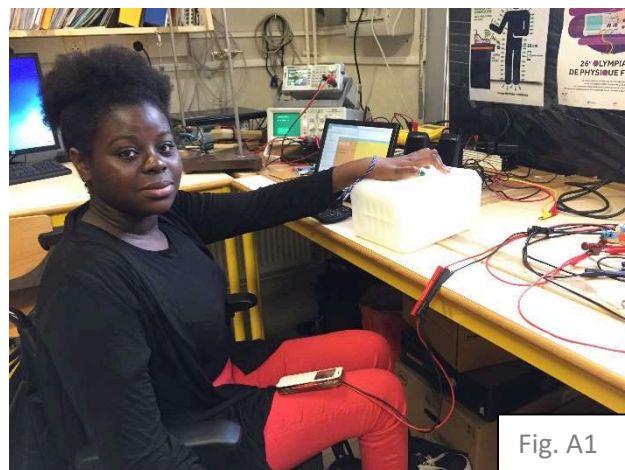


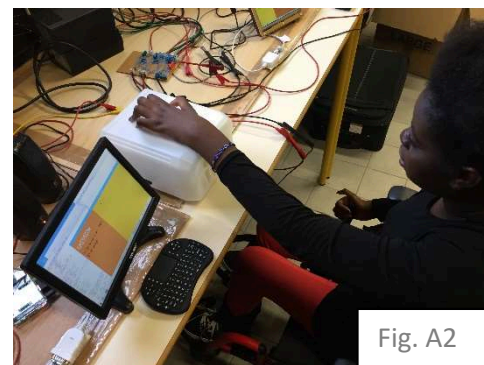
## ANNEXE A : entretien avec Cynthia, élève du lycée atteinte de la maladie de Charcot-Marie-Tooth

Cynthia souffre depuis l'âge de 3 ans de la maladie de Charcot-Marie-Tooth, une maladie héréditaire qui est progressive et dégénérative et pour laquelle il n'existe aucun traitement. Cette maladie lui a déformé les pieds et les mains. Cynthia est alors contrainte de se déplacer en béquilles ou en fauteuil car ses jambes sont susceptibles de céder en cas de bousculade ou encore si elles sont mal positionnées. De plus, ses bras et ses jambes sont plus faibles que la norme ce qui l'empêche d'effectuer quelques tâches telles qu'ouvrir un yaourt ou boutonner une chemise. Elle est donc



obligée de s'adapter en toutes circonstances, par exemple ses vêtements ne comportent aucun bouton, uniquement des fermetures éclair. Malgré son handicap Cynthia est assez autonome, cependant toutes les infrastructures publiques de nos jours ne sont pas adaptées à sa situation, et c'est pour cela que notre projet pourrait favoriser son intégration et son autonomie dans la société en lui facilitant la vie sur plusieurs points. En voici un exemple :

Prendre le bus : habituellement pour prendre le bus Cynthia doit lâcher une béquille, au risque de se faire bousculer et de tomber, puis de fouiller ses poches pour en sortir une carte ou un ticket avant de le valider. De plus elle est dans l'obligation de se préparer à « calculer » comment positionner ses pieds en cas de bousculade. Tout cela est donc particulièrement contraignant et prend du temps. Or, grâce à notre dispositif il lui suffirait, tout en restant appuyée sur ses béquilles, d'approcher une partie de son corps, par exemple son coude ou son bras, de la borne et la validation serait immédiate. Ainsi la prise de risque est minime et le temps est optimisé.



Ci-contre, Fig. A1 et A2, Cynthia teste notre dispositif final : le téléphone est posé sur sa jambe mais il pourrait être dans sa poche, en posant sa main ou une autre partie du corps sur la borne blanche elle valide le titre de transport.

## ANNEXE B : le SAR (ou DAS) et les questions éthiques soulevées par notre projet

Un point important est de comprendre que lorsque vous effectuez un **paiement sans contact** avec votre carte bancaire, les ondes du NFC à 13,56 MHz **passent à travers votre corps** lorsque vous approchez votre main de la borne (elles ne s'arrêtent pas à la carte bancaire), tout comme les ondes des téléphones portables passent en permanence à travers notre corps car elles se propagent dans toutes les directions et dans tous les milieux. Notre corps se comporte en permanence comme une antenne qui rayonne les fréquences qu'il reçoit.

## Normes de fonctionnement et de sécurité des portables et du NFC :

Les téléphones portables utilisent les fréquences d'émission 900 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz (3G), 800 MHz et 2600 MHz (4G) et suivent une norme en matière de sécurité : Le **SAR** (Specific Absorption Rate) ou **DAS** (débit d'absorption spécifique) ne doit pas dépasser **2 W/kg** (exemple : une personne de 70 kg ne doit pas recevoir plus de 140 W). En effet, l'absorption par la chair d'ondes électromagnétiques entraîne une élévation de la température. Plus le SAR d'un appareil radioélectrique est faible, moins cet appareil a le potentiel d'être dangereux pour la santé car les tissus de l'utilisateur reçoivent moins d'énergie.

La technologie **NFC** quant à elle fonctionne à une fréquence de **13,56 MHz**. Sa distance de communication est faible, **inférieure à 10 cm**. Le SAR du NFC est d'environ **0,1 W/kg** (à 5 mm), ou **0,05 W/kg** (à 15 mm).

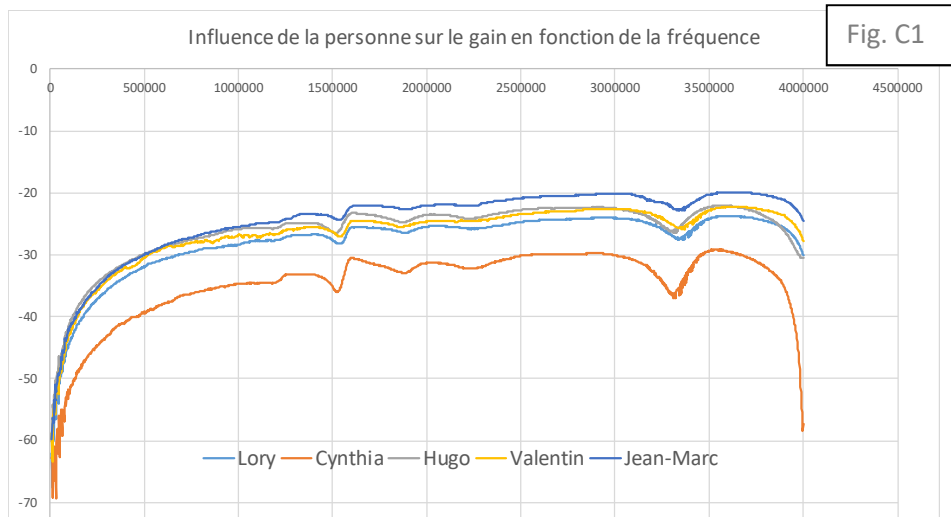
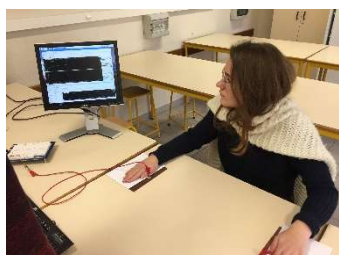
### Bilan :

