

UTILISATION D'UN IMPÉDANCEMÈTRE FLOTTANT POUR LA CARACTÉRISATION DES SYSTÈMES DE STOCKAGE ÉLECTROCHIMIQUE DE L'ÉNERGIE

Journées SEEDS : 16-17 Juin 2011



Yanis CURIER (Stagiaire Master 1 Université Blaise Pascal)

Serge PELISSIER (IFSTTAR)

Pascal VENET (Ampère)

Ali SARI (Ampère)

- I. Introduction
- II. La spectroscopie d'impédance électrochimique
- III. Impédancemétrie flottante, utilisation du Bio-Logic SP300
- IV. Conclusion

Contexte

- Laboratoire Ampère et Laboratoire Transports et Environnement
- Optimisation du fonctionnement des véhicules hybrides et électriques
- Outils de caractérisation des Systèmes de Stockage de l'Énergie Électrique

Pourquoi ce projet ?

- Besoin de mesurer un élément dans un système pack
- Besoin de caractériser avec de fort courant

L'idée du projet

- Utiliser un spectromètre d'impédance flottant éventuellement en parallèle avec un banc de charge/décharge standard

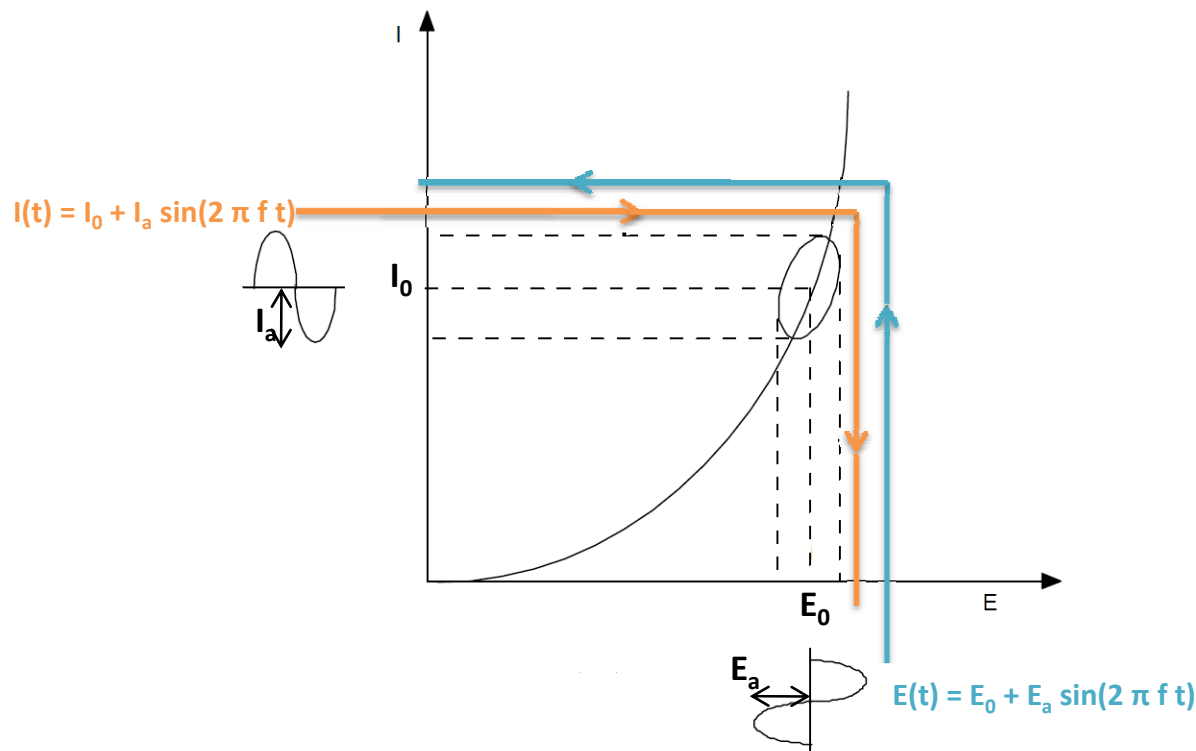
- Technique de caractérisation fréquentielle des systèmes électrochimiques
- Principe
 - i. Appliquer un petit signal sinusoïdal sur le système à caractériser
 - ii. Mesurer sa réponse
 - iii. Déterminer son impédance
- 2 méthodes d'EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy)
 - i. Potentiostatique (PEIS)
 - ii. Galvanostatique (GEIS)
- Critères de choix d'une méthode
 - Le mode de contrôle du système et ses grandeurs critiques
 - Les limitations imposées par l'équipement

