

Etude de caractéristiques de Dipôles (Homeschool sans TP)

1) Comprendre générateur et récepteur

Observer :

- la dissipation d'énergie électrique par les chocs et l'agitation thermique qui freine les porteurs de charges dans la résistance.
- la production d'énergie électrique par la force chimique (représenté par des anges) qui pousse les porteurs de charge dans la batterie.

Cette animation illustre bien que l'augmentation de la température du dipôle fera que la résistance R d'un fil (p.ex. dans une lampe) augmente avec la température.

2) Caractéristique $U=f(I)$

Pour caractériser les propriétés d'un dipôle on exprime la tension mesurée pour une intensité de courant donnée $U=f(I)$ on lit : « U en fonction de I ». I=axe des x et U=axe des y.

Si on échange les axes on a $I=f(U)$.

Si on peut négliger l'effet que la résistance R (ou r résistance interne) varie avec la température on obtient des caractéristiques proches d'une droite (**loi linéaire** ou evtl. affine). Si par contre la température joue un rôle, les caractéristiques sont courbées (**non linéaires**).

On cherche à modéliser ses courbes par une loi. Si la loi est linéaire/affine on l'appelle une loi d'Ohm. La loi connue $U=R \cdot I$ est un cas particulier d'une telle loi.

3) Etude dipôles récepteurs PASSIFS

La caractéristique $U=f(I)$ part de l'origine $U=0V$ à $I=0A$. Marqué en jaune dans le tableau EXCEL.

[Mesures point par point et introduction des données dans EXCEL](#). Noter la méthode avec plusieurs colonnes pour deux caractéristiques dans un graphique et pour ajouter une trendline sur une partie.

Distinguer **résistance dynamique** $= \frac{\Delta U}{\Delta I} = \text{pente locale}$ et

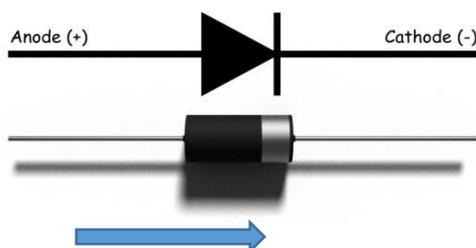
résistance (statique) totale $= \frac{U}{I} = \text{pente à partir de (0,0)}$

Constat :