- Le SAR du NFC est **20 fois plus faible** que celui des portables, de plus on utilise le NFC uniquement pendant un très court temps : **quelques secondes** par jour, contrairement aux communications téléphoniques qui durent plusieurs minutes.
- Notre projet fonctionne sur le **même principe** que le NFC, à la différence qu'avec l'I.B.C. les ondes qui traversent notre corps ont une **réelle utilité** puisqu'on s'en sert pour transmettre des informations. Elles ne présentent donc pas plus de danger que le NFC. Les réticences potentielles liées à cette technologie sont alors liées au fait que les **personnes prennent conscience que des ondes les traversent**, alors que cette prise de conscience **n'a pas lieu** lors d'un paiement par carte sans contact comme actuellement.
- Nous avons réalisé un **sondage** (<https://www.dragnsurvey.com/survey/r/d01f6d2>) et obtenu 135 réponses d'élèves, professeurs et parents (rapport complet : <https://www.dragnsurvey.com/report/r/281ef08634dec93cc57857b659357319>). D'après notre étude le principe de l'I.B.C. est **accueilli positivement** : il y aurait autant d'utilisateurs potentiels que le NFC (45% d'après le sondage). **Aucune personne n'a trouvé amoral** d'utiliser le corps à cet effet, l'important est de faire preuve de pédagogie pour expliquer qu'il n'y a aucun danger supplémentaire comparé au paiement sans contact actuel.

## **ANNEXE C : gain en fonction de la fréquence : influence de la nature de l'isolant et de la personne, et modélisation du dispositif {Cuivre-isolant-Homme-isolant-Cuivre}**



Expérience et résultats (Fig. C1) : tracé obtenu avec la même épaisseur d'isolant (deux feuilles de papier) mais en modifiant la personne.



Expérience et résultats (Fig. C2) : tracé obtenu avec la même épaisseur d'isolant (3 mm) mais en modifiant la nature de l'isolant.

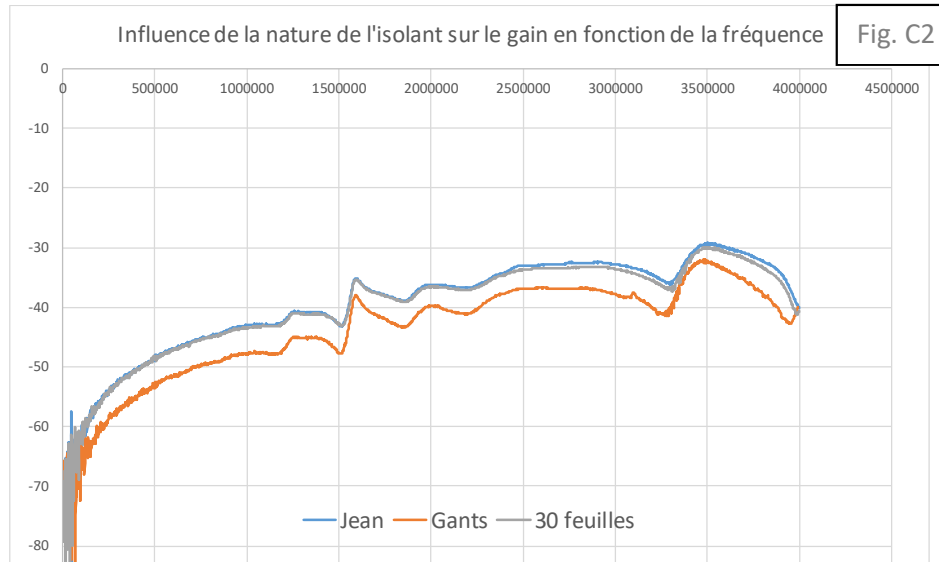


Fig. C2

**Bilan** : le gain dépend de la personne étudiée (le gain le plus faible est obtenu pour Cynthia quelle que soit la fréquence), il dépend aussi de la nature de l'isolant : les gains en laine synthétique induisent le gain le plus faible.

Expérience et résultats (Fig. C3) : tracé obtenu avec un analyseur de réseau dans les laboratoires d'Orange avec une feuille de papier et le corps de l'ingénieur.

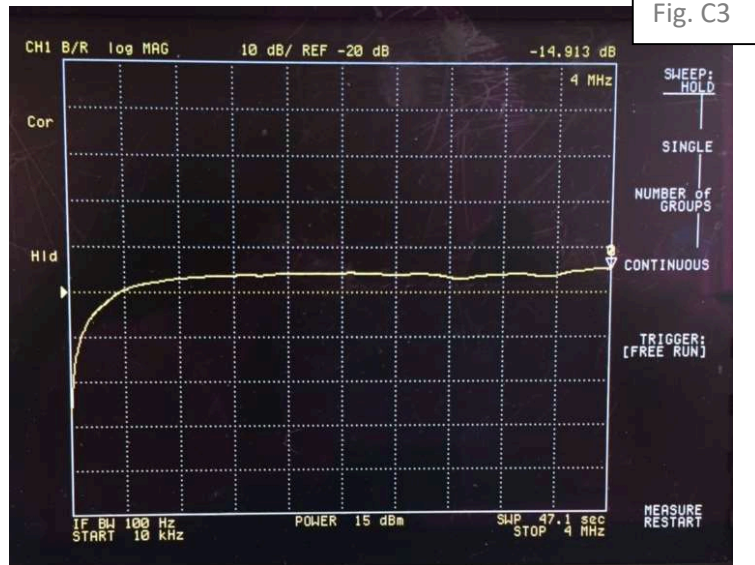
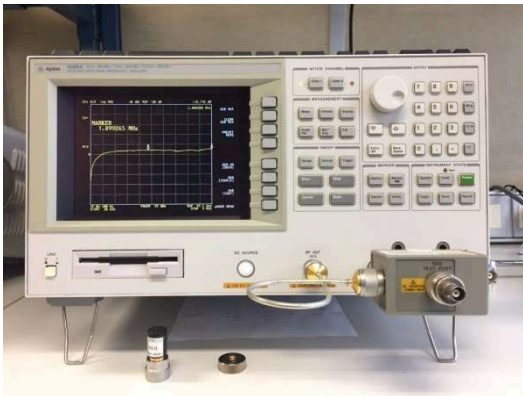