PEIS :

- Excitation en tension: on impose E_a et E_0
- On mesure la réponse en courant
- On calcule l'impédance correspondante

GEIS :

- Excitation en courant: on impose I_a et I_0
- On mesure la réponse en tension
- On calcule l'impédance correspondante



$$E(t) = E_0 \exp(j\omega t)$$

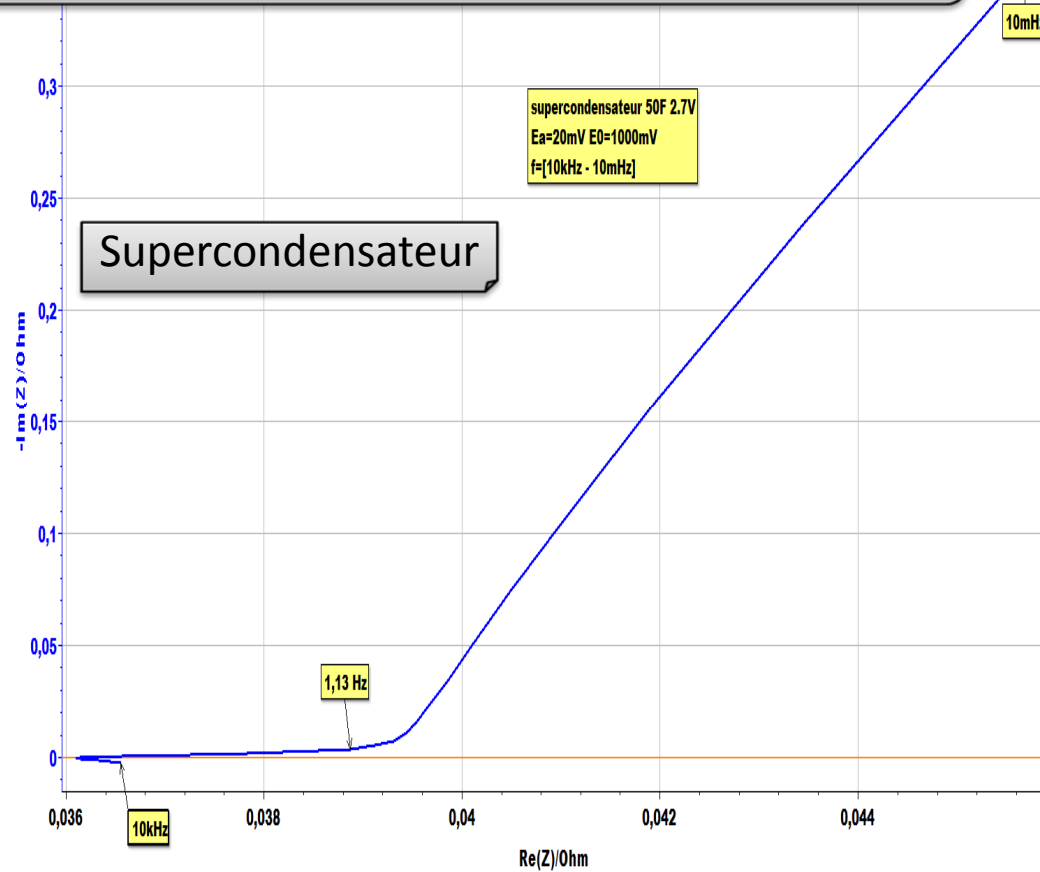
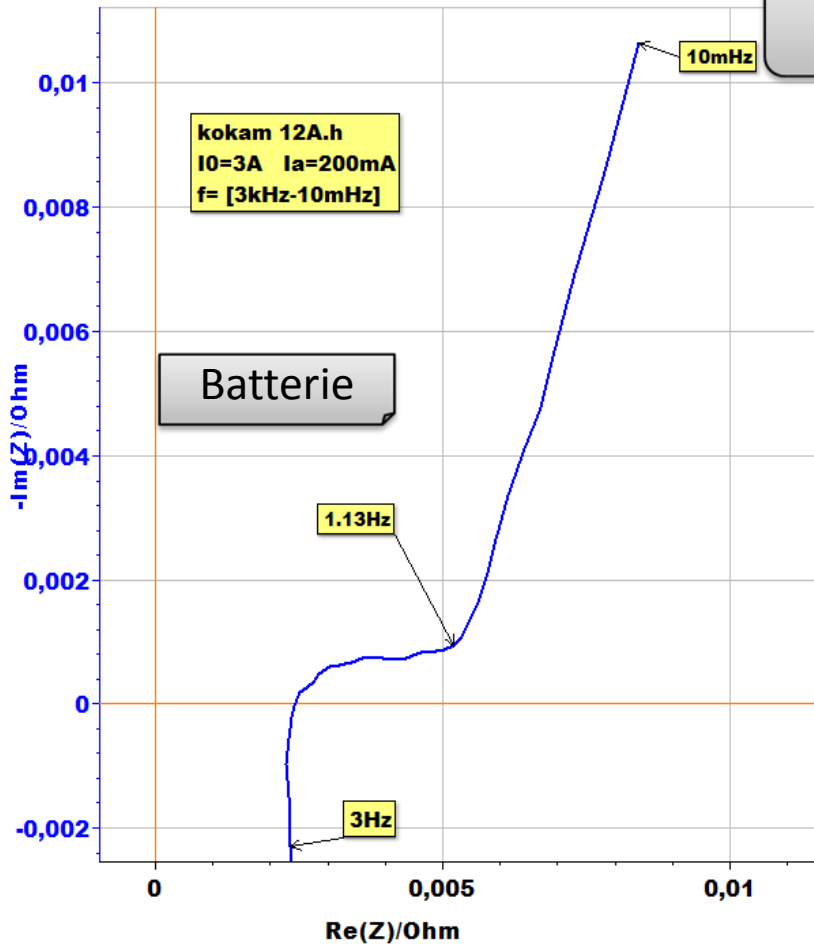
$$I(t) = I_0 \exp(j\omega t - \phi)$$

