

# MÉTHODE de COMPENSATION de DÉRIVE lors d'une MESURE d'IMPÉDANCE ÉLECTROCHIMIQUE

J.-P. DIARD<sup>1</sup>, B. PETRESCU<sup>2</sup><sup>1</sup> UMR 5631 CNRS-INPG-UJF,École Nationale Supérieure d'Électrochimie et d'Électrometallurgie de Grenoble, LEPMI, Domaine  
Universitaire, BP 75, 38402 Saint Martin d'Hères, France. [eruse@lepmi.inpg.fr](mailto:eruse@lepmi.inpg.fr)<sup>2</sup> Bio-Logic SAS, 1, rue de l'Europe, 38640, Claix, France

## 2 PRINCIPE de la COMPENSATION

Correction de la ligne de base due au transitoire d'établissement du régime stationnaire.

$$\text{Re } I_{\text{cor}} = \text{Re } I(f_m) - \frac{\text{Re } I(f_{m+1}) + \text{Re } I(f_{m-1})}{2} \quad (1)$$

$$\text{Im } I_{\text{cor}} = \text{Im } I(f_m) - \frac{\text{Im } I(f_{m+1}) + \text{Im } I(f_{m-1})}{2} \quad (2)$$

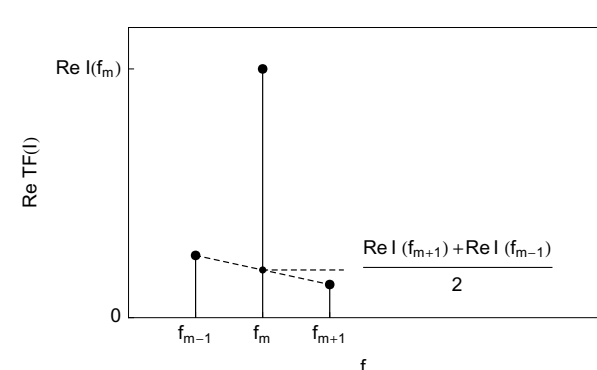


FIG. 2 – Principe de la méthode de compensation de la dérive vers l'état stationnaire pour une commande en tension. Exemple de détermination de la compensation pour la partie réelle du spectre de Fourier.