Fig. C3

### Modélisation du dispositif et mesure de la fréquence de coupure à -3 dB :

D'après l'allure du graphique obtenu nous décidons de modéliser le dispositif **{Cuivre-isolant-Homme-isolant-Cuivre}** comme un filtre passe-haut. En effet les basses fréquences sont coupées, contrairement aux hautes fréquences. La mesure graphique (Fig. C4) donne  $f_c = 400 \text{ kHz} \pm 20 \text{ kHz}$  (Échelle linéaire : chaque graduation correspond à 400 kHz)

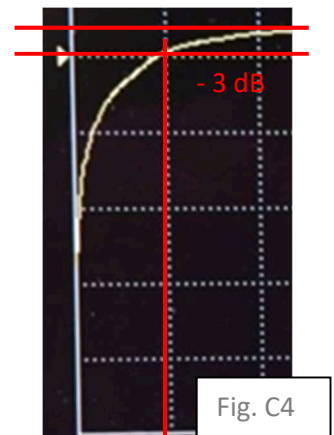


Fig. C4

### Détermination de la capacité équivalente du dispositif :

Pour déterminer la capacité du dispositif **{Cuivre-isolant-Homme-isolant-Cuivre}** nous devons trouver un modèle équivalent en termes de circuit électrique. Nous avons d'abord pensé au filtre passe-haut « classique » (Fig. C5) mais il ne pouvait pas convenir car il n'est pas compatible avec le modèle obtenu en courant continu (voir Fig. 13 p8) où on avait modélisé le dispositif **{Cuivre-Homme-Cuivre}** par une résistance de 64 kΩ.

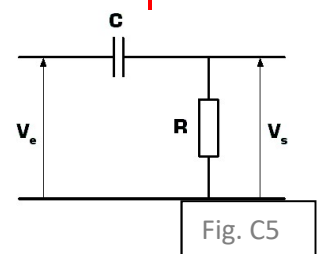


Fig. C5

L'idée est alors d'associer les deux pour obtenir ce montage (Fig. C6) :

En utilisant la relation du diviseur de tension avec les impédances des composants on obtient :

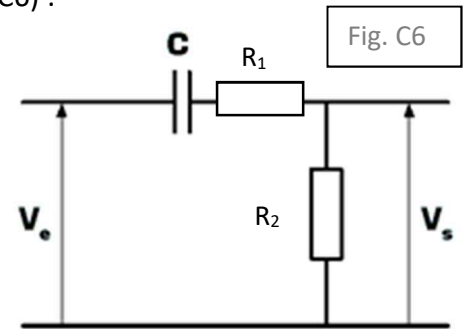
$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{R_2}{\frac{1}{jCw} + R_1 + R_2} = \frac{jR_2Cw}{1 + j(R_1 + R_2)Cw} \text{ avec } w = 2\pi f$$

$$w_c = \frac{1}{(R_1 + R_2)C} \Leftrightarrow f_c = \frac{1}{2\pi(R_1 + R_2)C}$$

$R_2$  est l'impédance d'entrée de l'analyseur de réseau soit  $50 \Omega$  et  $R_1 = 64 \text{ k}\Omega$

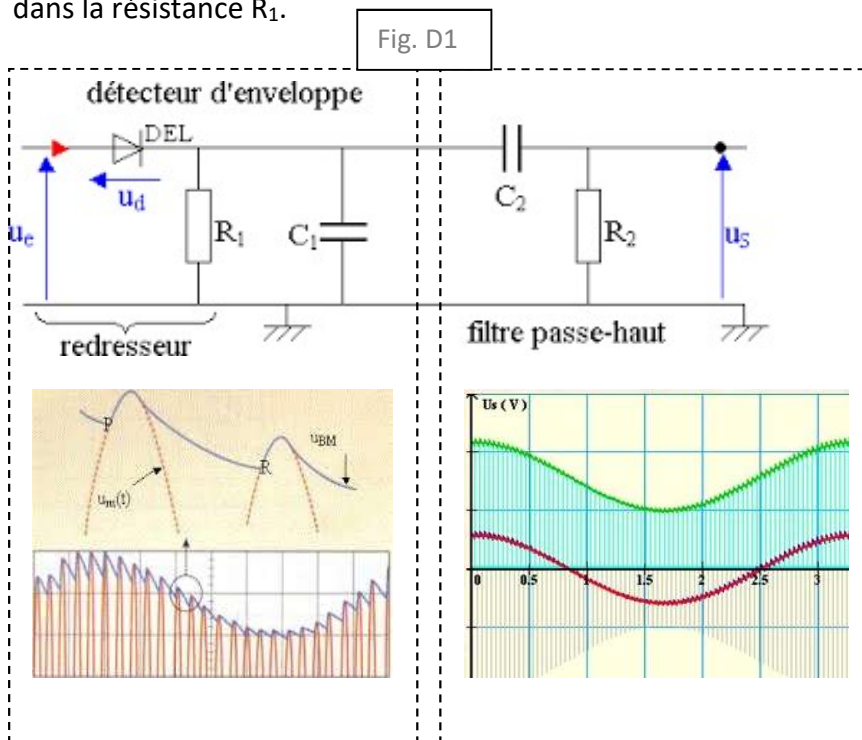
$$C = \frac{1}{2\pi(R_1 + R_2)f_c} = \frac{1}{2\pi \times (64.10^3 + 50) \times 400.10^3} = 6,2.10^{-12} \text{ F}$$

L'ordre de grandeur de  $C$  est de **10 pF**



### ANNEXE D : circuit de démodulation d'amplitude et aspects théoriques

Ci-dessous (Fig. D1)  $U_e$  représente la tension modulée et  $U_s$  la tension démodulée. Lorsque la diode est passante, le condensateur  $C_1$  se charge et quand la diode est bloquée  $C_1$  se décharge dans la résistance  $R_1$ .