$$Z(\omega) = Z_0 \exp(j\phi)$$



$$Z(\omega) = Z_0 (\cos \phi + j \sin \phi)$$

Représentation de Nyquist:
Abscisse : $\text{Re}(Z)$ et ordonnée : $-\text{Im}(Z)$



Critère de base : mode de contrôle et grandeurs critiques

Supercondensateur



Variation de la tension de polarisation



Modification de sa capacité



L'impédance d'un supercondensateur dépend de sa capacité



La tension est une grandeur critique pour l'étude des supercondensateurs



PEIS

Batterie



Variation du courant de polarisation



Modification de son état de charge



L'impédance d'une batterie dépend de son état de charge

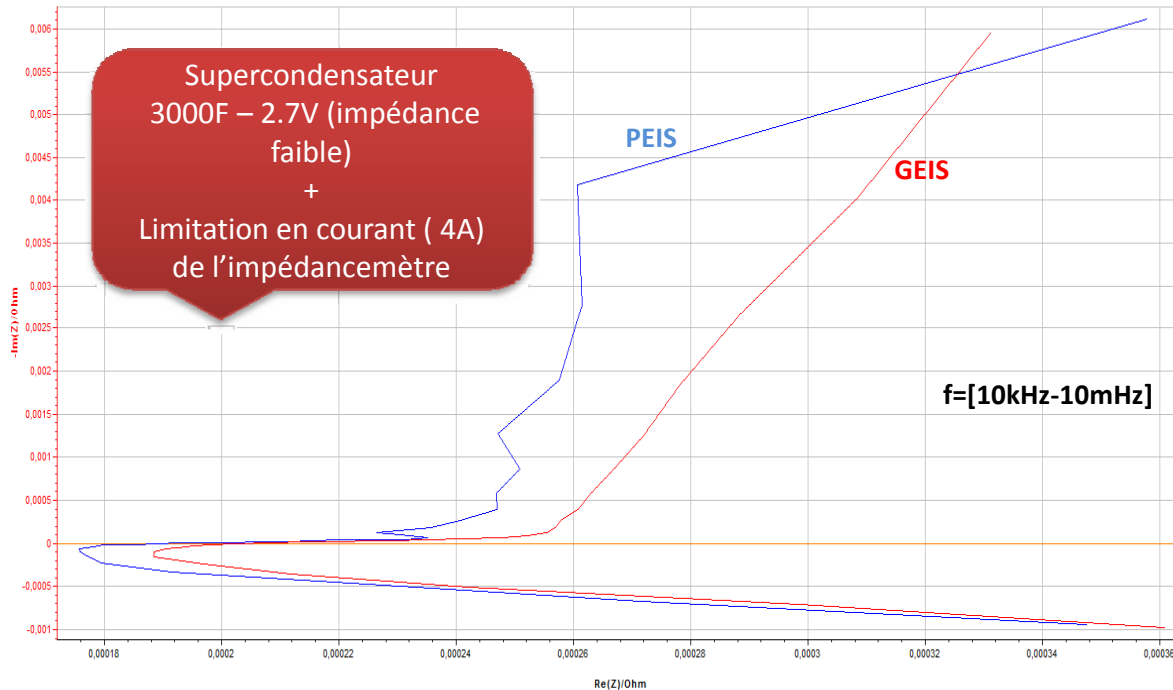


Le courant est une grandeur critique pour l'étude des batteries



GEIS

