

**Réforme du Lycée**

**Groupe « Démarche scientifique, mesures et incertitudes**

EXEMPLE D’ACTIVITÉ EXPÉRIMENTALE :

LOI D’OHM ET INCERTITUDES

# Présentation de l’activité

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Support de formation** | Dosage des ions fer II par les ions permanganate | | |
| **Type d'activité** | Activité expérimentale de 1h30 + 2 fois 20 minutes hors la classe | | |
| **Niveau** | Seconde enseignement commun Physique Chimie | | |
| **Objectifs de l’activité** | * Représenter et exploiter la caractéristique d’un dipôle résistif * Déterminer les incertitudes-type liées à   + La dispersion d’une mesure indirecte de la valeur d’une résistance   + La distribution des mesures de i et u autour d’une droite d’ajustement | | |
| **Références par rapport au programme** | * Thème du programme : Ondes et signaux * Sous thème : Signaux et capteurs | | |
| **Notions et contenus**  Résistance et systèmes à comportement de type ohmique.  Loi d’Ohm.  Incertitude-type  Écriture du résultat. Valeur de référence | **Capacités exigibles**  Utiliser la loi d’Ohm. Représenter et exploiter la caractéristique d’un dipôle.  **Capacités numériques** : représenter un nuage de points associé à la caractéristique d’un dipôle et modéliser la caractéristique de ce dipôle à l’aide d’un langage de programmation.  **Capacité mathématique** : identifier une situation de proportionnalité.  Évaluer qualitativement la dispersion d’une série de mesures indépendantes.  Définir qualitativement une incertitude-type et l’évaluer par une approche statistique.  Écrire, avec un nombre de chiffres significatifs, le résultat d’une mesure.  Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence. | |
| **Compétences travaillées** | **Analyser** | Planifier des tâches  Choisir un modèle pertinent  Faire des prévisions à l’aide d’un modèle | |
| **Réaliser** | Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.)  Utiliser un modèle | |
| **Valider** | Identifier des sources d’erreur, estimer une incertitude, comparer à une valeur de référence  Confronter un modèle à des résultats expérimentaux  Proposer d’éventuelles améliorations de la démarche ou du modèle | |
| **Spiralisation** | Au cycle 4, les élèves ont déjà étudié la loi d’Ohm comme une relation tension-courant au sein d’un conducteur ohmique. Ils ont pu utiliser un tableur pour représenter le nuage de points et déterminer l’équation de la droite d’ajustement. Sous la direction de leur professeur, ils ont forcé le passage par zéro de la droite et relier sa pente à la valeur de la résistance. Ils ont affiché le résultat avec un nombre de chiffres significatifs raisonnables.  En seconde, le travail à réaliser consiste à amener les élèves à utiliser la loi d’Ohm notamment dans le cas des capteurs résistifs pour accéder à la valeur d’une grandeur physique. L’accent est mis sur l’incertitude-type de la mesure de la résistance afin d’évaluer l’incertitude-type sur la grandeur physique, connaissant la courbe d’étalonnage du capteur. La mesure d’une grandeur physique d’intérêt nous amène donc à étudier la loi d’Ohm sous le prisme de la mesure et des incertitudes associées. | | |
| **Remarques** | Cette activité peut tout à fait s’insérer dans le cadre d’une pédagogie de projet menant à la réalisation d’un dispositif utilisant un capteur résistif et répondant à un cahier des charges (voir contextualisation). | | |
| **Auteur** | Gilles Claudel | | Zone Maroc, AEFE |

# Liste du matériel

* Contraintes matérielles particulières :
  + Salle informatisée
  + Environnement Python
* Le matériel nécessaire aux manipulations disposé sur la paillasse des élèves :
  + Micro-contrôleur Arduino
  + Diverses résistances connectables sur une breadboard
  + Une résistance variable de quelques kiloohms
  + Deux multimètres

# Contextualisation

Système d’éclairage public intelligent. Cf annexe.

# Partie 1 : mesure de R et dispersion de la série

## Représentation initiale : la mesure

Peut-on connaitre la valeur exacte d’une résistance ? Comment la mesurer ?

## Appropriation du matériel et de l’environnement de mesure

### Réalisation du montage

* Mesurer la résistance étalon à l'aide d'un ohmmètre et noter sa valeur.
* Placer la résistance étalon et le dipôle à tester en série.
* Alimenter l'association de dipôles entre GND et 5 V de la carte Arduino.
* Relier les entrées analogiques A0, A1 et A2.
* Relier la carte Arduino à l'ordinateur par le port USB.

### Communication entre l'ordinateur et la carte Arduino

Récupérer dans son espace personnel et ouvrir le fichier **mesure\_R.py**. Ce programme doit être ouvert dans l'environnement Python.Lire et comprendre les actions réalisées par le programme.