### Aspects théoriques de la décharge d'un condensateur dans une résistance :

Fig. D2 : le condensateur se charge lorsque la diode est passante (équivalent à la position 1 de l'interrupteur) et se décharge dans la résistance lorsque la diode se bloque (équivalent à la position 2 de l'interrupteur).

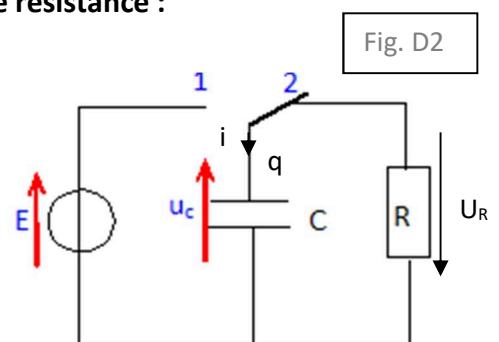
Avec la loi d'additivité des tensions en position 2, on obtient

$$U_C + U_R = 0$$

Avec  $U_R = R.i$  ;  $q = C.U_C$  ;  $i = \frac{dq}{dt}$  donc  $i = C. \frac{dU_C}{dt}$

Ainsi  $U_C + RC. \frac{dU_C}{dt} = 0$

Soit  $U_C(t) + RC.U_C'(t) = 0$



On obtient une **équation différentielle** de la forme :  $f(x) + K_1 \times f'(x) = 0$  avec  $K_1 = RC$

**Résolution** de l'équation différentielle :

$$f(x) + K_1 \times f'(x) = 0 \Leftrightarrow f(x) = -K_1 \times f'(x)$$

$$\Leftrightarrow \frac{f'(x)}{f(x)} = -1 / K_1 = K_2$$

$\Leftrightarrow \ln'(f(x)) = K_2$  : la dérivée de  $\ln(f(x))$  est  $K_2$  donc  $\ln(f(x))$  est une primitive de  $K_2$

$$\Leftrightarrow \ln(f(x)) = K_2 \times x + K_3$$

$$\Leftrightarrow f(x) = \exp(K_2 \times x + K_3) = \exp(K_2 \times x) \times \exp(K_3) = K \times \exp(K_2 \times x) \text{ avec } K = \exp(K_3)$$

On obtient une fonction de la forme  $f(x) = K \times \exp(-x / K_1)$  : exponentielle décroissante

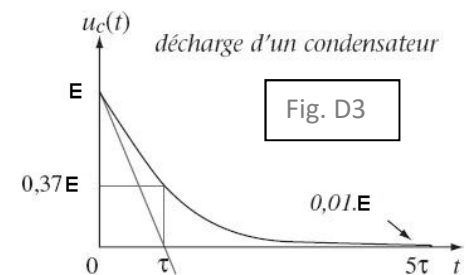
D'un point de vue **physique** on a donc  $U_c(t) = K \times \exp(-t / RC) = K \times e^{(-t/RC)}$

Pour trouver  $K$  il faut utiliser la condition initiale : le condensateur est chargé à  $t = 0$  donc

$$U_c(0) = E \Leftrightarrow U_c(0) = K \times e^{(-0/RC)} = K = E$$

Ainsi  $U_c(t) = E \times e^{(-t/RC)} = E \times e^{(-t/\tau)}$  avec  $\tau = RC$  appelée **constante de temps** du circuit (Fig. D3).

- $U_c(\tau) = E \times e^{(-\tau/\tau)} = E \times e^{-1} \approx 0,37 E$  donc en  $t = \tau$  le condensateur est déchargé à **63%**
- $U_c(5\tau) = E \times e^{(-5\tau/\tau)} = E \times e^{-5} \approx 0,01 E$  donc en  $t = 5\tau$  le condensateur est déchargé à **99%**



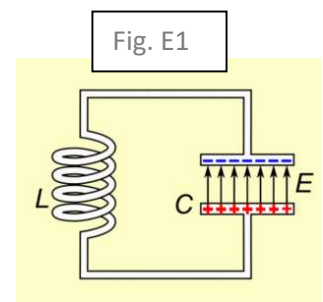
### ANNEXE E : principe physique de la résonance

Prenons un exemple simple en mécanique : la balançoire. Lors des oscillations libres, il y a en permanence transfert d'énergie cinétique en énergie potentielle et inversement. L'amplitude du mouvement d'une balançoire va augmenter si on la pousse (oscillations forcées) à intervalle régulier correspondant à la période des oscillations libres de la balançoire, elle va alors absorber de l'énergie et l'énergie totale de la balançoire va augmenter, c'est le phénomène de résonance. Il faut pousser au bon moment. Pour un pendule simple oscillant

$$\text{on a } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ la résonance est donc obtenue pour } f_r = f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{1}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}}$$

#### En électricité :

Un circuit électrique LC (Fig. E1) se comporte comme un oscillateur, un condensateur et une bobine peuvent emmagasiner de l'énergie et il y a en permanence des échanges d'énergie entre le condensateur et la bobine. L'énergie totale va augmenter si le circuit absorbe l'énergie d'un GBF ou d'une onde électromagnétique qui oscille à une fréquence identique ou voisine de la fréquence propre du circuit.



$$\text{Pour la résonance en intensité on a } f_r = f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

## Annexe F : modèle utilisé par Orange pour la conception d'antennes

Calcul de la valeur de l'inductance totale (L en nH) en fonction du nombre de tours.

$$L = 2l \left[ \ln \left( \frac{l}{D} \right) - k \right] N^P$$

Avec:

$r = 7,500$	Rayon de la spire en cm =>	$l = 47,1238898$
$l = 47,124$	(Circonférence ( $2 \cdot \pi \cdot r$ ) ou longueur d'une spire de l'antenne 2(a±b). En cm.)	
$D = 0,060$	(Diamètre du fil ou largeur du conducteur si les spires sont réalisées en circuit imprimé. En cm.)	
$N = 1,000$	(Nombre de tours.)	
$k = 1,144$	(Facteur de correction: 1,04 pour les antennes rectangulaires. 1,07 à 1,16 pour les antennes circulaires. Cette valeur est normalement proche de 1,144 1,47 pour les antennes carrées)	
$P = 1,800$	(1,8 à 1,9 pour les antennes réalisées en fils bobinés 1,7 à 1,85 pour les antennes gravées 1,5 à 1,75 pour les antennes imprimées.)	