1) Rhéostat = Résistance qu'on peut régler : loi linéaire

2) Lampe : loi non linéaire

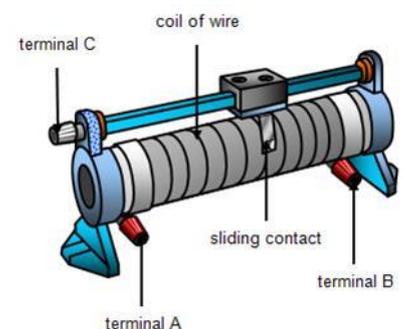
3) diode : loi affine



diode : I passe uniquement dans un sens



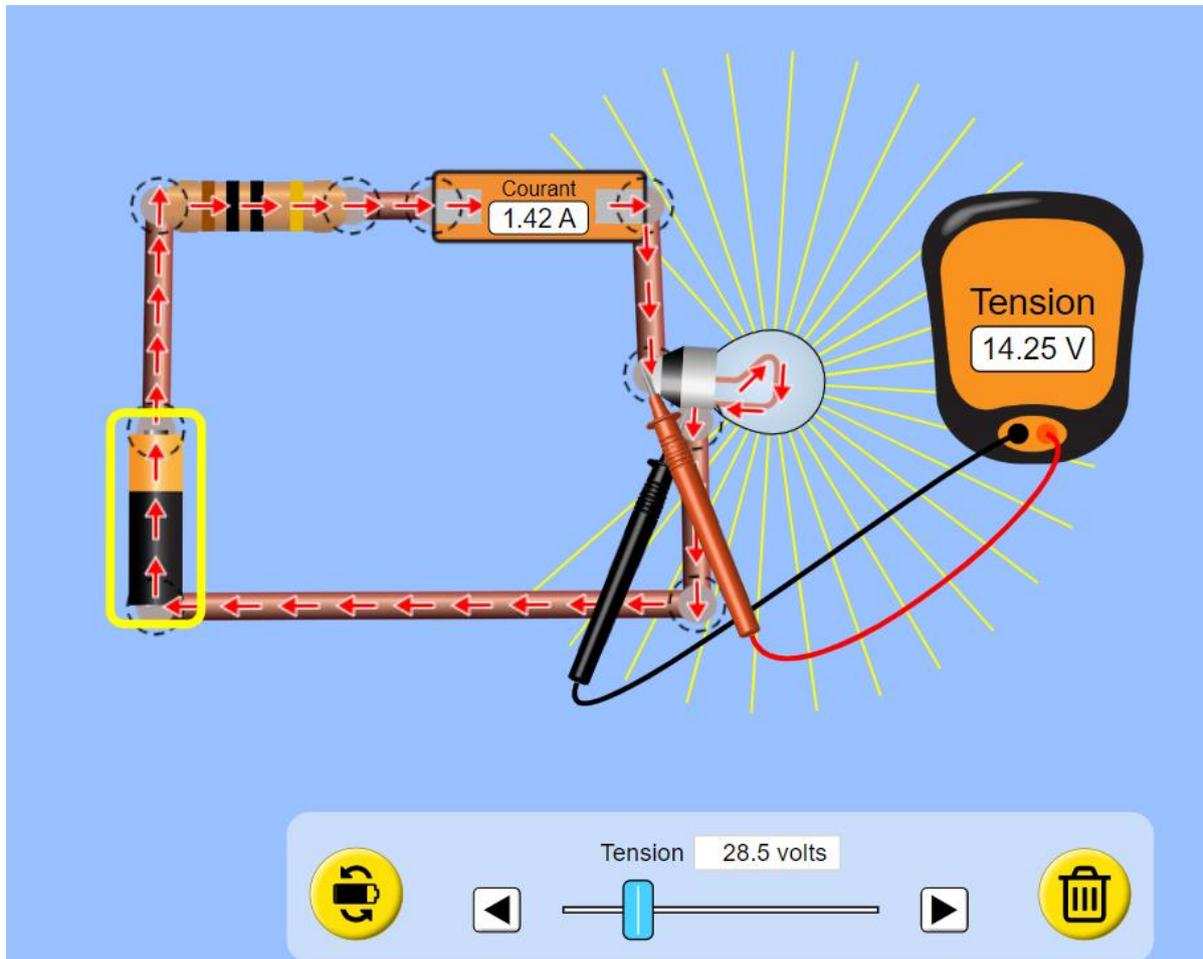
lampe à incandescence



rhéostat = résistance réglable

Pour reconstituer l'expérience réelle voici une simulation du montage pour dipôle récepteur passif.

Montage: <https://phet.colorado.edu/fr/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>



La résistance de protection supplémentaire protège le dipôle étudié - une lampe - contre une augmentation de tension trop rapide. Pour faire des mesures on augmente ou diminue la tension U de la pile à gauche. Ici la simulation donne une approximation linéaire également pour la lampe ce qui ne correspond pas à la réalité mais on comprend néanmoins la démarche.

Garder le circuit comme point de départ pour le circuit 4).

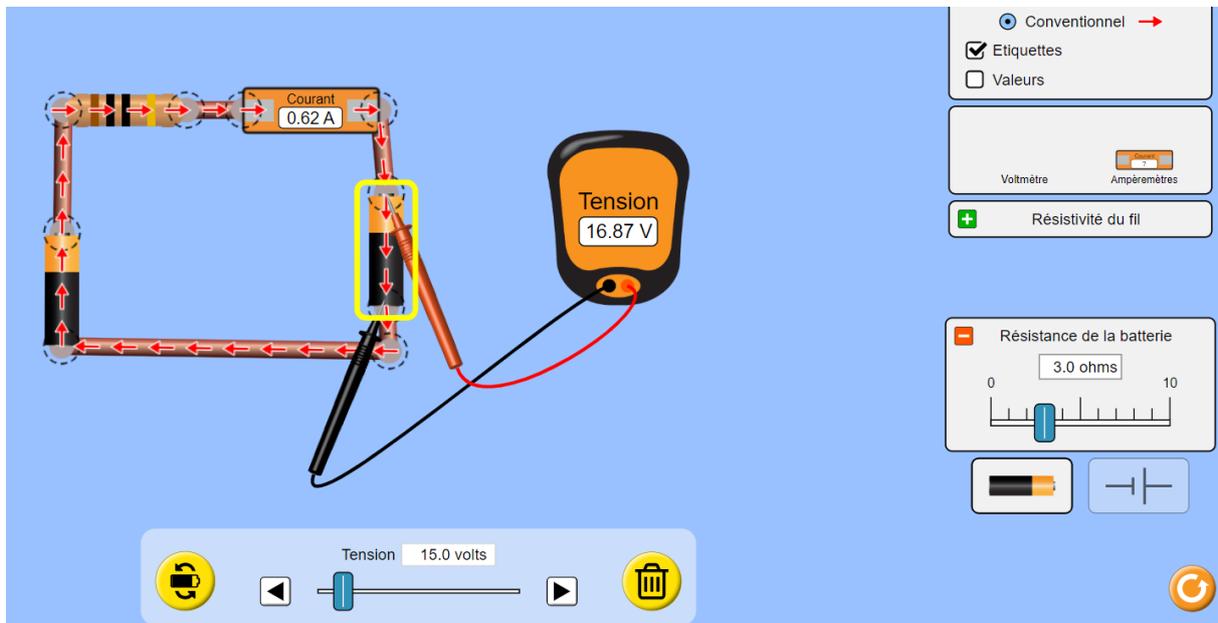
| | | | | | | | |
|-------|--|--|--|-------|--|--|--|
| I(A) | | | | 1,42 | | | |
| U (V) | | | | 14,25 | | | |
| R=U/I | | | | | | | |

