

Guide d'introduction à Excel pour les TP de Physique

Ce guide donne quelques éléments importants pour l'utilisation du logiciel Excel pour les expériences des TP de physique, en particulier pour la réalisation de graphiques avec régression linéaire. Excel est un tableur permettant de composer des tableaux de données, d'effectuer des opérations entre cellules des tableaux et de faire des représentations graphiques de ces données.

1) Feuilles de mesure Excel

Pour chaque expérience des TP de physique, vous disposerez de feuilles de mesure Excel dans lesquelles vous reporterez vos résultats expérimentaux et en ferez une représentation graphique. Ces feuilles sont partiellement pré-remplies et vous devrez les compléter.

Chaque expérience comporte une ou plusieurs feuilles de mesure imprimables en format A4 contenant différentes zones identifiées par la couleur des cellules :

- Les *cellules rouges* représentent les zones où seront introduits les résultats des mesures.
- Les *cellules bleues* représentent des zones dans lesquelles des formules doivent être introduites (par exemple pour le calcul d'incertitudes).
- Les *cellules grises* contiennent généralement des éléments de texte ou des formules déjà introduites. Ces cases ne doivent pas être modifiées.

Exemple :

Travaux Pratiques de Physique
Expérience N°4 : Semiconducteurs

3.1) Mesure de la tension aux bornes des jonctions en fonction de la température

Incertitude sur les températures mesurées: [°C]

i) Germanium (Ge):

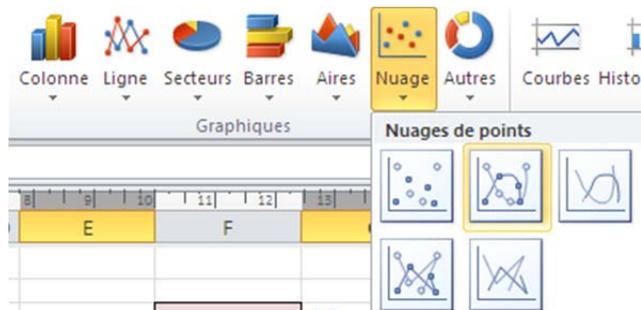
		I = 0.1 mA				I = 0.2 mA			
T	T	U _{Ge}	ΔU _{Ge}	Y _{Ge}	ΔY _{Ge}	U _{Ge}	ΔU _{Ge}	Y _{Ge}	ΔY _{Ge}
[°C]	[K]	[V]	[V]	[eV]	[eV]	[V]	[V]	[eV]	[eV]
					#####				#####
			cc		#####				#####
					#####				#####
					#####				#####
					#####				#####
					#####				#####
					#####				#####

Dans les cases grises sont notamment déjà introduites des formules pour le calcul d'erreur nécessitant de passer par la formule générale des dérivées partielles. Lorsque le calcul d'incertitudes peut être fait de manière plus simple sans recourir aux dérivées partielles, vous effectuerez le calcul dans les cellules bleues.

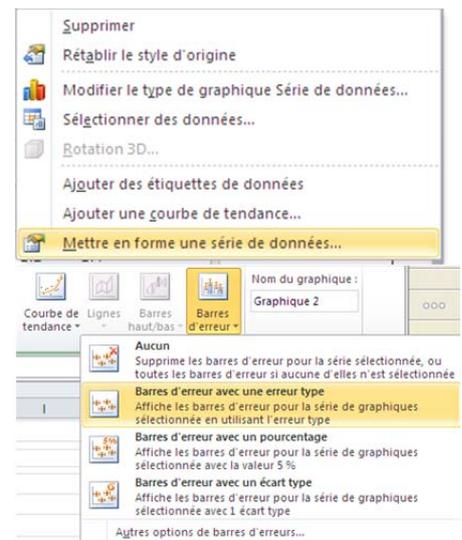
2) Graphiques avec barres d'incertitudes

Procéder comme suit pour tracer les graphiques de vos résultats :

