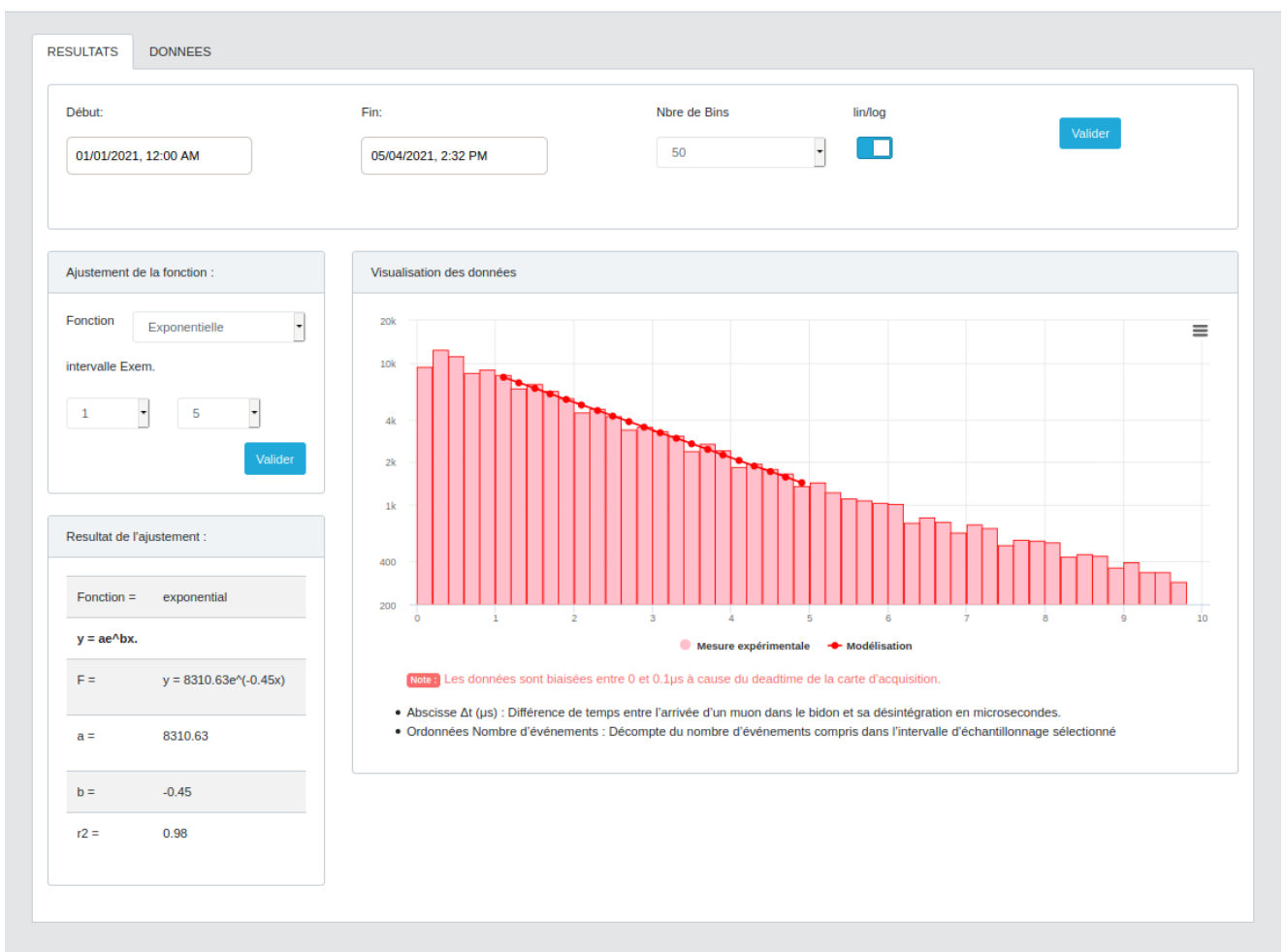


# Analyse des données e-PÉRON - Vie moyenne du muon

## I - Analyse en ligne

1. Se connecter sur la page <https://eperon.omp.eu/experiences/acces-donnees/> et choisir « Vie Moyenne du muon » dans le bandeau de gauche.
2. Choisir une plage de données (début – fin), le nombre d'intervalles d'échantillonnage (bins) et le mode de représentation (linéaire ou logarithmique). Valider
3. La durée de vie moyenne du muon est donnée par la fonction  $f(t) = a \cdot e^{-t/\tau}$  où  $a$  est un coefficient de proportionnalité et  $\tau$  le temps caractéristique ou vie moyenne du muon. Nous choisissons donc d'ajuster la courbe par une exponentielle. Nous pouvons jouer sur le nombre d'échantillons, la partie à ajuster ; les données sont biaisées en dessous de  $0,1 \mu\text{s}$  (temps de réponse de la carte d'acquisition), sujettes au bruit lorsque le nombre d'événements détectés devient faible. Plus la valeur de  $r^2$  approche 1, meilleur est l'ajustement.
4. Calcul de la vie moyenne : dans l'exemple ci-dessous, on a  $b = -0,45$  donc comme  $\tau = -1/b$ , on trouve  $\tau = 2,22 \mu\text{s}$ .

Dashboard



## II - Analyse à l'aide d'un tableur (LibreOffice Calc)

1. Télécharger le fichier de données en cliquant sur l'onglet DONNEES : sélectionner les dates de début et de fin et Télécharger le Fichier Json ou télécharger directement le fichier correspondant à une année.

The screenshot shows a web interface with two tabs: 'RESULTATS' and 'DONNEES'. The 'DONNEES' tab is active and displays a table titled 'Téléchargement des données par Année'. The table has three columns: 'date début', 'date fin', and 'Fichier Json'. Below the table is a search form titled 'Recherche des données par Date' with 'Début:' and 'Fin:' input fields and a 'Valider' button.

