

# GeoGebra pour traiter le séries statistiques doubles

Niveau : Terminale

Hédi Abderrahim

Mai 2019

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Tableau de contingence - Tableaux marginaux</b>	<b>5</b>
1.1	Tableau de contingence . . . . .	5
1.1.1	Méthode 1 : avec la commande " <b>TableContingences(&lt;Liste de textes&gt;,&lt;Liste de textes&gt;)</b> " . . . . .	5
1.1.2	Méthode 2 : avec la commande " <b>TableContingences(&lt;Liste TitresLignes&gt;,&lt;Liste TitresColonnes&gt;,&lt;Matrice Dépouillée&gt;)</b> " . . . . .	8
1.1.3	Cas où l'une au moins de deux séries est quantitative continue . . . . .	9
1.2	Distributions marginales . . . . .	10
1.2.1	Méthode 1 : avec la commande " <b>TableauEffectifs( &lt;Liste Données L&gt; )</b> " . . . . .	11
1.2.2	Méthode 2 : avec la commande " <b>TableauEffectifs( &lt;Liste Données&gt;,&lt;Echelle (optionnelle)&gt; )</b> " . . . . .	11
1.2.3	Méthode 3 : avec la commande " <b>TableauEffectifs(&lt;Liste Bornes Classes C &gt;, &lt;Liste Données L&gt;)</b> " . . . . .	12
1.2.4	Méthode 4 : avec la commande " <b>Tableau( &lt;Liste 1&gt;, &lt;Liste 2&gt;, ... )</b> " . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Ajustement d'une série statistique double : Partie graphique</b>	<b>15</b>
2.1	Introduction . . . . .	15
2.2	Nuage de points . . . . .	15
2.2.1	Cas où les deux variables sont quantitatives . . . . .	15
2.2.2	Cas où l'une des variables est qualitative . . . . .	19
2.3	Point moyen et courbe de tendance . . . . .	22
2.3.1	Méthode 1 . . . . .	22
2.3.2	Méthode 2 . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Ajustement d'une série statistique double : Partie calculatoire</b>	<b>29</b>
3.1	Source de données . . . . .	29
3.2	Calcul des paramètres . . . . .	29
3.3	Interpolation - Extrapolation . . . . .	36
3.3.1	Rappel . . . . .	36

## TABLE DES MATIÈRES

---

3.3.2	Méthode 1	.....	36
3.3.3	Méthode 2	.....	38

# Présentation

L'objet de ce document est de montrer en quoi le logiciel **GeoGebra** peut-il nous être utile lors du traitement des séries statistiques doubles tout en restant dans le cadre des programmes des classes terminales des lycées.

Dans ce document, nous présentons certains des outils (sans prétendre que nous proposons une liste exhaustive) offerts par le logiciel GeoGebra pour la réalisation d'un tableau de contingence et des distributions marginales d'une série statistique double. Nous supposons que le cours sur les séries statistiques doubles est connu donc nous ne reviendrons pas sur l'explication des notions qui s'y rapportent.

# Chapitre 1

## Tableau de contingence - Tableaux marginaux

### 1.1 Tableau de contingence

Un professeur se propose de chercher s'il existe une liaison éventuelle entre les résultats de ses élèves en un devoir et leurs sexes. Dans le tableau ci-dessous, il a consigné pour chacun des dix-huit élèves ( $e_i$ ) de sa classe le sexe ( $x_i = F$  s'il s'agit d'une fille et  $x_i = G$  s'il s'agit d'un garçon) et la note ( $y_i$ ) obtenue au devoir. ( $i \in \llbracket 1 ; 18 \rrbracket$ )

$e_i$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$x_i$	F	F	G	G	F	F	G	F	F	G	G	G	G	F	G	G	G	F
$y_i$	16	16	14	13	15	16	17	13	19	12	15	16	18	18	18	15	16	18

Pour résumer ces données individuelles dans un tableau de contingence à l'aide du logiciel GeoGebra, on propose les deux méthodes suivantes :

#### 1.1.1 Méthode 1 : avec la commande "TableContingences(<Liste de textes>,<Liste de textes>)"

on suivra les étapes suivantes :

- Ouvrir la fenêtre du menu Tableur du logiciel : Affichage/Tableur
- Dans la colonne A du tableur, on saisit les  $x_i$  : toutes les valeurs de la 1<sup>ère</sup> variable de la série (le sexe, dans notre cas) qu'on notera  $X$  (ses deux valeurs seront les titres de deux lignes de notre tableau)

**N.B :** Chaque valeur saisie doit être écrite entre guillemets, elle sera prise pour du texte. Exemple : "Fille"

## CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

- Dans la colonne B du tableur, on saisit les  $y_i$  : toutes les valeurs de la 2<sup>ème</sup> variable de la série (la note, dans notre cas) qu'on notera  $Y$  (ses différentes valeurs seront les titres des colonnes de notre tableau)

**N.B :** Chaque valeur saisie doit être écrite entre guillemets, elle sera prise pour du texte malgré que c'est numérique . Exemple : "18"

- On crée une liste **I1** avec la plage de cellules remplies de la colonne **A** et une liste **I2** avec celle de la colonne **B**
- On écrit la commande : **TableContingences(<Liste de textes>,<Liste de textes>)** dans le champ de saisie, on y remplacera le 1<sup>er</sup> terme par **I1** et le 2<sup>ème</sup> par **I2**, ce qui donne : **TableContingences(I1,I2)**

The screenshot shows a software interface with two main windows: 'Algèbre' and 'Tableur'.

The 'Algèbre' window displays a list of data:

- I1** = {"F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F"}
- I2** = {"16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18"}
- A1** = "Sexe"

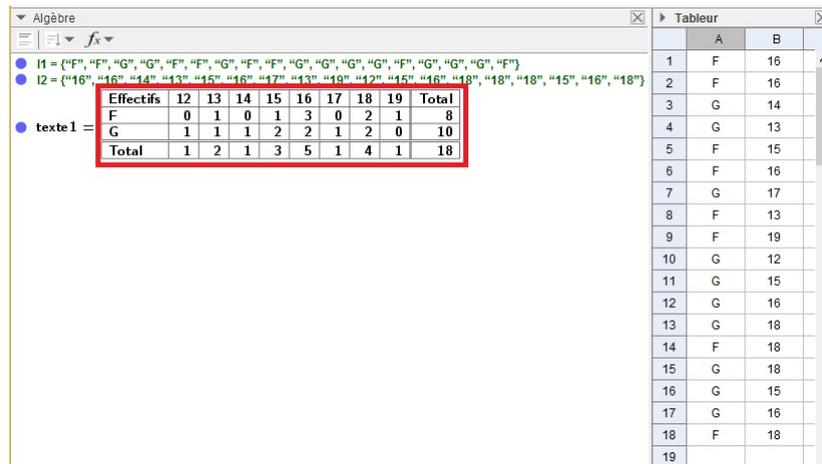
The 'Tableur' window displays a table with 19 rows and 3 columns:

	A	B
1	Sexe	Note
2	F	16
3	F	16
4	G	14
5	G	13
6	F	15
7	F	16
8	G	17
9	F	13
10	F	19
11	G	12
12	G	15
13	G	16
14	G	18
15	F	18
16	G	18
17	G	15
18	G	16
19	F	18

The 'Saisie' field at the bottom contains the command: **TableContingences(I1,I2)**

et voila ce qu'on obtiendra :

# CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX



## Commentaires

La commande "TableContingences(<Liste de textes>,<Liste de textes>)" peut être enrichie par des options, pour cela dans la zone de saisie, on tapera : "TableContingences(<Liste de textes>,<Liste de textes> ,<Options>)". Les valeurs possibles pour Options sont "|", "\_", "+", "e", "k", "=" . Dans ce document, nous limiterons nos illustrations aux trois premières :

- "|" affiche les fréquences des colonnes : TableContingences(l1,l2 , "|")
- "\_" affiche les pourcentages des lignes : TableContingences(l1,l2 , "\_")
- "+" affiche les fréquences par rapport à l'effectif total : TableContingences(l1,l2 , "+")

<i>TableContingences(l1,l2)</i>	<table border="1"> <thead> <tr><th>Effectifs</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>Total</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>G</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>Total</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>18</td></tr> </tbody> </table>	Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	F	0	1	0	1	3	0	2	1	8	G	1	1	1	2	2	1	2	0	10	Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18										
Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total																																										
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8																																										
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10																																										
Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18																																										
<i>TableContingences(l1,l2 , " ")</i>	<table border="1"> <thead> <tr><th>Effectifs</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>Total</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>G</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>Total</td><td>100</td><td>50</td><td>100</td><td>66.67</td><td>40</td><td>100</td><td>50</td><td>0</td><td>55.56</td></tr> </tbody> </table>	Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	F	0	1	0	1	3	0	2	1	8	G	1	1	1	2	2	1	2	0	10	Total	100	50	100	66.67	40	100	50	0	55.56										
Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total																																										
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8																																										
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10																																										
Total	100	50	100	66.67	40	100	50	0	55.56																																										
<i>TableContingences(l1,l2 , "_")</i>	<table border="1"> <thead> <tr><th>Effectifs</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>Total</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>G</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>Total</td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>18</td></tr> <tr><td></td><td>5.56</td><td>11.11</td><td>5.56</td><td>16.67</td><td>27.78</td><td>5.56</td><td>22.22</td><td>5.56</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	F	0	1	0	1	3	0	2	1	8	G	1	1	1	2	2	1	2	0	10	Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18		5.56	11.11	5.56	16.67	27.78	5.56	22.22	5.56	
Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total																																										
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8																																										
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10																																										
Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18																																										
	5.56	11.11	5.56	16.67	27.78	5.56	22.22	5.56																																											
<i>TableContingences(l1,l2 , "+")</i>	<table border="1"> <thead> <tr><th>Effectifs</th><th>12</th><th>13</th><th>14</th><th>15</th><th>16</th><th>17</th><th>18</th><th>19</th><th>Total</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>F</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>8</td></tr> <tr><td>G</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>Total</td><td>5.56</td><td>5.56</td><td>5.56</td><td>11.11</td><td>11.11</td><td>5.56</td><td>11.11</td><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td></td><td>1</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>1</td><td>4</td><td>1</td><td>18</td></tr> </tbody> </table>	Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	F	0	1	0	1	3	0	2	1	8	G	1	1	1	2	2	1	2	0	10	Total	5.56	5.56	5.56	11.11	11.11	5.56	11.11	0	10		1	2	1	3	5	1	4	1	18
Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total																																										
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8																																										
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10																																										
Total	5.56	5.56	5.56	11.11	11.11	5.56	11.11	0	10																																										
	1	2	1	3	5	1	4	1	18																																										