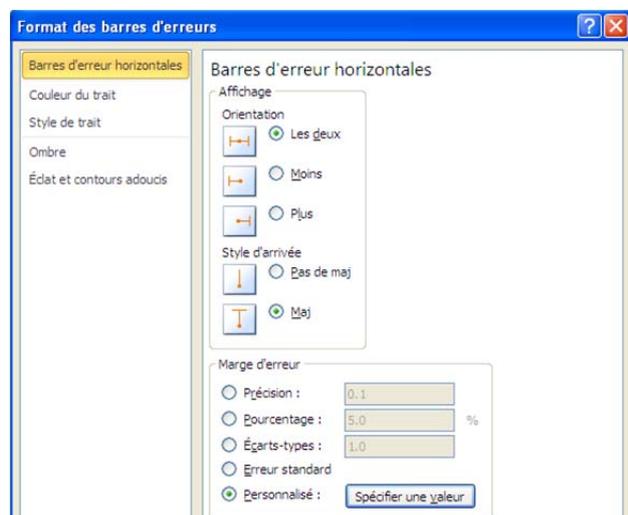
- Sélectionner les données x et y à mettre sur le graphique;
- Créer un graphique (*Insertion* → *Nuage de points*, choisir la deuxième option comme indiqué ci-dessous):



- Ajuster l'échelle des axes de façon à ce que les points soient bien répartis sur tout le graphique;
- Ajouter la légende des axes (*Disposition* → *Titre des axes*) et un titre général (*Disposition* → *Titre du graphique*)
- Enlever les marqueurs des points du graphique (cliquez droite sur un des points, choisir *Mettre en forme une série de données* → *Option de marqueur*: aucun) puisqu'il y aura ensuite les barres d'incertitudes sur chaque point;
- Ajouter les barres d'incertitudes : *Disposition* → *Barres d'erreur*, choisir *Barres d'erreur avec une erreur type*.

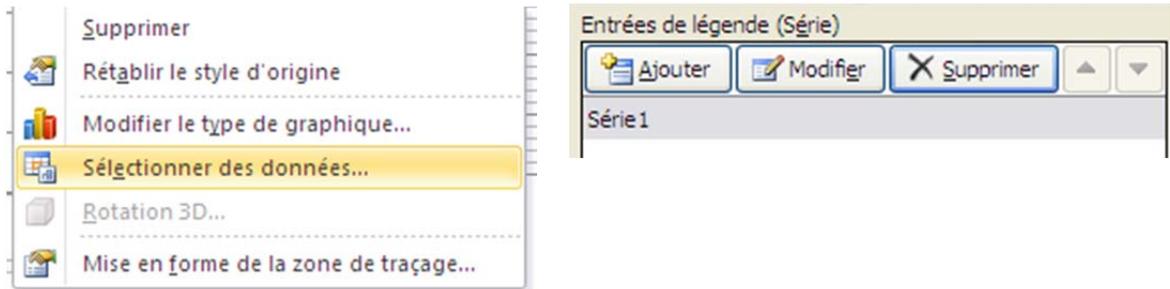


- Mettre ensuite en forme les barres d'incertitudes : cliquer droit sur une des barres d'erreur (verticale, puis horizontale) et aller sous *Format des barres d'erreur*.

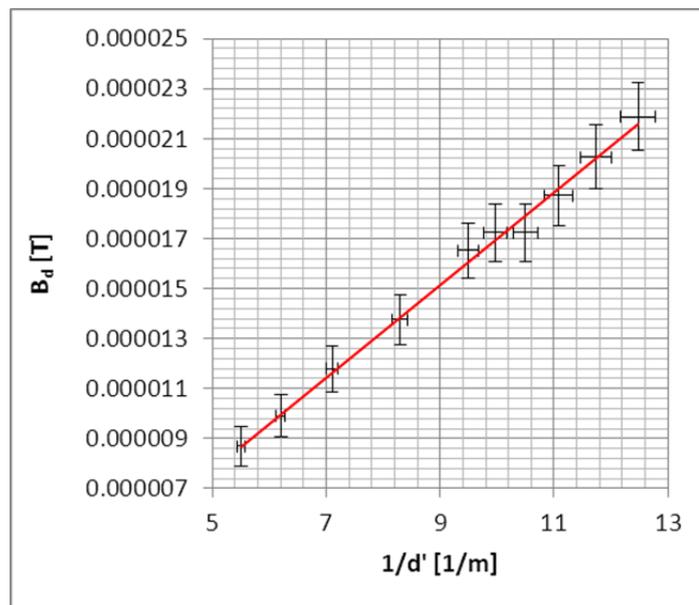


- On choisit la même incertitude des 2 côtés des points. On peut choisir soit une erreur constante pour tous les points (*Précision*), soit une *marge d'erreur personnalisée* permettant de sélectionner des cellules du tableau.
- Ajouter une ligne représentant la droite de régression définie par les coordonnées des deux points extrêmes (x_1, y_1) et (x_2, y_2) calculés par la macro des moindres carrés dans la feuille "mc" (voir §3) et affichés à droite de la page principale : cliquer droite sur le graphique et choisir *Sélectionner des données*, puis *Ajouter* (en sélectionnant les cellules correspondantes).

x_1/x_2	y_1/y_2
0.2	6.7033E-05
1.3	0.00059905



- Finir la mise en forme du graphique : enlever la ligne reliant les points de mesure. Mettre la droite de régression en rouge avec une épaisseur de 1 pt. Ajuster la taille du graphique et le mettre à l'emplacement prévu dans la feuille Excel.