## 4 IMPÉDANCE d'un CIRCUIT ÉLECTRIQUE

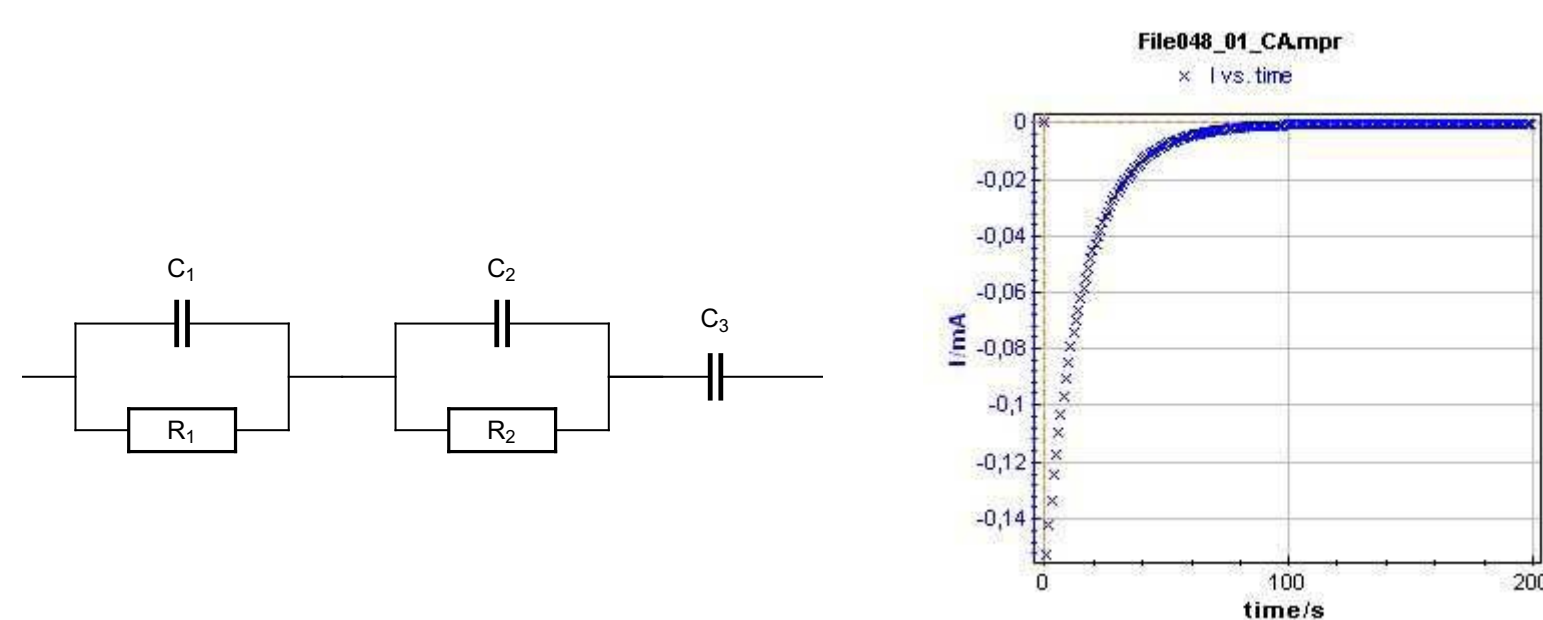


FIG. 4 – Circuit électrique de test et réponse en courant du circuit à un échelon de tension d'amplitude  $\Delta E = -10$  mV. Procédure CA d'EC-Lab Express.

## 5 IMPÉDANCE d'une BATTERIE LI-ION

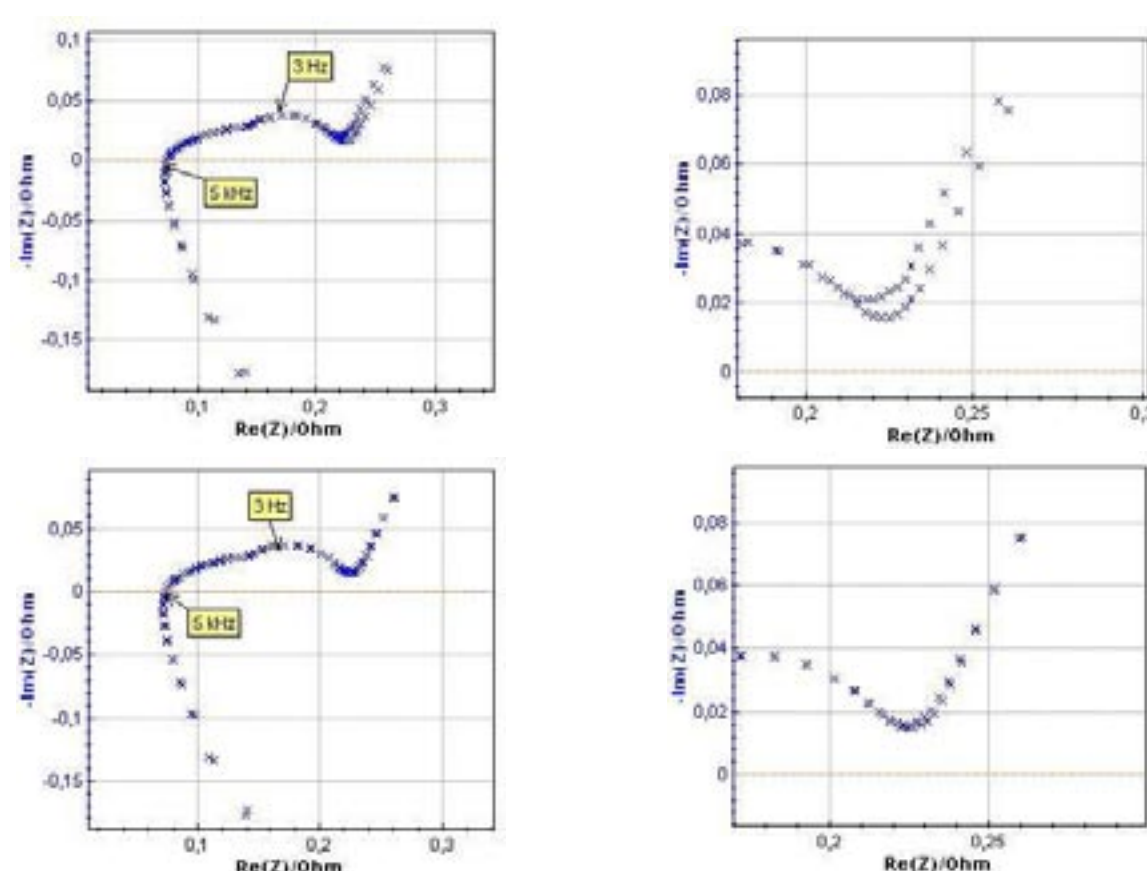


FIG. 6 – Deux graphes de Nyquist successifs de l'impédance d'une batterie Li-Ion mesurés dès l'imposition de l'échelon de potentiel, sans compensation (haut) et avec (bas) et agrandissement basse fréquence.  $f_{\text{min}} = 5$  mHz,  $f_{\text{max}} = 100$  kHz avec 51 points de mesure, une amplitude d'échelon  $\Delta E = 10$  mV et une amplitude de modulation sinusoïdale  $\delta E = 3$  mV.  $E_{\text{OCV}} = 3.09$  V. Graphe paramétré : premier graphe mesuré.

