

Proposition de l'activité 1 Traitement numérique d'une série de mesures d'une distance.

Physique-chimie

Classe de seconde, enseignement commun

■ Objectifs de formation

La démarche de modélisation occupe une place centrale dans l'activité des physiciens et des chimistes pour établir un lien entre le « monde » des objets, des expériences, des faits et le « monde » des modèles et des théories.

■ Organisation du programme

- dispositifs expérimentaux et numériques (capteurs, instruments de mesure, microcontrôleurs, etc.) ;
- notions en lien avec les sciences numériques (programmation, simulation, etc.).

Dans l'écriture du programme, chaque thème comporte une introduction spécifique indiquant les objectifs de formation, les domaines d'application et un rappel des notions abordées au collège. Elle est complétée par un tableau en deux colonnes identifiant, d'une part, les notions et contenus à connaître, d'autre part, les capacités exigibles ainsi que les activités expérimentales supports de la formation. Par ailleurs, des capacités mathématiques et numériques sont mentionnées ; le langage de programmation conseillé est le langage Python. La présentation du programme n'impose pas l'ordre de sa mise en œuvre par le professeur, laquelle relève de sa liberté pédagogique.

■ Mesure et incertitudes

Notions et contenus	Capacités exigibles
Variabilité de la mesure d'une grandeur physique.	Exploiter une série de mesures indépendantes d'une grandeur physique : histogramme, moyenne et écart-type. Discuter de l'influence de l'instrument de mesure et du protocole. Évaluer qualitativement la dispersion d'une série de mesures indépendantes. Capacité numérique : Représenter l'histogramme associé à une série de mesures à l'aide d'un tableur.

Incertitude-type.	Définir qualitativement une incertitude-type et l'évaluer par une approche statistique.
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure unique. Comparer qualitativement un résultat à une valeur de référence.

Trame générale de l'activité

➤ **Compétences de la démarche scientifique mises en jeu :**

- **S'approprier**
- **Analyser**
- **Réaliser**
- **Valider**
- **Communiquer**

➤ **Intentions pédagogiques :**

Niveau visé : Seconde, enseignement commun

Cette activité a été construite avec l'objectif de travailler les compétences de la démarche scientifique.

Sujet de l'activité

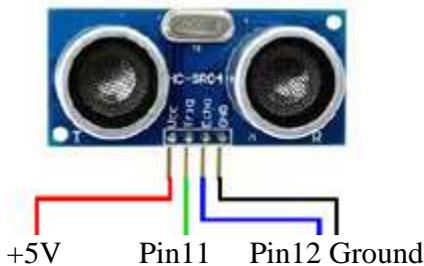
L'outil informatique au service de la physique : Traitement numérique d'une série de mesures d'une distance

On peut mesurer la distance entre le capteur posé sur la paillasse et le plafond de la salle de physique. Grâce au microcontrôleur, on peut réaliser plusieurs séries de mesures. On commence par prendre 2, puis 10, puis 100 et enfin 1000 mesures.

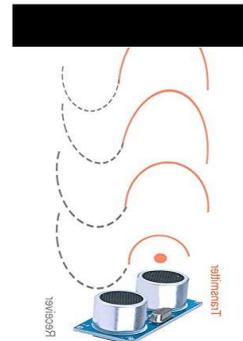
Vous exploiterez ensuite chaque série de mesures : histogramme, valeur moyenne, écart moyen, écart-type, variance et incertitude sur la moyenne.

Quel est l'intérêt de mesurer plusieurs fois une mesure en physique et chimie ?

document 1 : Microcontrôleur Arduino UNO
avec capteur ultrasonore HC-SR04



document 2 : Principe de la mesure



document 3 : Un peu de statistique

Dans la plupart des mesures, on peut estimer l'erreur due à des phénomènes aléatoires par une série de n mesures:

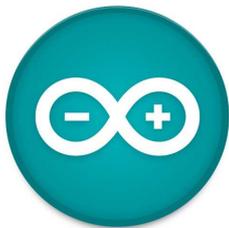
$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$

Valeur moyenne: $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ Ecart moyen: $\overline{\Delta x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|$

Ecart quadratique moyen
ou écart type:
 σ^2 : variance

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Incertitude sur la moyenne: $\Delta \bar{x} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$