Exercice : Faire d'autres mesures et dégager la loi linéaire avec R constant (ce qui est faux en réalité !) pour la lampe.

4) Etude dipôles récepteurs ACTIFS

Il est plus simple de continuer avec un autre récepteur en modifiant le circuit précédent pour étudier une pile rechargeable comme récepteur actif.

On charge p.ex. un accumulateur. Si la tension de la pile gauche est plus élevée que la tension de la pile à droite, celle de droite est chargée. On applique la **convention récepteur** pour cette pile (encadrée en jaune).



On peut modifier la tension de la pile de gauche (25V sur le screenshot) et prendre des mesures U et I . Si on les représente on trouve une loi affine: $U = E' + r' \cdot I$

Avec E' =force contre électromotrice de l'accumulateur chargé (=tension qui s'oppose à une augmentation de la charge) et r' =résistance interne de l'accumulateur.

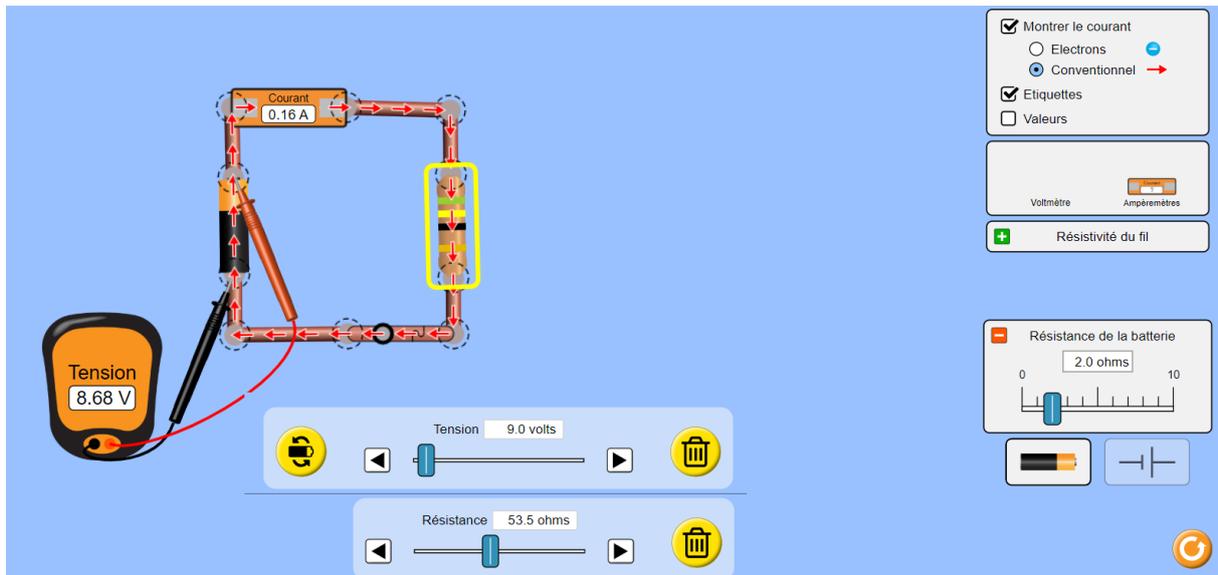
| | | | | | | | |
|---------|--|--|--|-------|--|--|--|
| I (A) | | | | 0,62 | | | |
| U (V) | | | | 16,87 | | | |

Exercice : Faire d'autres mesures en variant la tension de la pile gauche de 16V à 30V. Représenter dans Excel. Identifier les paramètres qu'on a réglés : $E'=15V$ et $r'=3$ Ohm par une linear Trendline.