## 1 OBJECTIF

Mesurer correctement l'impédance d'un système dès le début de l'imposition d'un échelon (tension ou courant) sans attendre l'instauration de l'état stationnaire.

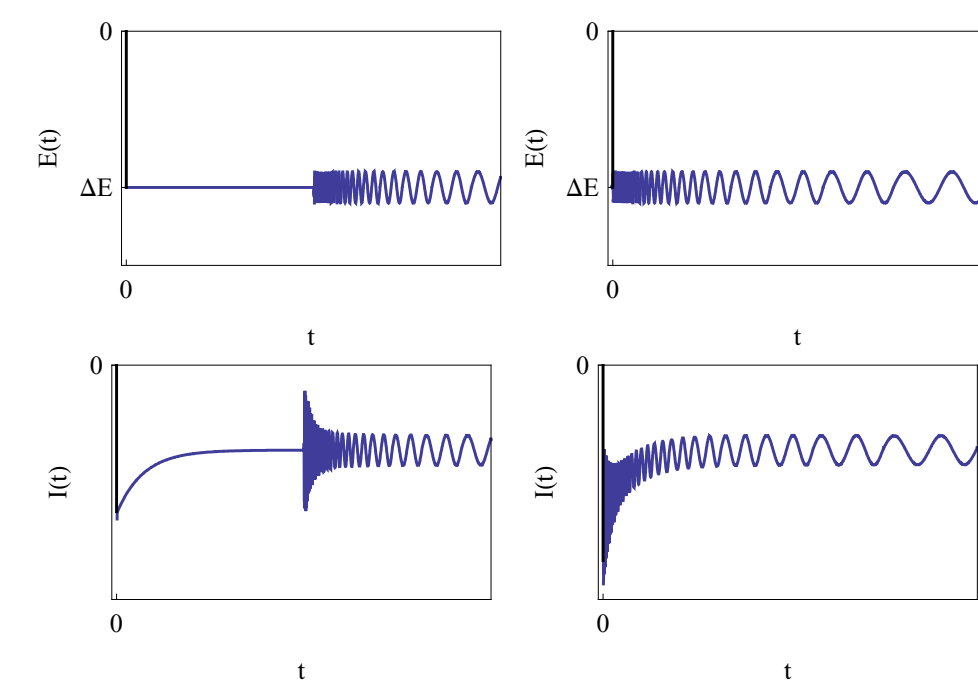


FIG. 1 – Réponse en courant d'un dipôle électrique auquel on impose la somme d'un échelon d'amplitude  $\Delta E$  et d'un train de sinusoïdes d'amplitude  $\delta E$ . Gauche : train de sinusoïdes démarrant lorsque le régime stationnaire est atteint, droite : train de sinusoïdes démarrant dès le début de l'imposition de l'échelon.