date début	date fin	Fichier Json
01/01/2015	31/12/2015	Télécharger
01/01/2016	31/12/2016	Télécharger
01/01/2017	31/12/2017	Télécharger
01/01/2017	31/12/2017	Télécharger
01/01/2018	31/12/2018	Télécharger
01/01/2019	31/12/2019	Télécharger
01/01/2020	31/12/2020	Télécharger
2021	process time900s	Télécharger
01/01/2021		Télécharger

Recherche des données par Date

Début:  Fin:

date début	date fin	Fichier Json
01-01-2021 24:00	31-05-2021 23:40	Télécharger

2. Ouvrir le fichier téléchargé json avec un tableur (par exple Libre Office Calc) : clic droit sur le fichier / ouvrir avec / LO Calc.

3. Import de texte :

1. Options de séparateur : cocher « Virgule »
2. Langues : sélectionner Anglais US (change le marqueur de décimale de point en virgule). Valider.
3. Enregistrer le fichier au format .ods (ou .xls).

The screenshot shows the 'Import de texte - [VieMoyenne2021.json]' dialog box. It has several sections: 'Importer' (Unicode (UTF-8), Anglais (U.S.A.)), 'Options de séparateur' (Séparé par, Virgule checked), 'Autres options' (Formatter les champs entre guillemets comme texte, Détecer les nombres spéciaux), and 'Champs' (Type de colonne: Standard). A preview table shows the data being imported.

	Standard	Standard
1	"date"	"value"
2	"2021-01-01T23:31:35.587Z"	6.08
3	"2021-01-01T23:31:35.587Z"	6.08
4	"2021-01-01T23:31:50.102Z"	2.235
5	"2021-01-01T23:31:50.102Z"	2.235
6	"2021-01-01T23:32:00.470Z"	0.507
7	"2021-01-01T23:32:00.470Z"	0.507
8	"2021-01-01T23:32:38.313Z"	1.192

4. Contenu :

1. Première colonne : date et heure de l'événement.
2. Deuxième colonne « value » :  $\Delta t$  en microseconde ( $\mu s$ ). C'est la durée entre la détection du muon et la détection de l'électron résultant de la désintégration du muon. Il va falloir tracer l'histogramme de cette durée pour calculer la durée de vie du muon.