- Brancher le microcontrôleur au port USB de l'ordinateur. Relier les différents fils (Rouge Vert Bleu Noir) permettant d'alimenter le capteur.
- Ouvrir le logiciel de contrôle Arduino

Le code suivant s'affiche

1. Déclaration et initialisation des variables

```

/*
 * Code pour un capteur à ultrasons HC-SR04.
 */

/* Constantes pour les broches */
const byte TRIGGER_PIN = 11; // Broche TRIGGER
const byte ECHO_PIN = 12; // Broche ECHO

//Déclaration et initialisation des variables capteur température
float mesure=0; //Variable pour le stockage mesure retournée par le capteur

/* Constantes pour le timeout */
const unsigned long MEASURE_TIMEOUT = 25000UL; // 25ms = ~8m à 340m/s

/* Vitesse du son dans l'air en mm/us */
const float vitesse = 340.0 / 1000;

```

2. Initialisation des ports de la carte Arduino (fonction « void setup »)

```

/** Fonction setup() */
int compt = 0;
void setup() {

    /* Initialise le port série */
    /*Serial.begin(115200); eurosart*/
    Serial.begin(9600);
    /* Initialise les broches */
    pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW); // La broche TRIGGER doit être à LOW au repos
    pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
}

```

3. Réglage des paramètres de mesures et d'affichage (fonction « loop »)

```

/** Fonction loop() */
void loop() {
    compt += 1;
    /* 1. Lance une mesure de distance en envoyant une impulsion HIGH de 10µs sur la broche TRIGGER */
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

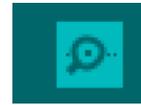
    /* 2. Mesure le temps entre l'envoi de l'impulsion ultrasonique et son écho (si il existe) */
    long mesure = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH, MEASURE_TIMEOUT);
    //long mesure = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);
    /* 3. Calcul la distance à partir du temps mesuré */
    float distance_mm = mesure / 2.0 * vitesse;

    /* Affiche les résultats en cm */
    Serial.print(compt);
    Serial.print(";");
    Serial.println( distance_mm / 10.0,1);
    delay(1000);

    if (compt >9){ exit(0) ;
    }
}

```

➤ Pour « téléverser » le programme, cliquer sur l'icône en haut à gauche :



➤ Pour visualiser les mesures effectuées cliquer sur l'icône en haut à droite :



➤ Un écran de ce type apparaît pour n mesures :

```
COM9 (Arduino/Genuino Uno)
950;182.1
951;183.0
952;183.0
953;182.1
954;182.1
955;182.0
956;182.5
957;182.0
958;182.1
959;181.6
960;182.5
961;182.0
962;182.9
963;182.1
964;182.1
965;182.5
966;182.2
967;182.2
968;182.2
969;183.0
970;183.0
971;183.5
972;182.5
973;182.1
974;182.9
975;182.1
976;182.0
977;182.0
978;182.5
979;182.5
980;182.1
981;182.9
982;182.2
983;183.0
984;182.1
985;182.2
986;182.2
987;182.1
988;182.6
989;182.9
990;182.0
991;182.1
992;182.1
993;182.1
994;182.1
995;182.5
996;182.9
997;182.9
998;182.5
999;183.0
1000;182.6
```

