction :

Loi de Maxwell-Faraday :  $\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{d\vec{B}}{dt}$



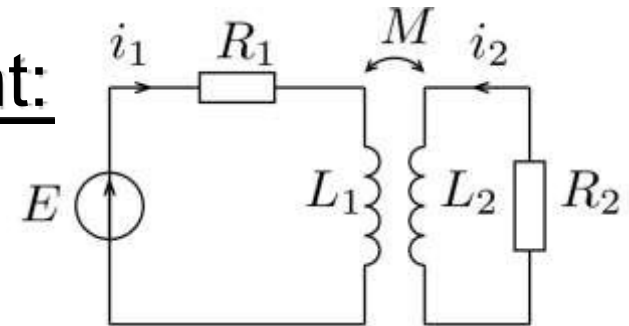
Induction de Neumann :  $e = -\frac{d\vec{B}}{dt} \times d\vec{S}$



# Choix du couplage :

7

## 1) Couplage non résonnant:

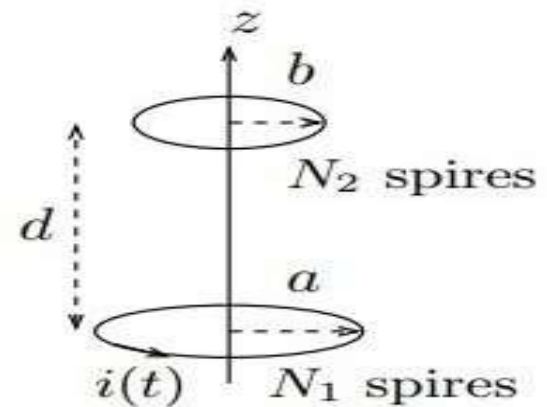


1- Modèle théorique:

$$i(t) = I_0 \cos mt$$

$$\vec{B} = \frac{\mu N_1 \cdot i(t) \cdot a^2}{2(d^2 + a^2)^{3/2}} \vec{e}_z$$

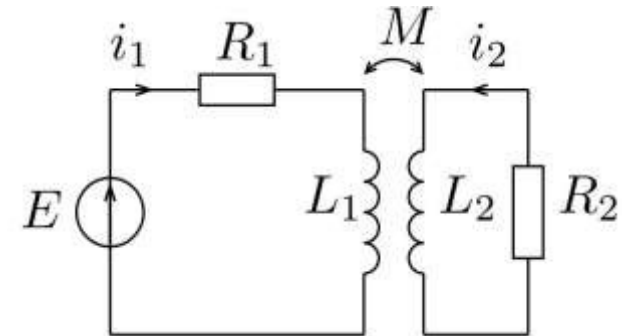
$$\varphi = \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \pi B N_2 b^2$$



$$e(t) = - \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\pi \mu N_1 N_2 I a^2 b^2 m \sin mt}{2(d^2 + a^2)^{3/2}}$$

$$\langle P_1 \rangle = \frac{R_1 I_0^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \langle P_2 \rangle &= \langle e^2(t) \rangle / R_2 \\ &= \frac{\pi^2 I^2 \mu^2 N_1^2 \cdot N_2^2 \cdot a^4 \cdot b^4 m^2}{8 R_2 \cdot (d^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \end{aligned}$$



$$\longrightarrow r = \frac{\langle P_2 \rangle}{\langle P_1 \rangle} = \frac{\pi^2 \mu^2 N_1^2 \cdot N_2^2 \cdot a^4 \cdot b^4 m^2}{4 R_1 R_2 \cdot (d^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}$$

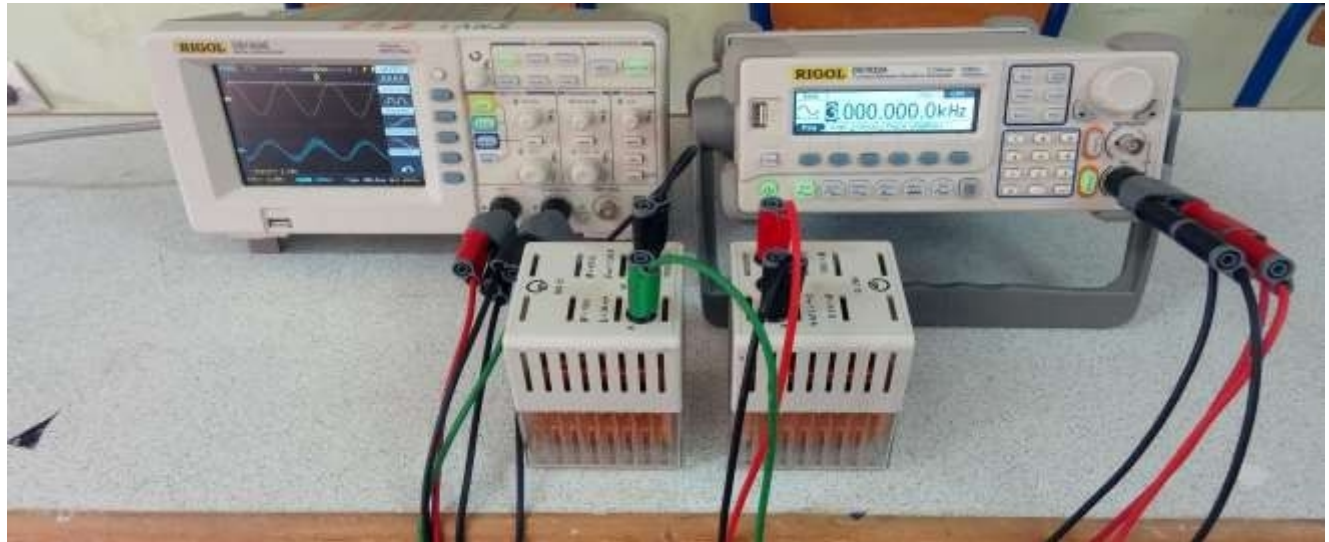
### Commentaires:

$\begin{cases} N_1, N_2 \text{ augmentent} \\ R_1, R_2 \text{ diminuent} \end{cases} \longrightarrow r \text{ augmente}$



## 2- Montage expérimental:

9

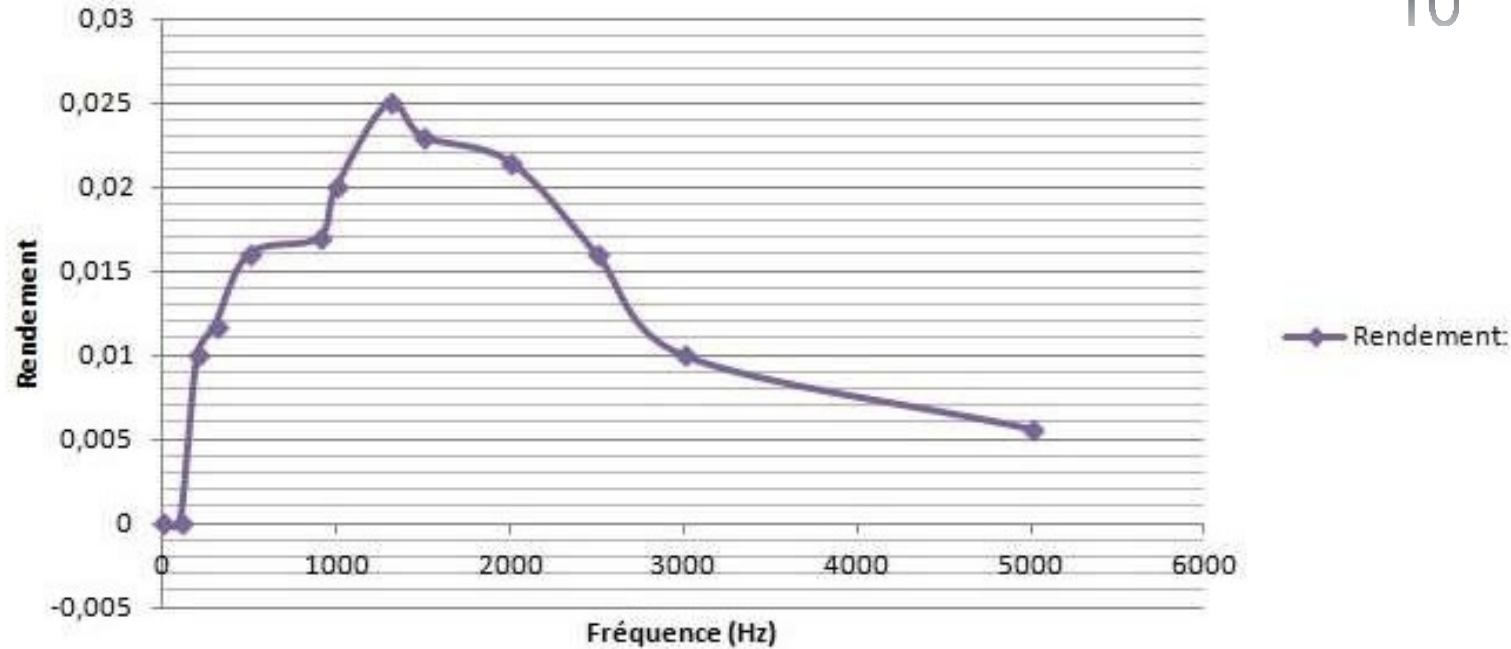


$$\begin{cases} \langle P_1 \rangle = \frac{E^2}{R} \\ \langle P_2 \rangle = \frac{u_L^2}{R} \end{cases} \longrightarrow r \equiv \frac{u_L^2}{E^2}$$

Pour:  $E = 3V$   
 $d = 0cm$

Frequence :	valeur de $u_L$ :
100 Hz	25 mV
200 Hz	300 mV
500 Hz	380 mV
1000 Hz	475 mV
1500 Hz	420 mV
6000 Hz	375 mV

## Rendement en fonction de la fréquence :

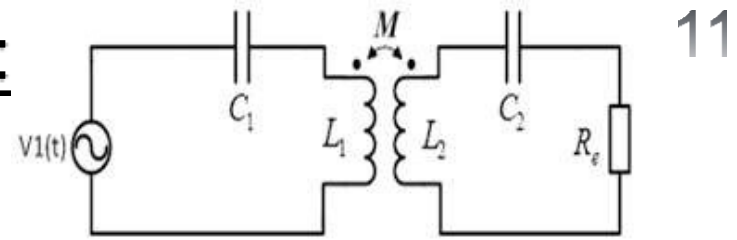


Théoriquement :  $r(\omega) = C \cdot \omega^2$



Le modèle théorique est valable seulement pour les basses fréquences

## 2) Couplage résonant:



11

Modèle théorique:

