

## TRACÉ ET MODÉLISATION DE CARACTÉRISTIQUES - corrigé du TP2

### 1. Caractéristique d'une pile Daniell

• Tout dipôle électrocinétique est caractérisé par une relation entre le courant  $I$  qui le traverse et la tension  $U$  entre ses bornes ; cette relation peut être exprimée sous forme d'équation ou sous forme graphique.

• Les dipôles "linéaires" sont ceux dont la relation caractéristique possède des propriétés de linéarité :  
 $U(\alpha I_1 + \beta I_2) = \alpha U(I_1) + \beta U(I_2)$  et/ou  $I(\alpha U_1 + \beta U_2) = \alpha I(U_1) + \beta I(U_2)$ .

Ceci comprend essentiellement les dipôles solutions d'équations différentielles de la forme générale :

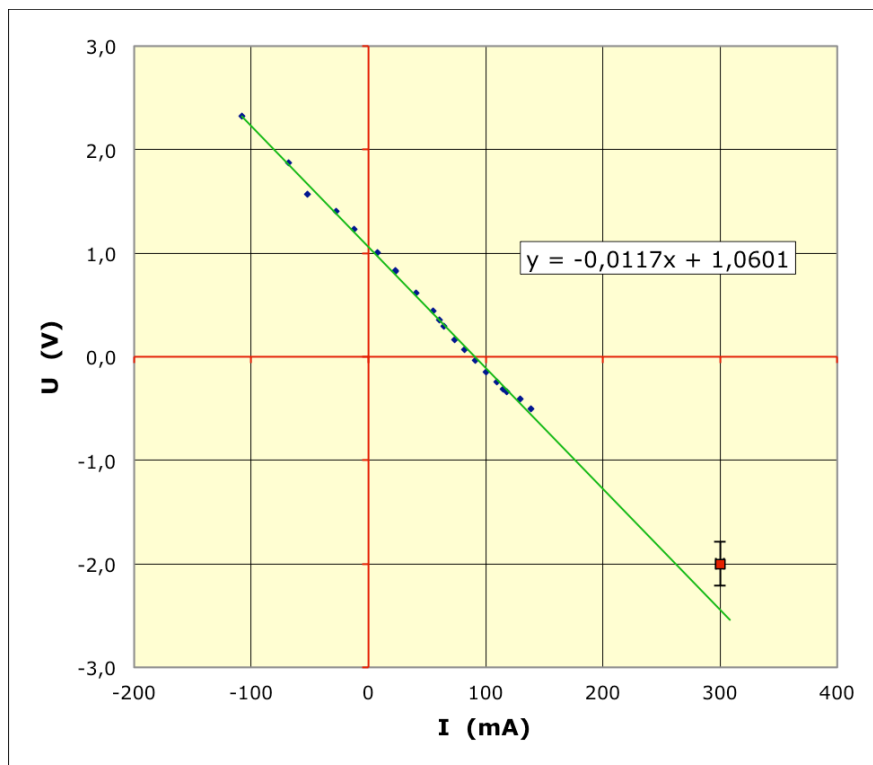
$$\sum \left( \lambda_k \frac{d^k U}{dt^k} \right) + \sum \left( \mu_n \frac{d^n I}{dt^n} \right) = Cste .$$

En régime continu, cela se limite à la forme "affine" :  $\lambda U + \mu I = Cste$ , généralement notée avec les notations de Thévenin ( $U = E - R I$ ) ou de Norton ( $I = I_c - G U$ ) .

♦ remarque : en régime variable, la forme plus générale peut se ramener à cette notation plus simple si on utilise des représentants complexes.

### 2. Tracé de la courbe "caractéristique" point par point

• Le tracé de la caractéristique montre qu'on obtient en assez bonne approximation une droite ne passant pas par l'origine (forme affine). Le fonctionnement correspondant peut être interprété en trois parties.