Limitations imposées par l'équipement



PEIS

$E_a=0.7\text{mV}$

Courant faible

Mesures bruitées

Erreurs importantes

GEIS

$I_a=4\text{A}$

Erreur de mesure plus faible

Supercondensateur 3000F-2.7V
+
BioLogic SP300 - 4A
=
GEIS

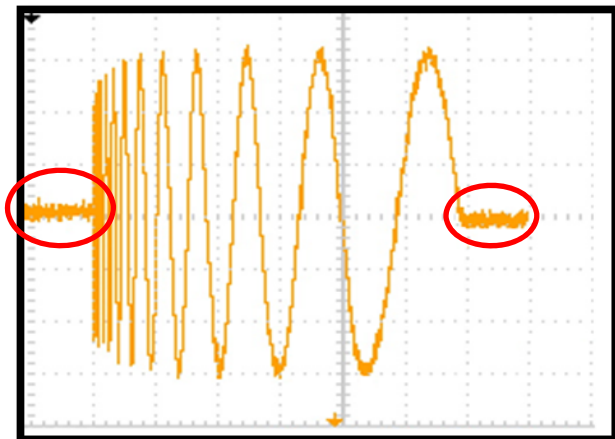
L'impédance Z varie en fonction :

- de son état de charge pour une batterie
- de sa tension pour une supercondensateur



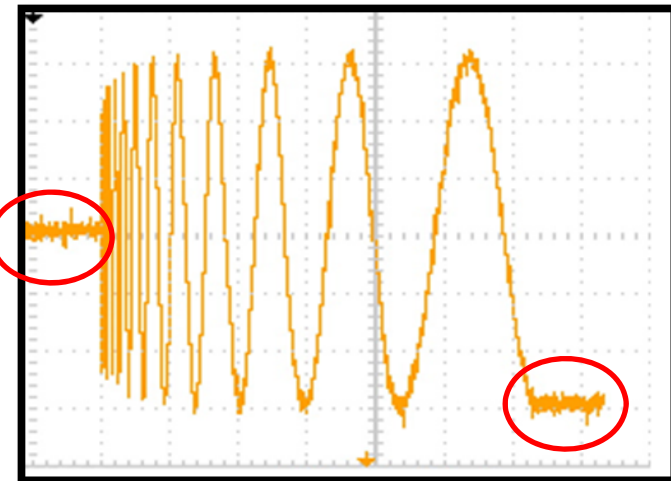
Connaitre et maitriser la forme du signal d'excitation appliqué au système étudié

Signal s de la forme : $s(t) = S_0 + S_a \sin(2\pi ft)$ pour $f \in [f_i ; f_f]$



Cas idéal
 $f = [10\text{kHz} ; 10\text{mHz}]$

Cas d'un supercondensateur 50F, 2.7V
 $f = [10\text{kHz} ; 10\text{mHz}]$
 ➤ Dérive de tension