5. Calcul du nombre d'événements en fonction de  $\Delta t$  :

1. Détermination du nombre d'intervalles :  $\Delta t$  est compris entre 0 et 10  $\mu s$ , on peut donc choisir un pas de 1  $\mu s$  (10 mesures).

2. Calcul de l'histogramme : on va calculer le nombre d'événements de durée (« value »)  $\Delta t$ . Pour cela sélectionner la première cellule de l'histogramme (E2 sur l'exemple ci-dessous). Entrer = puis ouvrir l'Assistant Fonction / Matrices / Fréquence
  - Données : sélectionner la colonne B contenant les durées
  - Classes : sélectionner les  $\Delta t$  (de 0 à 10)
  - Valider.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	"date"	"value"		$\Delta t$ ( $\mu s$ )	N					
2	"2021-01-01T23:31:35.587"	6,08		0						
3	"2021-01-01T23:31:35.587"	6,08		1						
4	"2021-01-01T23:31:50.102"	2,235		2						
5	"2021-01-01T23:31:50.102"	2,235		3						
6	"2021-01-01T23:32:00.470"	0,507		4						
7	"2021-01-01T23:32:00.470"	0,507		5						
8	"2021-01-01T23:32:38.313"	1,192		6						
9	"2021-01-01T23:32:38.313"	1,192		7						
10	"2021-01-01T23:32:39.004"	0,149		8						
11	"2021-01-01T23:32:39.004"	0,149		9						
12	"2021-01-01T23:32:49.718"	0,536		10						
13	"2021-01-01T23:32:49.718"	0,536								

**Assistant Fonction**

Fonctions Structure

Rechercher

Catégorie: Statistique

Fonction: B, BETA.INVERSE, BETAINVERSE, CENTILE, CENTILE.EXCLUDE, CENTILE.INCLUDE, CENTREE.REDUITE, COEFFICIENT.ASYMETRIE, COEFFICIENT.CORRELATION, COEFFICIENT.DETERMINATION, COEFFICIENTASYMETRIEP, COVARIANCE, COVARIANCE.PEARSON, COVARIANCE.S

**FREQUENCE** Résultat de la fonction: {0;50511;33966;20377...}

Renvoie une distribution fréquentielle sous forme de matrice verticale.

Classes (requis)  
La matrice pour la formation de classes.