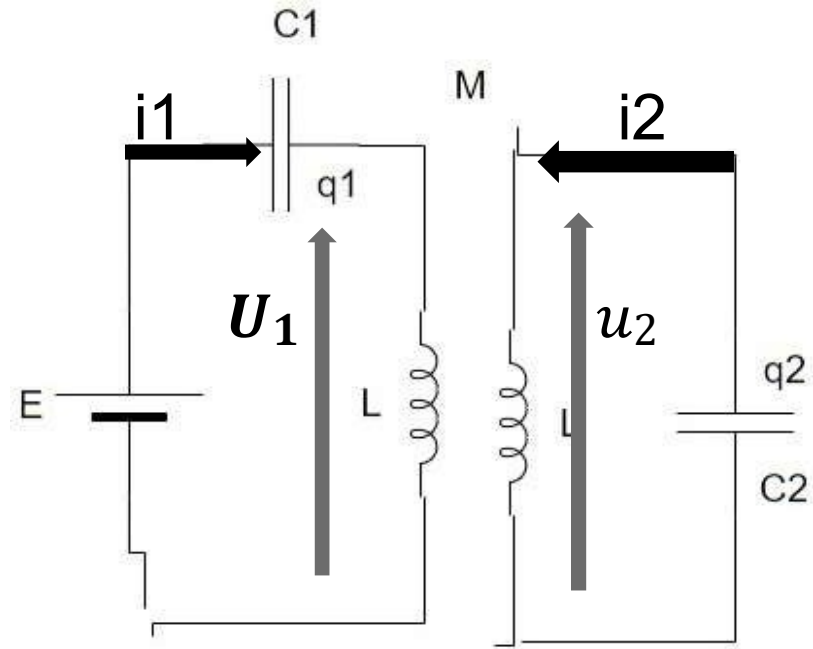
$$u_1 = -e_1 = L \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt}$$

$$u_2 = -e_2 = L \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt}$$

$$u_1 = E + \frac{q_1}{C}$$

$$u_2 = \frac{q_2}{C}$$

$$\frac{di_1}{dt} = -\frac{dq_1}{dt} / \frac{di_2}{dt} = -\frac{dq_2}{dt}$$



11

Donc: 
$$\frac{q_1^2}{E} + \frac{\alpha q_2^2}{L} + \frac{\alpha q_1^2}{L} + \omega_0^2 q_2^2 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{q_2^2}{E} = - \frac{\frac{\alpha \omega_0^2}{L}}{\omega_0^4 - 2\omega^2 \omega_0^2 + (1 - \alpha^2)\omega^4}$$

### Exploitation du résultat:

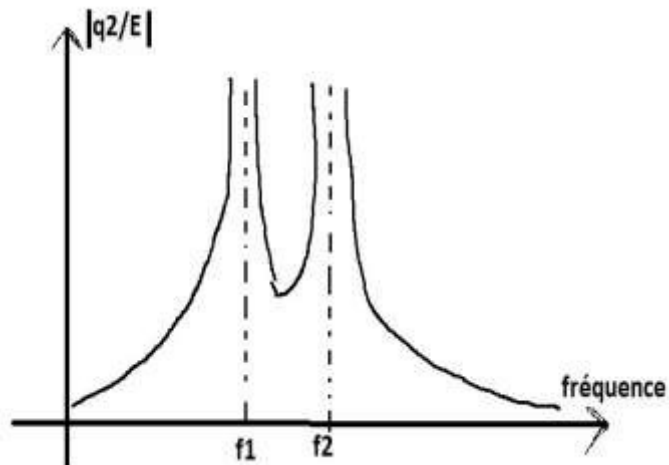
- A basses et à hautes fréquences : ce rapport tend vers 0
- $$\omega_0^4 - 2\omega^2 \omega_0^2 + (1 - \alpha^2)\omega^4 = 0$$
  

$$\iff \omega^2 = \frac{\omega_0^2 \pm \alpha \omega_0^2}{1 - \alpha^2}$$
  

$$\iff \omega_{1,2} = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 \pm \alpha}}$$
- $\frac{q_2^2}{E}(m_1)$  et  $\frac{q_2^2}{E}(m_2)$  tendent vers l'infini