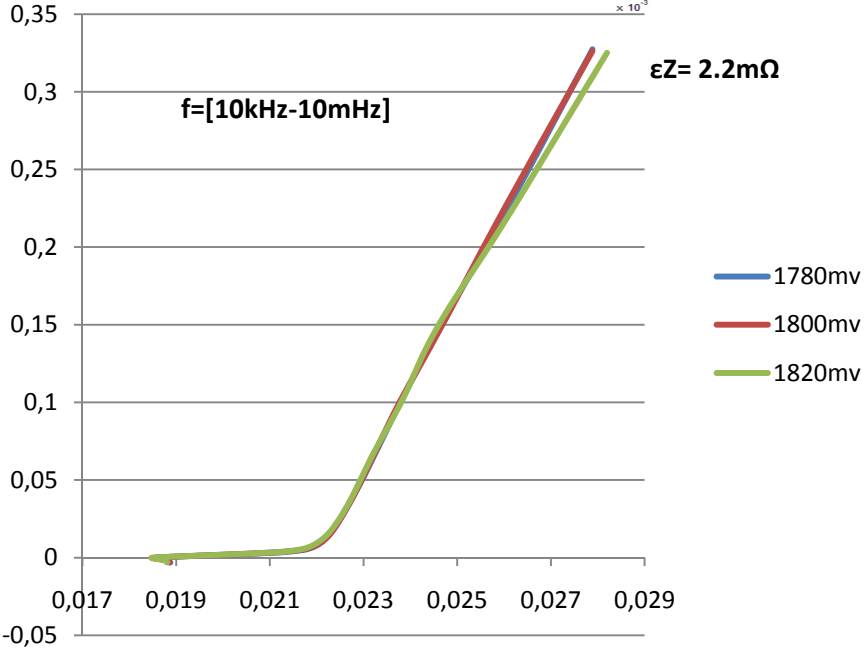
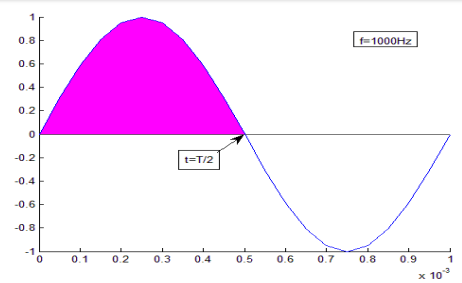
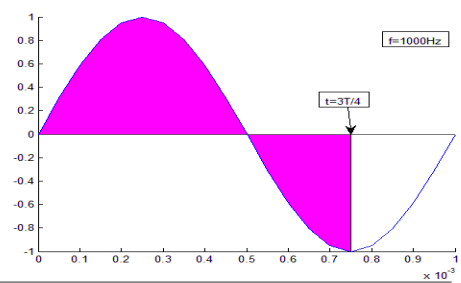


Dans le pire des cas la dérive est égale à $\pm S_a$

Impact d'une période d'excitation incomplète

- Cas d'un supercondensateur 50F – 2.7V
- Une période incomplète =>Dérive de la tension

- Cas d'une batterie de capacité C=3300mA.h
- Une période incomplète =>Dérive de l'état de charge



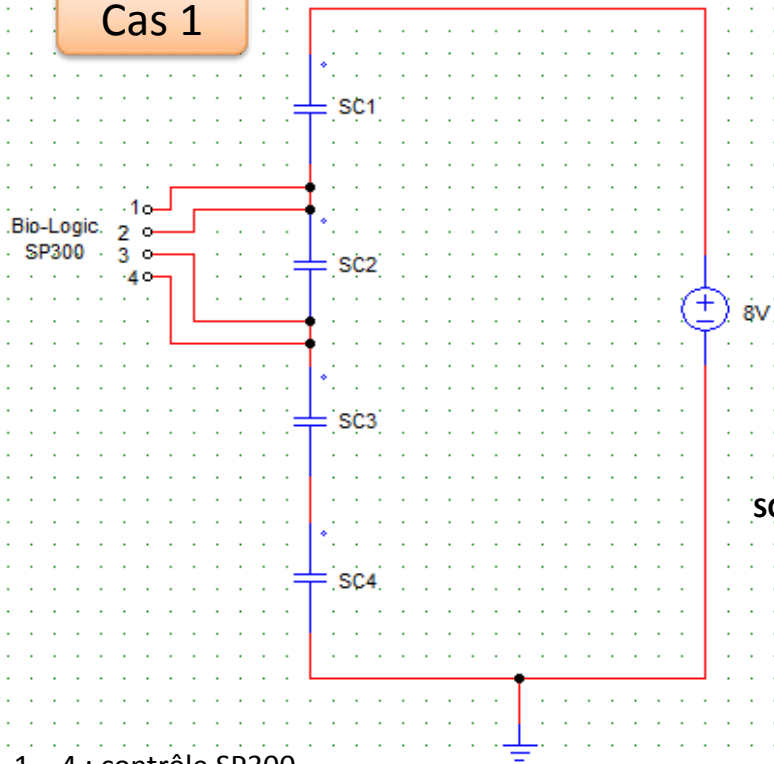
Variation de la capacité (%)