5) Etude dipôles générateurs ACTIFS

Etudions maintenant $U=f(I)$ pour une pile (prendre $U_0=E=9V, r=2 \text{ Ohm}$) branché sur une résistance variable R . Si R diminue, le courant débité par la pile augmente et la tension aux bornes de la pile va diminuer à cause de sa résistance interne. (Noter le code des couleurs qui change 😊). U et I sont mesurés selon la **convention générateur**.

Montage: <https://phet.colorado.edu/fr/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab>



On peut modifier la résistance à droite (ici : $53,5 \Omega$) et prendre des mesures U et I . Si on les représente on trouve une loi affine: $U=E - r \cdot I$ (droite décroissante)

Avec E =force contre électromotrice de la pile qui se décharge (=tension qui met en marche le courant de décharge) et r =résistance interne de la pile

| | | | | | | | |
|---------|--|------|--|--|--|--|--|
| $I(A)$ | | 0,16 | | | | | |
| $U (V)$ | | 8,68 | | | | | |

Exercice : Faire d'autres mesures en variant la valeur de la résistance à droite de 70 à 0Ω . Représenter dans Excel. Identifier les paramètres qu'on a réglés : $E=9V$ et $r=2 \text{ Ohm}$ par une linear Trendline.

Trouvez ici des [explications supplémentaires sur la loi d'Ohm pour générateur ou récepteurs actifs](#).

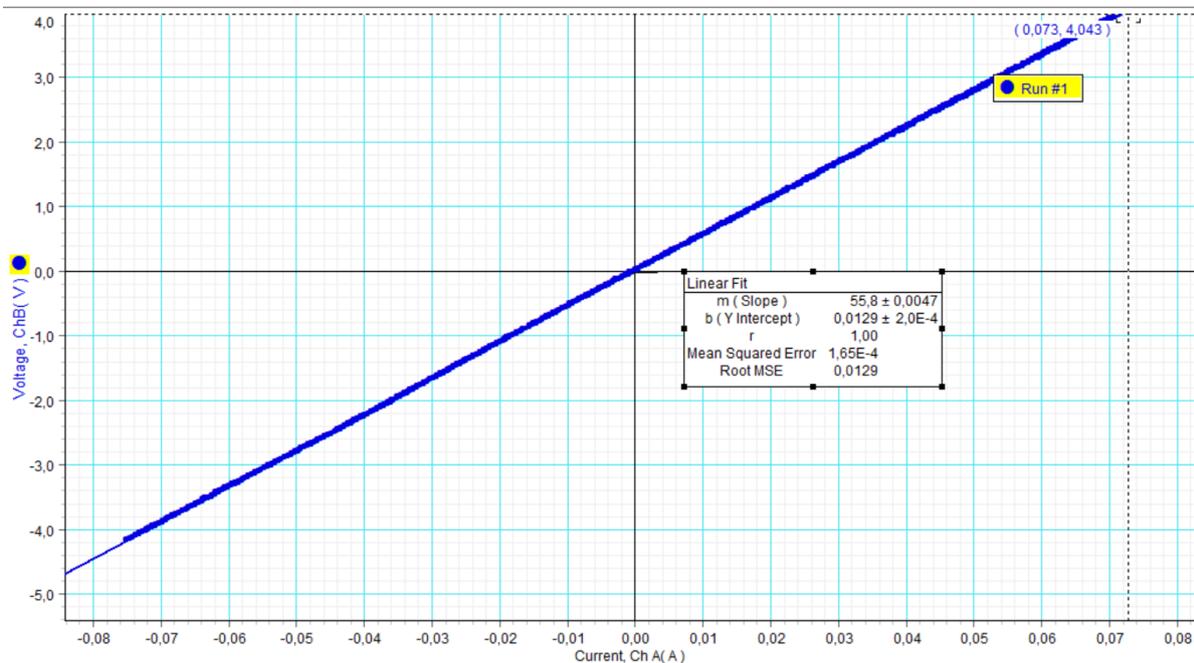
6) Interprétation de mesures réelles PASCO