### Test du programme

A la fin du programme Python, ajouter une ligne faisant appel à la fonction **fichMes** avec les arguments suivants :

* ***dipole*** et ***n*** pour nommer le fichier de mesure, par exemple : fichier\_R**1000**\_n**500**.txt
* ***i*** et ***u*** pour calculer R avec le rapport u[k]/i[k] pour k variant de 0 à n-1.

Exécuter le programme avec 500 mesures.Ouvrir le fichier texte généré du sous-dossier **dispersion/** dans le tableur de Geogebra (si dipole = 1000).

## Modélisation : évaluer une incertitude

### Dispersion des valeurs du mesurage de R

Dans le tableur de Geogebra, importer le fichier de données (fichier texte)Sélectionner la première colonne et faire l'analyse statistique de cette variable. Indiquer que la première ligne contient les entêtes.

1. Sauvegarder l’histogramme obtenu dans le document de compte-rendu.
2. Relever la valeur moyenne et l'écart-type des valeurs mesurées.
3. Que peut-on dire de la distribution des valeurs mesurées ?
4. Calculer l'incertitude-type sur la valeur de la résistance en appliquant cette relation :
5. Donner l'écriture finale du résultat du mesurage en considérant la valeur moyenne de R et son incertitude type sous la forme :

## Représentation initiale : le conducteur ohmique

Comment se comporte un dipôle ohmique lorsque l'intensité du courant qui y circule varie ?

# Partie 2 : tracé de la caractéristique

## Mesurage de i et u

Insérer en série une résistance variable de quelques kiloohms.

Ouvrir le fichier **loi\_ohm.py** et l’exécuter en suivant les consignes, notamment en saisissant les entrées du programme.

Le fichier de mesurage sera stocké dans le sous-dossier **mesures/** du dossier accueillant le programme loi\_ohm.py.

Importer ce fichier dans le tableur de Geogebra.

## Tracé de la caractéristique

Sélectionner les données des deux premières colonnes (i et u) et réaliser une analyse statistique à deux variables.

Que peut-on dire de l’évolution de u et i ?

1. Sauvegarder le graphique obtenu dans le document de compte-rendu.
2. Créer un nouveau programme Python qui réalisera les actions suivantes :
   1. Charger les données de i et u dans des listes
   2. Définir le titre du graphique, le titre des axes (grandeurs et unités), les valeurs maximales définissant la fenêtre.
   3. Utiliser la librairie **matplotlib** pour générer le graphique
   4. Enregistrer la caractéristique dans un fichier image. Pour cela, créer la fonction fichImage(ref, nb) (cf annexe) et l'appeler avant plt.show().

## Modélisation et incertitudes : construction fine du modèle

On cherche à modéliser la caractéristique du dipôle à l'aide d'une régression linéaire (programmation en Python) et à évaluer par une approche statistique l'incertitude-type sur la série de valeurs.

Il est utile d'importer le module **stats** de la librairie **scipy**. Il existe également des outils statistiques dans la librairie **numpy**.

1. Déterminer les paramètres (a, b) dans le modèle u=a×i+b à l'aide de l'outil linregress :

*a, b, r\_value, p\_value, std\_err = st.linregress(i, u)*

1. Générer la liste comprenant les valeurs [a×i1+b, a×i1+b, …, a×in+b] :

modele = a\*i+b

1. Après la ligne créant le nuage de points, insérer la ligne créant le modèle linéaire :

*plt.plot(1000\*i, modele, c='r', label='modèle linéaire')*

Remarque :

La variable **std\_err** contient l'erreur standard de l'estimation.Par définition, l'erreur type d'une méthode d'estimation est l'écart type de l'estimateur utilisé.On prendra cette valeur pour évaluer l'incertitude type sur le coefficient directeur de la droite d'ajustement.

1. Quelle écriture retenir du résultat du mesurage ? L’écrire sous la forme ci-dessous avec 3 chiffres significatifs pour l’estimateur.

# Recontextualisation

Le **lux**, une unité de mesure de l'éclairement lumineux

*« Le lux sert de cadre normatif pour définir, dans les législations française et européenne, les niveaux minimums requis pour l'éclairage public et l'éclairage des lieux de travail. Ainsi, une route est correctement éclairée si l'éclairement lumineux se situe entre 15 et 50 lux. »*

Imaginez les instructions à l'intérieur d'une boucle qui recueillerait des informations sur :

* l'éclairement par la mesure de la résistance de la photorésistance
* les variations brusques de l'éclairement simulant l'arrivée d'un véhicule dans la zone d'éclairage

et qui agirait sur :

* l'allumage de diodes pendant dix secondes si l'éclairement était inférieur à 15 lux avant la variation brusque.