Approprier

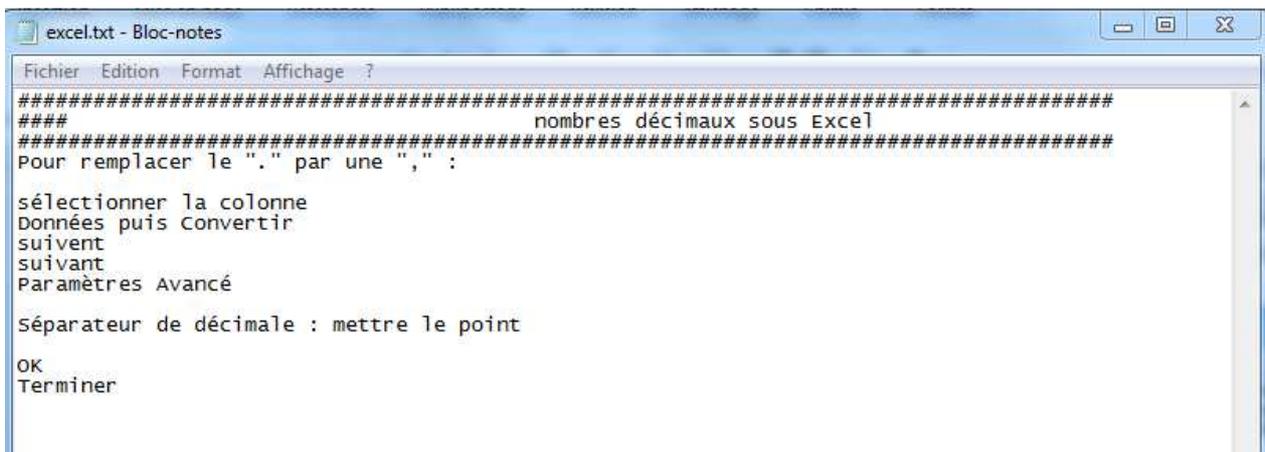
1. Quel est l'intérêt de mesurer plusieurs fois une mesure en physique et chimie par rapport à la valeur moyenne ?
2. A l'aide des documents fournis, expliquer le principe de la mesure à l'aide du capteur.

Analyser

3. A l'aide du code fourni, expliquer comment vous allez régler le nombre de valeurs n de votre série de mesures.

Réaliser

4. Réaliser votre série de n mesures. Copier Coller vos mesures (contrôle A puis contrôle C) dans un fichier txt (bloc texte). Enregistrer votre fichier en csv.
5. Ouvrir un tableur (Excel par exemple). Ouvrir votre fichier csv. Faire attention aux nombre décimaux.



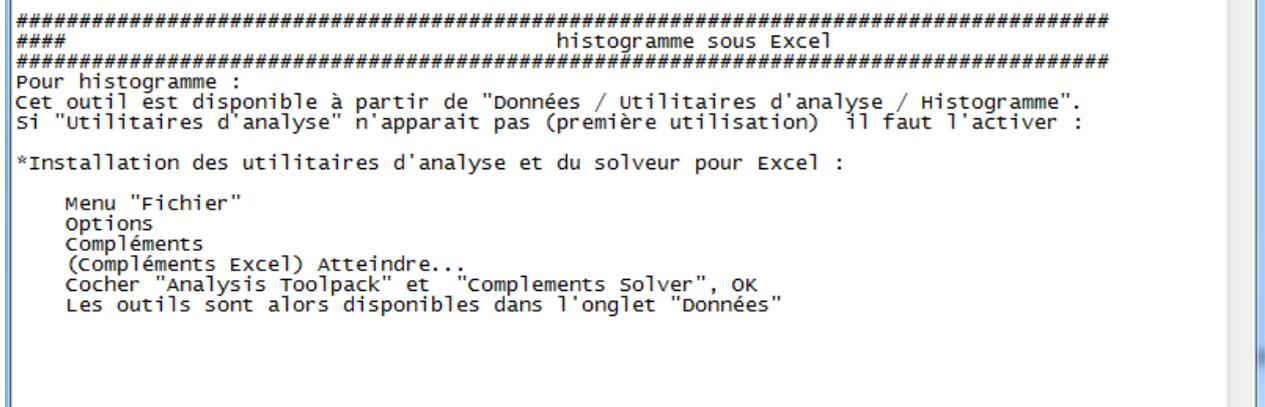
```
#####
###          nombres décimaux sous Excel
#####
Pour remplacer le "." par une "," :

sélectionner la colonne
Données puis Convertir
suivent
suivant
Paramètres Avancé

séparateur de décimale : mettre le point

OK
Terminer
```