Pour les récepteurs Pasco alimente le dipôle avec une tension qui varie on peut analyser $I > 0$ et < 0 .

a) Dipôles récepteurs passifs

Résistance à couche de carbone

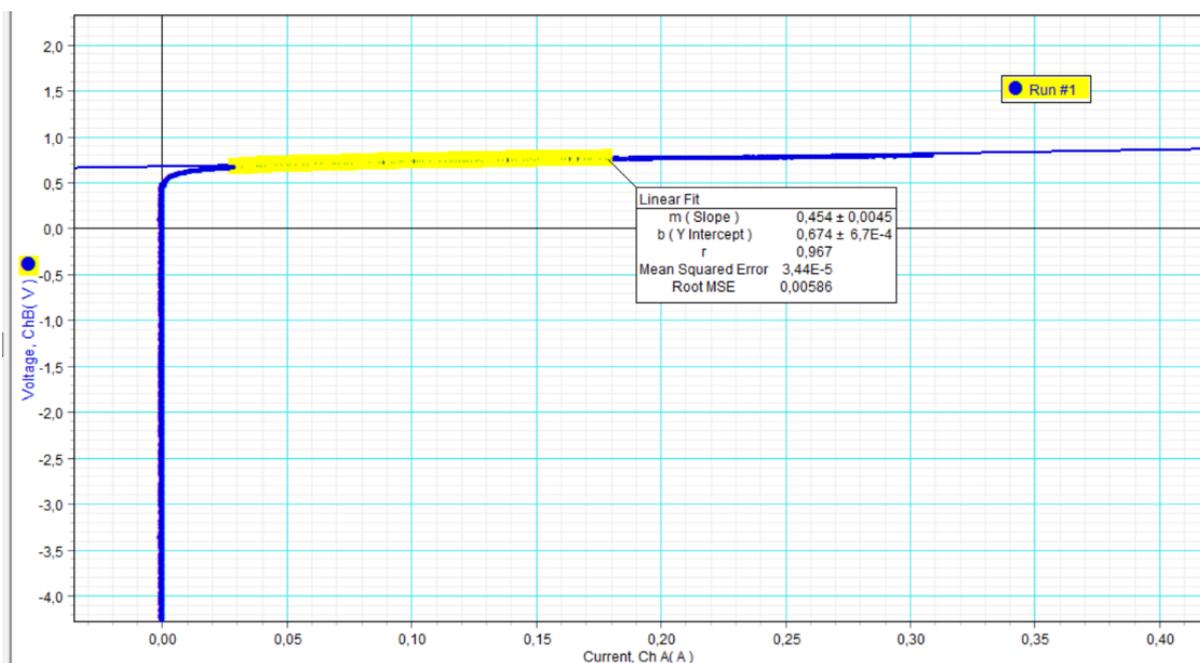
Calcul pour point de mesure: $R = 4,043/0,073 = 55,38\Omega \approx$ Pente régression: $R = 55,8\Omega$



Diode silicium conduit uniquement pour $I > 0$ (sens direct)

$U_s = 0,67\text{ V}$ tension seuil ou la diode Si commence à conduire dans le sens direct