### 1.1.2 Méthode 2 : avec la commande "TableContingences(<Liste TitresLignes>,<Liste TitresColonnes>,<Matrice Dépouillée>)"

#### Les outils

Cette méthode nécessite :

- la liste de Titres des Lignes : c'est la liste de différentes valeurs prises par la 1<sup>ère</sup> variable de la série (le sexe, dans notre cas) qu'on a désignée par  $X$ . Cette liste sera notée :  $T_l$  ainsi  $T_l = \{F, G\}$
- la liste de Titres des Colonnes : c'est la liste de différentes valeurs prises par la 2<sup>ème</sup> variable de la série (les notes, dans notre cas) qu'on a désignée par  $Y$ . Cette liste sera notée :  $T_c$  ainsi  $T_c = \{12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19\}$
- la matrice dépouillée : c'est la matrice  $M = [m_{ij}]$  où  $m_{ij}$  est l'effectif du couple dont le 1<sup>er</sup> terme est la  $i$ <sup>ème</sup> valeur prise par la 1<sup>ère</sup> variable et le 2<sup>ème</sup> terme est la  $j$ <sup>ème</sup> valeur prise par la 2<sup>ème</sup> variable

#### Création de ces outils

- Les listes des titres s'obtiendront grâce à la commande "*Unique(<Liste>)*" :

$T_l = \text{Unique}(\langle l1 \rangle)$  et  $T_c = \text{Unique}(\langle l2 \rangle)$

```
l1 = {"F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "F"}
l2 = {"16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18"}
Tl = Unique(l1) = {"F", "G"}
Tc = Unique(l2) = {"12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19"}
```

- C'est la commande "*Effectifs( liste1, liste2 )*" qui nous permettra d'obtenir la matrice dépouillée :  $M = \text{Effectifs}(l1, l2)$

$$M = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 3 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

- la dernière étape : le tableau de contingence avec la commande :  
"TableContingences(<Liste TitresLignes>,<Liste TitresColonnes>,<Matrice Dépouillée>)"

# CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

Algèbre

- I1 = {"F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F"}
- I2 = {"16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18"}
- A1 = "Sexe"
- I3 = {"F", "G"}
- I4 = {"12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19"}
- M =  $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 3 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$
- texte2 =

Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10
Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18

Saisie: TableContingences(I3, I4, M)

## Résumé

### Méthode 2 : Résumé

$I1 = \{ "F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F" \}$   
 $I2 = \{ "16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18" \}$

liste des valeurs prises par X : c'est la liste des titres des lignes  
 $I3 = \text{Unique}(I1) = \{ "F", "G" \}$

liste des valeurs prises par Y : c'est la liste des titres des colonnes  
 $I4 = \text{Unique}(I2) = \{ "12", "13", "14", "15", "16", "17", "18", "19" \}$

Matrice dépouillée :  $M = \text{Effectifs}(I1, I2) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 3 & 0 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 2 & 2 & 1 & 2 & 0 \end{pmatrix}$

$\text{TableContingences}(I3, I4, M) =$

Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10
Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18

### 1.1.3 Cas où l'une au moins de deux séries est quantitative continue

Dans ce cas les modalités de l'une de deux séries (au moins) sont regroupées en classes (des intervalles)

Pour illustrer cette situation, on va reprendre l'exemple du paragraphe précédent en regroupant les notes dans des intervalles d'amplitude 2. On désignera par Z la série ainsi obtenue

Dans le tableur, On saisit :

## CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

- le sexe de tous les élèves dans une colonne (A : dans notre exemple) et on en crée une liste  $l_X$
- l'intervalle auquel appartient la note (exemple : la note 13 sera remplacée par "12-14"), dans la cellule adjacente de la colonne suivante (B) et on en crée une liste  $l_Z$

Dans la zone de saisie, on écrit la commande  $TableContingences(l_X, l_Z)$  et on obtient le tableau **TabSanOpt** dans la figure ci-dessous

ou  $TableContingences(l_X, l_Z, "+")$  si on veut afficher un tableau avec les fréquences, en pourcentage, par rapport à l'effectif total et on obtient le tableau **TabOpt** dans la figure ci-dessous

(on peut choisir toute autre option parmi celles signalées ci-dessus).

$l_X = \{ "F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F" \}$   
 A1 = "Sexe"  
 B1 = "Classe"  
  $l_Z = \{ "16-18", "16-18", "14-16", "12-14", "14-16", "16-18", "16-18", "12-14", "18-20", "12-14", \dots \}$

**TabSanOpt** =
 

Effectifs	12-14	14-16	16-18	18-20	Total
F	1	1	3	3	8
G	2	3	3	2	10
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>18</b>

**TabOpt** =
 

Effectifs	12-14	14-16	16-18	18-20	Total
F	1	1	3	3	8
	5.56	5.56	16.67	16.67	
G	2	3	3	2	10
	11.11	16.67	16.67	11.11	
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>18</b>

	A	B	
1	Sexe	Classe	
2	F	16-18	
3	F	16-18	
4	G	14-16	
5	G	12-14	
6	F	14-16	
7	F	16-18	
8	G	16-18	
9	F	12-14	
10	F	18-20	
11	G	12-14	
12	G	14-16	
13	G	16-18	
14	G	18-20	
15	F	18-20	
16	G	18-20	
17	G	14-16	
18	G	16-18	
19	F	18-20	

## 1.2 Distributions marginales

Ci-dessous, un tableau de contingence qui résume une distribution statistique à deux variables  $X$  : sexe de 18 élèves d'une classe et  $Y$  : les notes obtenues par ces élèves en un devoir

Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>18</b>

L'objet de ce paragraphe est de voir comment, à partir de ce tableau, on peut extraire les deux séries (à une variable)  $X$  et  $Y$

# CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

## 1.2.1 Méthode 1 : avec la commande "TableauEffectifs( <Liste Données L> )"

Cette commande retourne un tableau (en tant que texte) dans lequel la première colonne contient une liste triée des éléments de L sans répétition, et la seconde l'effectif de chacune des valeurs de la première colonne. Les éléments de la liste L peuvent être des nombres ou des chaînes de caractères.

### Exemple

La commande "TableauEffectifs(l1)" où l1 est la liste de données individuelles de la variable X nous donne le tableau suivant :

The screenshot shows a software interface with the following components:

- Input Lists:**
  - l1 = {"F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F", "F"}
  - l2 = {"16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18"}
- Main Contingency Table:**

Effectifs	12	13	14	15	16	17	18	19	Total
F	0	1	0	1	3	0	2	1	8
G	1	1	1	2	2	1	2	0	10
Total	1	2	1	3	5	1	4	1	18
- Marginal Table for Variable X (Sexe):**

Valeur	Effectifs
F	8
G	10
- Marginal Table for Variable Y (Note):**

Valeur	Effectifs
12	1
13	2
14	1
15	3
16	5
17	1
18	4
19	1
- Data Grid:** A table with columns A (Sexe) and B (Note) and rows 1-19. Column A is highlighted in orange, and column B is highlighted in green.
- Command Line:** Saisie: Sexe=TableauEffectifs(l1)

On a eu le tableau marginal de la variable Y (des notes) grâce à la même commande appliquée à la liste l2 des notes : "TableauEffectifs(l2)"

## 1.2.2 Méthode 2 : avec la commande "TableauEffectifs( <Liste Données>, <Echelle (optionnelle)> )"

Cette commande retourne un tableau (en tant que texte) dans lequel la première colonne "Valeur" contient une liste triée des éléments de <Liste Données> sans répétition, la seconde nommée, selon la syntaxe utilisée : "Effectifs" contient les effectifs de chacune des valeurs de la première colonne multipliés par l'échelle choisie.

## CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

---

### Exemple

La commande "TableauEffectifs(l1,3)" nous retournera le tableau du caractère sexe mais où les effectifs seront multipliés par 3 :

```
● l1 = {"F", "F", "G", "G", "F", "F", "G", "F", "F", "G", "G", "G", "F", "G", "G", "G", "F"}
○ A1 = "Sexe"
● Sexe =
```

	Valeur	Résultats
	F	24
	G	30

La commande "TableauEffectifs(l2,2)" nous retournera :

```
● l2 = {"16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18"}
● Note =
```

	Valeur	Résultats
	12	2
	13	4
	14	2
	15	6
	16	10
	17	2
	18	8
	19	2

### 1.2.3 Méthode 3 : avec la commande "TableauEffectifs(<Liste Bornes Classes C >, <Liste Données L>)"

Cette commande est à utiliser si l'une de deux variables statistiques est quantitative continue. Elle retourne un tableau (en tant que texte) dans lequel la première colonne contient les classes, et la seconde l'effectif des éléments de L appartenant à chaque intervalle de la première colonne. Tous les intervalles sont de la forme  $[a, b[$  sauf le dernier qui est aussi fermé à droite.

### Exemple

- saisir les notes de tous les élèves dans une colonne du tableur sous forme numérique : c'est à dire sans guillemets. (c'est la colonne "Noten" dans notre cas)
- créer une liste (la liste L2) avec la plage des cellules remplies de cette colonne (L2 diffère de l2 précédent car l2 est une liste de textes)
- créer la liste Lb de bornes des intervalles (à définir manuellement en extension)
- écrire dans la zone de saisie : "MarCont=TableauEffectifs(Lb, L2)" puis valider

# CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

- $I2 = \{ "16", "16", "14", "13", "15", "16", "17", "13", "19", "12", "15", "16", "18", "18", "18", "15", "16", "18" \}$
- $A1 = \text{"Sexe"}$
- $C1 = \text{"Noten"}$
- $L2 = \{16, 16, 14, 13, 15, 16, 17, 13, 19, 12, 15, 16, 18, 18, 18, 15, 16, 18\}$
- $Lb = \{12, 14, 16, 18, 20\}$

	Intervalle	Effectifs
	12 - 14	3
● $MarCont =$	14 - 16	4
	16 - 18	6
	18 - 20	5

	A	B	C
1	Sexe	Notet	Noten
2	F	16	16
3	F	16	16
4	G	14	14
5	G	13	13
6	F	15	15
7	F	16	16
8	G	17	17
9	F	13	13
10	F	19	19
11	G	12	12
12	G	15	15
13	G	16	16
14	G	18	18
15	F	18	18
16	G	18	18
17	G	15	15
18	G	16	16
19	F	18	18
20			

Saisie: `MarCont=TableauEffectifs(Lb,L2)`

**Remarque :** La même commande peut être utilisée en remplaçant le nom de la liste des bornes par son contenu comme suit : "TableauEffectifs(12,14,16,18,20, L2)"

## 1.2.4 Méthode 4 : avec la commande "Tableau( <Liste 1>, <Liste 2>, ... )"

Cette commande crée un texte qui contient un tableau des listes d'objets. Par défaut, chaque liste est affichée dans une nouvelle ligne.