## Allure:

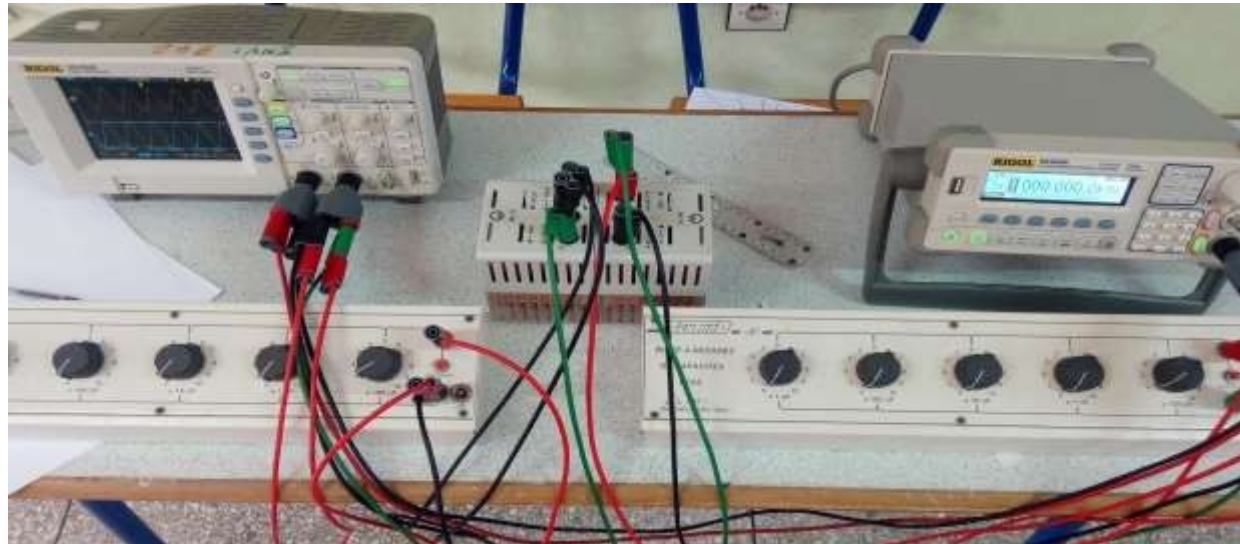


## Commentaires:

- 2 pulsations de résonnance:  $\omega_1$  et  $\omega_2$ .
- Si  $\alpha \ll 1$ :  

$$\omega_1 \approx \omega_2 \approx \omega_0$$
- Présence des résistances  
 ➔ résonnance finie.

## Montage expérimental:



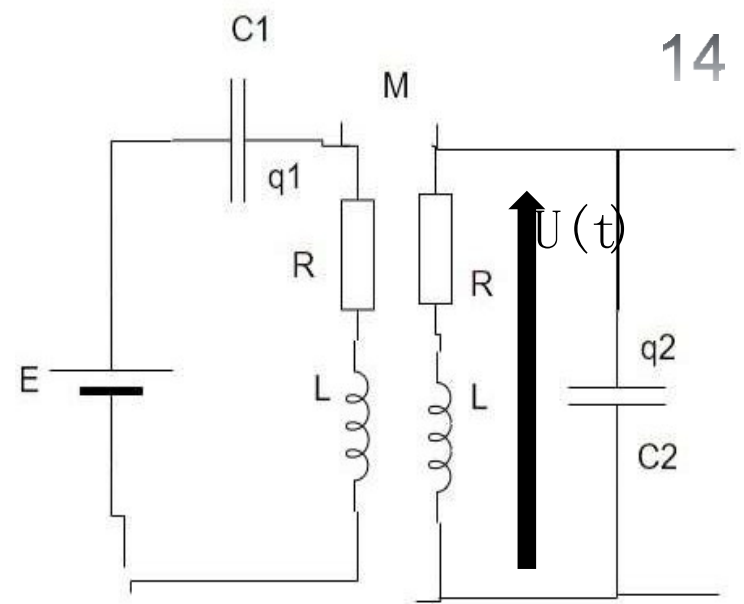




## Experimentalement:

$$\langle P1 \rangle = \frac{E \cdot I1}{2}$$

$$\langle P2 \rangle = \frac{U \cdot I2}{2}$$



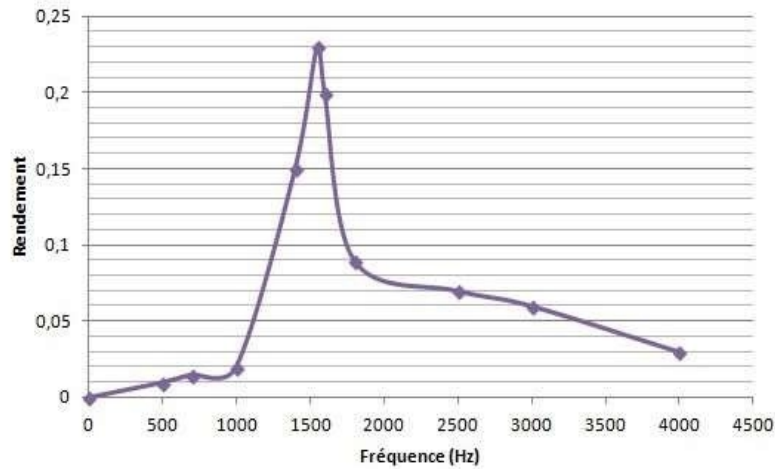
14

Pour:  $E = 3V$   
 $d = 0cm$

Pour:  $C = 300nF$   
 $L = 36mH$

fréquence(Hz)	tension(V)	rendement
500	0.3	0.01
700	0.5	0.015
1000	0.7	0.02
1400	1.9	0.15
1540	5.4	0.23
1600	3	0.2
1800	1	0.07
2500	0.4	0.05