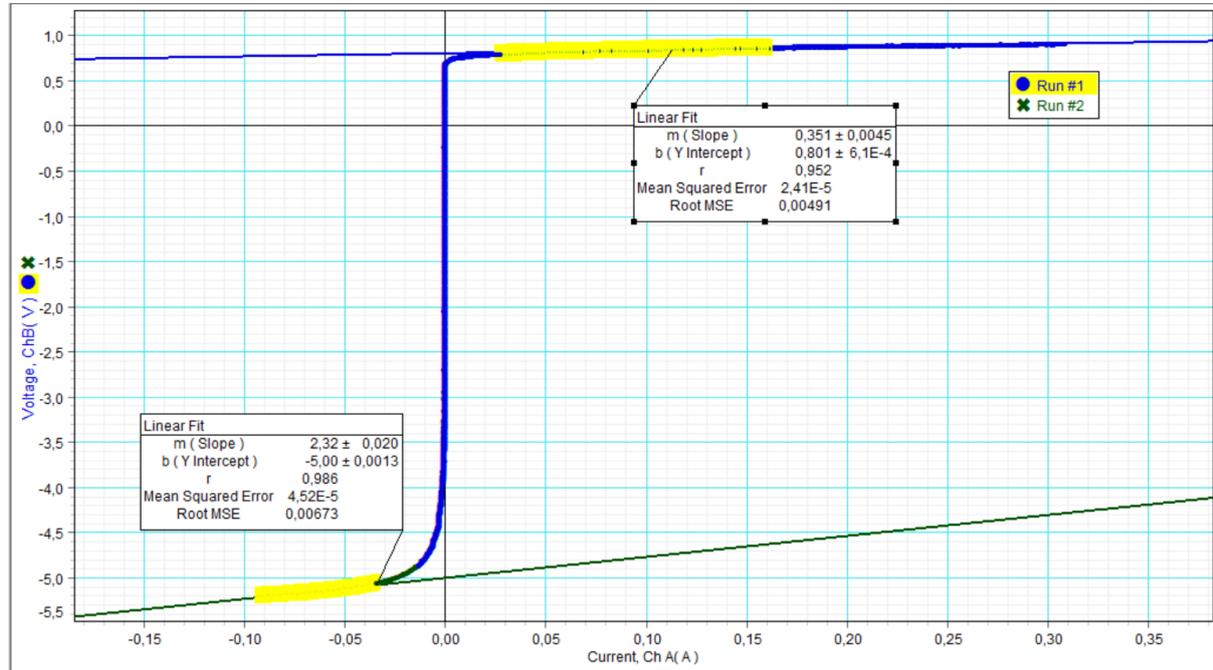
$r = 0,45\Omega$ résistance dynamique interne = pente de la fonction affine (linear fit)



Diode Zener = diode spéciale qui conduit aussi en sens inverse à partir d'une tension Zener

$U_s = 0,8V$ $r_{\text{dynam}} = 0,35 \Omega$ (partie positive directe)

$U_z = 5V$ (en val. absolu) $r'_{\text{dynam}} = 2,32 \Omega$ (partie négative inverse)

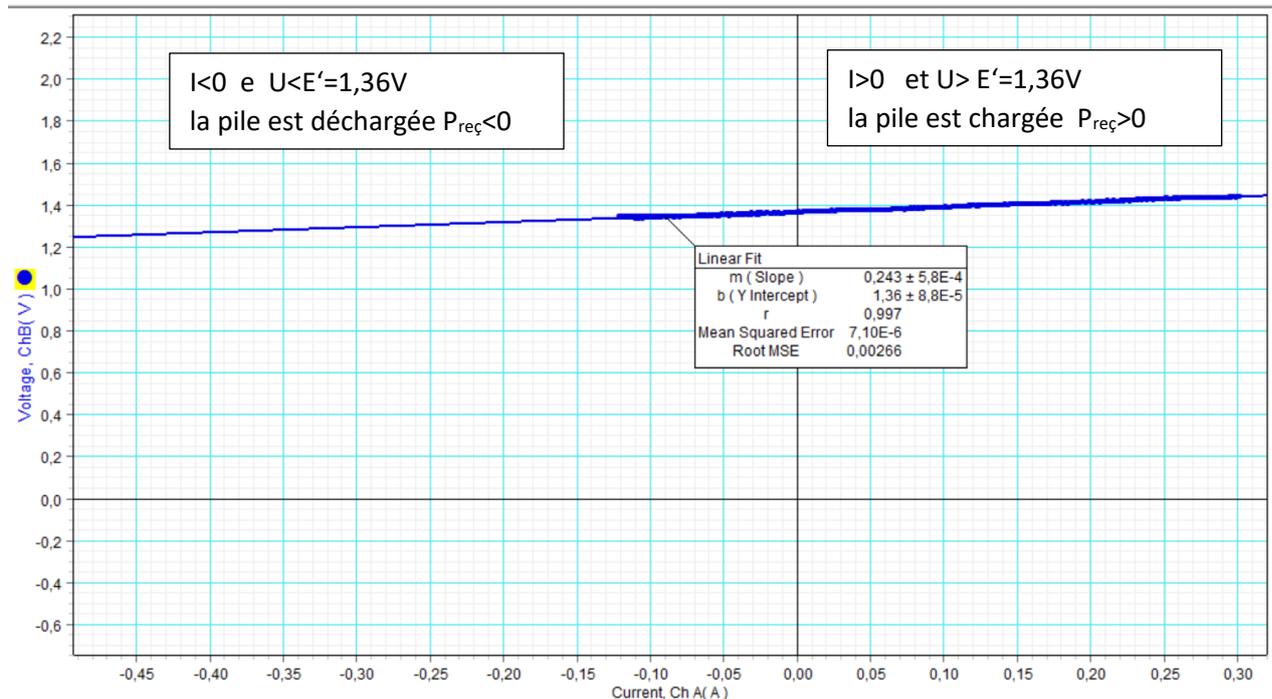


b) Dipôles récepteur actif

Pile rechargeable

Tension à vide $U_0 = 1,36V$ (force contre électromotrice E') Résistance interne $r' = 0,243 \text{ Ohm}$