		Régime de courant	C/10	C
		la (mA)	330	3300
fréquence	1 mHz		0,4%	4,4%
	10 mHz		0,04%	0,4%
	1 Hz		0,0004%	0,004%

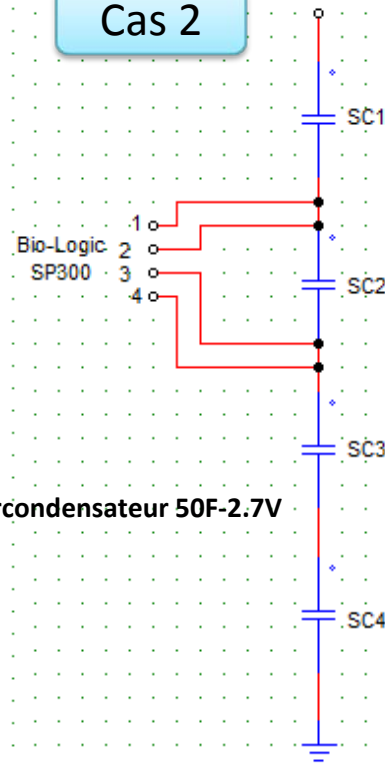
Dérive négligeable sauf aux BF et pour des fortes valeurs de courant

Comparaison diagramme de Nyquist

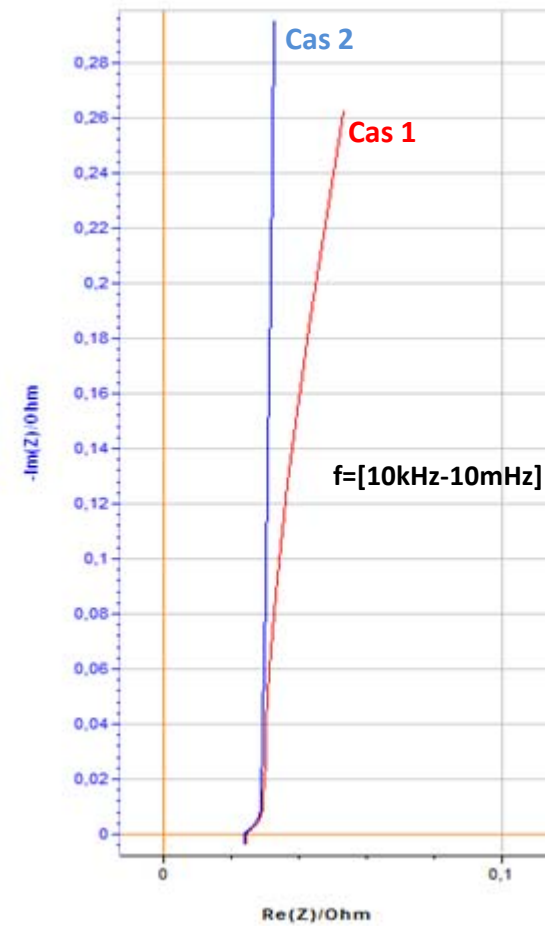
Cas 1



Cas 2

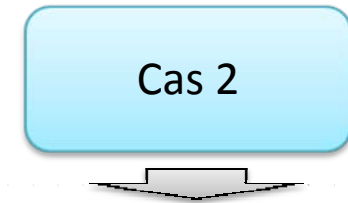
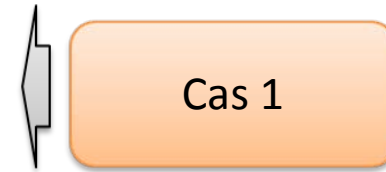
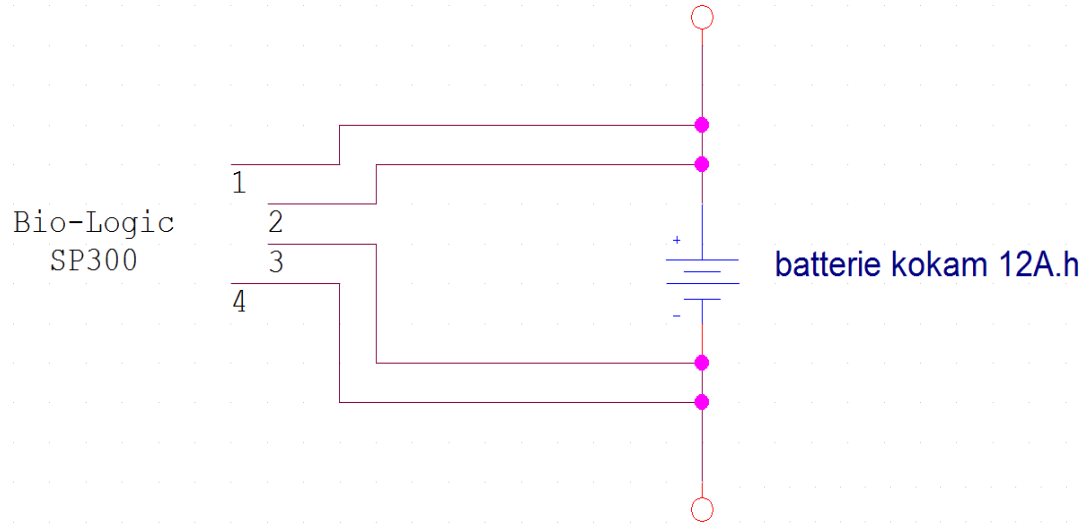