### Exemple

On considère encore la série double du départ

- À partir du tableur, on crée la liste  $L_X$  de données individuelles de la variable  $X$  et la liste  $L_Y$  de données individuelles de la variable  $Y$
- avec la commande "Unique( $l_X$ )", on obtient la liste  $L_{XU}$  de différentes valeurs de la variable  $X$  et avec la commande "Unique( $l_Y$ )", on obtient la liste  $L_{YU}$  de différentes valeurs de la variable  $Y$
- on crée la liste des effectifs de chacune de ces deux caractères à l'aide des commandes "Effectifs( $l_X$ )" et "Effectifs( $l_Y$ )", on obtient  $L_{XE}$  et  $L_{YE}$
- dans la fenêtre de saisie, on écrit : "Tableau(  $L_{XU}, L_{XE}$  )" puis après validation "Tableau(  $L_{YU}, L_{YE}$  )"

# CHAPITRE 1. TABLEAU DE CONTINGENCE - TABLEAUX MARGINAUX

- $I_X = \{“F”, “F”, “G”, “G”, “F”, “F”, “G”, “F”, “F”, “G”, “G”, “G”, “F”, “G”, “G”, “G”, “F”\}$
- A1 = “Sexe”
- $I_Y = \{“16”, “16”, “14”, “13”, “15”, “16”, “17”, “13”, “19”, “12”, “15”, “16”, “18”, “18”, “15”, “16”, “18”\}$
- B1 = “Note”
- $L_{XU} = \{“F”, “G”\}$
- $L_{XE} = \{8, 10\}$
- $L_{YE} = \{1, 2, 1, 3, 5, 1, 4, 1\}$
- $L_{YU} = \{“12”, “13”, “14”, “15”, “16”, “17”, “18”, “19”\}$
- $\text{texte 1} = \begin{array}{cc} F & G \\ 8 & 10 \end{array}$
- $\text{texte 2} = \begin{array}{cccccccc} 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 19 \\ 1 & 2 & 1 & 3 & 5 & 1 & 4 & 1 \end{array}$

	A	B
1	Sexe	Note
2	F	16
3	F	16
4	G	14
5	G	13
6	F	15
7	F	16
8	G	17
9	F	13
10	F	19
11	G	12
12	G	15
13	G	16
14	G	18
15	F	18
16	G	18
17	G	15
18	G	16
19	F	18

## Remarque

La commande "**Tableau**( <Liste 1>, <Liste 2>, ... ) " peut être enrichie par des options grâce à la commande : "**Tableau**( <Liste 1>, <Liste 2>, <“Alignement du texte”> ). Les principales options sont :

- "v" = vertical, i. e. les listes sont en colonnes ;
- "h" = horizontal, i. e. les listes sont en lignes ;
- "l" = alignement à gauche ;
- "r" = alignement à droite ;
- "c" = centré.

On peut aussi ajouter des bordures en précisant ||||, ||, , [] ou () et du quadrillage, lignes horizontales par "\_" et lignes verticales par "|" dans la chaîne.

## Exemples

Les commandes **Tableau**( $L_{YU}, L_{YE}, "v|_"$  ) et **Tableau**( $L_{XU}, L_{XE}, "hr|_"$  ) donnent :

● <b>texte 5</b> =	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>12</td><td>1</td></tr> <tr><td>13</td><td>2</td></tr> <tr><td>14</td><td>1</td></tr> <tr><td>15</td><td>3</td></tr> <tr><td>16</td><td>5</td></tr> <tr><td>17</td><td>1</td></tr> <tr><td>18</td><td>4</td></tr> <tr><td>19</td><td>1</td></tr> </table>	12	1	13	2	14	1	15	3	16	5	17	1	18	4	19	1
12	1																
13	2																
14	1																
15	3																
16	5																
17	1																
18	4																
19	1																
● <b>texte 6</b> =	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>F</td><td>8</td></tr> <tr><td>G</td><td>10</td></tr> </table>	F	8	G	10												
F	8																
G	10																

# Chapitre 2

## Ajustement d'une série statistique double : Partie graphique

### 2.1 Introduction

Par son étude d'une série double, le statisticien espère arriver à savoir s'il existe une certaine fonction  $f$  qui modélise le phénomène auquel il s'intéresse car ainsi, il pourra exprimer l'une des variables statistiques en fonction de l'autre, il veut alors établir une relation du type :  $Y = f(X)$ , ça lui permet de prévoir la valeur prise par l'une des variables connaissant la valeur prise par l'autre.

Dans l'égalité  $Y = f(X)$ , la variable  $X$  est dite la variable explicative et la variable  $Y$  est dite la variable expliquée

La nature de la fonction  $f$  cherchée dépend de la courbe de tendance déduite de la forme prise par le nuage de points. Si ce nuage a l'allure d'une droite,  $f$  sera une fonction affine qui s'approchera le plus des points du nuage : on dit qu'on effectue un ajustement affine. Faire un ajustement affine revient à déterminer deux réels  $a$  et  $b$  tels que  $Y = aX + b$  et la droite d'équation  $y = ax + b$  est appelée la droite d'ajustement affine de  $Y$  en  $X$ .

### 2.2 Nuage de points

Le nuage de points d'une série double  $(X, Y)$  est l'ensemble de points obtenus en associant à chaque individu  $e_i$  de la population un point  $M_i$  ayant pour couple de coordonnées  $(x_i, y_i)$ , ce qui nécessite que  $x_i$  et  $y_i$  doivent être des réels.

#### 2.2.1 Cas où les deux variables sont quantitatives

Le tableau ci-dessous donne la charge maximale  $Y$ , en tonnes, qu'une grue peut lever pour une longueur  $X$ , en mètres, de sa flèche.

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

$x_i$	9	10	12	14	16	18	20	22
$y_i$	1.4	1.25	1	0.84	0.7	0.62	0.55	0.5

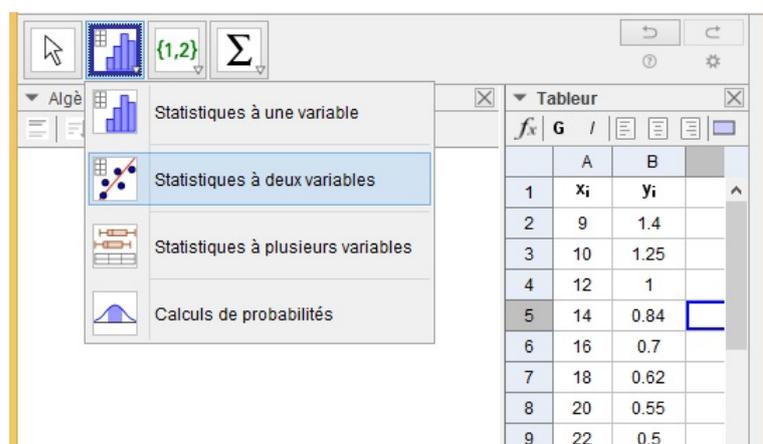
Le point  $M_i$  associé à l'individu  $g_i$  de la population aura pour coordonnées  $(x_i, y_i)$ , où  $x_i$  est la longueur de sa flèche et  $y_i$  est la charge maximale.

Ainsi la grue  $g_3$  lui correspond le point de coordonnées  $(12, 1)$  et la grue  $g_7$  lui correspond le point de coordonnées  $(20, 0.55)$ .

### Méthode 1 : en utilisant les outils de la fenêtre "Analyse de données"

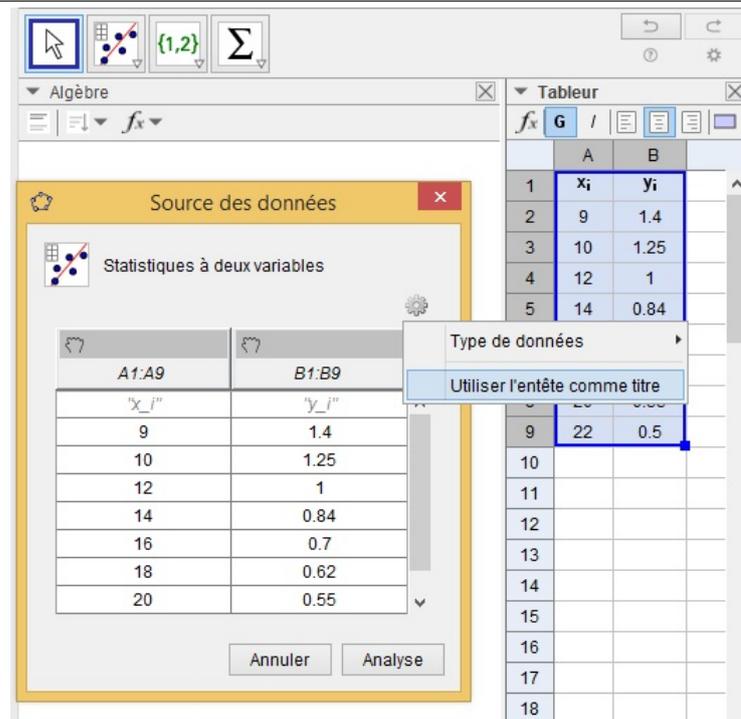
On suivra les étapes suivantes :

- Dans le tableur :
  - saisir, dans une colonne, les  $x_i$  en tant que valeurs numériques (donc sans guillemets) sauf le titre que vous voulez donner à la colonne : ça doit être du texte (donc entre guillemets)
  - saisir, dans la colonne suivante et dans le même ordre suivi pour les  $x_i$ , les  $y_i$  en tant que valeurs numériques (donc sans guillemets) sauf le titre que vous voulez donner à la colonne : ça doit être du texte (donc entre guillemets)
  - Sélectionner la plage des cellules de deux colonnes où on a consigné toutes les données.
- Dans la barre d'outils, cliquer sur la 2<sup>ème</sup> icône puis sélectionner l'outil "Statistiques à deux variables"