$U = E' + r' \cdot I$ donne une droite



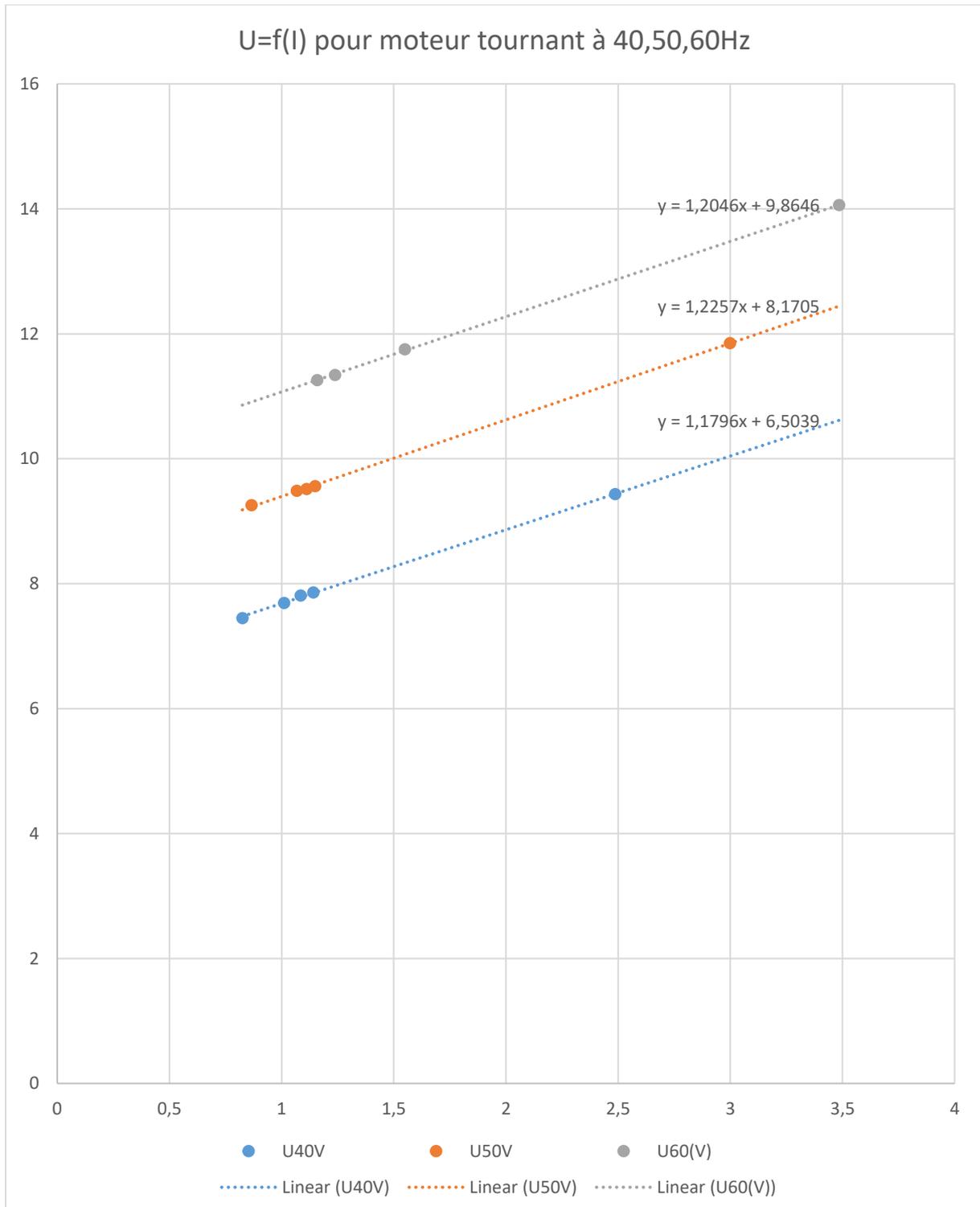
moteur DC tournant à fréquence constante (expérience manuelle sans PASCO)

Un moteur **qui tourne** fournit une tension même si $I=0A$ cette tension à vide $U_0=E'$ (fcém) dépend de la fréquence de rotation=nombre de tours par seconde. La résistance interne est toujours la même.