P = 1,8 à 1,9 pour les antennes réalisées en fil bobiné

## Annexe G : rayonnement du corps humain : incertitude de mesure et influence de la personne

### Incertitudes de mesure :

Le GBF délivre une tension sinusoïdale d'amplitude 10 V et de fréquence 455 kHz. L'analyseur de spectre relié à l'antenne mesure des tensions de l'ordre de la centaine de  $\mu\text{V}$ . Pour évaluer l'incertitude, des séries de 10 mesures sont effectuées en positionnant l'antenne toujours dans la même zone quadrillée.

Valeurs de tensions U ( $\mu\text{V}$ ) obtenues avec Lory (l'antenne est située dans la poche arrière) :

260	260	270	240	250	260	240	255	250	255
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Moyenne :  $U = 254 \mu\text{V}$  ; écart type expérimental :  $S_{\text{exp}} = 9 \mu\text{V}$

Incertitude type :  $S = S_{\text{exp}} / \sqrt{n} = 9 / \sqrt{10} = 3 \mu\text{V}$

Incertitude-type élargie :  $\Delta U = 2 \times S = 6 \mu\text{V}$  (niveau de confiance à 95%)

Incertitude relative :  $\Delta U / U = 6 / 254 = 2 \%$

Pour les mesures les plus faibles nous obtenons une incertitude relative plus élevée :

80	75	75	80	60	90	80	85	70	80
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Moyenne :  $U = 78 \mu\text{V}$  ;  $\Delta U = 2 \times S = 5 \mu\text{V}$  (niveau de confiance à 95%)

Incertitude relative :  $\Delta U / U = 5 / 78 = 6 \%$

Puis nous avons normalisé tous les résultats en calculant le rapport  $r = U / U_{\text{min}}$

On obtient une estimation de l'incertitude de nos mesures avec le calcul suivant :

$$\frac{\Delta r}{r} = \sqrt{\left( \left( \frac{\Delta U}{U} \right)^2 + \left( \frac{\Delta U_{\text{min}}}{U_{\text{min}}} \right)^2 \right)} = \sqrt{\left( \left( \frac{2}{100} \right)^2 + \left( \frac{6}{100} \right)^2 \right)} = 6 \%$$

En arrondissant par excès on obtient une incertitude relative de 10%, ce qui est suffisant comme précision pour nos expériences.

**Exemple de mesures relevées avant normalisation (Fig. G1 et G2) et avant application des couleurs :**

Fig. G1 : Lory tee-shirt devant

	250				260	
255	240	230	360	280	400	400
	440	300	230	200	170	
	300	300	180	320	320	
	210	270	280	130	125	
	180	280	200	180	130	
	160	200	180	200	130	
	140	130	120	150	160	

Fig. G2



Fig. G3



**Résultats normalisés obtenus sur Lory et Caroline (Fig. G3) avec notre antenne B3**

	1,7				2,0	
1,7	2,3	2,0	1,7	1,7	1,7	2,0
	2,6	1,9	1,7	1,9	2,9	
	1,4	1,7	1,7	1,7	1,9	
	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7	
	1,6	1,7	1,9	1,9	1,4	
	1,1	1,1	1,3	1,4	1,4	
	1,7	1,3	1,4	1,4	1,4	

	1,7	1,6		2,0	1,7	
2,1	2,1	1,7	1,9	1,9	2,0	2,3
	1,9	1,9	2,0	1,9	2,0	
	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	
	1,9	1,6	1,4	1,6	1,6	
	1,3	1,4	1,3	1,4	1,1	
	1,4	1,7	1,4	1,7	1,4	
	1,6	1,3	1,1	1,3	1,4	

	2,3				2,6	
1,6	1,9	2,3	2,1	2,0	1,9	1,6
	1,4	1,9	2,3	1,7	1,9	
	1,1	1,6	1,4	1,3	1,6	
	2,4	2,0	2,3	1,9	1,9	
	1,4	1,7	1,8	1,9	1,3	
	1,3	1,2	1,3	1,4	1,3	
	1,4	1,3	1,5	1,3	1,3	

	1,4	1,3	1,1	1,7	1,9	
	1,7	1,7	1,7	1,9	2,0	
	1,9	1,9		1,9	1,9	
	2,1	2,1		2,3	1,9	
	1,7	1,7		2,0	2,0	
	1,9	1,7		1,7	1,6	
	1,6	1,7		1,9	1,6	
	1,6	1,6		1,6	1,4	
	1,4	1,4		1,6	1,4	
	1,3	1,3		1,3	1,4	
	1,3	1,0		1,1	1,1	

	1,4	1,7	1,3	1,4	1,3	
	1,6	1,7	1,6	1,6	1,3	
	1,7	1,6	1,9	1,4	1,4	
	1,9	2,3		2,0	1,4	
	1,9	1,7		1,7	1,3	
	1,7	1,6		1,7	1,4	
	1,6	1,3		1,6	1,7	
	2,0	1,3		1,6	1,4	
	1,4				1,4	
	1,6				1,4	
	1,4				1,4	
	1,3				1,1	

	1,9	2,0		1,7	1,3	
2,7	1,9	1,7	2,1	1,4	1,9	2,0
	2,0	1,7	1,6	1,7	2,0	
	2,0	2,3	2,0	2,1	2,1	
	2,6	2,3	2,3	2,3	2,0	
	1,7	1,4	1,6	1,6	1,4	
	1,4	1,6	1,6	1,3	1,1	
	1,9	1,3	1,4	1,4	1,4	

**Résultats normalisés obtenus sur la tête de Lory sans isolant avec l'antenne d'Orange**

Lory tête devant (antenne Orange)