SCi : supercondensateur 50F-2.7V

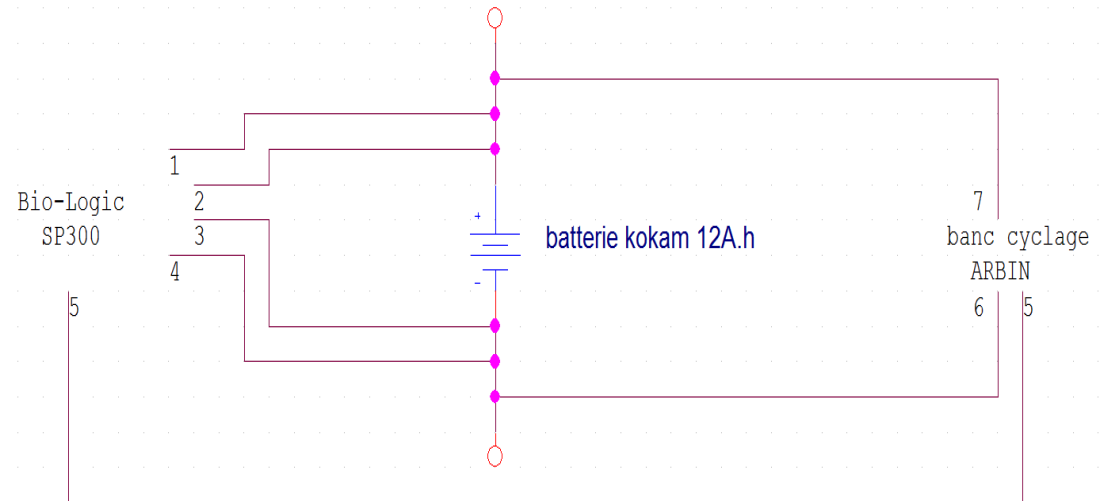


1-4 : contrôle SP300
2-3 : mesure SP300

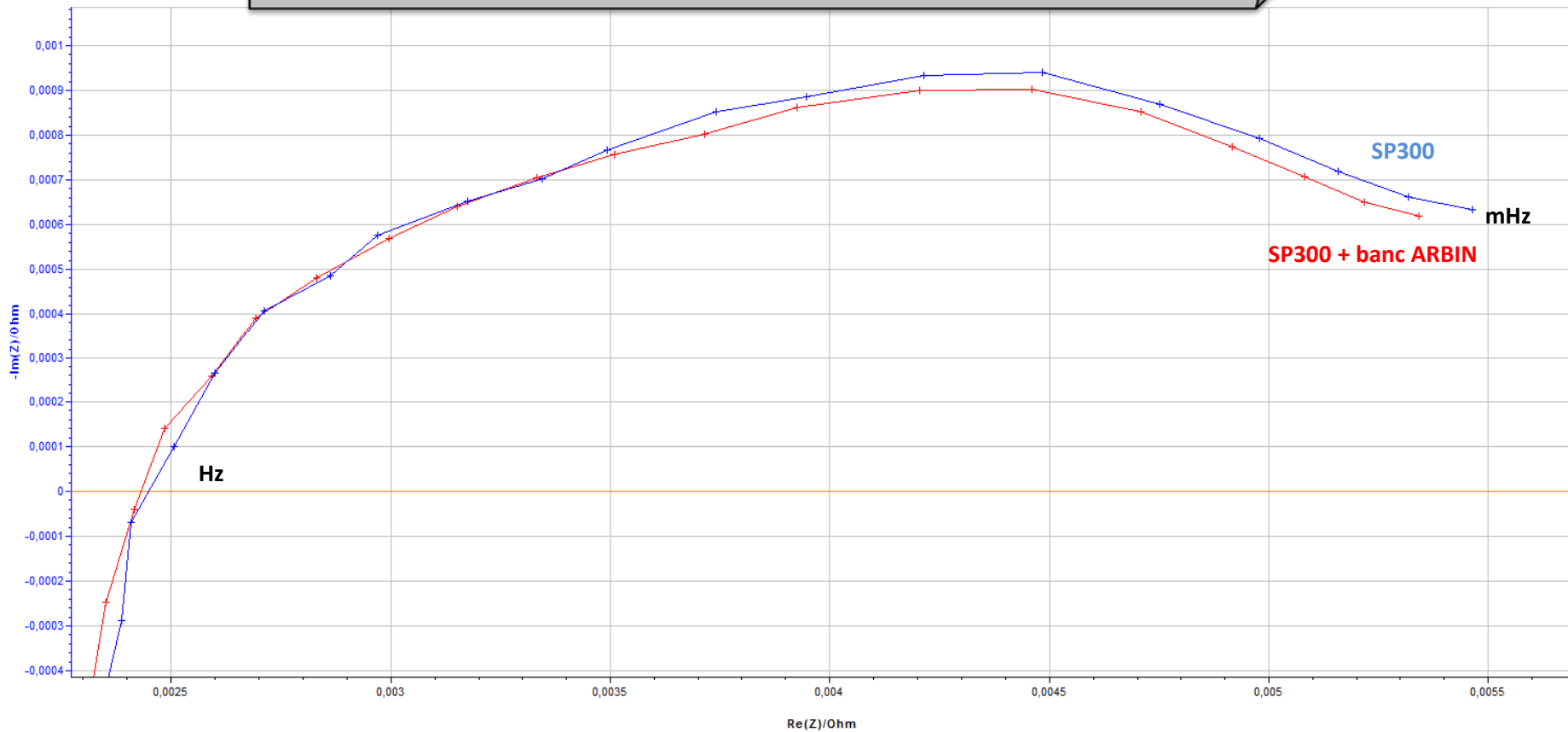
Prendre en compte l'impédance de l'alimentation



1 – 4 : contrôle SP300
 2 – 3 : mesure SP300
 5 : synchronisation
 6 – 7 : puissance banc cyclage



Comparaison Nyquist pour un courant $I_0 = 3A$ imposé par le banc de cyclage ou par le spectromètre



Prendre en compte l'impédance du banc de cyclage

Objectifs réalisés

Règles pour débuter en spectroscopie

Premiers essais en mode flottant

Objectifs à venir

Suite des essais en mode flottant (en cours)

Merci de votre attention