Données: B:B  
Classes: D2:D12

Formule: =FREQUENCE(B:B;D2:D12) Résultat: {0;50511;33966;20377...}

Matrice Aide <Précédent Suivant > Annuler Valider

## 6. Tracé du graphique

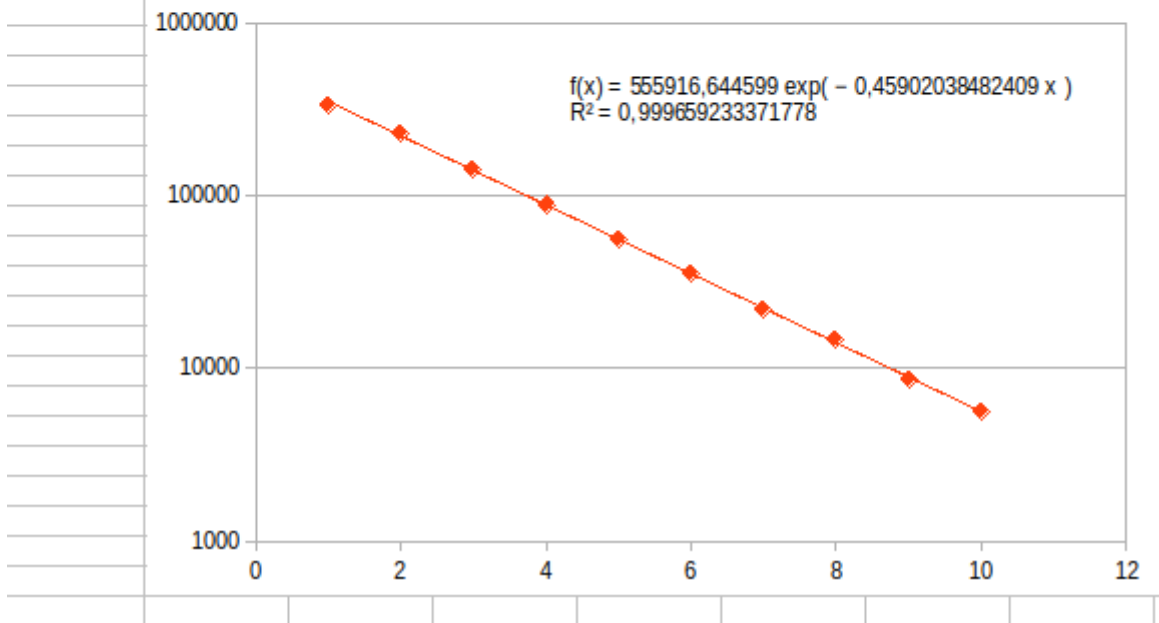
1. Sélectionner les données puis Insertion/Diagramme/XY(Dispersion) puis valider
2. Cliquer sur l'axe X / Formater l'axe / Echelle / Logarithmique
3. Soustraction du bruit : choisir une valeur du bruit inférieure à N(10), l'écrire dans une cellule qu'on nomme bruit (celle G14 ci-contre)
  1. Remplir la colonne N-bruit par copier/coller (de 1 à 10)
  2. Tracer le graphe N-bruit( $\Delta t$ ) en échelle logarithmique (en y) et ajuster le bruit pour avoir une courbe la plus linéaire possible (cf. graphique ci-dessous)

## 7. Calcul de la durée de vie du muon (1<sup>ère</sup> méthode)

1. tracer la tendance de la droite : clic droit sur la droite / Insérer une courbe de tendance / Type : exponentiel / cocher Afficher l'équation et Afficher R2

2. L'équation est du type  $N(\Delta t) = a * \exp(- \Delta t/\tau)$ .  
 Dans cet exemple, on déduit que  $\tau = 2,11\mu\text{s}$  ( $=1/0,459 \mu\text{s}$ )

D	E	F	G	H	I	J	K
$\Delta t (\mu\text{s})$	N	N- bruit					
0	0						
1	50511	49511	0,62275538	82928,325			
2	33966	32966	0,00865555	0,05370629			
3	20377	19377	0,99733502	0,07861796			
4	13898	12898	2993,89476	8			
5	8616	7616	18,5046149	0,04944627			
6	5887	4887					
7	3992	2992					
8	3068	2068		tau=	2,11147989		
9	2286	1286					
10	1620	620					
	0						
bruit=	1000						



8. Calcul de la durée de vie du muon (2<sup>ème</sup> méthode)
- Sélectionner une cellule dans une nouvelle colonne (G3 dans l'exemple ci-dessus).  
 Entrer = puis ouvrir l'Assistant Fonction / Matrices / LogReg
    - Donnée Y : sélectionner les données de la colonne N-bruit (de 1 à 10)
    - Données X : données  $\Delta t$  (de 1 à 10)
    - Type de fonction : 1 et Statistiques : 1
  - On obtient le tableau ci-dessus.  
 $G3 = \exp(-1/ \tau)$  et  $G5 = R^2$  (coefficient de détermination)  
 d'où  $\tau = -1/\text{LN}(G3)$   
 Dans cet exemple :  $\tau = 2,11 \mu\text{s}$  avec  $R^2=0,9973$

### III Programme python

1. Télécharger un fichier de données .json (cf. II.1)
2. Télécharger le programme Vie\_moyenne.py sur le site [eperon.omp.eu](https://eperon.omp.eu)
3. Lancer le programme Vie\_moyenne.py, par exemple en ligne de commande :  
`$python3 Vie_moyenne.py`
4. Sélectionner le fichiers de données téléchargé (.json)
5. Le programme trace les graphes correspondants, estime le niveau de bruit et calcule la durée de vie du muon.
6. Le programme peut être modifié à sa convenance.