3,2	3
3,6	3,5
2,8	3

```
#BIBLIOTHEQUES
import pygame
from pygame import *
import imageio
import time
import serial
from gtts import gTTS
from mutagen.mp3 import MP3

#CONSTANTES
#port1 = "COM7"
port1 = "/dev/ttyUSB0"
baud1 = 600
#port2 = "COM9"
port2 = "/dev/rfcomm0"
baud2 = 19200

liste_idc_a = ['IDC-FDSer56Kiujhgf8753Aa','IDC-FDSer56Kiujhgf8753Bb','IDC-
FDSer56Kiujhgf8753Cc','IDC-FDSer56Kiujhgf8753Dd','IDC-FDSer56Kiujhgf8753Ee']
longueur_idc = 24

tempo = 0

ids1 = 'IDS-1'
ids2 = 'IDS-2'
ids3 = 'IDS-3'
ids4 = 'IDS-4'
ids5 = 'IDS-5'
ids6 = 'IDS-6'

#FONCTIONS
def affiche_texte(texte,x,y,taille,r,v,b):
    police = pygame.font.Font('Modum.ttf', taille)
    texte = police.render(texte, True, (r,v,b))
    screen.blit(texte, [x,y])

def creer_tts(text, lang, filename):
    file = gTTS(text,lang)
    file.save(filename)

# TEXT TO SPEECH
nombre_t2s = 7
t2s = ['']*nombre_t2s

t2s[0] = "Access denied"
t2s[1] = "Open door"
t2s[2] = "Ticket Validated"
t2s[3] = "Payment accepted"
t2s[4] = "Connecting to the computer"
t2s[5] = "Cash withdrawal accepted"
t2s[6] = "Playing the music"

# CREATION DES FICHIERS T2S
print('Création des fichiers MP3 TTS')
langue = 'en'
fichier_t2s = ['']*nombre_t2s
```



```
for i in range(len(fichier_t2s)):
    fichier_t2s[i] = 't2s_E_'+str(i)+'.mp3'
    #creer_tts(t2s[i], langue, fichier_t2s[i])
    print(fichier_t2s[i])

#INITIALISATION PYGAME
pygame.init()
info = pygame.display.Info()

screen = pygame.display.set_mode((1000,550))
pygame.display.set_caption("INTERFACE AFFICHAGE EMISSION")

#OUVERTURE DES PORTS
try:
    ser1 = serial.Serial(port1, baud1, timeout=1)
    if ser1.isOpen():
        print(ser1.name + ' est ouvert...')
except serial.SerialException as e :
    print('Erreur port 1 :', e)

try:
    ser2 = serial.Serial(port2, baud2, timeout=1)
    if ser2.isOpen():
        print(ser2.name + ' is open...')
except serial.SerialException as e:
    print('Erreur :', e)

#DEBUT EMISSION/RECEPTION CONFIRMATION
compteur = 0
idc_recu = ''
ids_a_envoyer = ''
sortir = False
envoyer = False
recevoir = False
fin_emission = ''
a = 0
attente_recommencer = False

while not (sortir):
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.KEYDOWN:
            if event.key == pygame.K_ESCAPE:
                # On appuie sur une touche
                # On appuie sur la touche
                ESCAPE
                sortir = True
            elif event.key == pygame.K_F1:
                envoyer = True
                ids_a_envoyer = ids1
            elif event.key == pygame.K_F2:
                envoyer = True
                ids_a_envoyer = ids2
            elif event.key == pygame.K_F3:
                envoyer = True
                ids_a_envoyer = ids3
            elif event.key == pygame.K_F4:
```

```

        envoyer = True
        ids_a_envoyer = ids4
    elif event.key == pygame.K_F5:
        envoyer = True
        ids_a_envoyer = ids5
    elif event.key == pygame.K_F6:
        envoyer = True
        ids_a_envoyer = ids6
if not recevoir:
    screen.fill((108,0,119),(0,0,1000,550))
    affiche_texte("CHOIX DU SERVICE",275,75,60,255,255,255)
    affiche_texte("1) Demande d'ouverture de porte",100,200,55,255,255,255)
255) affiche_texte("2) Validation d'un titre de transport",100,250,55,255,255,255,

    affiche_texte("3) Paiement par carte bleue",100,300,55,255,255,255)
    affiche_texte("4) Ouvrir une session d'ordinateur",100,350,55,255,255,255)
    affiche_texte("5) Retrait d'argent",100,400,55,255,255,255)
    affiche_texte("6) Lecture d'une play-list musicale",100,450,55,255,255,255)
    pygame.display.update()
attente_recommencer = True

# MODE ENVOYER SERIE
if envoyer:

    screen.fill((223,109,20),(0,0,400,550))
    screen.fill((240,195,0),(400,0,1000,550))

    affiche_texte('EMISSION',20,20,75,255, 255, 255)
    pygame.display.update()
    time.sleep(tempo)

    affiche_texte('1) Id de service : ' + ids_a_envoyer ,20,125,40,0,0,0)
    pygame.display.update()
    time.sleep(tempo)

# TRAME DE DEMARRAGE
while not recevoir:

    test = ids_a_envoyer.encode('ascii')
    for loop in range(50):
        ser1.write(test)

    while a < 1:
        affiche_texte('2) Id envoyÃ©',20,175,40,0,0,0)
        pygame.display.update()
        a = a+1

    out = ser2.read()
    fin_envoyer = out.decode('ascii')
    print(ids_a_envoyer)

    if fin_envoyer == '1':

        envoyer = False
        recevoir = True

# MODE RECEVOIR BT
while recevoir:

```

```

affiche_texte('ATTENTE RECEPTION',475,220,75,255,255,255)
pygame.display.update()

try:
    out = ser2.read()
    out = out.decode('ascii')

    if out !='':
        print(out)
        compteur = compteur+1
        idc_recu = idc_recu + out
        print(compteur , idc_recu)

    if compteur == longueur_idc:
        recevoir = False
        print('recevoir = False')

except:
    print('Erreur lecture')
    affiche_texte("Erreur de lecture de l'Id de connexion",150,335,50,255,
10,10)
    pygame.display.update()

if compteur == longueur_idc:
    compteur = 0
    time.sleep(tempo)
    affiche_texte('7) Confirmation de rÃ©ception',440,305,40,0,0,0)
    pygame.display.update()
    time.sleep(tempo)

    affiche_texte("8) Id de connexion :",440,355,40,0,0,0)
    affiche_texte(idc_recu,750,370,25,0,0,0)
    pygame.display.update()
    time.sleep(tempo)

    if idc_recu in liste_idc_a:

        affiche_texte("9) Id valide",440,405,40,0,0,0)
        pygame.display.update()
        time.sleep(tempo)
        screen.fill((58,137,35),(0,470,1000,550))

        if ids_a_envoyer == ids1:
            affiche_texte("10) OUVERTURE DE LA PORTE",250,480,50,255,255,255)
            pygame.display.update()
            pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[1])
            pygame.mixer.music.play()
        elif ids_a_envoyer == ids2:
            affiche_texte("10) TITRE DE TRANSPORT VALIDE",200,480,50,255,255,
255)

            pygame.display.update()
            pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[2])
            pygame.mixer.music.play()
        elif ids_a_envoyer == ids3:
            affiche_texte("10) PAIEMENT ACCEPTE",300,480,50,255,255,255)
            pygame.display.update()
            pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[3])
            pygame.mixer.music.play()
        elif ids_a_envoyer == ids4:
            affiche_texte("10) OUVERTURE DE LA SESSION",200,480,50,255,255,255)