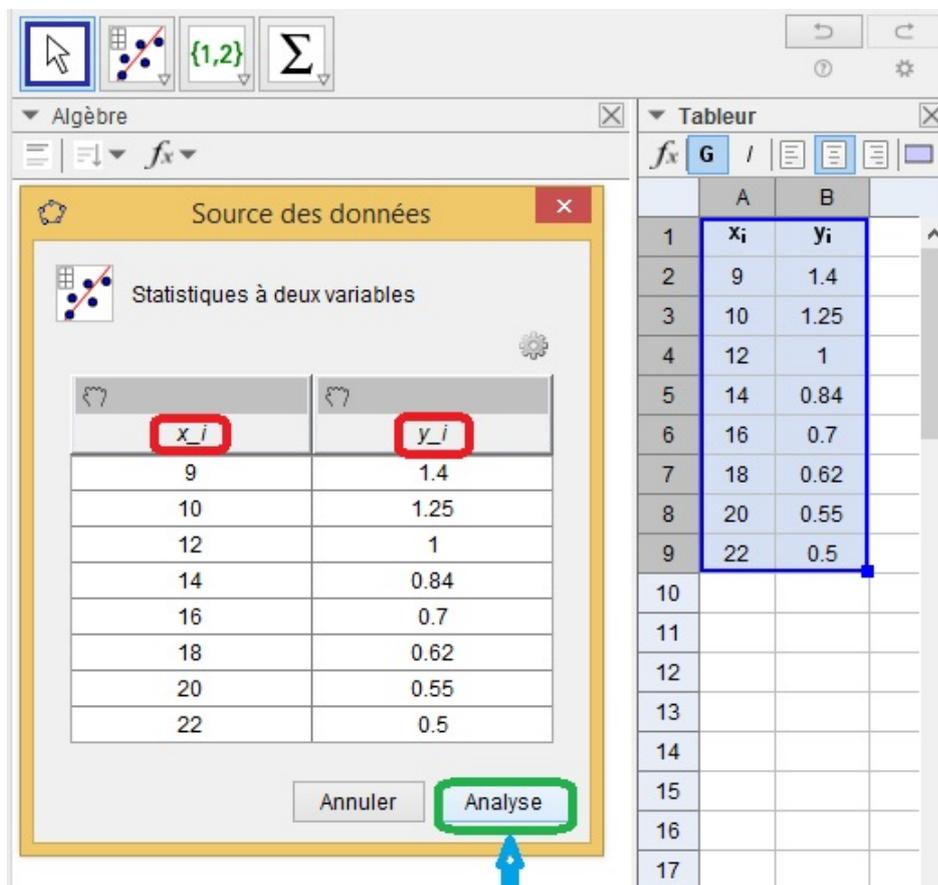


- dans la fenêtre qui s'ouvre, cliquer sur le petit bouton (roue dentée) en haut à droite puis cocher l'option "Utiliser l'entête comme titre"

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

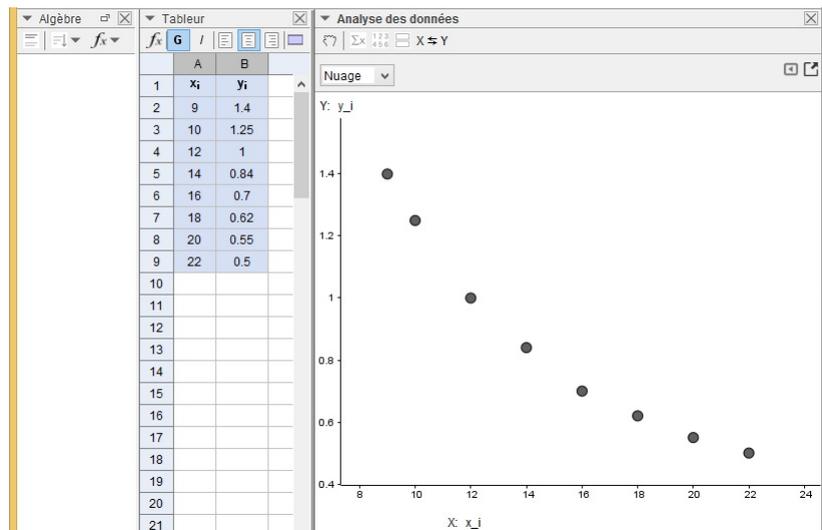


- Remarquer que les titres des colonnes utilisées dans le tableau sont passés en haut des colonnes du tableau de la fenêtre. Cliquer sur le bouton "Analyse" en bas de la fenêtre (coin droit)



## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- L'ensemble de points formant le nuage s'affiche dans la fenêtre "Analyse de données"



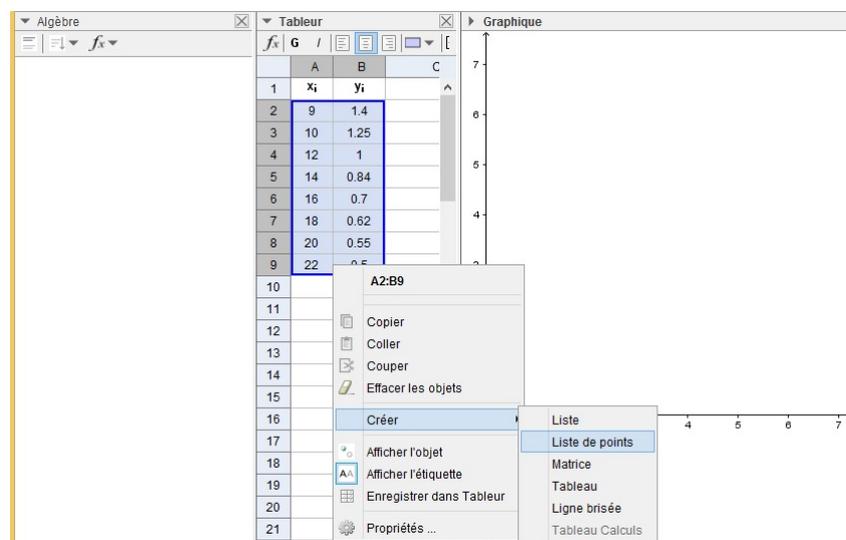
Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/dLq8w-ASPB4>

### Méthode 2 : en utilisant les outils de la fenêtre "Graphique"

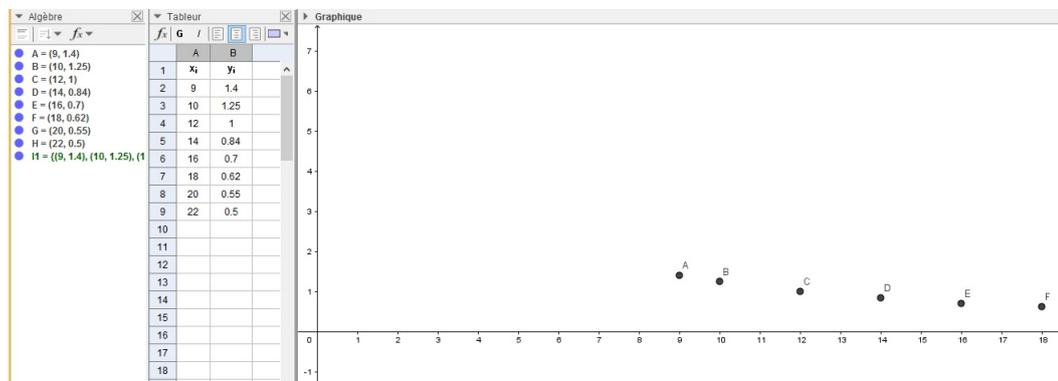
On reprend l'exemple traité dans le sous-paragraphe "Méthode 1" ci-dessus.

- on fait la saisie dans le tableur comme c'est expliqué dans la "Méthode 1"
- on affiche la fenêtre "Graphique" (Menu Affichage/Graphique)
- Sélectionner la plage des cellules de deux colonnes où on a consigné toutes les données, cliquer sur le bouton droit de la souris, dans le menu déroulant qui s'affiche sélectionner "créer" puis l'option "liste de points"

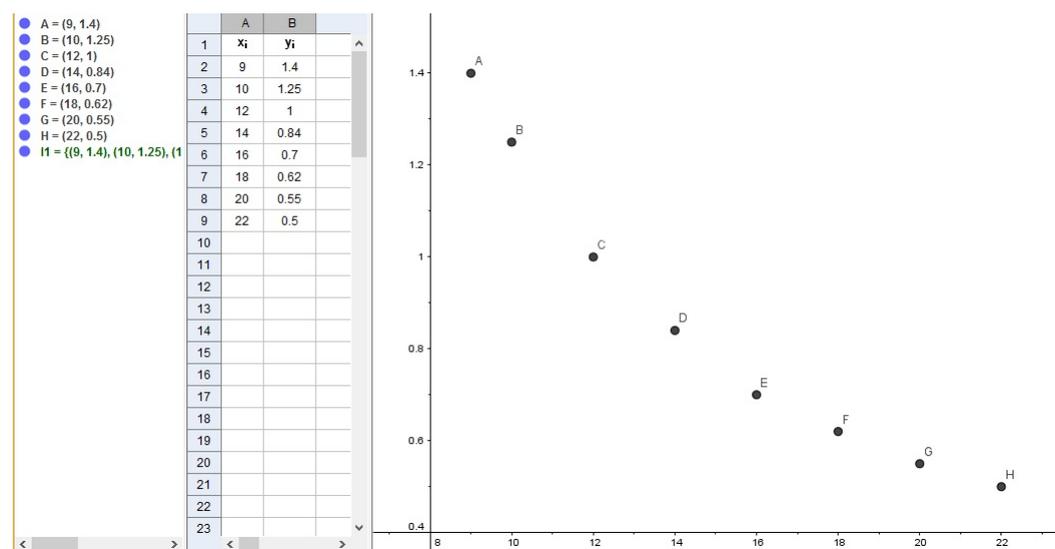


## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- Dans la fenêtre "Algèbre", se créent des points ainsi qu'une liste regroupant les coordonnées de ces points et dans la fenêtre "Graphique" ces mêmes points sont marqués.



- Selon la disposition de trois fenêtres "Algèbre", "Tableur" et "Graphique", c'est possible que certains points du nuage ne seront pas visibles dans la fenêtre (dans l'image ci-dessus, il y a deux points qui manquent) "Graphique", pour y remédier il faut intervenir sur les échelles et les unités prises sur les axes



Les noms des points peuvent être cachés.

Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/t7o0xgLOcb4>

### 2.2.2 Cas où l'une des variables est qualitative

On reprend l'exemple considéré au 1<sup>er</sup> chapitre de ce document. Le point  $M_i$  associé à l'individu  $e_i$  de la classe aura pour coordonnées  $(x_i, y_i)$ , où  $x_i$  est son sexe et  $y_i$  est sa note au devoir considéré.