6. Enregistrer votre nouveau fichier csv.
7. Tracer l'histogramme (Python ou Excel par exemple) de la série et calculer les fonctions statistiques du document 3 pour chaque série.



```
#####
###          histogramme sous Excel
#####
Pour histogramme :
Cet outil est disponible à partir de "Données / Utilitaires d'analyse / Histogramme".
si "utilitaires d'analyse" n'apparaît pas (première utilisation) il faut l'activer :

*Installation des utilitaires d'analyse et du solveur pour Excel :

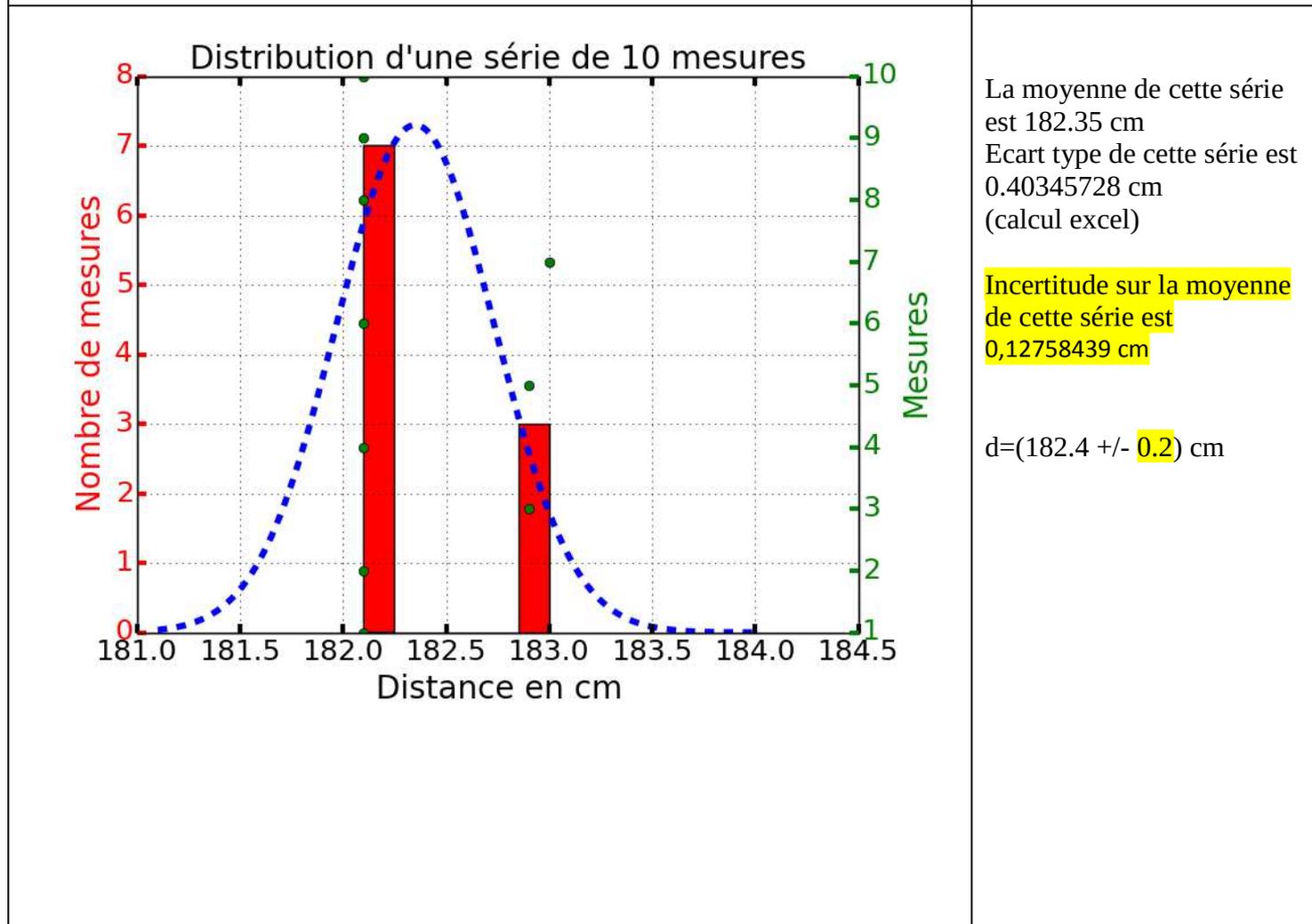
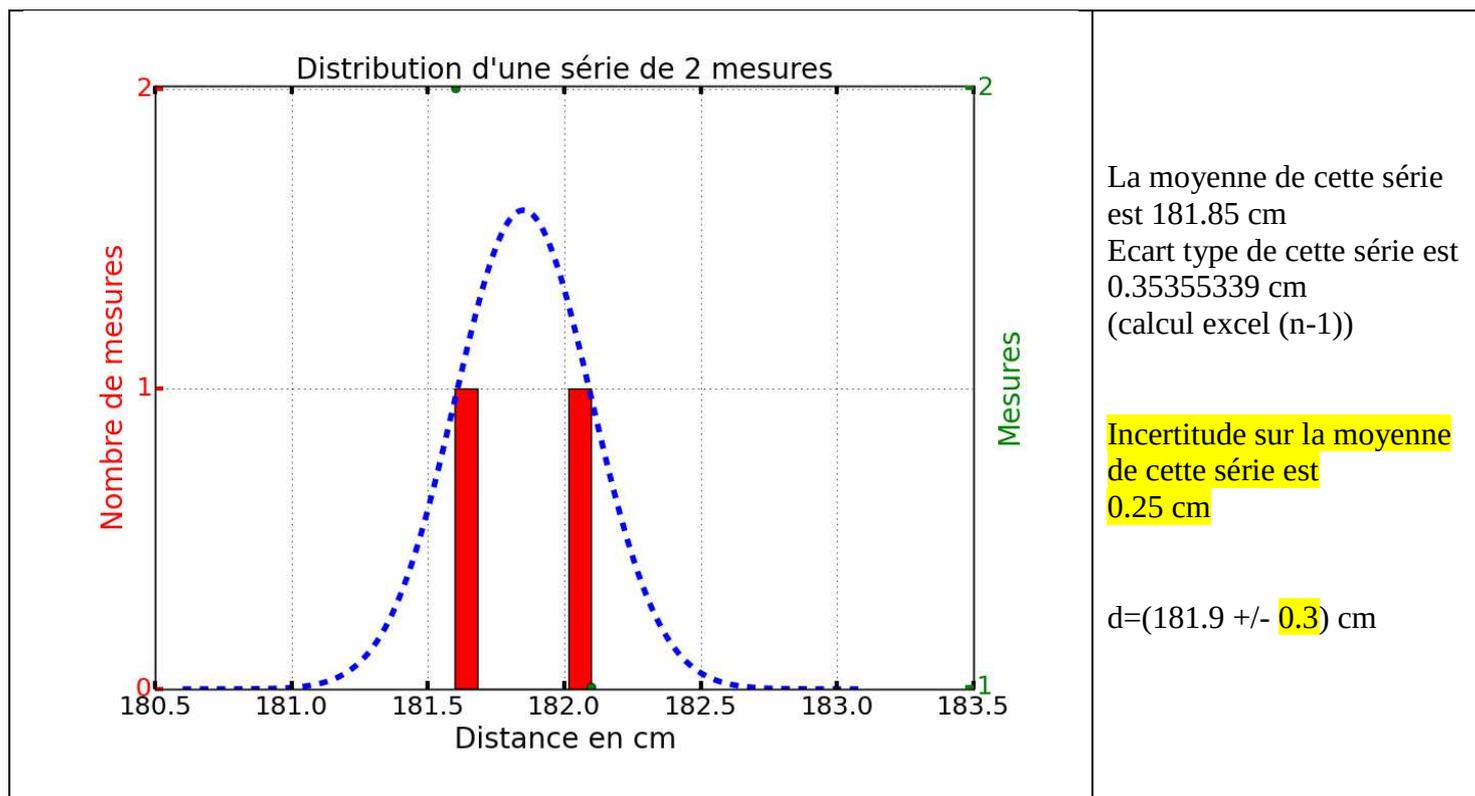
  Menu "Fichier"
  Options
  Compléments
  (Compléments Excel) Atteindre...
  Cocher "Analysis Toolpack" et "Compléments solveur", OK
  Les outils sont alors disponibles dans l'onglet "Données"
```

