

# Opt4n – ÉTALONNAGE D'UN CAPTEUR OPTOÉLECTRONIQUE

Auteur : Jean-Louis Balas

TI-Nspire™ CAS

**Mots-clés :** grandeur électrique, équation de conversion, fonction de transfert, capteur, transducteur, optique, photoélectrique.

**Fichiers associés :** Opt4nElev\_CapteurOptoelectronique.pdf ;  
Opt4n\_CapteurOptoelectronique\_prof.tns ; Opt4n\_CapteurOptoelectronique\_eleve.tns.



## 1. Objectifs

- Savoir définir ce qu'est l'étalonnage d'un transducteur.
- Être capable de réaliser une acquisition de données.
- Réaliser l'étalonnage d'un capteur optoélectronique.

## 2. Matériel

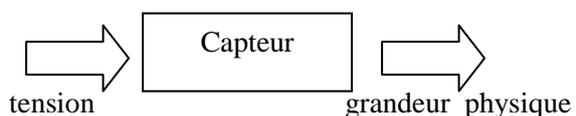
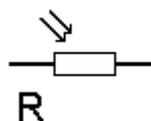
- Une calculatrice TI-Nspire,
- Une interface d'acquisition LabStation,
- Deux sondes de tension,
- Un luxmètre Vernier,
- Un résistor de résistance 100 ohms,
- Une photorésistance,
- Un tube de longueur 1 m,
- Une lampe électrique dynamo,
- Une règle graduée,
- Une alimentation continue ou pile.

## 3. Commentaires

Un capteur est un circuit électronique ou un simple composant électronique (éventuellement une simple résistance). Il permet de faire le lien entre une grandeur physique que l'on souhaite mesurer (température, lumière, humidité, intensité...) et une tension électrique.

Chaque capteur possède ses spécificités, ses propres caractéristiques : la courbe d'étalonnage d'un capteur sert à établir une relation mathématique entre la tension mesurée et la grandeur physique que l'on souhaite étudier de manière à modéliser l'évolution de la tension en fonction des valeurs prises par le capteur.

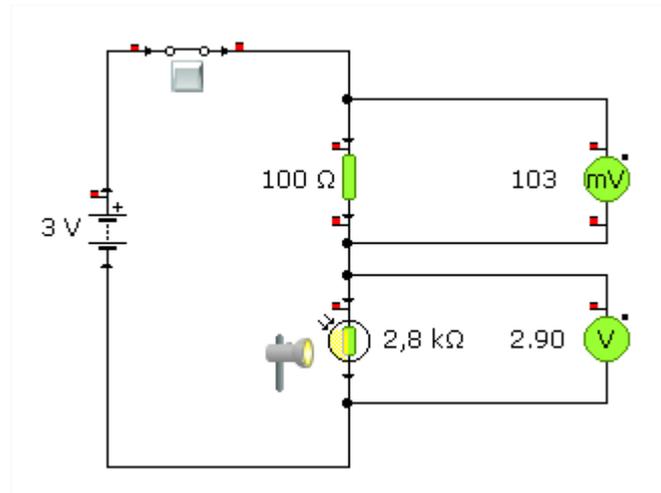
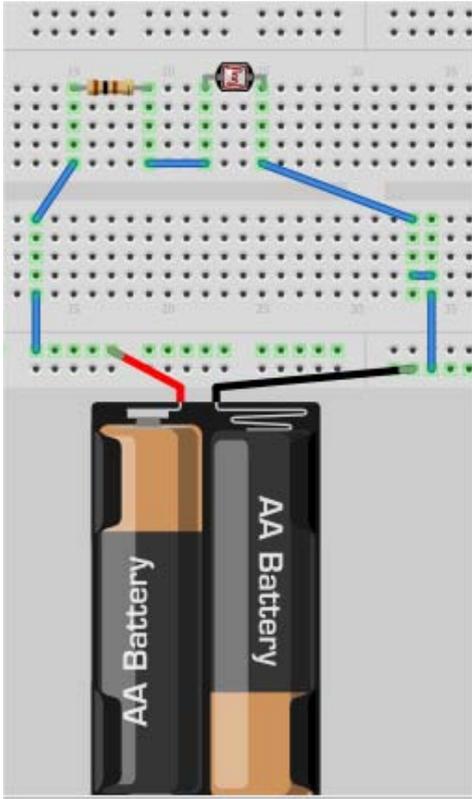
Une **photorésistance** est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente. On peut également la nommer résistance photo-dépendante – light-dependent resistor (LDR) – ou cellule photoconductrice.



