

## Répétabilité du résultat d'un mesurage avec Libre Office (Estimations de type A)

	A	B
1		Fréquences en kHz
2		1,756
3		1,778
4		1,766
5		1,774
6		1,762
7	moyenne	1,7672
8	Ecart type	0,0088994382
9	û(F)	0,0039799497
10	Coeff. Student	2,7764451052
11	U(F)	0,011050112

1. Entrer les résultats expérimentaux dans une colonne (ici de la case B2 à la case B6)
2. Calculer la moyenne (ici en B7) avec la fonction `=MOYENNE(B2 :B6)`
3. Calculer l'écart-type expérimental de l'échantillon (ici en B8) avec la fonction `=ECARTYPE(B2 :B6)`
4. Calculer le meilleur estimateur de  $u_F$  (ici en B9) : `=B8/RACINE(5)`<sup>1</sup>
5. Calculer le coefficient de student (ici en B10) avec la fonction `=LOI.STUDENT.INVERSE(0,05 ;4)`<sup>2</sup>
6. Calculer l'incertitude élargie  $U_F$  (ici en B11) : `=B9*B10`

## Exprimer le résultat d'un mesurage dans le cas où la grandeur recherchée n'est pas directement mesurée (Calcul d'une incertitude composée)

Il est possible d'utiliser le logiciel GUM\_MC de Jean-Marie BIAN SAN (notice pour la version v1.20) disponible à l'adresse <http://jeanmarie.biansan.free.fr/logiciel.html>

1. Dans l'onglet *Expression de la grandeur de sortie*, écrire la relation entre les grandeurs mesurées et la grandeur pour laquelle vous souhaitez obtenir un intervalle de confiance :

Gum\_MC: logiciel de calcul d'incertitudes composées

Fichier Options Aide

Bienvenue Expression de la grandeur de sortie Grandeurs d'entrée Résultats par propagation Résultats simulation de Monte Carlo Commentaires

Symbole grandeur de sortie: **Expression en fonction des mesurandes d'entrée:**  Symbole de l'unité:

Les symboles des grandeurs d'entrée doivent commencer par une lettre ou par \_ et peuvent comporter lettres, chiffres, et le symbole ".".  
Exemples: X, toto, alpha, r2p2, t6\_po.

Les fonctions suivantes peuvent être utilisées:

- trigonométriques: cos() sin() tan() cotan() arcsin() arcos() arctan()
- diverses: sqrt() (carré) sqrt() (racine carrée)
- exponentielles, logarithmiques et hyperboliques: exp() ln() log10() ou log() log2() sinh() cosh() tanh() arcsinh() arcosh()
- heaviside: heaviside()
- trunc(): partie entière
- min(), max(), arg()

Les opérateurs disponibles sont: + - \* / ^.  
Pi est la variable pré-définie Pi.

Notation scientifique des nombres: -1.23e-6

Exemples:

Ca

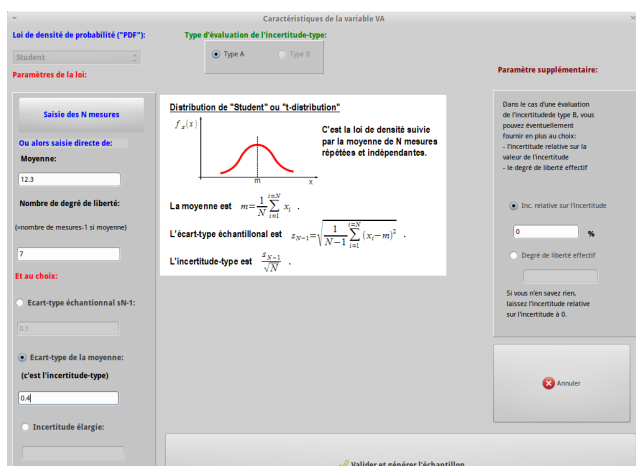
R

P

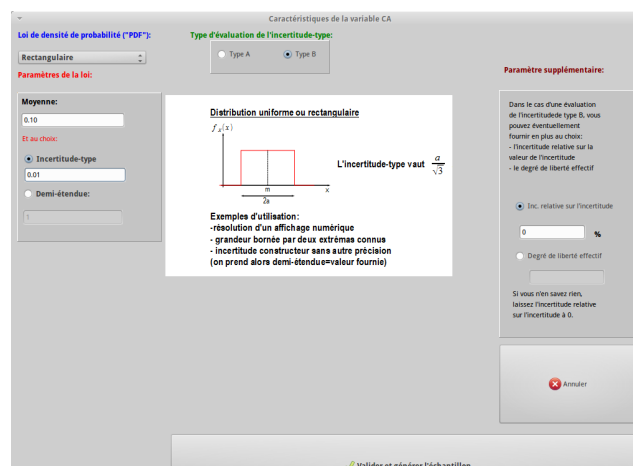
✓ Valider et passer aux grandeurs d'entrée>>>

1. Le nombre 5 correspond au nombre de mesures
2. Le nombre 0,05 correspond à un niveau de risque (complémentaire du niveau de confiance) :  $1 - 0,95$  et le nombre 4 correspond au nombre de degrés de liberté

- Valider et passer aux grandeurs d'entrées
- Pour chaque grandeur mesurée indiquer les informations dont vous disposez en fonction du méthode de mesure choisie (Type A ou B, meilleur estimateur, type de distribution de probabilité, incertitude-type ou demi largeur...)