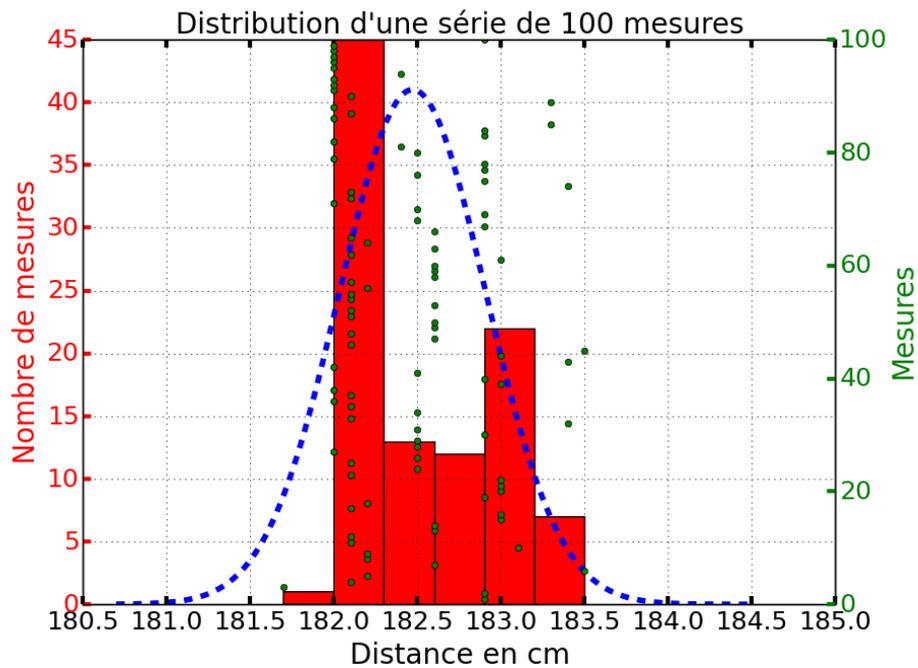
8. Présenter vos résultats sous forme de tableaux.