## 4. Conduite de l'activité

### 1) Préparation

Réaliser le circuit sur la platine d'essai.



Dispositif expérimental

- Connecter la sonde de tension aux bornes de la cellule photoélectrique en respectant les polarités.
- Connecter les sondes de tension à la centrale d'acquisition et au circuit (Attention aux problèmes de masse flottante : relier les bornes noires des sondes ensemble).
- Relier la sonde luxmètre à la centrale d'acquisition.

Pour réaliser une courbe d'étalonnage de la LDR (photorésistance), deux manipulations peuvent être proposées :

#### – Étalonnage du composant

Utiliser une lampe dynamo placée à une distance fixe, puis réaliser l'acquisition, en fonction du temps, de la tension aux bornes de la LDR et de l'intensité lumineuse captée par le luxmètre. De la valeur de la tension aux bornes de la LDR, on déduit la valeur de la résistance correspondant, à un instant donné, à une intensité lumineuse reçue. D'où un étalonnage  $R = f(I_l)$ .

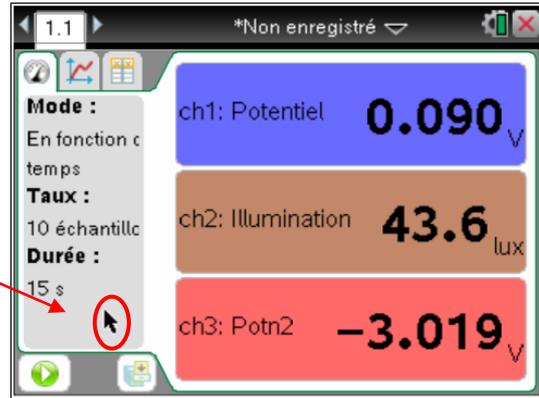
#### – Mesure d'une distance par photométrie

On mesure la résistance de la photorésistance placée sur un rail optique ou le long d'une règle, sur lequel on déplace la lampe. On représente ensuite graphiquement la résistance, en fonction de la distance lampe-photorésistance, pour réaliser une courbe d'étalonnage. Mais attention, cette courbe n'est pas l'étalonnage du composant électronique. Enfin en plaçant la lampe n'importe où le long du rail et par mesure de la résistance, on estime la distance lampe-photorésistance, puis on compare par rapport à la mesure directe.

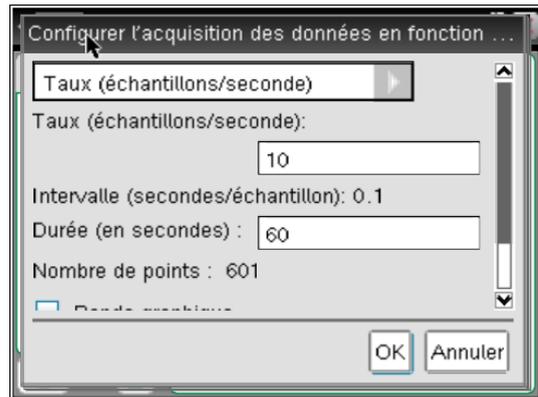
## 1) Étalonnage du composant

### a) Réglage des paramètres d'acquisition

- Placer le curseur dans la zone de réglage des paramètres de l'acquisition.
- Appuyer sur les touches **ctrl** **menu** (ou clic-droit), puis sélectionner **3: Configuration de l'acquisition**.



Compléter ensuite la rubrique proposée en paramétrant une acquisition sur une minute.