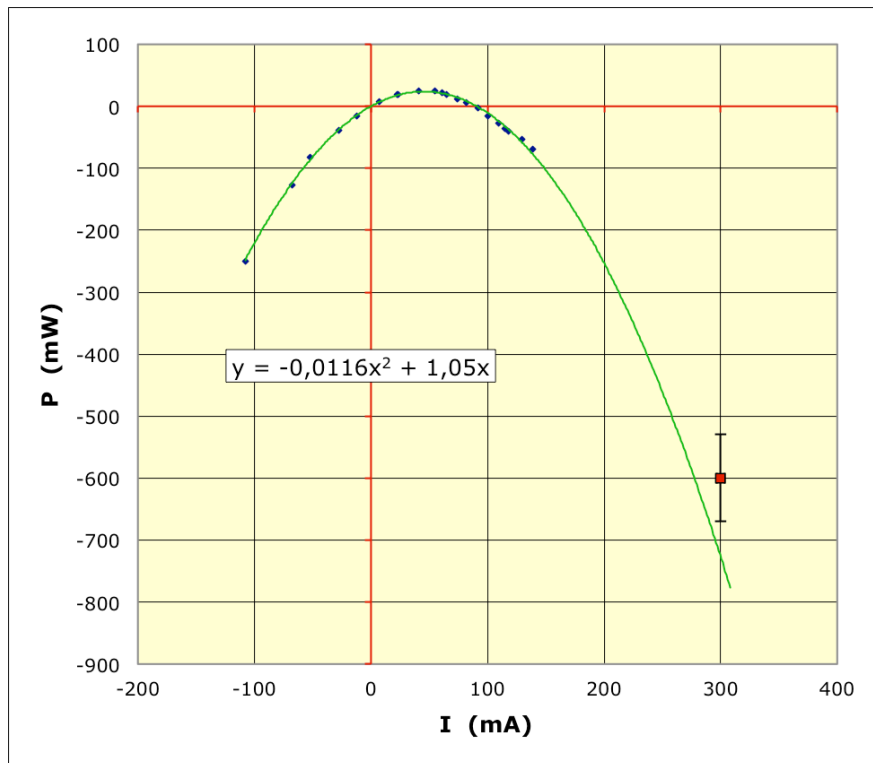


• Pour  $U > E$  les électrodes sont à des potentiels  $V(\text{Cu}) > E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$  et  $V(\text{Zn}) < E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$  ; ceci provoque l'oxydation des atomes de cuivre de l'électrode (qui passent en solution sous forme d'ions  $\text{Cu}^{2+}$ ) et la réduction des ions zinc de la solution (qui se déposent sur l'électrode de zinc sous forme d'atomes  $\text{Zn}$ ). Ceci correspond à une recharge de la pile.

L'électrode Cu est donc l'anode (par définition : borne par laquelle entre le courant, ce qui est associé à une oxydation) et l'électrode Zn est la cathode (par définition : borne par laquelle sort le courant, ce qui est associé à une réduction). Le courant  $I$  est ainsi négatif (en convention générateur).

L'électrode de cuivre peut être qualifiée de "borne (+)" et l'électrode de zinc de "borne (-)" puisque cela correspond à l'ordre de leurs potentiels :  $V(\text{Cu}) > V(\text{Zn})$  pour  $U > 0$ .

En convention générateur, la puissance électrique fournie par la pile au circuit est :  $P = UI = EI - RI^2 < 0$  ( $-P > 0$  est reçue par la pile). La puissance "générée" est  $EI < 0$  (dans ce cas  $-EI$  correspond à de l'énergie électrique transformée en énergie chimique : recharge de la pile) ; la puissance consommée par effet Joule correspond à  $-RI^2 < 0$  (énergie "perdue" dans la pile, non disponible pour la recharge).



• Pour  $0 < U < E$  les électrodes sont à des potentiels  $V(\text{Cu}) < E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$  et  $V(\text{Zn}) > E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$  ; ceci provoque l'oxydation des atomes de zinc de l'électrode (qui passent en solution sous forme d'ions  $\text{Zn}^{2+}$ ) et la réduction des ions cuivre de la solution (qui se déposent sur l'électrode de cuivre sous forme d'atomes Cu). Ceci correspond à une décharge de la pile.

L'électrode Zn est donc l'anode (par définition : borne par laquelle entre le courant, ce qui est associé à une oxydation) et l'électrode Cu est la cathode (par définition : borne par laquelle sort le courant, ce qui est associé à une réduction). Le courant  $I$  est ainsi positif (en convention générateur).

L'électrode de cuivre peut être qualifiée de "borne (+)" et l'électrode de zinc de "borne (-)" puisque cela correspond à l'ordre de leurs potentiels :  $V(\text{Cu}) > V(\text{Zn})$  pour  $U > 0$ .

En convention générateur, la puissance électrique fournie par la pile au circuit est :  $P = UI = EI - RI^2 > 0$ . La puissance "générée" est  $EI > 0$  (dans ce cas  $EI$  correspond à de l'énergie chimique transformée en énergie électrique : décharge de la pile) ; la puissance consommée par effet Joule correspond à  $-RI^2 < 0$  (une partie de l'énergie générée est "perdue" et non transmise au circuit).

• Pour  $U < 0$  les électrodes sont à des potentiels  $V(\text{Cu}) < E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu})$  et  $V(\text{Zn}) > E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn})$  ; ceci correspond encore à une décharge de la pile, mais dans des conditions "anormales" : sur-décharge forcée par le générateur annexe (très forcée pour  $U = -2$  V).

L'électrode Zn est donc l'anode (par définition : borne par laquelle entre le courant, ce qui est associé à une oxydation) et l'électrode Cu est la cathode (par définition : borne par laquelle sort le courant, ce qui est associé à une réduction). Le courant  $I > I_c$  est ainsi positif (en convention générateur).

L'électrode de cuivre peut être qualifiée de "borne (-)" et l'électrode de zinc de "borne (+)" puisque cela correspond à l'ordre de leurs potentiels :  $V(\text{Cu}) < V(\text{Zn})$  pour  $U < 0$ .

En convention générateur, la puissance électrique fournie par la pile au circuit est :  $P = UI = EI - RI^2 < 0$  ( $-P > 0$  est reçue par la pile et gaspillée en effet Joule). La puissance "générée" est  $EI > 0$  (dans ce cas  $EI$  correspond à de l'énergie chimique transformée en énergie électrique : décharge de la pile gaspillée en effet Joule) ; la puissance consommée par effet Joule correspond à  $-RI^2 < -EI < 0$  (plus d'énergie "perdue" que d'énergie générée).

### 3. Mesure d'une f.e.m. par la méthode d'opposition

- La caractéristique obtenue précédemment correspond à :  $E = 1,060 \pm 0,015 \text{ V}$  ;  $R = 11,7 \pm 0,1 \Omega$  ;  $I_c = 90,6 \pm 0,2 \text{ mA}$  ;  $G = 85,5 \pm 0,2 \text{ S}$ .

La mesure de la f.e.m. par méthode d'opposition est en attente de données fournies par les étudiants...