Valider

9. Conclure sur l'incertitude sur la moyenne en fonction du nombre n de valeurs mesurées.

Courbes obtenues sous Python :

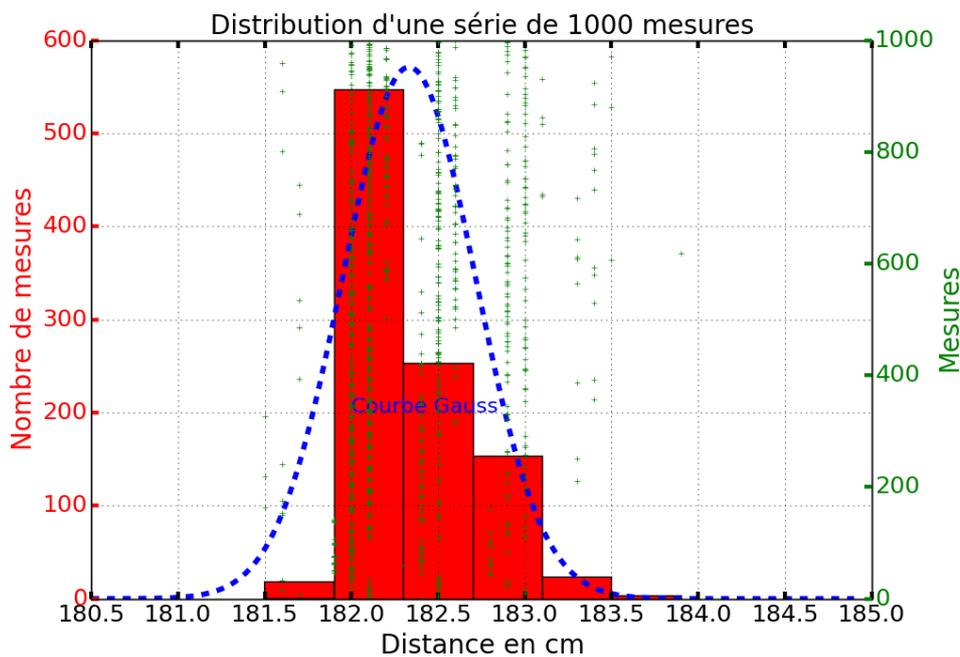




La moyenne de cette série est 182.472 cm
 Ecart type de cette série est 0.4399449 cm
 (calcul excel)

Incertitude sur la moyenne de cette série est 0,04399449 cm

d=(182.47 +/- 0.05) cm



La moyenne de cette série est 182.3326 cm
 Ecart type de cette série est 0.38239177 cm
 (calcul excel)

Incertitude sur la moyenne de cette série est 0,01209229 cm

d=(182.33 +/- 0.02) cm

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2}$$

Remarque :

Si l'enseignant décide de traiter par exemple par Excel :