## 3 SIMULATION NUMÉRIQUE de la COMPENSATION

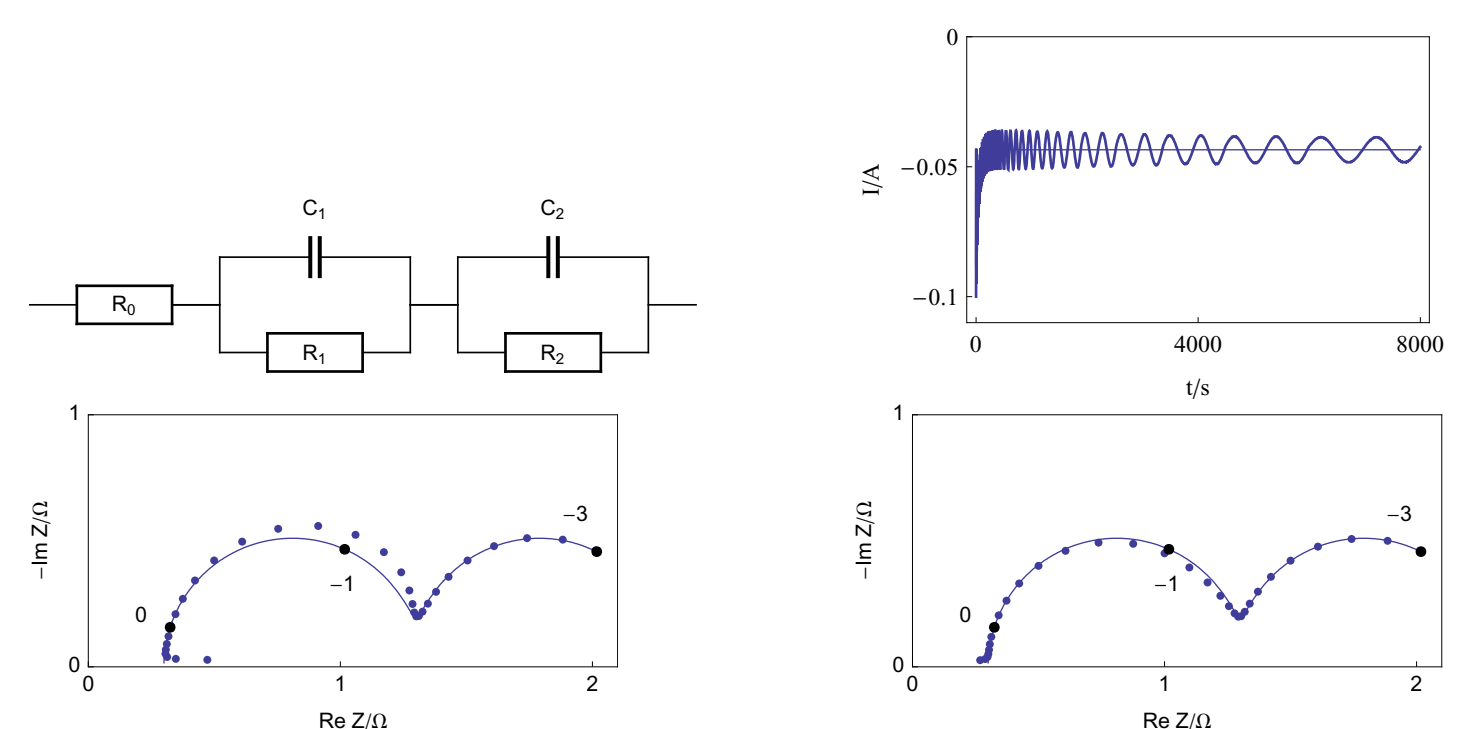


FIG. 3 – Circuit électrique de simulation et réponse du circuit à la somme d'un échelon de tension et d'un train de sinusoïdes et à un échelon de tension seul. Graphe obtenu par simulation de la mesure de l'impédance du circuit par FFT (points) et graphe théorique du circuit (trait continu), sans compensation (gauche) et avec (droite). Graphe théorique paramétré en logarithme décimal de la fréquence.