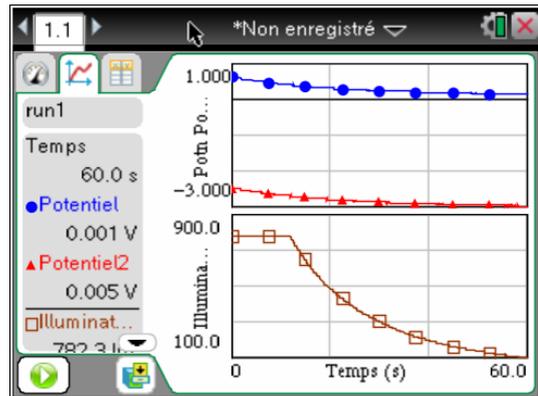


### b) Acquisition des données

Charger la lampe dynamo, la mettre sous tension et la placer à une distance de 5 cm de la LDR et du capteur d'intensité lumineuse (voir dispositif expérimental).

Remarque : pour plus de facilités, la LDR est montée sur un support identique à celui du capteur de lumière (tube).

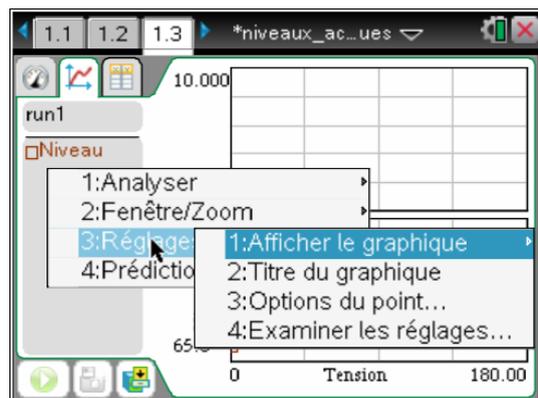
Presser l'icône  dans le coin inférieur gauche pour débiter l'acquisition des données (ou **1: Expérience** puis **2: Démarrer l'acquisition**).



Faire un clic-droit (touches **ctrl** **menu**) dans la zone de la représentation graphique.

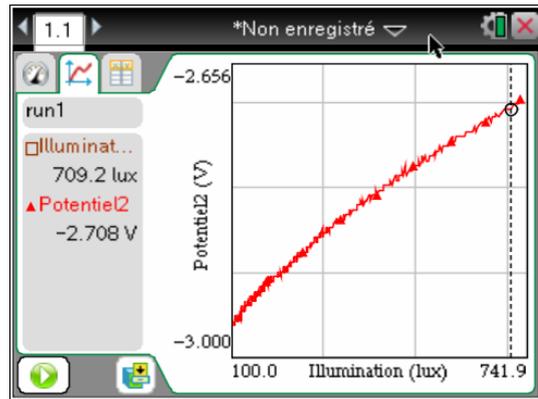
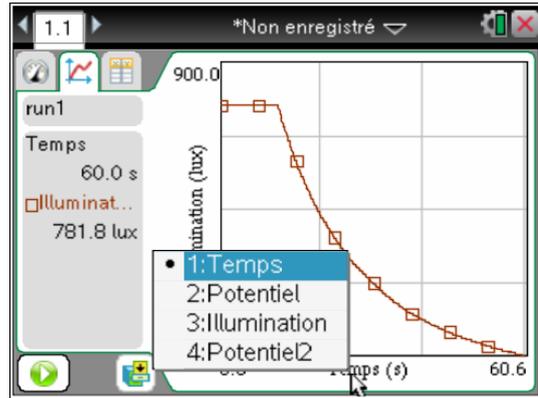
Sélectionner : **3 : Réglages du graphique**.

Ne choisir d'afficher qu'un seul graphique.  
Configurer la représentation graphique avec la mesure de l'intensité lumineuse en abscisse et la tension aux bornes de la LDR en ordonnée.