## Rendement en fonction de fréquence:



## Remarques:

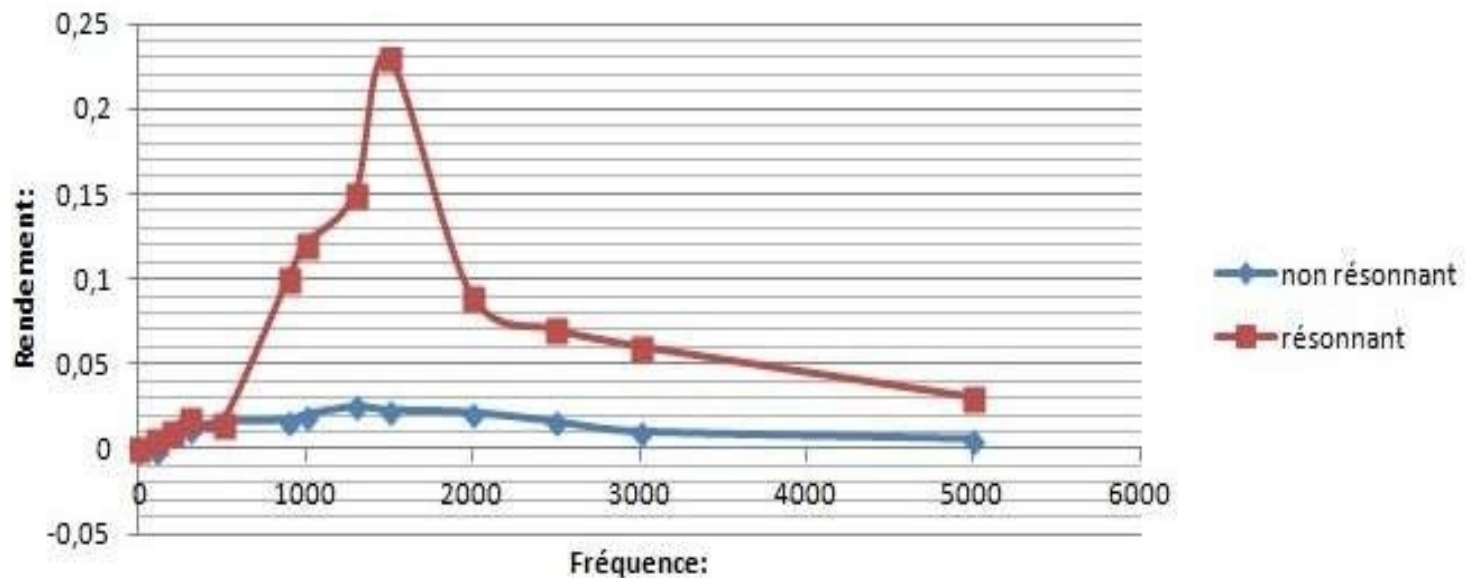
$$f_{\text{résonance}} \approx 1540 \text{ Hz}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 1531 \text{ Hz}$$

**Donc**  $m_{\text{résonance}} \approx m_0$

## Comparaison:

## Cas résonnant et non résonnant:

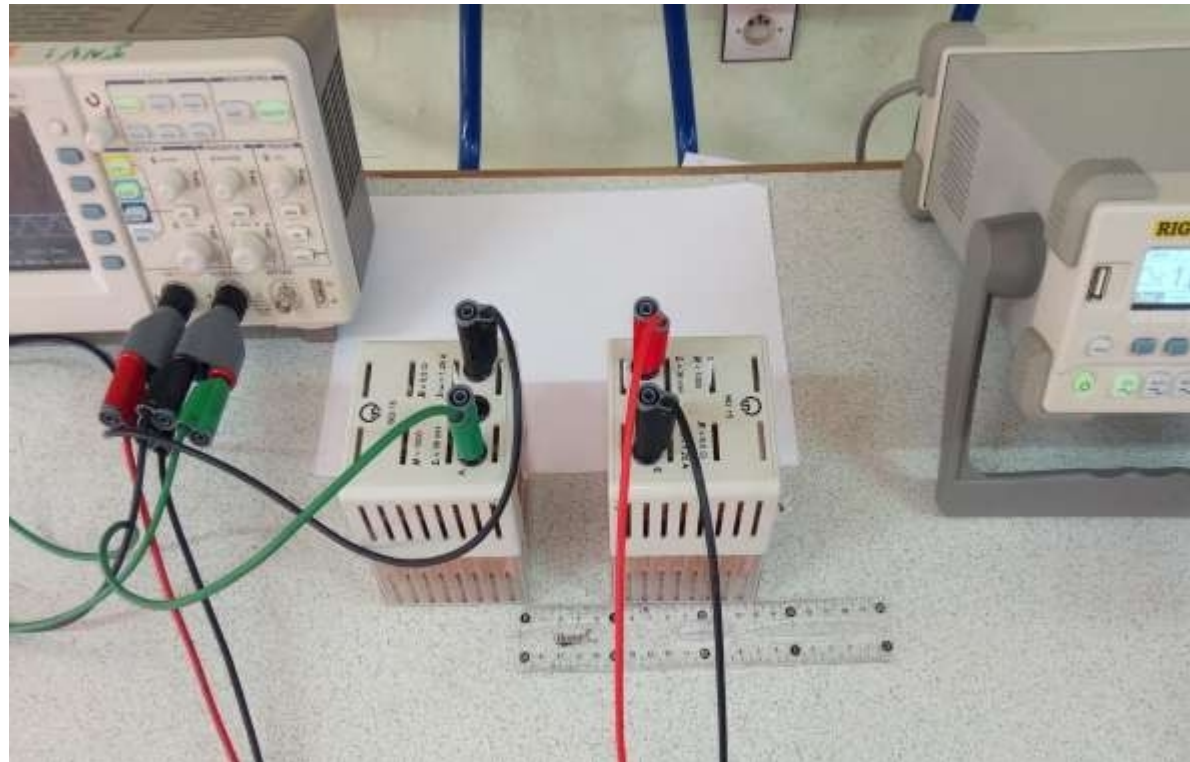


# Position des 2 bobines:

16

## 1. Effet de la distance entre bobines sur le rendement:

Montage experimental:



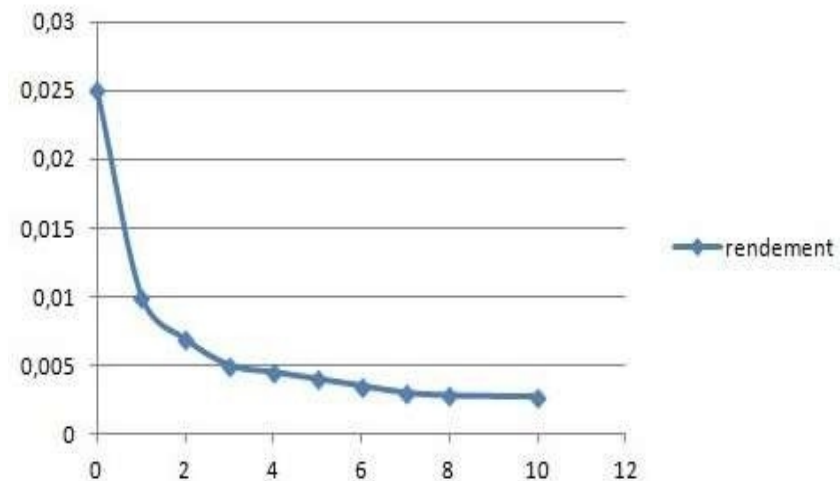
## Résultats: (Pour $f = 1.1 \text{ KHz}$ )

Distance verticale(c m) :	valeur de $U_L \text{ (mV)}$ :
0	450
1	300
2	250
3	225
4	180
5	150
6	125
8	95
10	80

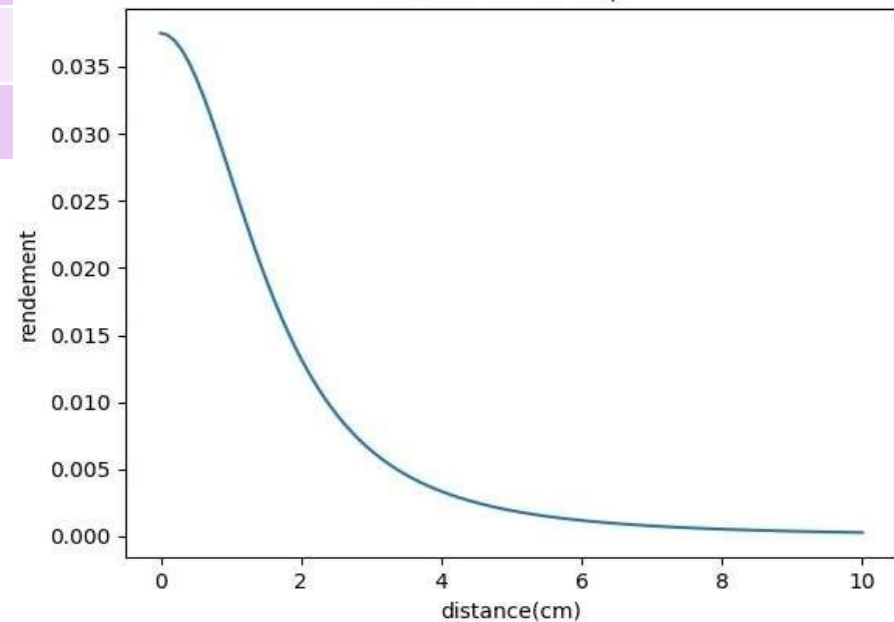
### Comentaire:

- **Petites distances :**  
décroissance rapide
- **Grandes distances:**  
décroissance lente

rendement



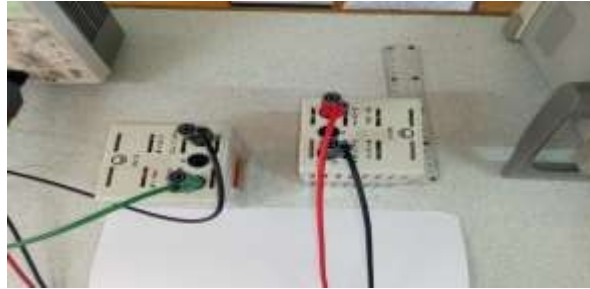
rendement théorique





## 2. Effet du désalignement axial sur le rendement:

Montage experimental:



Pour  $d = 5$  cm

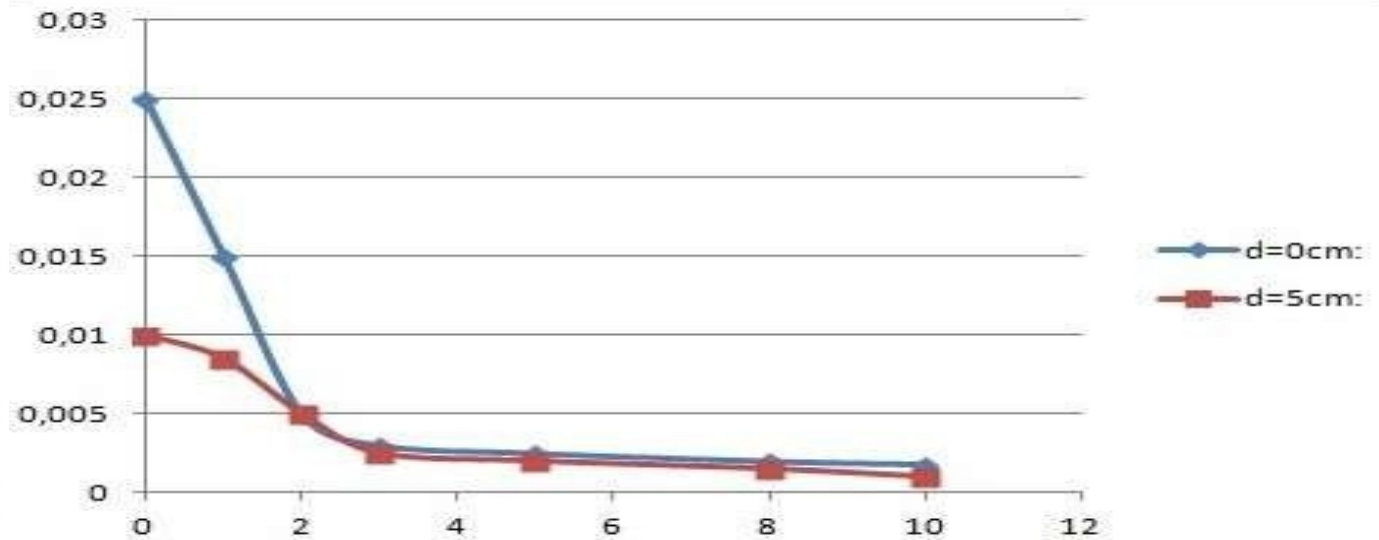
désalignement(cm):	tension de sortie(mV):
0	175
1	145
2	90
3	75
5	70
8	55
10	30

Pour  $d = 0$  cm

désalignement(cm):	tension de sortie(mV):
0	450
1	350
2	200
3	100
5	55
8	40
10	20

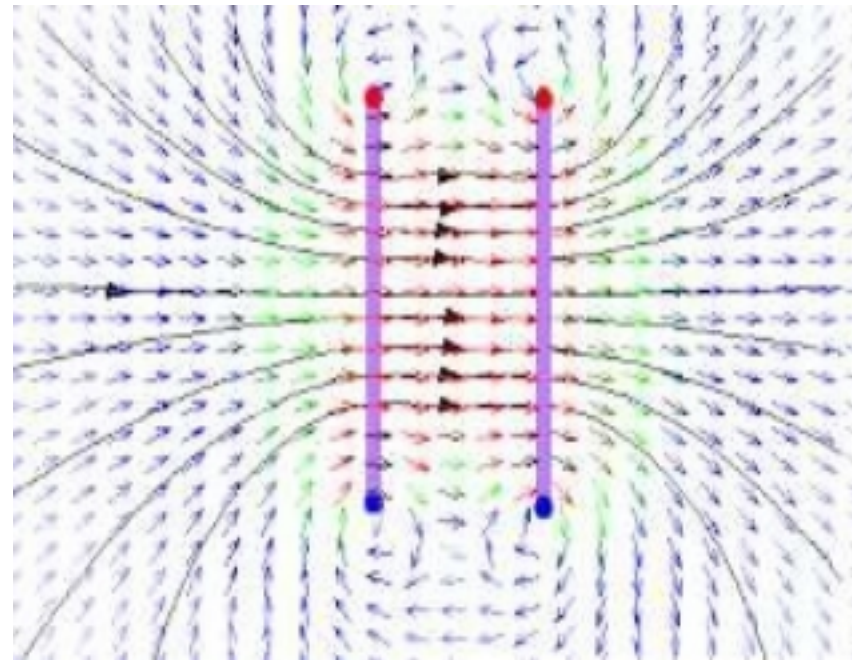


## Comparaison:



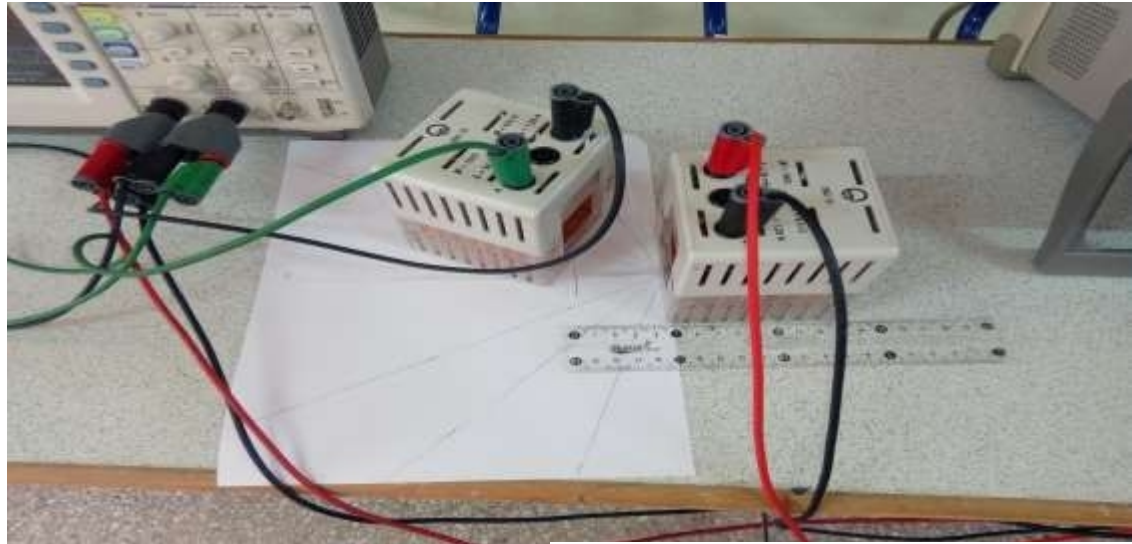
## Commentaires:

Décroissance plus rapide lorsque  $d = 0$  cm



### 3. Effet du désalignement angulaire sur le rendement:

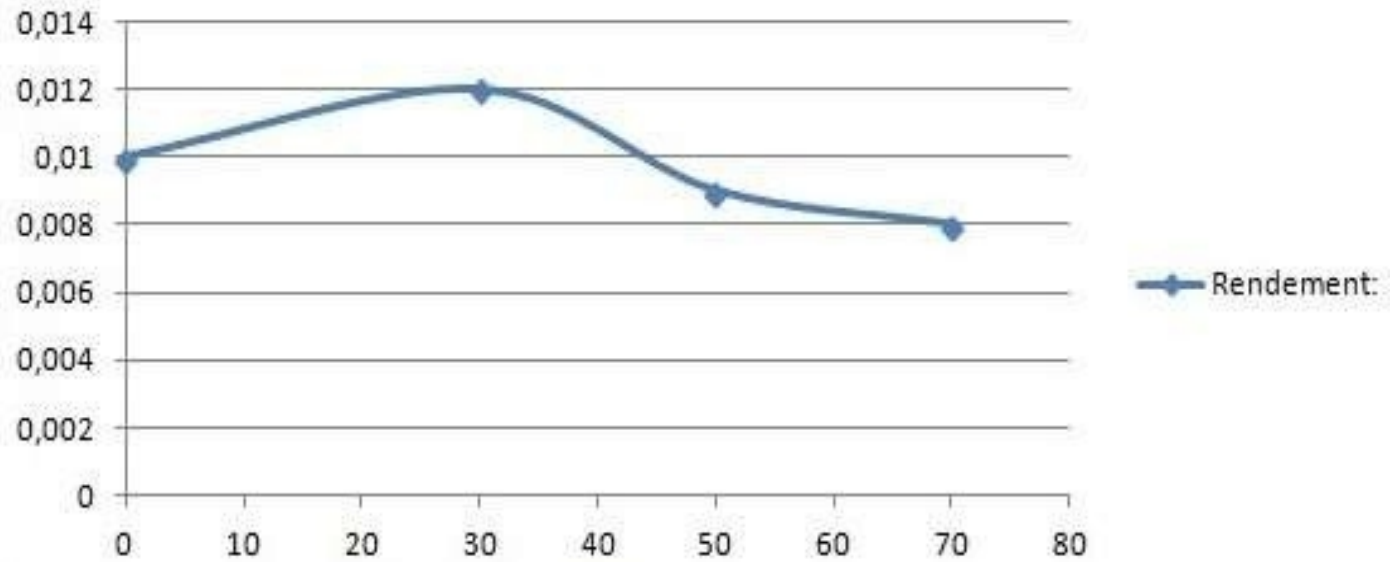
Montage experimental:



$$E = 3 \text{ V}$$
$$d = 5 \text{ cm}$$

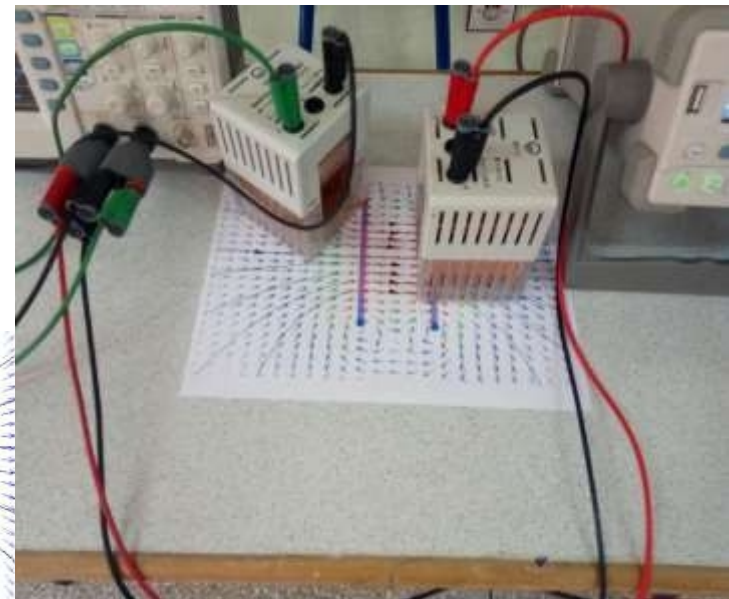
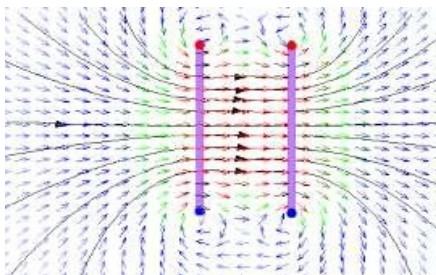
Désalignement angulaire :	tension de sortie:
0 degrés	165
30 degrés	170
50 degrés	150
70 degrés	140

## Effet du désalignement angulaire sur le rendement :



### Commentaire:

Pas de grande variation dans le désalignement angulaire





# Conclusion:

- Un couplage résonant permet un rendement meilleur face à celui non résonant.
- L'augmentation de la distance verticale diminue le rendement.
- Le désalignement axial diminue **fortement** le rendement
- .
- Le désalignement angulaire n'influence pas largement le rendement.

Merci pour votre attention