Une estimation de type A



Une estimation de type B

- Valider et générer l'échantillon
- Valider et calculer la grandeur de sortie

Gum\_MC: logiciel de calcul d'incertitudes composées

Estimations | Intervalles de confiance: version 1 | Intervalles de confiance: version 2

**Intervalles de confiance, calcul approché en approximant la distribution de sortie à une distribution de Student:**

Degré de liberté effectif global: 1174.8652669994

Taux de confiance	Facteur d'élargissement k	Incertitude élargie U	Intervalle [y-U ; y+U]	Ecriture finale (1 chiffre sur incertitude)	Ecriture finale (2 chiffres sur incertitude)
75%	1.15	0.0166 mol/L	[0.1064 ; 0.1396]	(0.12 ± 0.02) mol/L	(0.123 ± 0.017) mol/L
95%	1.96	0.0282 mol/L	[0.0948 ; 0.1512]	(0.12 ± 0.03) mol/L	(0.123 ± 0.029) mol/L
99%	2.58	0.0371 mol/L	[0.0859 ; 0.1601]	(0.12 ± 0.04) mol/L	(0.123 ± 0.038) mol/L

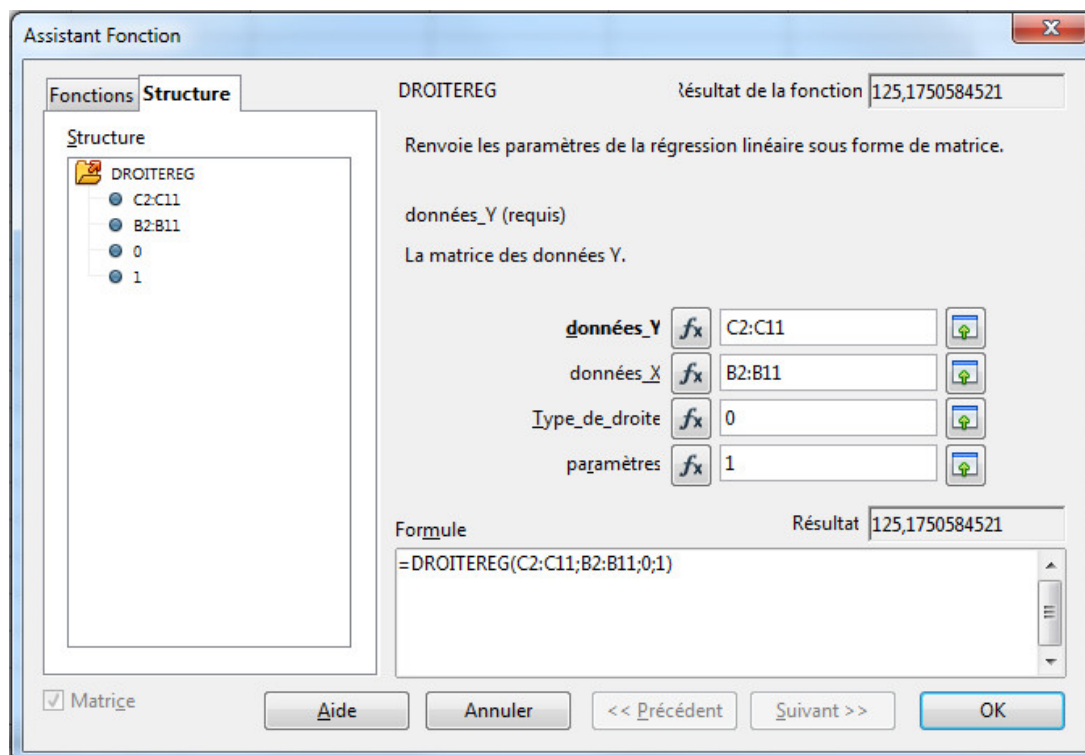
- On lit alors le résultat associé à un niveau de confiance de 95% :

$$C_{b \text{ exp}} = 0,12 \pm 0,03 \text{ mol/L}$$

## Regression linéaire avec la fonction DROITEREG de Libre Office ou Excel

La fonction DROITEREG disponible sur Libre Office et Excel permet d'obtenir les paramètres de régression linéaire très rapidement

- Après avoir entré les différents valeurs expérimentales cliquez dans une case vide pour ouvrez l'Assistant fonction.<sup>3</sup>
- On peut accéder à l'assistant dans le menu *Insertion* puis *fonction* ou bien par le raccourci Ctrl+F2 ou encore en cliquant sur l'icône  $f(x)$ .



2. Entrer les différentes informations requises :

- données\_Y : cases correspondant aux ordonnées des points expérimentaux
- données\_X : cases correspondant aux abscisses des points expérimentaux
- Type de droite : pour imposer le passage par (0,0) indiquez "0". Toute autre réponse donnera lieu à une modélisation affine.
- paramètres : indiquez une valeur non nulle pour que la fonction renvoie toutes les informations statistiques disponibles concernant la régression.<sup>4 5 6</sup>

3. La fonction DROITEREG renvoie alors une matrice de 10 informations. Les informations utiles sont indiquées ci-dessous :

Résultats DROITEREG			
<b>pen</b> te	125,175058	0	o.o
<b>u</b> (pente)	0,12257334	#N/D	u(o.o)
<b>R</b> <sup>2</sup>	0,99999137	0,01444545	u(y)
	1042902,18	9	degrés de lib
	217,623341	0,00187804	

Il existe des alternatives intéressantes à Libre Office :

- ▶ Regressi permet de traiter des modélisations non linéaires efficacement
- ▶ On peut aussi utiliser un logiciel de calcul numérique comme Python.

4. Avec case laissée vide ou la valeur "0" seuls la pente et l'ordonnée à l'origine seront affichées

5. Avec Excel, le renvoi de toutes les données statistiques par une validation avec ctrl+Shift+OK

6. La fonction DROITEREG est souvent boguée avec Open Office (préférer Libre Office)