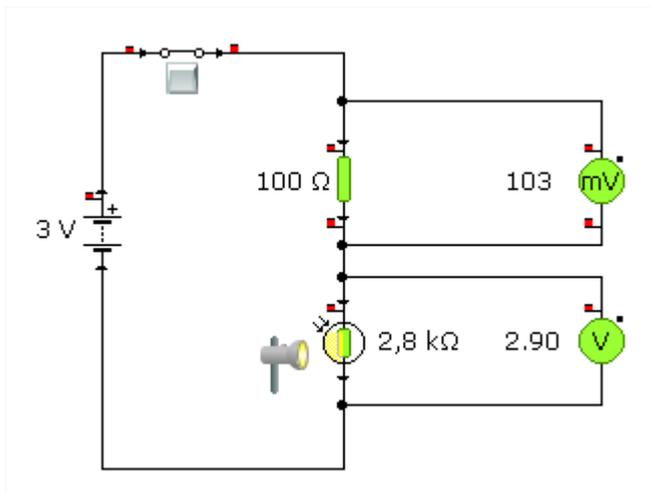
Rappel : Pour modifier la grandeur représentée sur un axe,

- Placer le curseur sur le nom de la grandeur à modifier,
- Effectuer un clic-droit (touches **ctrl** **menu**),
- Choisir la grandeur souhaitée.



### c) Préparation de l'étalonnage

L'étalonnage consiste à modéliser une représentation de la résistance aux bornes de la LDR en fonction de l'éclairement reçu.



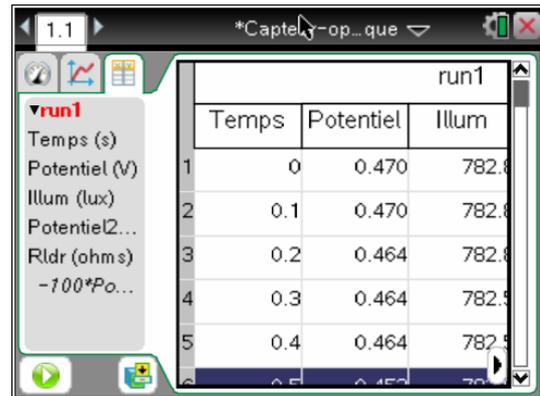
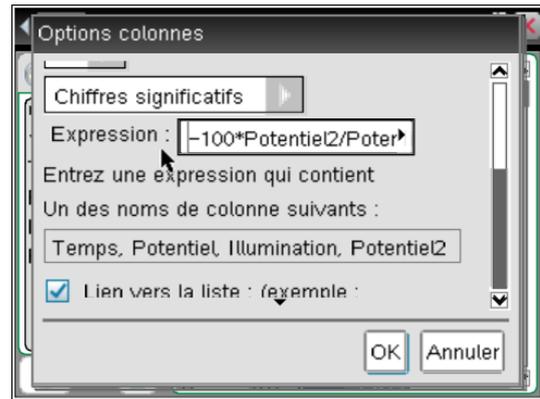
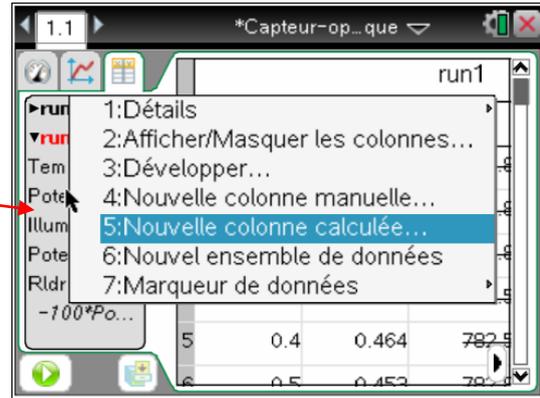
Exprimons  $R_{LDR}$  en fonction de  $R$ ,  $U_A$  et  $U_B$ .