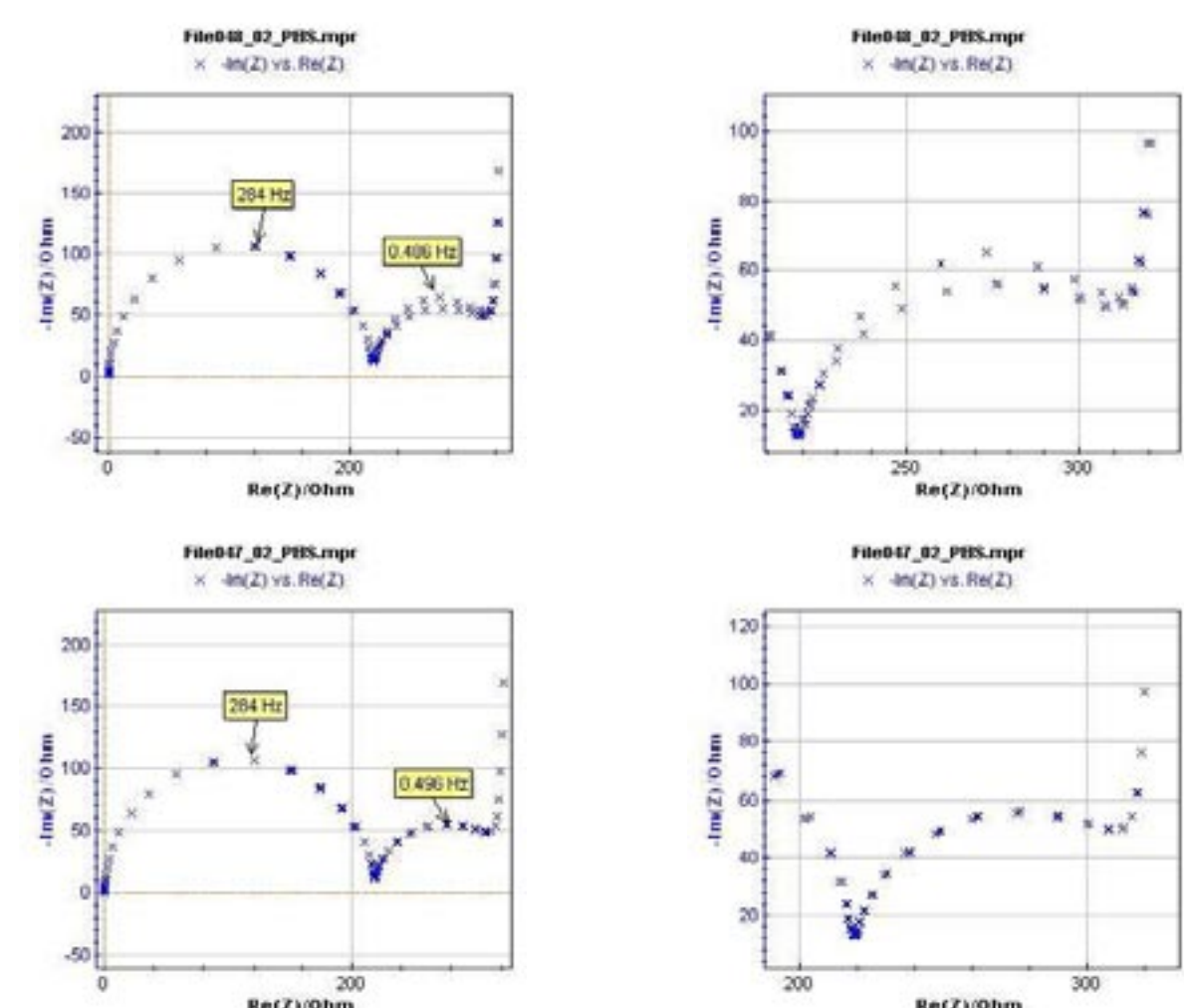


FIG. 5 – Trois graphes de Nyquist successifs de l'impédance du circuit de la Fig. 4 mesurés dès l'imposition de l'échelon de potentiel, sans compensation (haut) et avec (bas) et agrandissement de la partie basse fréquence. Procédure PEIS d'EC-Lab Express.  $f_{\text{min}} = 20$  mHz,  $f_{\text{max}} = 100$  kHz avec 51 point de mesure,  $\Delta E = 50$  mV,  $\delta E = 10$  mV. Graphe paramétré : premier graphe tracé.

## 6 CONCLUSION

La méthode, de mise en œuvre simple, ne nécessite que la mesure sur deux périodes de sinusoïde. Elle permet un gain de temps en rendant possible la mesure de l'impédance de systèmes qui n'ont pas atteint leur régime stationnaire.

La compensation peut être améliorée en augmentant le nombre de points du spectre de Fourier utilisés pour faire le calcul de la compensation, en modélisant la ligne de base du spectre de Fourier de la réponse par un polynôme de degré deux ou plus.

De nombreux systèmes électrochimiques varient dans le temps, électrodes siège d'un phénomène de corrosion, générateurs électrochimiques. On peut supposer que la méthode de compensation apportera une amélioration dans le cas de l'étude de ces systèmes.

## Références

- [1] Bio-Logic AN#9, Linear vs. non-linear systems in impedance measurements, <http://www.bio-logic.info/potentiostat/notes.html>
- [2] A. S. Mc Cormack, J. O. Flower, K. R. Godfrey, The suppression of drift and transient effects for frequency-domain identification, IEEE Trans. Instrum. Meas., 43 (1994) 232-237.
- [3] R. Pintelon, J. Schoukens, System Identification. A Frequency Domain Approach, IEEE Press, New York, USA, 2001.
- [4] B. Petrescu, Système électroanalytique flexible contrôlé par ordinateur, Thèse de l'Institut National Polytechnique de Grenoble et de l'Université "Politehnica" de Bucarest, 2002.
- [5] B. Petrescu, J.-P. Petit, J.-C. Poignet, Procédé de détermination de l'impédance d'un système électrochimique, Brevet français n° 02/08897. B. Petrescu, J.-P. Petit, J.-C. Poignet, Method of determining the impedance of an electrochemical system, US patent n° 2006/0091892 A1.