$U_0(40Hz)= 6,5 V$ $U_0(50Hz)= 8,17 V$ $U_0(60Hz)= 9,86 V$ $r'=1,2 \Omega$

$U = E' + r' \cdot I$ donne une droite pour chaque fréquence

Rem : Si on augmente U le moteur augmente sa fréquence de rotation et on doit adapter le freinage électromagnétique pour réduire la fréquence à la valeur fixée avant de faire la mesure.



c) Dipôles générateur actif

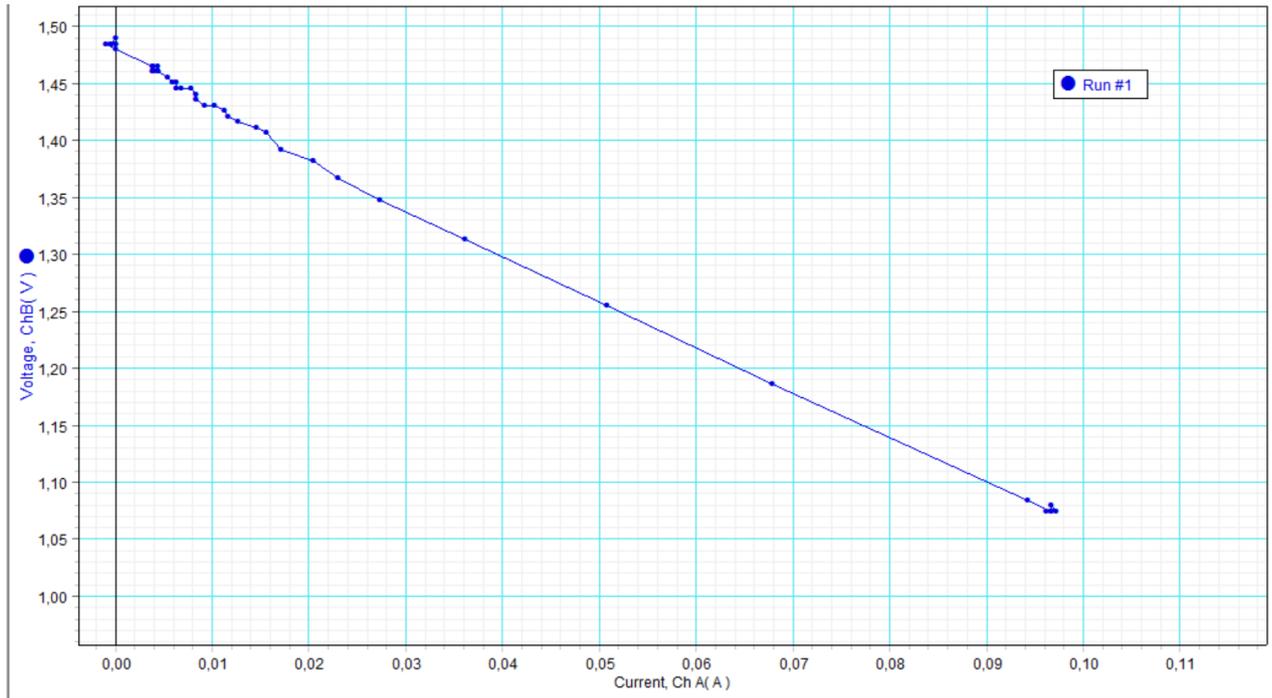
Pour les générateurs on mesure le courant débité sur une résistance variable. $I > 0$ $P_{\text{gén}} > 0$.

Batterie Duracell 1,5V

Pour $I=0$ on mesure sur le graphique $U_0=E=1,48$ V (force électromotrice en V)

La pente de la caractéristique correspond à $r = \left| \frac{\Delta U}{\Delta I} \right| = \frac{(1,47-1,07)}{(0,096-0)} = 14,58 \Omega$

$U = E - r \cdot I$ donne une droite dégressive. La tension U tombe si I augmente.



Théoriquement on peut augmenter le courant jusqu'au court-circuit ou $U=0$.

On obtient alors le courant maximal : $I_{CC} = \frac{E}{r} = 0,101$ A