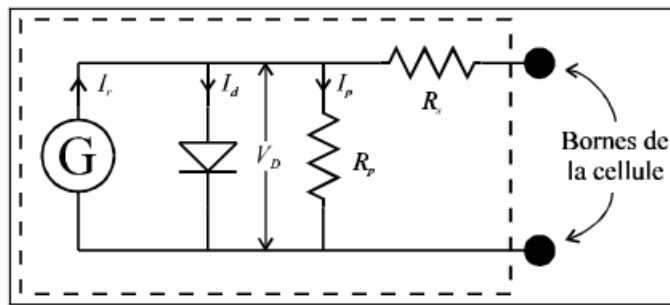


**TP n°2: Modélisation d'une cellule solaire**

**Théorie**

Une cellule photovoltaïque se comporte comme le circuit de la Figure 1 et s'analyse de façon usuelle. Ce circuit comprend une source de courant constant G. Branchée à ce générateur on a une diode (avec un paramètre de forme n=1) et une résistance Rp qui représente la perte d'énergie dans la région de la jonction p-n de la cellule. On retrouve également une autre résistance Rs, qui est la résistance du semi-conducteur et des électrodes de la cellule.



**Figure 1**

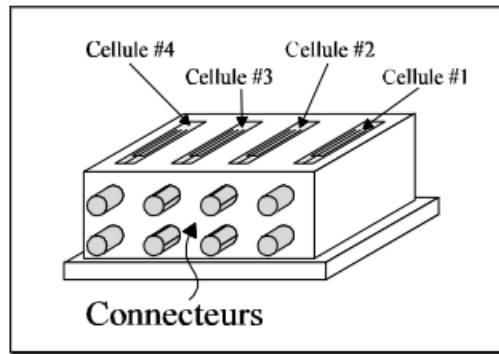
Le courant qui passe dans la diode  $I_s$  est régi par l'équation de Ebers-Moll:

$$I_D = I_s \left[ \exp\left(\frac{eV_D}{kT}\right) - 1 \right]$$

où  $I_s$  est le courant de saturation de la diode, e est la charge de l'électron, k la constante de Boltzmann et T la température absolue de la diode.

**Montage et manipulation**

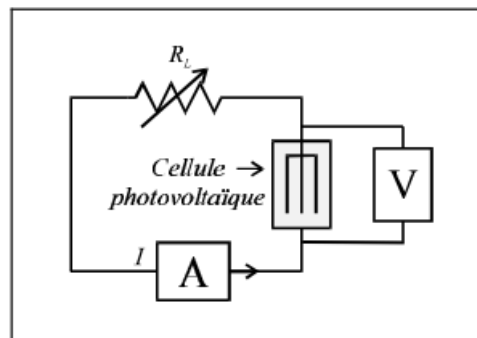
Dans cette expérience, nous avons une boîte avec quatre cellules photovoltaïques telles qu'illustré sur la Figure 2. Les cellules seront toujours nommées comme sur cette figure. Ces cellules sont éclairées avec une lampe au tungstène placée à 11cm des cellules (l'intensité de la lampe est réglée au hasard mais reste constante pour toutes les manipulations).



**Figure 2**

Ici, on effectue le montage de la Figure 3.  $V$  est un multimètre modèle Kithley 177 utilisé comme voltmètre. La précision de la lecture pour l'appareil est de  $0.01V$ .  $A$  est un autre Kithley 177 mais utilisé comme ampèremètre (avec une précision de  $0.01mA$ ).

Il faut d'abord ajuster le zéro sur les deux multimètres, ensuite on fait varier  $R_L$  (une boîte de résistance variable avec 5% d'erreur) et on note le courant  $I$  et la tension aux bornes d'une cellule photovoltaïque (qui est au potentiel  $V_D$ ). On répète cette manipulation pour les quatre cellules.



**Figure 3**

Voici les données obtenues pour chaque cellule. Les numéros de cellules sont ceux définis à la Figure 2.

