

# MP19 : Effets capacitifs

Blandine Martinon

Mai 2021

## Introduction

Lorsqu'il existe une différence de tension entre deux conducteurs en regard, il apparaît une charge surfacique sur chacun d'eux, par effet électrostatique. C'est l'effet capacitif. Nous allons tenter de caractériser la grandeur qui quantifie la relation entre charge et tension : la capacité  $C$ .

## 1 Condensateur d'Aepinus

On va dans un premier temps tacher de mieux comprendre la formule donnant la capacité en fonction des caractéristiques géométriques du systèmes

### Liste du matériel :

- Condensateur d'Aepinus
- RLCmètre
- Bille de 10mm
- Pied à coulisse
- Coax, banane-banane

**Protocole :** On peut montrer que pour un plan infini, on a :

$$C = \frac{\varepsilon_r \varepsilon_0 S}{e}$$

Avec  $S$ , la surface en vis à vis (donnée dans la notice).

On veut vérifier la dépendance de la capacité en  $\frac{1}{e}$ .

Un vernier nous donne la lecture de  $e$ . Cependant, la lecture ne nous donne pas directement la valeur de la distance entre les deux plaques, il faut y ajouter un offset.

Pour déterminer celui-ci, on utilise une bille de 10mm (vérifier au pied à coulisse). On positionne la bille à plusieurs endroit (pour vérifier également le parallélisme). On fait ensuite la

moyenne des valeurs obtenues (on trouve 1.10mm).

On met un câble coaxial entre la borne - et la garde. Cela permet de s'affranchir de la capacité parasite car cela permet de garder une distance constante entre les deux conducteurs.

On place le RLCmètre à haute fréquence (pour limiter les incertitudes). On mesure la capacité pour plusieurs distance et on trace  $C = f(\frac{1}{e})$  pour retrouver la loi :  $C = \frac{\epsilon_r \epsilon_0 \times S}{e}$

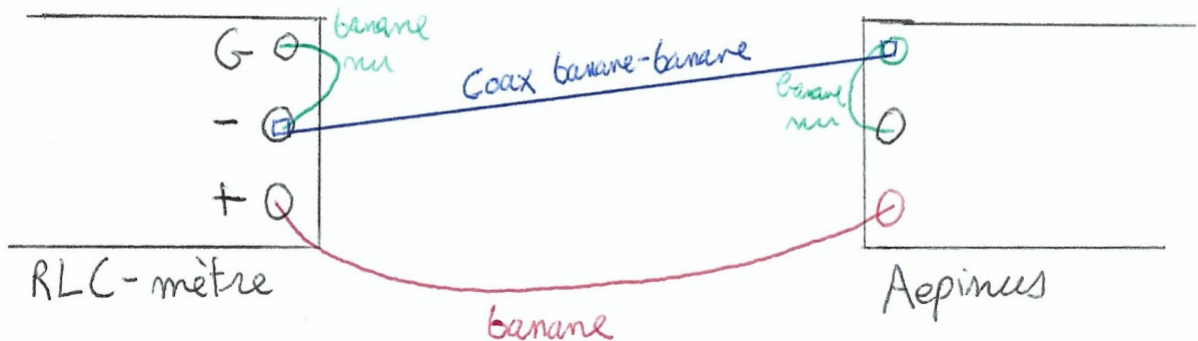


Figure 1: Branchement condensateur-RLCmètre

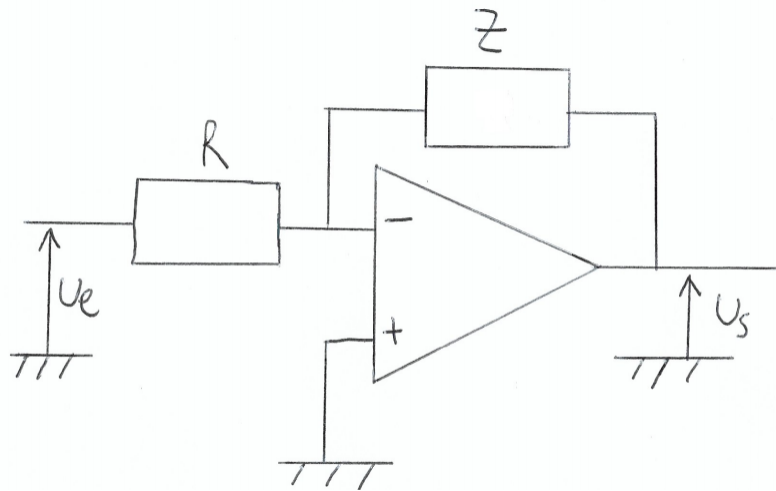


Figure 2: Principe de fonctionnement du RLCmètre

On trace alors la droite  $C = f(\frac{1}{e})$ , l'ordonnée à l'origine tient compte les effets capacitifs résiduels.