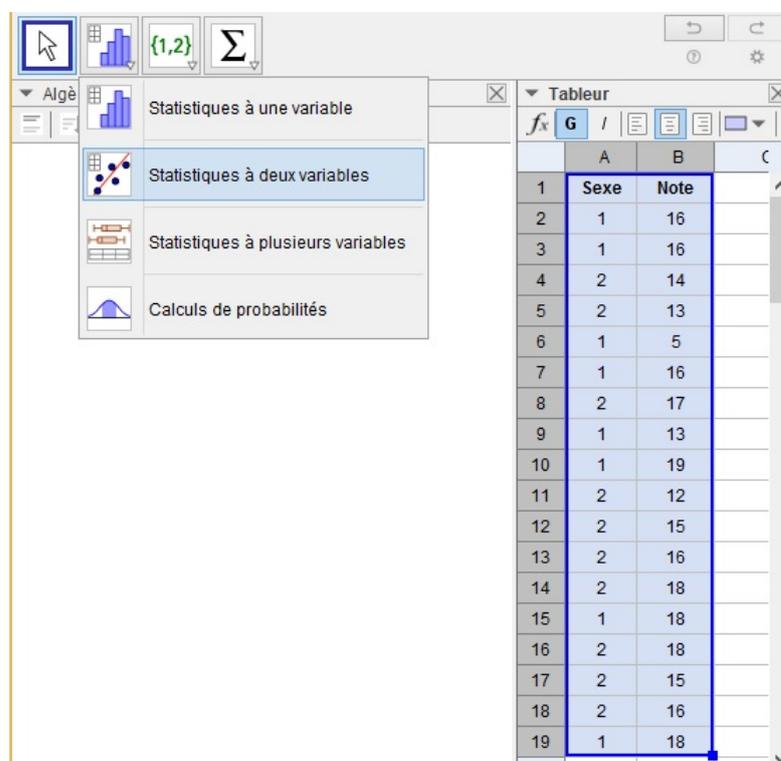
## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

Le sexe étant un caractère quantitatif, on sera alors appelé à associer à chacune de ses deux modalités un code numérique. Dans notre cas, le sexe féminin sera codé 1 et le sexe masculin 2. Ainsi la fille qui a eu 17 lui correspond le point de coordonnées (1,17) et le garçon qui a eu 16 lui correspond le point de coordonnées (2,16).

### Passons à l'action

On suivra les étapes suivantes :

- Dans le tableur, saisir, dans une colonne, le code du sexe de chaque élève en tant que valeur numérique et dans la colonne suivante, la note qu'il a obtenue (toutes les données sont saisies en tant que valeurs numériques (donc sans guillemets) sauf les titres des colonnes ce sont des textes (donc entre guillemets))
- Sélectionner la plage de toutes les cellules de deux colonnes où on a consigné toutes les données puis dans la barre d'outils, cliquer sur la 2<sup>ème</sup> icône puis sélectionner l'outil "Statistiques à deux variables"



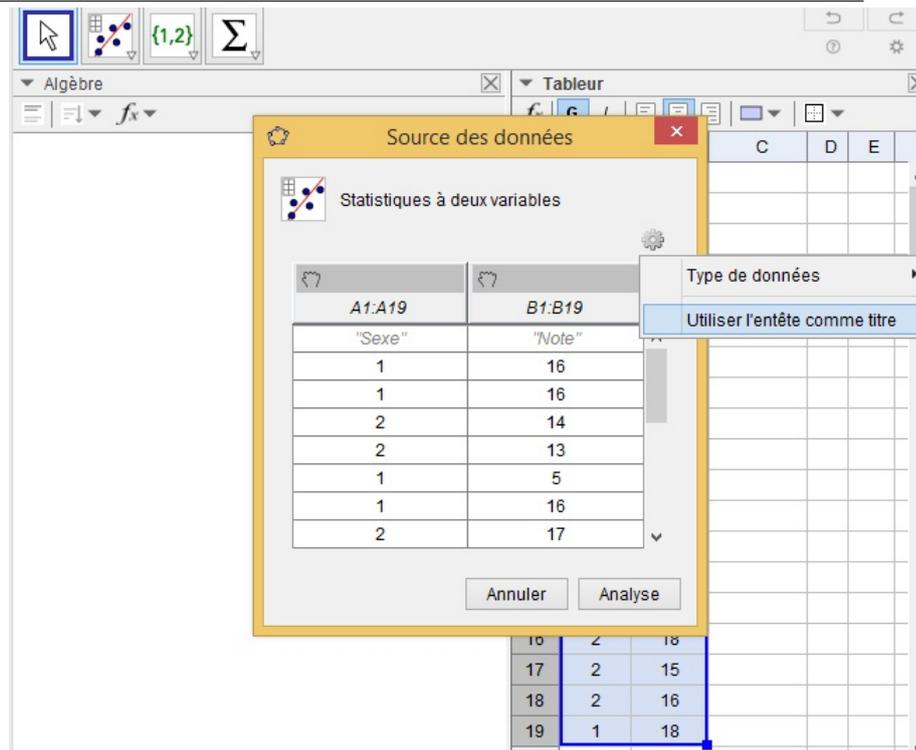
The screenshot shows a spreadsheet window with a data table. The table has two columns: 'Sexe' and 'Note'. The data is as follows:

	A	B	C
1	Sexe	Note	
2	1	16	
3	1	16	
4	2	14	
5	2	13	
6	1	5	
7	1	16	
8	2	17	
9	1	13	
10	1	19	
11	2	12	
12	2	15	
13	2	16	
14	2	18	
15	1	18	
16	2	18	
17	2	15	
18	2	16	
19	1	18	

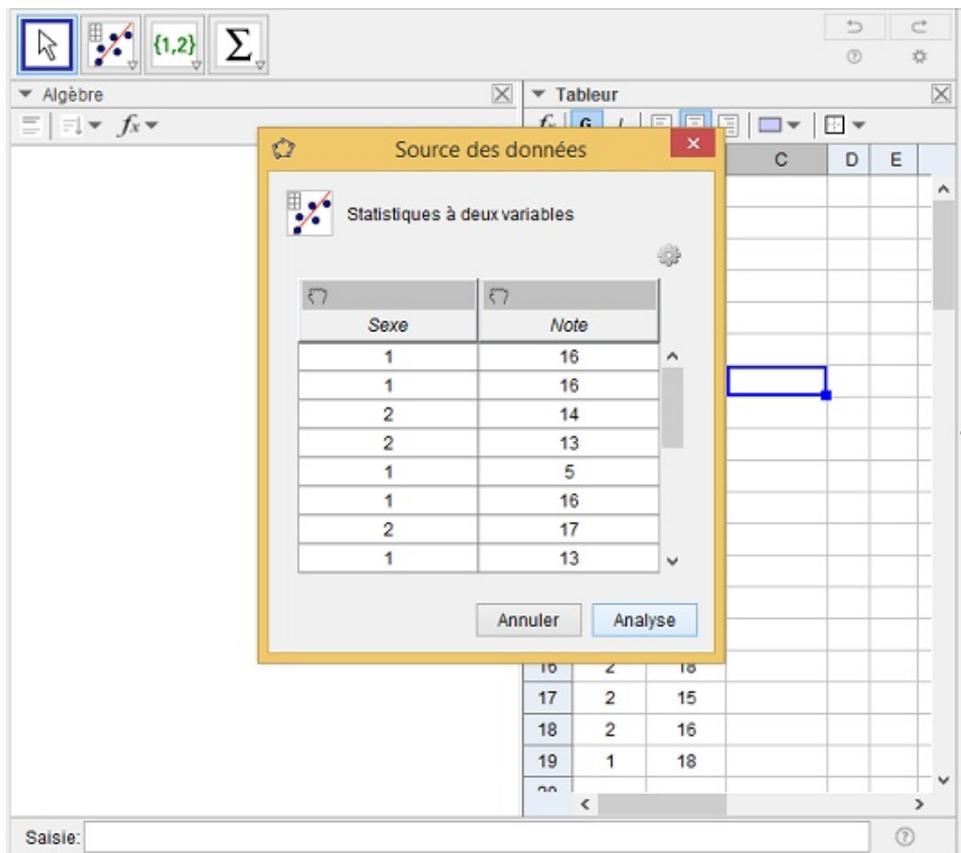
A dropdown menu is open over the table, showing options: 'Statistiques à une variable', 'Statistiques à deux variables' (highlighted), 'Statistiques à plusieurs variables', and 'Calculs de probabilités'. The toolbar above the menu shows icons for selection, chart, and a summation symbol.

- Utiliser les entêtes des colonnes comme titres

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

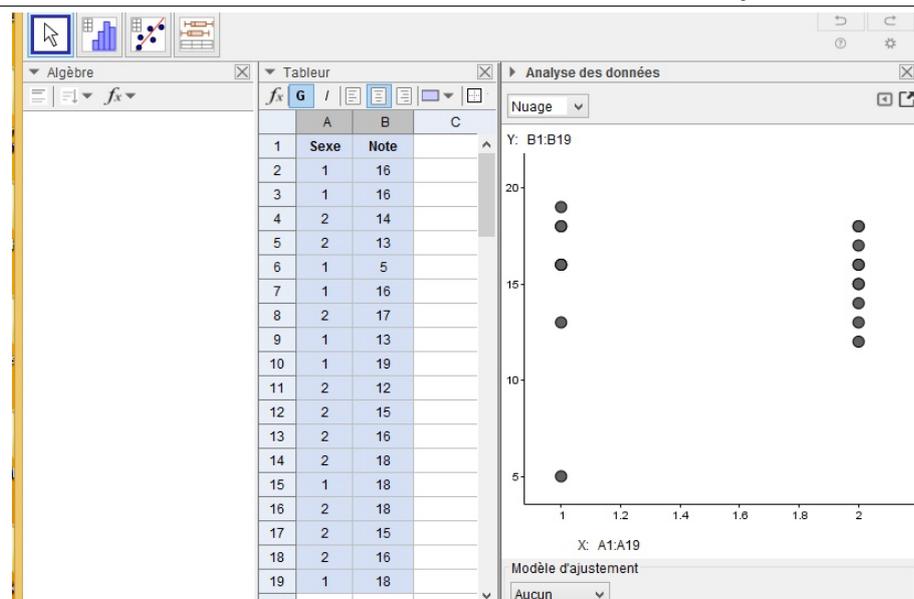


- Cliquer sur le bouton "Analyse" en bas de la fenêtre (coin droit)



- L'ensemble de points formant le nuage s'affiche dans la fenêtre "Analyse de données"

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE



Noter que le nombre de points du nuage n'est pas égal au nombre d'individus de la population : ça s'explique par le fait que certains points sont confondus (2 filles ou plus qui ont eu la même note seront représentées par le même point) de même pour les garçons.