3) Droite de régression

La courbe de tendance standard d'Excel a deux inconvénients particulièrement négatifs pour être utilisée dans le cadre des TP de Physique :

- Elle ne tient pas compte des incertitudes sur les points de mesures, ce qui fait qu'un point connu avec une grande précision a le même poids dans le calcul de la droite qu'un point entaché d'une grande imprécision.

- L'algorithme de calcul ne prend en compte que les distances verticales entre les points et la droite (qui sont plus faciles à traiter), alors qu'il est plus correct de considérer les distances absolues (perpendiculaires à la droite).

Pour ces raisons, un algorithme de calcul plus sophistiqué est implémenté dans chaque feuille de mesure Excel pour effectuer une régression linéaire satisfaisant les conditions ci-dessus et permettant de déterminer l'incertitude sur les paramètres de la droite. Les calculs sont effectués dans la feuille nommée "mc" (pour "moindres carrés") à partir des données introduites dans la feuille principale:

ordinary least squares										improved version including error bars					
NOTE: gis like 1/sig															
x	deltax	Y	deltax	xy	xx	eps^2	(x - xavg)^2	gis	gisgis	xp	yp	xyp	xpp		
325.55	0.4	0.140879	0.000782	45.86309	105982.8	1.35256E-07	2753.251	920.5156	847348.975	275854459	119373.502	38862043.7	8.98E-10		
305.25	0.4	0.179369	0.000995	54.7524	93177.56	3.38021E-07	1035.001	800.8273	641324.356	195764260	115033.732	35114046.7	5.976E-10		
282.55	0.4	0.218623	0.001212	61.77183	79834.5	8.80265E-06	89.70796	700.4316	490604.416	138620278	107257.236	30305532.1	3.917E-10		
273.85	0.4	0.238543	0.001319	65.32508	74993.82	3.01901E-07	0.595102	658.1588	433172.961	118624415	103330.505	28297058.7	3.249E-10		
260.45	0.4	0.264481	0.001459	68.88414	67834.2	1.49098E-06	159.4808	608.929	370794.467	96573418.9	98068.179	25541857.2	2.515E-10		
241.25	0.4	0.300407	0.001651	72.47319	58201.56	8.91688E-07	1013.058	550.9647	303562.059	73234346.7	91192.1631	22000109.3	1.767E-10		
222.65	0.4	0.333837	0.001828	74.32877	49573.02	4.85874E-07	2543.041	505.7947	255828.29	56960168.8	85404.9063	19015402.4	1.268E-10		
N		7						gisgissum	3342635.52						
xsum		1911.55						xpsum	955631346						
xavg		273.078571						xpavg	285.891578						
ysum		1.67613883						ypsum	719660.224						
yavg		0.2394484						ypavg	0.21529725						
xysum		443.398494						xypsum	199136050						
xxsum		529597.478						xppsum	2.7672E+11						
beta	#####							betap	#####	<= pente					
alpha	0.75435107							alphap	0.75366402	<= ord.					
deltabeta	1.8105E-05							deltabetap	1.688E-05	<= delta pente					
deltaalph	0.00497991							deltaalphap	0.00485682	<= delta ord.					
x1/x2								x1/x2	y1/y2						
								325.55	0.14061587						
								222.65	0.33438842						
macro version:	26/2/2014	(aw)													

Cette macro est la même pour toutes les expériences et utilise les mêmes formules mathématiques, seule la source des données (x, y) diffère d'une expérience à l'autre. Il n'est pas nécessaire de s'occuper de cette macro, les résultats (pente et ordonnée à l'origine avec leurs incertitudes) sont reportées sur la droite de la page principale:

pente	-0.00188312	[eV/K]	
ord.	0.75366402	[eV]	
Δ pente	1.688E-05	[eV/K]	
Δ ord.	0.00485682	[eV]	
x1/x2	y1/y2		
	325.55	0.14061587	
	222.65	0.33438842	

De plus, les coordonnées de deux points (x1, y1) et (x2, y2) de la droite sont reportées, qui permettent de tracer la droite de régression sur le graphique des résultats (voir §2).