On n'ajuste que les points pour des  $e$  pas trop petits, pour éviter de voir le non parallélisme des plaques.

### Quelques infos en plus :

- On cherche à mesurer  $C_u$ , la capacité entre les bornes 1 et 2.

- La capacité due aux effets de bord  $C_{bord}$ , entre les bornes 1 et 3
- La capacité du câble coaxial  $C_{coax}$ , entre les bornes 2 et 3
- La capacité entre le câble coaxial et le fil  $C_{c-b}$ , entre les bornes 1 et 3.

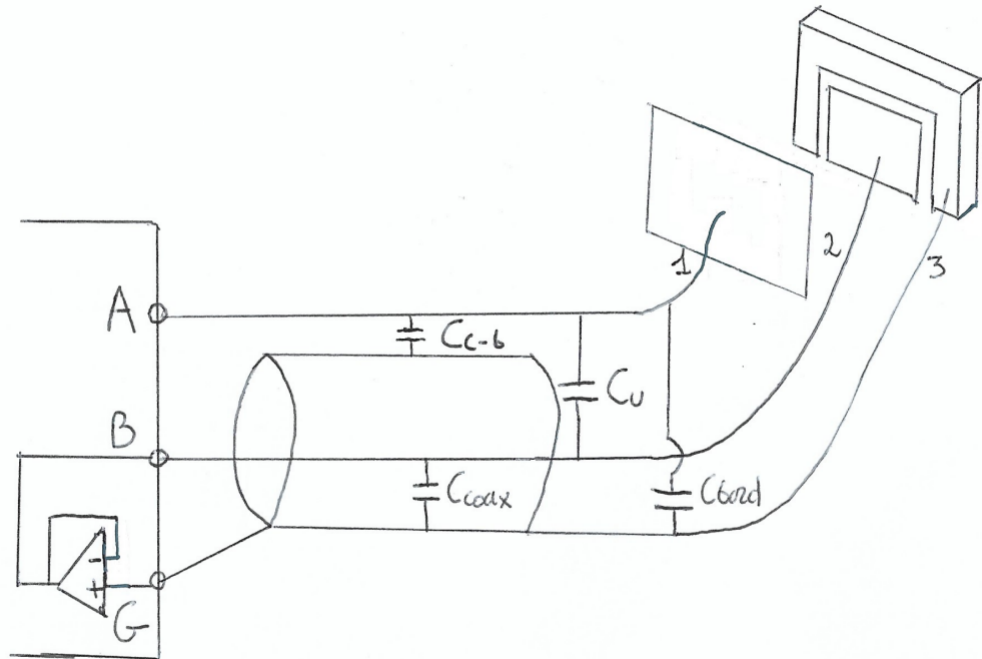


Figure 3: La plaque 1 a (presque) la même taille que le cadre en aluminium autour donc plus grand que la plaque 2, pour pouvoir absorber les effets de bord

Dans le RLC-mètre on a un A.O. placé en suiveur entre les bornes 2 et 3, ce qui impose le même potentiel aux bornes 2 et 3, et élimine donc la capacité du câble coaxial ( $C = U/Q = 0$ ). Il ne nous reste plus que des capacités en parallèle de  $C_u$ . Or elles sont toutes les deux en série avec l'A.O. qui a une très grande impédance, donc leur effet est négligeable, du moins tant qu'on est à suffisamment haute fréquence (résistance entrée de l'AO  $\sim 1012\Omega$ , on a de la marge...). Puisqu'on impose  $V_B = V_G$  avec le suiveur, elles sont en parallèle de  $C_u$ , on a alors le montage électrique équivalent suivant : Donc avec ce montage, on s'affranchit à la fois des effets de bord et des capacités parasites du branchement !

## 2 Mesure de capacité avec un AO

On vient d'utiliser le RLCmètre, on peut se demander comment il fonctionne. On va étudier son comportement.