$U_A$  désigne la tension aux bornes du résistor,  $U_B$  désigne la tension aux bornes de la LDR.

$$i = \frac{U_B}{R_{LDR}} \text{ et } i = \frac{U_A}{R} \text{ donc : } \frac{U_B}{R_{LDR}} = \frac{U_A}{R}, \text{ soit } R_{LDR} = \frac{U_B \times R}{U_A}.$$

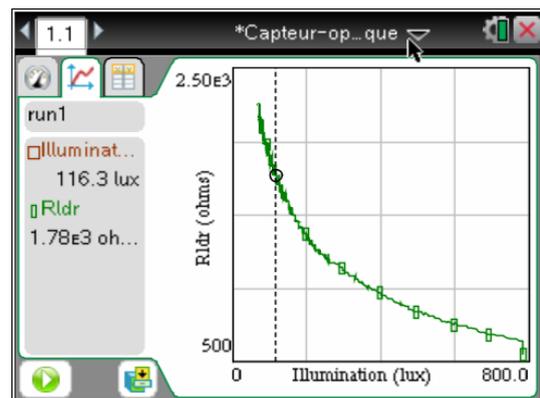
On est donc conduit à créer une colonne calculée permettant d'exprimer puis de représenter graphiquement  $R_{LDR}$ .

- Placer le curseur dans la zone de paramétrage de la représentation graphique.
- Effectuer un clic-droit (touches **ctrl** **menu**).
- Choisir **5 : Nouvelle colonne calculée**.
- Compléter les rubriques, sachant que  $R = 100 \Omega$ , sans oublier que l'on a, en réalité, mesuré  $-U_B$  pour éviter les problèmes de masse flottante.

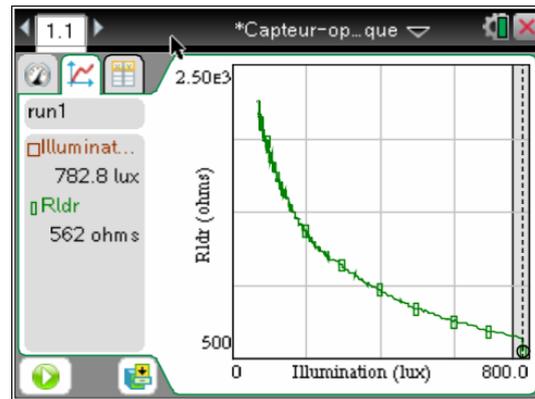
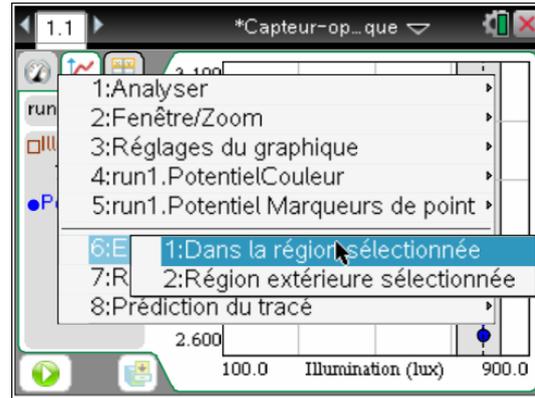


### Représentation graphique $R_{LDR} = f(\text{illumination})$

- Réaliser la représentation graphique.

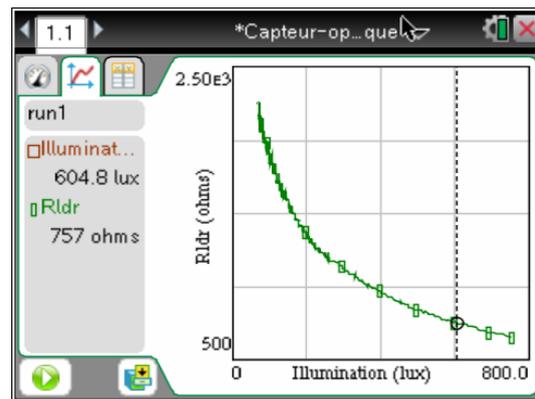


- Placer le curseur dans la représentation graphique. Sélectionner la portion à ne pas conserver pour l'analyse,
- Effectuer un clic-droit (touches **ctrl** **menu**), puis **6 : Exclure des données**, puis **1 : Dans la région sélectionnée**.