Vidéo d'illustration :

[https://youtu.be/kDc\\_KvAn1YA](https://youtu.be/kDc_KvAn1YA)

### 2.3 Point moyen et courbe de tendance

#### 2.3.1 Méthode 1

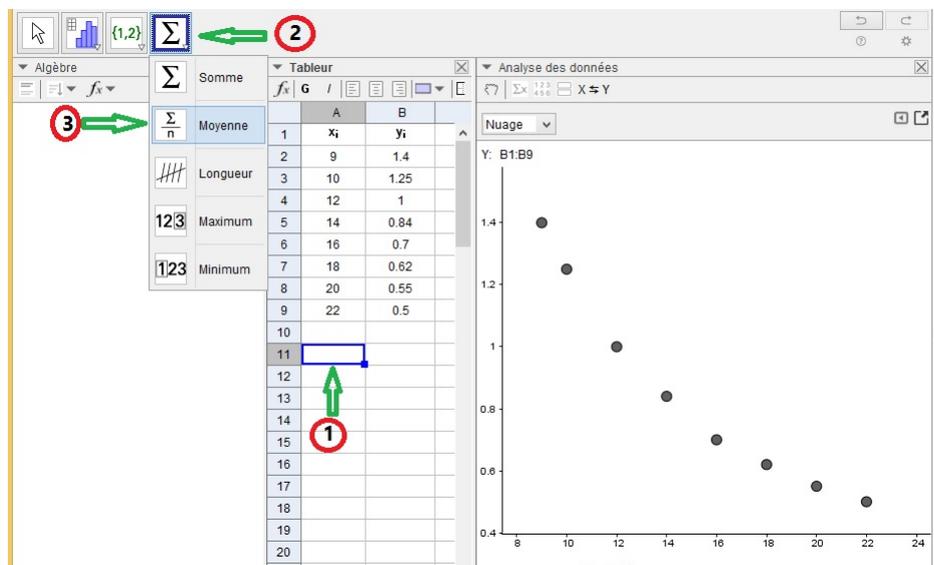
##### Point moyen

On garde toujours le même exemple de huit grues considéré dans le paragraphe précédent.

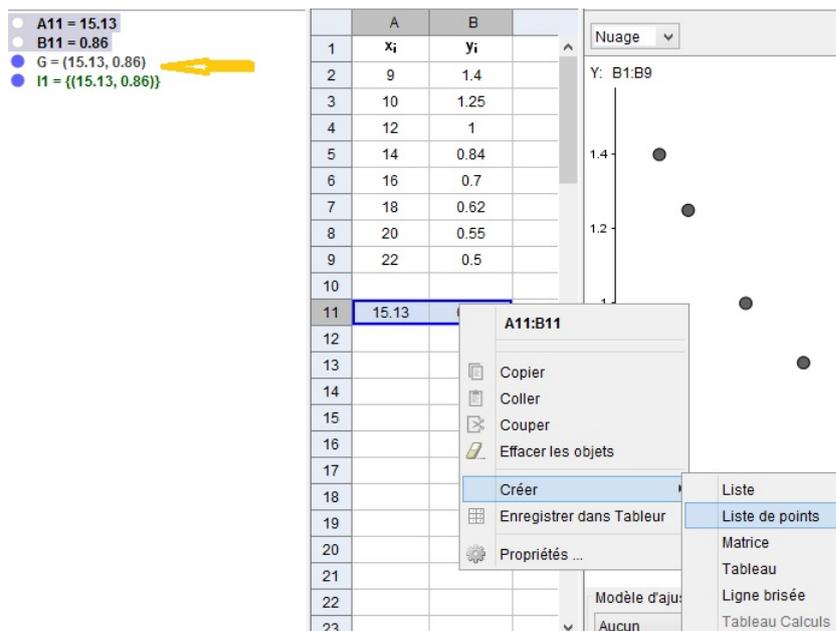
- on suppose que la saisie des données est achevée et que le nuage de points est représenté (même s'il n'est pas obligatoire)
- Activer la fenêtre "Tableur" puis sélectionner une cellule libre dans la colonne A (de préférence non loin de la dernière cellule remplie)
- Dans la barre d'outils, cliquer sur la 4ème icône puis activer l'outil "Moyenne" : un point d'interrogation s'affiche dans la cellule sélectionnée
- sélectionner la plage de huit cellules remplies de la colonne A (la cellule A1 où est écrit le titre (" $x_i$ ") est à ignorer).

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- ainsi la moyenne  $\bar{x} = 15.13$  s'affiche dans la cellule qui lui est réservée et dans la fenêtre "Algèbre" et GeoGebra lui affecte l'adresse de la cellule qui la contient comme nom (A11=15.13)



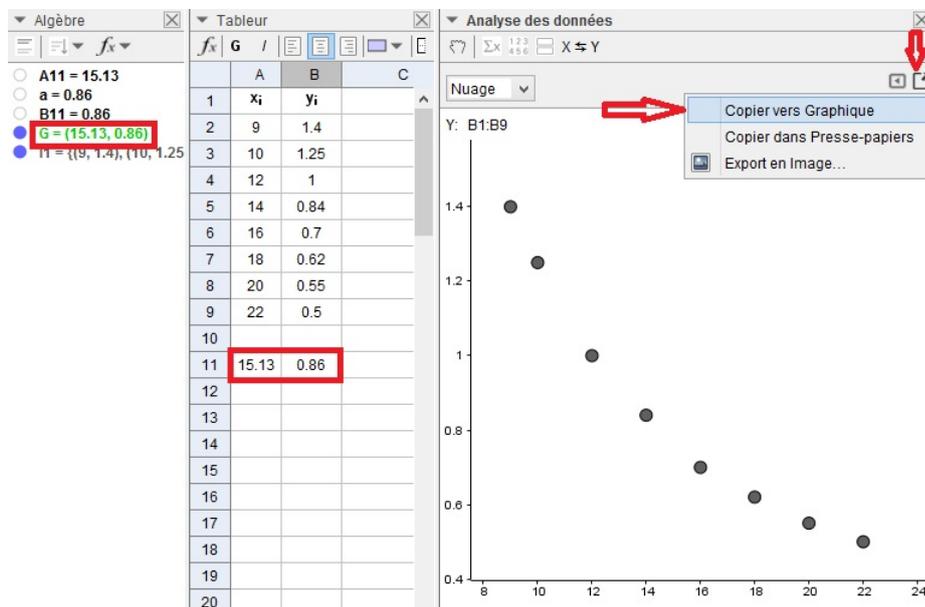
- Sélectionner la cellule B11 (adjacente à A11 dans la colonne B où sont saisis les  $y_i$ ) puis reprendre les étapes précédentes pour afficher  $\bar{y}$  (on obtient  $\bar{y} = 0.86$ )
- sélectionner les deux cellules A11 et B11 en même temps puis en créer une liste de points en cliquant sur le bouton droit de la souris.
- dans la fenêtre "Algèbre", renommer  $G$  le point de coordonnées  $(\bar{x}, \bar{y})$  : c'est le point moyen que nous cherchons.



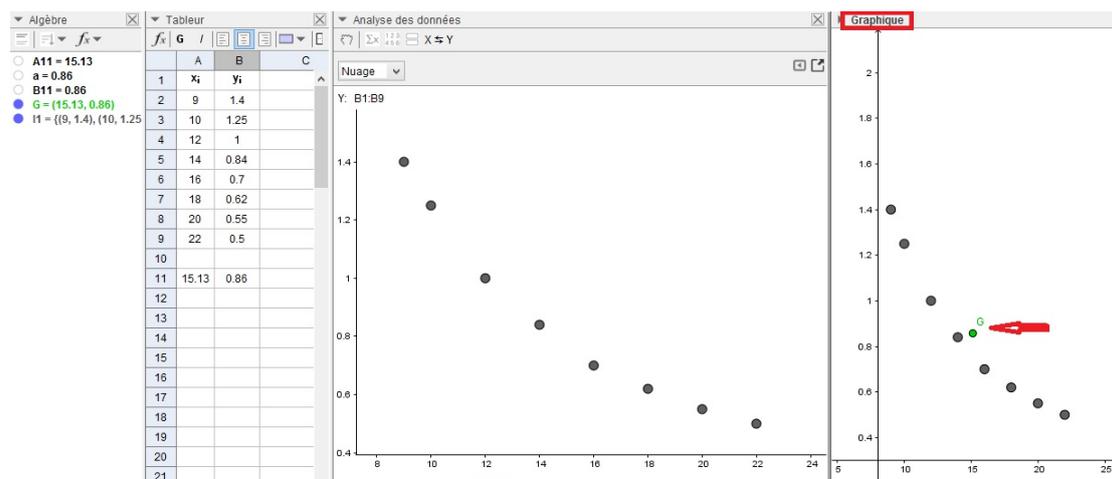
Pour représenter le point moyen parmi les points du nuage :

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- En haut à droite de la fenêtre "Analyse des données", il y a deux icônes, activer celle qui contient une flèche dirigée vers le haut, puis parmi les trois choix qui s'affichent, sélectionner "copier vers Graphique"



- Si la fenêtre "Graphique" est déjà affichée, le nuage de points et le point  $G$  y seront représentés. Si rien ne s'y affiche, essayer de faire apparaître les axes et de choisir des unités qui s'adaptent aux valeurs prises par les deux variables statistiques. de leurs graduations
- Si la fenêtre "Graphique" n'est pas déjà affichée, essayer de la faire sortir sur votre écran (Affichage/Graphique)



### Courbe de tendance

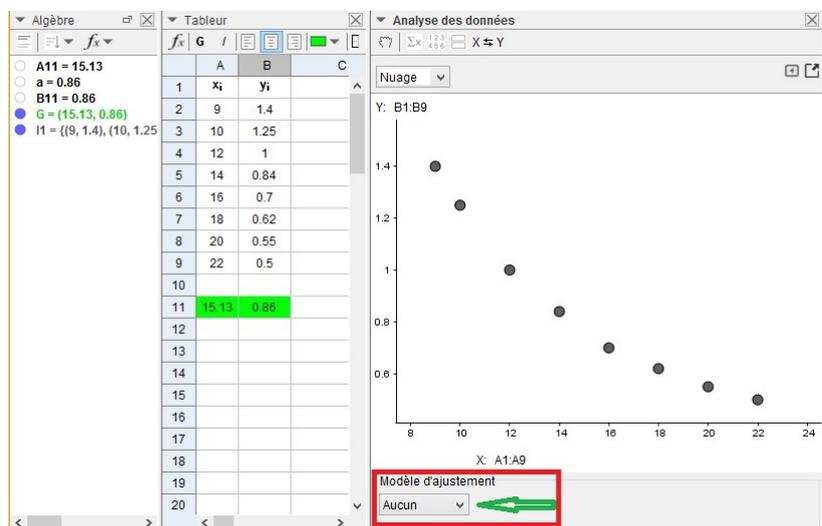
Mises au point :