On prend une résistance de  $100k\Omega$  et une capacité de  $22nF$ .

A l'oscilloscope on visualise  $V_e$  et  $V_s$  et on trace  $|\frac{V_s}{V_e}|$  en fonction de  $\omega$ . On commence avec  $f = 1kHz$ .

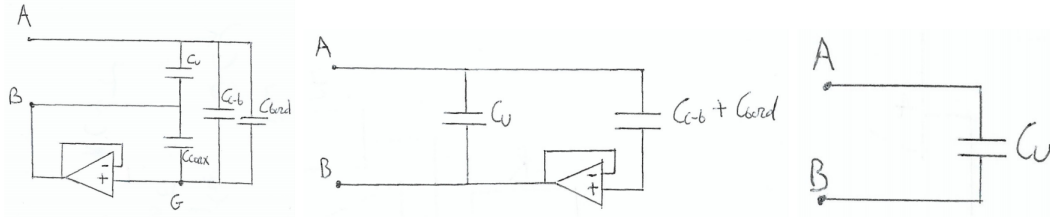


Figure 6 – On a déjà montré que  $C_{\text{coax}}$  n'intervient plus, puisque  $V_B = V_G$ . Pour la même raison on peut mettre les capacités restantes en parallèle avec  $C_u$  et en série avec l'A.O. (2 capacité en parallèle s'additionnent). Or l'impédance d'entrée de l'A.O. est très grand devant l'impédance des capacités ici, on peut donc considérer qu'il n'y a pas de courant appelé dans  $C_{c-b} + C_{\text{bord}}$  donc on ne mesure finalement que  $C_u$ .

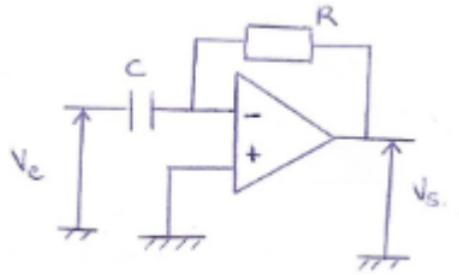


Figure 4: Montage

On doit avoir :  $|\frac{V_s}{V_e}| = RC\omega$ .

On peut vérifier les valeurs au RLCmètre (attention, il faut bien prendre en compte les incertitudes constructeurs).

Les incertitudes de nos mesures sont celles de l'oscilloscope.

### 3 Mesure de la capacité de jonction d'une photodiode

[\[Poly de JBD\]](#)

Liste du matériel :

- Photodiode
- Plaquette photodiode
- LED
- Oscilloscope

**Explications :** Une photodiode est constituée d'une jonction pn. Le côté p possède un excédent de trous libres et des porteurs de charge fixes négatifs. Le côté n possède un excédent d'électrons libres et des porteurs de charge fixes positifs. Lorsqu'on les approche, les électrons et les trous vont diffuser (trou vers n et électrons vers p), créant une zone de charge d'espace (là où les porteurs de charge fixe n'ont plus un électron/trou pour les neutraliser) créant un champ électrique qui s'oppose à la diffusion des électrons/trous. On a donc un champ électrique entre deux conducteurs portant des charges surfaciques : effet capacitif.

**Protocole :** Attention, il ne faut pas prendre la mesure de la tension au borne de la photodiode en même temps que la prise du temps de réponse.

On utilise une sonde d'oscilloscope pour s'affranchir de la capacité du câble coaxial. (La capacité parasite, on la mesure au RLCmètre en prenant le cable coaxial banane et des fil qui vont dans les trous du RLCmètre.)

On envoie au GBF un créneaux de 100mVpp à 500Hz.

On prélève la tension aux bornes de la résistance de la photodiode ( $R_m$ ). On regarde la valeur à 63%  $\Rightarrow \tau = R_m \times C$  On trace la capacité de jonction en fonction de la tension de la photodiode. En connaissant la valeur de la résistance  $R_m$ , on peut remonter à la valeur de la capacité de la photodiode.

On mesure  $V_d$  avec des sondes sur un voltmètre.

Pour calculer le temps de réponse il faut penser à débrancher le voltmètre pour ne pas brouiller le signal.

Couvrir d'un tissu noir la photodiode et la LED.

On trace la capacité en fonction de  $V_d$