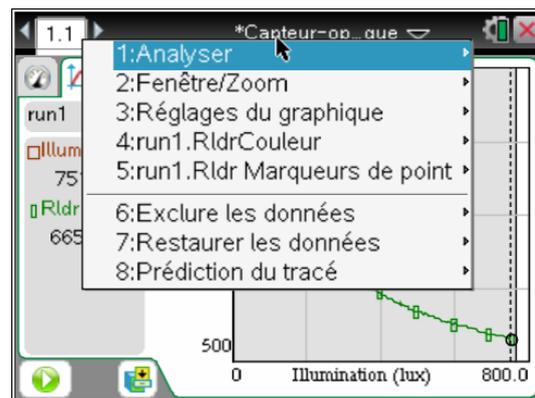


**d) Recherche d'un modèle**

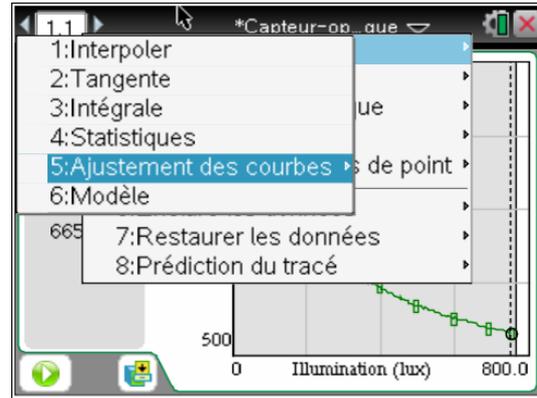
Sélectionner l'ensemble des données directement sur la représentation graphique.



- Faire un clic droit (touches **ctrl** **menu**), puis **1 : Analyser**,

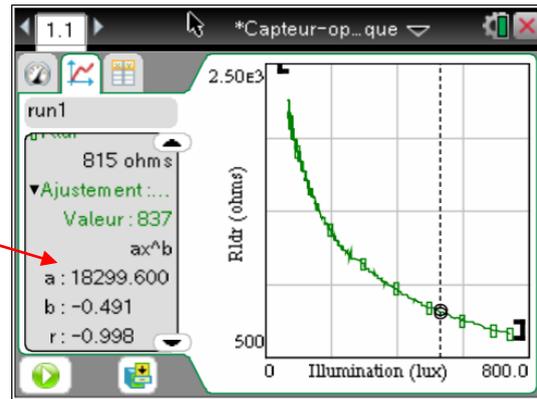


puis 5 : Ajustement des courbes.



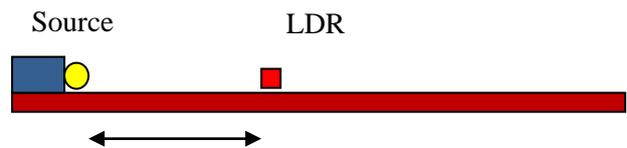
**Essayer plusieurs modèles :**

Choisir le plus adapté (ici  $a \times x^b$ ).  
Ajuster la largeur de la zone « Run1 » pour voir le résultat de la modélisation.



**2) Mesure d'une distance par photométrie**

La méthode consiste, pour une distance donnée par rapport à une source lumineuse, à mesurer la valeur de la résistance aux bornes de la LDR.



Compte tenu de ce que nous venons de faire précédemment, nous pouvons préparer l'acquisition sur la grandeur  $R_{LDR}$  en créant préalablement, comme précédemment, la grandeur calculée.