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

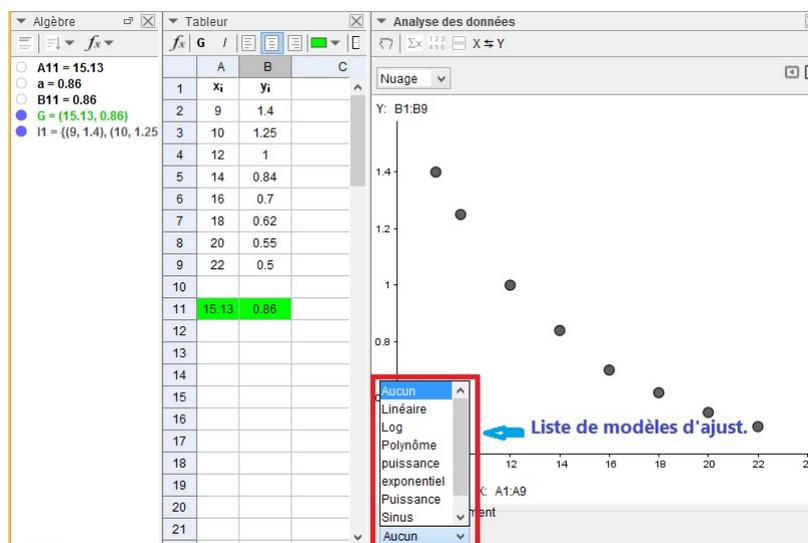
- La régression est un ensemble de méthodes statistiques utilisées pour analyser la relation d'une variable statistique par rapport à une ou plusieurs autres variables.
- La courbe de tendance (ou de régression) est la courbe qui ajuste au mieux le nuage de points. (On dit que le terme « régression » doit son origine à Francis Galton à la suite d'une étude sur la taille des descendants de personnes de grande taille, qui diminue de générations en générations vers une taille moyenne : donc leur taille régresse)

### Étapes à suivre :

- on suppose que la saisie des données est achevée et que que le nuage de points est représenté (donc la fenêtre "Analyse de données" est affichée)  
Dérouler le menu "Modèle d'ajustement" situé à gauche en bas de la fenêtre "Analyse de données"

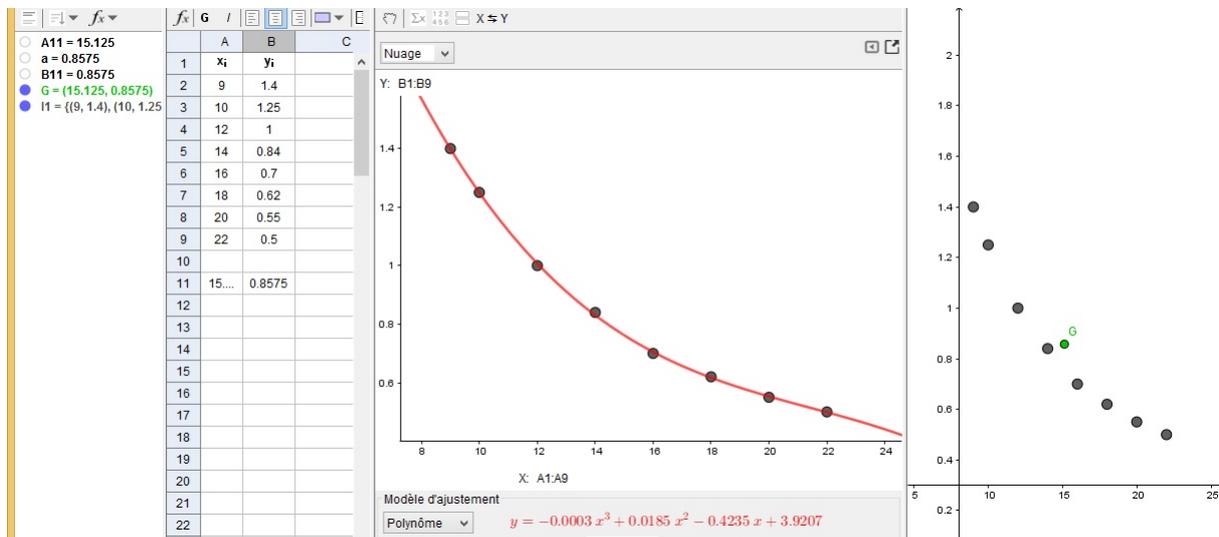
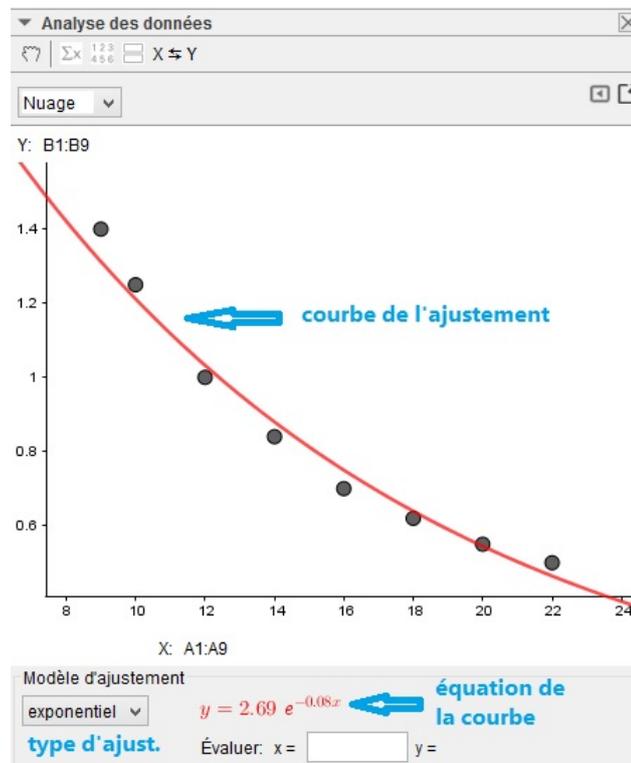


- Une liste de différents types d'ajustement offerts par GeoGebra s'affichera :



## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- sélectionner l'un des modèles proposés, une courbe se trace (le degré d'adaptation de cette courbe à la forme du nuage change d'un ajustement à un autre) et son équation s'affiche



Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/5c1Ycl3AYt4>

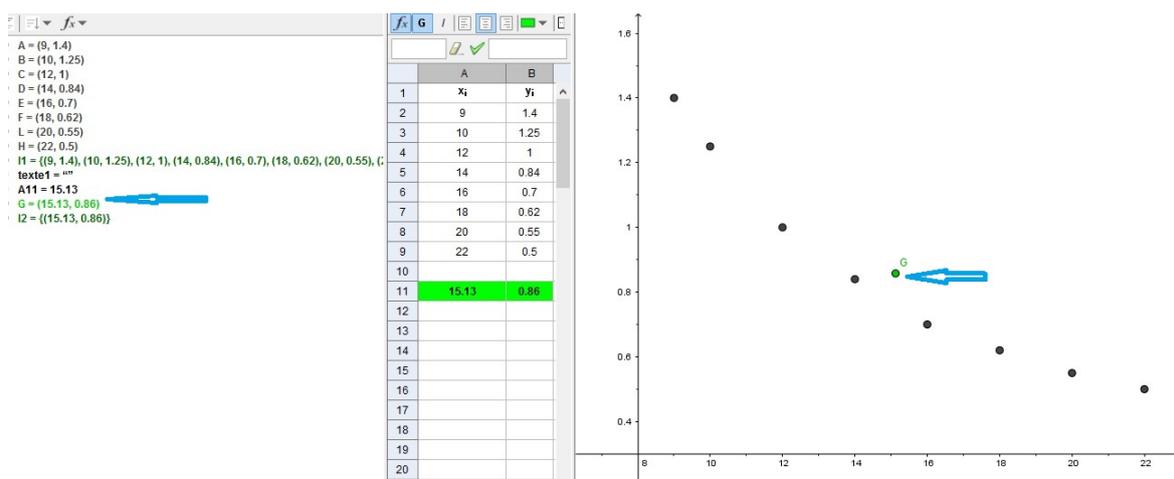
### 2.3.2 Méthode 2

#### Point moyen

- afficher les trois fenêtres "Algèbre", "Tableur" et "Graphique"

## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

- on suppose que la saisie des données est achevée et que le nuage de points est représenté (il n'est pas obligatoire)
- choisir une cellule libre dans la colonne A (de préférence non loin de la dernière remplie)
- y écrire la formule :  $=\text{moy}(A2 : A9)$  puis cliquer sur la touche "Entrée" du clavier (cette formule donne la moyenne des nombres qui se trouvent dans la plage des cellules de A2 à A9) ; ainsi :  $\bar{x} = 15.13$
- recopier cette formule dans la cellule adjacente de la colonne B (en déplaçant le petit carré au coin en bas à droite de la cellule ( ou réécrire :  $=\text{moy}(B2 : B9)$ ). On obtient :  $\bar{y} = 0.86$
- Sélectionner les deux cellules où sont inscrites les deux moyennes puis en créer un point : le logiciel se charge d'afficher ce point dans les fenêtres "Algèbre" et "Graphique" parmi les points du nuage
- renommer ce point  $G$



### Courbe de tendance

- afficher les trois fenêtres "Algèbre", "Tableur" et "Graphique"
- on suppose que la saisie des données est achevée et que le nuage de points est représenté (ce qui sous entend que la liste de points du nuage a été déjà créée et on suppose de plus qu'on l'a nommée **I1**)
- Dans la zone de saisie, à peine qu'on commence à écrire le mot "Ajustement" qu'une fenêtre où sont listés les différents types de courbe de tendance s'ouvre, il suffit d'en choisir ce qui nous intéresse et de compléter par les paramètres nécessaires (le nom de la liste de points, le degré s'il s'agit d'un ajustement polynomial ...).

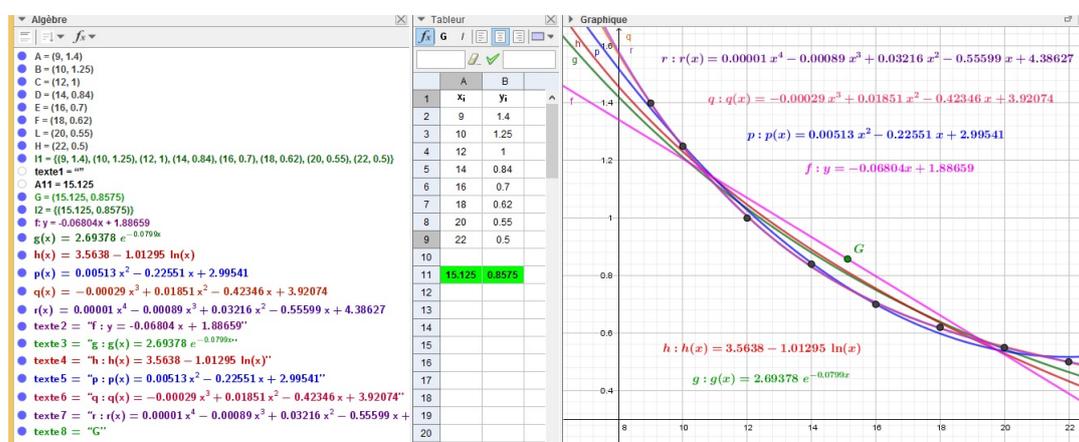
## CHAPITRE 2. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE GRAPHIQUE

Exemples d'ajustements possibles :

AjustLin(<ListePoints>) ; AjustExp(<ListePoints>) ; AjustPolyn(<ListePoints>,<Degré>) ;  
AjustLog(<ListePoints>) ...