```

```

pygame.display.update()
pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[4])
pygame.mixer.music.play()
elif ids_a_envoyer == ids5:
    affiche_texte("10) RETRAIT ACCEPTE",300,480,50,255,255,255)
    pygame.display.update()
    pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[5])
    pygame.mixer.music.play()
elif ids_a_envoyer == ids6:
    affiche_texte("10) LECTURE DE LA MUSIQUE",300,480,50,255,255,255)
    pygame.display.update()
    pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[6])
    pygame.mixer.music.play()
    son = MP3(fichier_t2s[6])
    time.sleep(son.info.length)
    pygame.mixer.music.load("Vangelis.mp3")
    pygame.mixer.music.play()

else :
    affiche_texte("9) Id invalide",440,405,50,0,0,0)
    pygame.display.update()
    time.sleep(tempo)
    screen.fill((198,8,0),(0,470,1000,550))

    if ids_a_envoyer == ids1:
        affiche_texte("10) ACCES REFUSE APPEL DE LA SECURITE",100,480,50,
255,255,255)
    elif ids_a_envoyer == ids2:
        affiche_texte("10) TITRE DE TRANSPORT INVALIDE",200,480,50,255,255,
255)
    elif ids_a_envoyer == ids3:
        affiche_texte("10) PAIEMENT REFUSE",300,480,50,255,255,255)
    elif ids_a_envoyer == ids4:
        affiche_texte("10) ACCES REFUSE",300,480,50,255,255,255)
    elif ids_a_envoyer == ids5:
        affiche_texte("10) RETRAIT REFUSE",300,480,50,255,255,255)
    elif ids_a_envoyer == ids6:
        affiche_texte("10) LECTURE DE LA MUSIQUE REFUSE",150,480,50,255,
255,255)

    pygame.display.update()
    pygame.mixer.music.load(fichier_t2s[0])
    pygame.mixer.music.play()

while attente_recommencer:
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.KEYDOWN:
            touche # On appuie sur une
                if event.key == pygame.K_ESCAPE:
                    touche ESCAPE # On appuie sur la
                        attente_recommencer = False
                        sortir = True
                    elif event.key == pygame.K_F8:
                        attente_recommencer = False
                        pygame.mixer.music.stop()
                        compteur = 0
                        idc_recu = ''
                        ids_a_envoyer = ''
                        sortir = False
                        envoyer = False
                        recevoir = False

```

```
fin_emission = ''  
a = 0
```

```
pygame.quit()
```

```
#BIBLIOTHEQUES
import pygame
from pygame import *
import imageio
import time
import serial

#CONSTANTES
#port1 = "COM6"
port1 = "/dev/ttyUSB0"
baud1 = 600
#port2 = "COM9"
port2 = "/dev/rfcomm0"
baud2 = 19200

tempo = 0

liste_ids = ['IDS-1','IDS-2','IDS-3','IDS-4','IDS-5','IDS-6']
liste_car = ['I','D','S','0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','-']

idc = 'IDC-FDSer56Kiujhgf8753Ee'
idc_faux = 'IDC-FDSer56Kiujhgf8753Er'

#FONCTIONS
def affiche_texte(texte,x,y,taille,r,v,b) :
    police = pygame.font.Font('Modum.ttf', taille)
    texte = police.render(texte, True, (r,v,b))
    screen.blit(texte, [x,y])

#INITIALISATION PYGAME
pygame.init()
info = pygame.display.Info()

screen = pygame.display.set_mode((1000,550))
pygame.display.set_caption("INTERFACE AFFICHAGE RECEPTION")

#OUVERTURE DES PORTS
try :
    ser1 = serial.Serial(port1, baud1, timeout=1)
    if ser1.isOpen():
        print(ser1.name + ' est ouvert...')
except serial.SerialException as e:
    print('Erreur port 1 :', e)

try:
    ser2 = serial.Serial(port2, baud2, timeout=1)
    if ser2.isOpen():
        print(ser2.name + ' is open...')
except serial.SerialException as e:
    print('Erreur port 2 :', e)

def initialisation():

    #PURGE DES DONNEES RESTANTES
    screen.fill((52,201,36),(0,0,500,550))
    screen.fill((247,35,12),(500,0,1000,550))
    affiche_texte("PURGE DES DONNEES EN COURS",250,75,60,255,255,255)
```

```

pygame.display.update()
purge = 'on'
while purge != '':
    try:
        nb = ser1.read()
        purge = nb.decode('ascii')
        print('Purge du port 1 en cours...')
    except:
        print('Erreur de purge du port 1')

#DEBUT RECEPTION/CONFIRMATION
global ids, envoyer, sortir, reception, confirmation, ids_detecte, idc_envoyÃ©,
attente_recommencer
ids = ''
envoyer = False
sortir = False
reception = False
confirmation = '1'
ids_detecte = False
idc_envoyÃ© = ''
attente_recommencer = False

initialisation()

while (not (sortir)):
    for event in pygame.event.get():
        if event.type == pygame.KEYDOWN:
            if event.key == pygame.K_ESCAPE:
                # On appuie sur une touche
                # On appuie sur La touche
                ESCAPE

                sortir = True
            elif event.key == pygame.K_F1:
                idc_envoyÃ© = idc
                reception = True
            elif event.key == pygame.K_F2:
                idc_envoyÃ© = idc_faux
                reception = True

        if not reception:
            screen.fill((52,201,36),(0,0,500,550))
            screen.fill((247,35,12),(500,0,1000,550))
            affiche_texte("CHOIX DE L'IDC",370,75,60,255,255,255)
            affiche_texte('IDC VALIDE',150,250,55,255,255,255)
            affiche_texte('IDC INVALIDE',650,250,55,255,255,255)
            pygame.display.update()

        attente_recommencer = True

#MODE RECEPTION SERIAL
try:
    while reception:
        screen.fill((240,195,0),(0,0,415,550))
        screen.fill((223,109,20),(415,0,1000,550))
        affiche_texte('ATTENTE RECEPTION',10,20,60,255,255,255)
        pygame.display.update()

        out = ser1.read()
        out = out.decode('ascii')
        if (out != '') and (out in liste_car):
            print('out : ', out)