*Cellule #1*

Cellule #1						
$R_l$ Ohm	$\Delta R_l$ Ohm	$V$ Volt	$\Delta V$ Volt	$I$ mA	$\Delta I$ mA	
10	1	0.25	0.01	-12.05	0.01	
20	1	0.32	0.01	-10.42	0.01	
30	2	0.36	0.01	-8.80	0.01	
40	2	0.38	0.01	-7.48	0.01	
50	3	0.39	0.01	-6.47	0.01	
60	3	0.42	0.01	-5.68	0.01	
70	4	0.41	0.01	-5.05	0.01	
100	5	0.42	0.01	-3.81	0.01	
150	8	0.43	0.01	-2.67	0.01	
200	10	0.43	0.01	-2.06	0.01	
250	13	0.44	0.01	-1.67	0.01	
300	15	0.44	0.01	-1.41	0.01	
350	18	0.44	0.01	-1.22	0.01	
400	20	0.44	0.01	-1.07	0.01	

*Cellule #2*

Cellule #2						
$R_l$ Ohm	$\Delta R_l$ Ohm	$V$ Volt	$\Delta V$ Volt	$I$ mA	$\Delta I$ mA	
10	1	0.27	0.01	-13.19	0.01	
20	1	0.36	0.01	-11.62	0.01	
30	2	0.39	0.01	-9.64	0.01	
40	2	0.41	0.01	-8.05	0.01	
50	3	0.42	0.01	-6.86	0.01	
60	3	0.42	0.01	-5.96	0.01	
70	4	0.43	0.01	-5.27	0.01	
80	4	0.43	0.01	-4.72	0.01	
90	5	0.43	0.01	-4.27	0.01	
100	5	0.43	0.01	-3.90	0.01	
150	8	0.44	0.01	-2.73	0.01	
200	10	0.44	0.01	-2.09	0.01	
500	25	0.45	0.01	-0.87	0.01	
1000	50	0.45	0.01	-0.44	0.01	

### Cellule #3

Cellule #3					
$R_l$ Ohm	$\Delta R_l$ Ohm	$V$ Volt	$\Delta V$ Volt	$I$ mA	$\Delta I$ mA
20	1	0.34	0.01	-10.93	0.01
40	2	0.40	0.01	-7.97	0.01
60	3	0.46	0.01	-6.00	0.01
80	4	0.43	0.01	-4.77	0.01
100	5	0.44	0.01	-3.97	0.01
120	6	0.44	0.01	-3.39	0.01
140	7	0.45	0.01	-2.95	0.01
160	8	0.45	0.01	-2.61	0.01
180	9	0.45	0.01	-2.35	0.01
200	10	0.45	0.01	-2.14	0.01
500	25	0.45	0.01	-0.89	0.01

### Cellule #4

Cellule #4					
R Ohm	Delta R Ohm	V Volt	Delta V Volt	I mA	Delta I mA
20	1	0.30	0.01	-9.97	0.01
40	2	0.39	0.01	-7.69	0.01
60	3	0.42	0.01	-5.89	0.01
80	4	0.43	0.01	-4.73	0.01
100	5	0.44	0.01	-3.95	0.01
120	6	0.44	0.01	-3.38	0.01
140	7	0.44	0.01	-2.95	0.01
160	8	0.45	0.01	-2.62	0.01
180	9	0.45	0.01	-2.35	0.01
200	10	0.45	0.01	-2.14	0.01
300	15	0.45	0.01	-1.46	0.01
400	20	0.46	0.01	-1.11	0.01

### Questions

- Tracer les caractéristiques  $I(V)$  des 4 cellules sur un même graphique.
- Déterminer pour chaque cellule:  $I_{cc}$ ,  $V_{co}$ ,  $I_{pm}$  et  $V_{pm}$  pour chaque cellule.
- Donner l'équation régissant le courant d'une cellule solaire.
- Déterminer  $R_S$  et  $R_p$  pour chaque cellule.
- Déterminer le facteur d'idéalité de chaque pseudo-diode.
- Comparer et conclure.