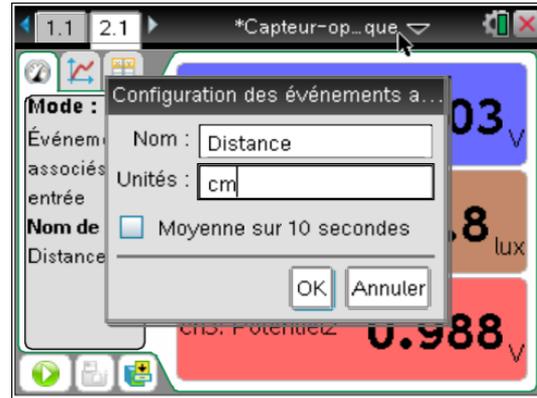
$$R_{LDR} = -\frac{100 \times \text{Potentiel}^2}{\text{Potentiel}}$$



Paramétrer une acquisition

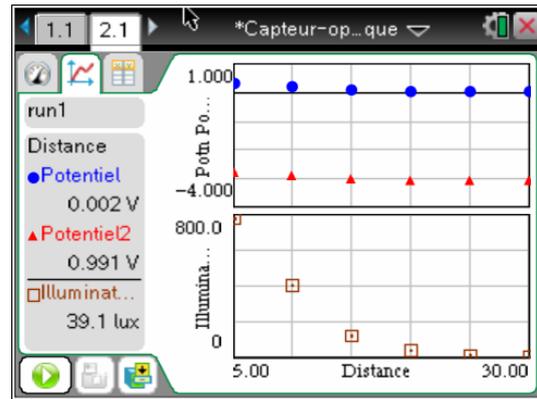
**2 : Événements associés.**

Compléter ensuite les rubriques proposées.

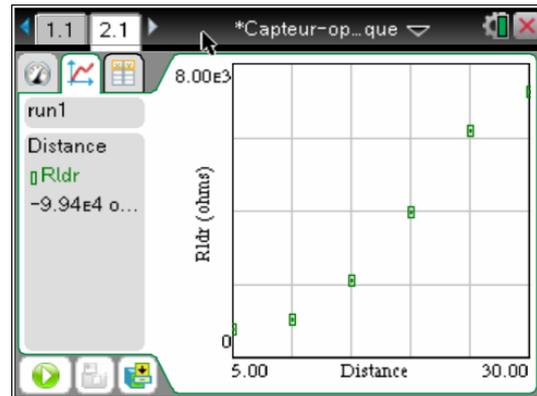


- Réaliser l'acquisition.

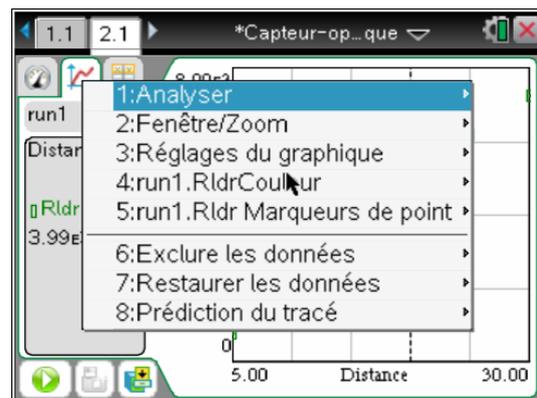
- Appuyer sur l'icône  pour enregistrer la mesure



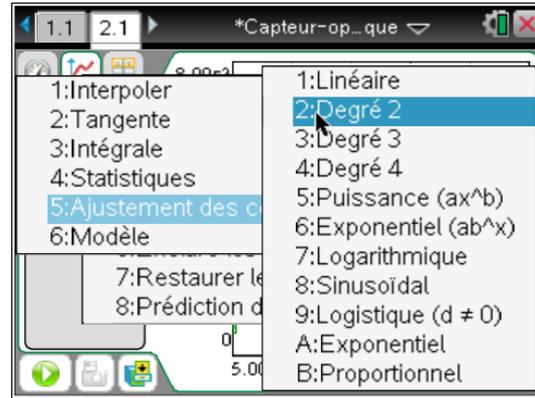
- Représenter graphiquement  $R_{LDR} = f(D)$ .



- Placer le curseur dans la zone graphique et faire un clic-droit (touches **ctrl** **menu**), puis choisir **1 : Analyser**,



puis **5 : Ajustement des courbes**,  
et enfin, le modèle le mieux adapté.



### Exploitation de la modélisation

Placer la lampe à une distance  $d$  de la LDR.  
Noter la valeur de  $R_{LDR}$ .  
Comparer avec la valeur modélisée.