```

```

        ids = ids + out
        print('ids: ', ids)
        for i in range(6):
            if liste_ids[i] in ids:
                ids_detecte = True
                ids_indice = i

        if ids_detecte:
            ids = liste_ids[ids_indice]
            time.sleep(tempo*2)
            affiche_texte('3) Id recu',20,120,40,0,0,0)
            pygame.display.update()

            test = confirmation.encode('ascii')
            ser2.write(test)

            time.sleep(tempo*2)

            affiche_texte('4) Id de service : '+ids,20,190,40,0,0,0)
            pygame.display.update()
            time.sleep(tempo)

            envoyer = True
            reception = False

    except:
        print('Erreur de lecture')

    #MODE ENVOYER BT
    if envoyer:
        affiche_texte('EMISSION',600,260,60,255,255,255)
        pygame.display.update()

        test = idc_envoyÃ©.encode('ascii')
        ser2.write(test)
        print(idc_envoyÃ©)
        affiche_texte('5) Id de connexion :',430,330,40,0,0,0)
        affiche_texte(idc_envoyÃ©,730,340,30,0,0,0)
        pygame.display.update()
        time.sleep(tempo)

        affiche_texte('6) Id envoyÃ©',430,400,40,0,0,0)
        pygame.display.update()

        envoyer = False

    while attente_recommencer:
        for event in pygame.event.get():
            if event.type == pygame.KEYDOWN:
                 touche
                # On appuie sur une
                if event.key == pygame.K_ESCAPE:
                     touche ESCAPE
                    # On appuie sur la
                    attente_recommencer = False
                    sortir = True
                elif event.key == pygame.K_F8:
                    attente_recommencer = False
                    initialisation()

```



```
pygame.quit()
```

## Annexe I : les sources

- La thèse de Behailu Mulatu Kibret (2016) « The Human Body Antenna : Characteristics and its Application »
- L'ingénieur d'ORANGE M. Payeur
- L'enseignant-chercheur du GREYC M. Routoure

### **NFC**

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Communication\\_en\\_champ\\_proche](https://fr.wikipedia.org/wiki/Communication_en_champ_proche)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Specific\\_absorption\\_rate](https://en.wikipedia.org/wiki/Specific_absorption_rate)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9bit\\_d%27absorption\\_sp%C3%A9cifique](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9bit_d%27absorption_sp%C3%A9cifique)

<https://books.google.fr/books?id=FC7fCwAAQBAJ&pg=SA2-PA24&lpg=SA2-PA24&dq=sar+nfc+13.56&source=bl&ots=IOE3H5Jbu4&sig=G4ke5cwAclaP79zeiMnig8wdu3w&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwiShcPrkOzZAhWlJcAKHYH6DU8Q6AEIPjAC#v=onepage&q=sar%20nfc%2013.56&f=false>

<http://www.tagproduct.com/difference-rfid-nfc.htm>

### **Résonance / oscillations libres et forcées**

<https://www.futura-sciences.com/sciences/questions-reponses/matiere-resonance-quest-ce-cest-3585/>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit\\_LC](https://fr.wikipedia.org/wiki/Circuit_LC)

<http://www.physagreg.fr/electrocinetique-5-resonances-rlc-serie.php>

### **Modulation / démodulation**

<http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/modem/modulation/modulation.htm>

<http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/modem/demodulation/demodulation.htm>

[http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/modem/theorie\\_modem.pdf](http://gilbert.gastebois.pagesperso-orange.fr/java/modem/theorie_modem.pdf)

<https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/311-modulation-damplitude>

<http://slideplayer.fr/slide/494790/>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation\\_d%27amplitude](https://fr.wikipedia.org/wiki/Modulation_d%27amplitude)

<https://slideplayer.fr/slide/494790/>

[http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP\\_C\\_M15\\_G01/co/Contenu\\_e3.html](http://res-nlp.univ-lemans.fr/NLP_C_M15_G01/co/Contenu_e3.html)

[https://www.st-andrews.ac.uk/~www\\_pa/Scots\\_Guide/RadCom/part9/page2.html](https://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/RadCom/part9/page2.html)

<https://www.physics-and-radio-electronics.com/blog/amplitude-modulation/>

### **Equations différentielles**

[https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quation\\_diff%C3%A9rentielle\\_lin%C3%A9aire\\_d%27ordre\\_un](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quation_diff%C3%A9rentielle_lin%C3%A9aire_d%27ordre_un)

### **Circuits électriques / impédances**

<http://www.elektronique.fr/cours/loi-des-mailles.php>

<http://www.elektronique.fr/cours/loi-des-noeuds.php>

<http://www.elektronique.fr/cours/AOP/aop-montages-de-base.php>

<https://www.youtube.com/watch?v=nr0JkXuBVmU>

<https://www.youtube.com/watch?v=kQyblDmpJaY>

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Diviseur\\_de\\_tension](https://fr.wikipedia.org/wiki/Diviseur_de_tension)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance\\_\(%C3%A9lectrit%C3%A9\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Imp%C3%A9dance_(%C3%A9lectrit%C3%A9))

### **Filtres, fréquences de coupure, bande passante, diagramme de Bode, fonctions de transfert**

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A9quence\\_de\\_coupure](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fr%C3%A9quence_de_coupure)

<http://f5zv.pagesperso-orange.fr/RADIO/RM/RM23/RM23I/RM23i06.html>

[https://fr.wikiversity.org/wiki/Diagramme\\_de\\_Bode/Fonction\\_de\\_transfert](https://fr.wikiversity.org/wiki/Diagramme_de_Bode/Fonction_de_transfert)

[http://www4.ac-nancy-metz.fr/cpge-pmf-epinal/Cours\\_TD\\_SII/Elec/cours\\_bode.pdf](http://www4.ac-nancy-metz.fr/cpge-pmf-epinal/Cours_TD_SII/Elec/cours_bode.pdf)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre\\_passe-bas](https://fr.wikipedia.org/wiki/Filtre_passe-bas)

<http://www.elektronique.fr/cours/filtre/filtres.php>

**Port série**

<http://radio.pagesperso-orange.fr/RS232.htm>

<https://fr.wikipedia.org/wiki/RS-232>

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/D37754FFA24F7C3F86256706005B9BE7>

**Python**

<http://www.france-ioi.org/>

<https://openclassrooms.com/fr/courses/235344-apprenez-a-programmer-en-python>

<https://tungweilin.wordpress.com/2015/01/04/python-serial-port-communication/>

<https://www.pygame.org/docs/>

[https://www.youtube.com/watch?v=Y\\_P6Cgk1ts0&index=6&list=PLjpRkYLZQ6AwacLne91cwcNuBKN5VaiDB](https://www.youtube.com/watch?v=Y_P6Cgk1ts0&index=6&list=PLjpRkYLZQ6AwacLne91cwcNuBKN5VaiDB)