- Dans la copie d'écran ci-dessous, nous avons représenté plusieurs courbes de tendance à fin d'en choisir la meilleure : celle qui épouse le mieux la forme du nuage



Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/xSTxaKwejsI>

# Chapitre 3

## Ajustement d'une série statistique double : Partie calculatoire

### 3.1 Source de données

On a mesuré à différents instants  $t_i$  la tension  $u_i$  aux bornes d'un condensateur se déchargeant dans une résistance. On a obtenu les résultats suivants :

$t_i$ (en $S$ )	30	60	90	120	150	180	210	240
$u_i$ (en $V$ )	2.35	1.40	0.80	0.50	0.30	0.20	0.15	0.10

Les illustrations et les calculs que nous présenterons dans la suite de ce chapitre seront appliqués à la série  $(t, U)$  ci-dessus.

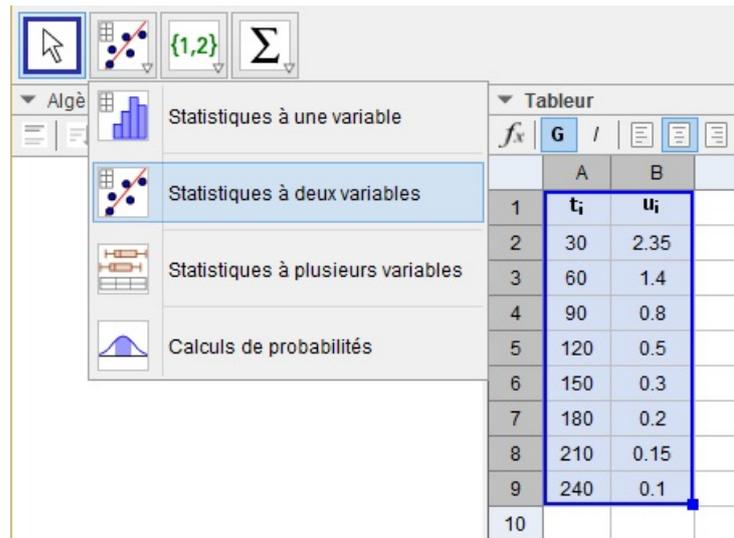
### 3.2 Calcul des paramètres

#### Méthode 1 : en utilisant les outils de la fenêtre "Analyse de données"

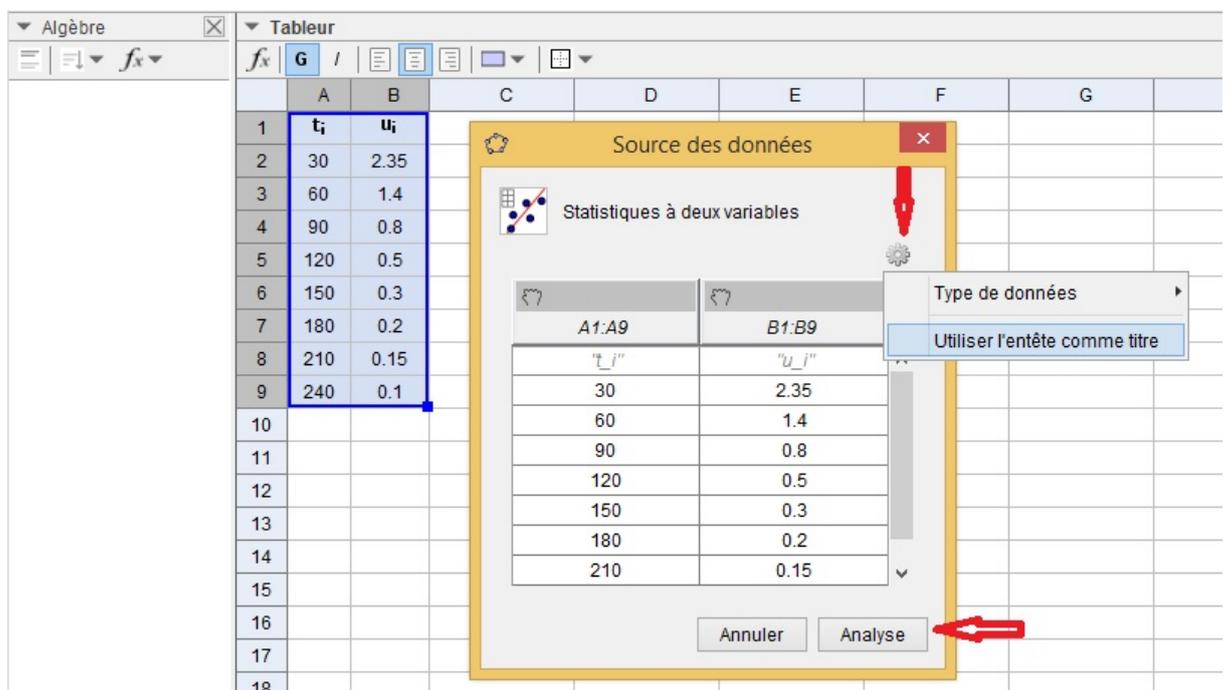
On suivra les étapes suivantes :

- on commence par saisir les valeurs prises par les deux variables ( $t$  et  $U$ ) dans deux colonnes adjacentes du tableur comme ça était déjà expliqué.
- sélectionner la plage de toutes les cellules remplies (y comprises celles qui contiennent les titres)
- Dans la barre d'outils, cliquer sur la 2ème icône puis dans le menu qui se déroule, activer l'option "Statistiques à deux variables"

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

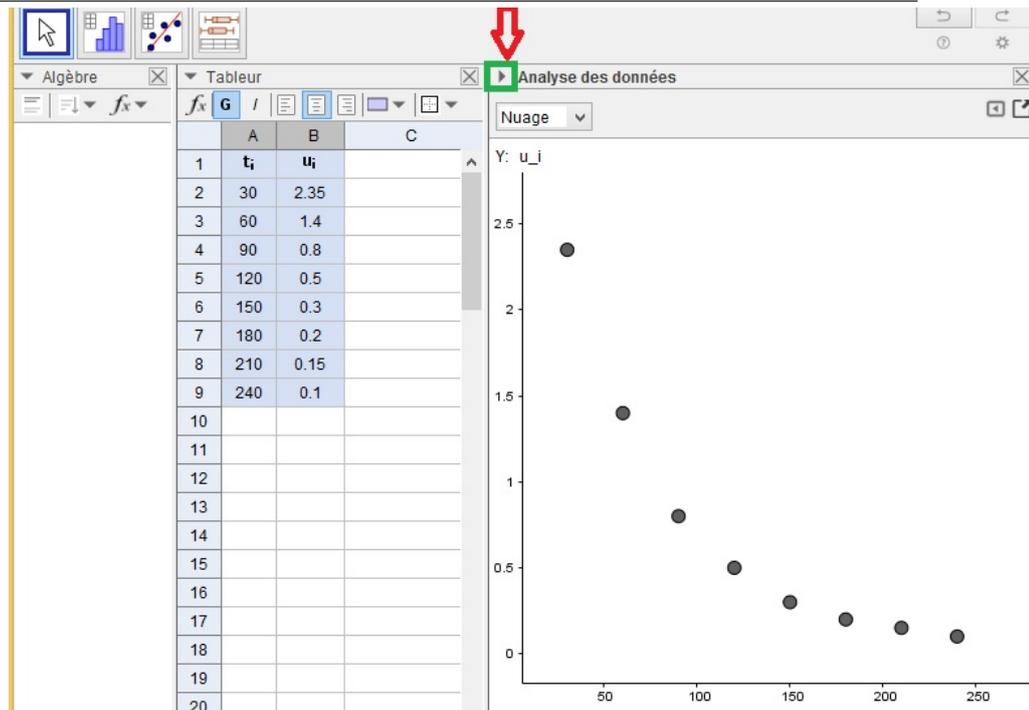


- dans la fenêtre qui s'ouvre, activer l'option "Utiliser l'entête comme titre" puis cliquer sur le bouton "Analyse" situé en bas à droite de la fenêtre

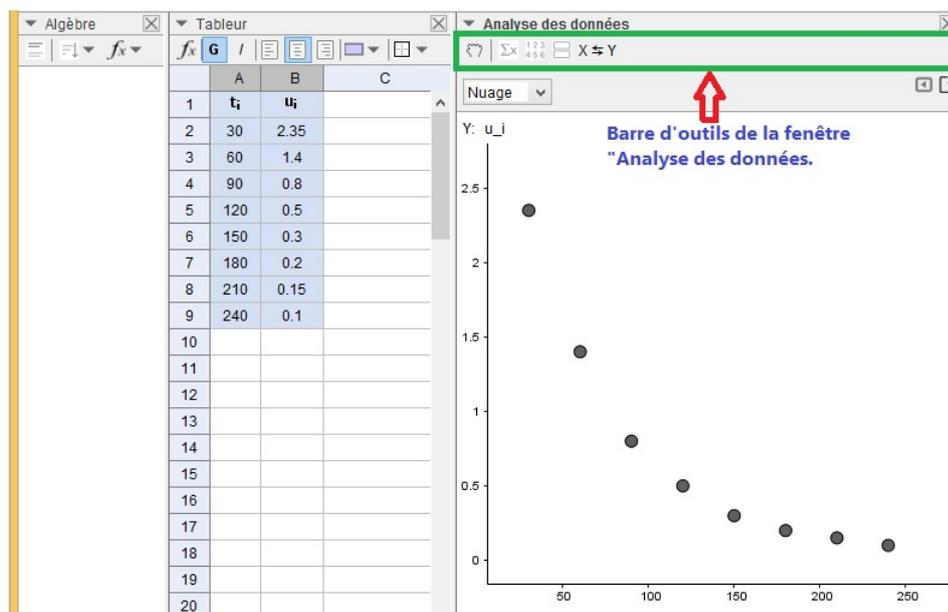


- ainsi la fenêtre "Analyse des données" s'affiche sur l'écran et le nuage des points de la série est représenté sur cette fenêtre.  
Cliquez sur le petit triangle qui précède le nom de cette fenêtre

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

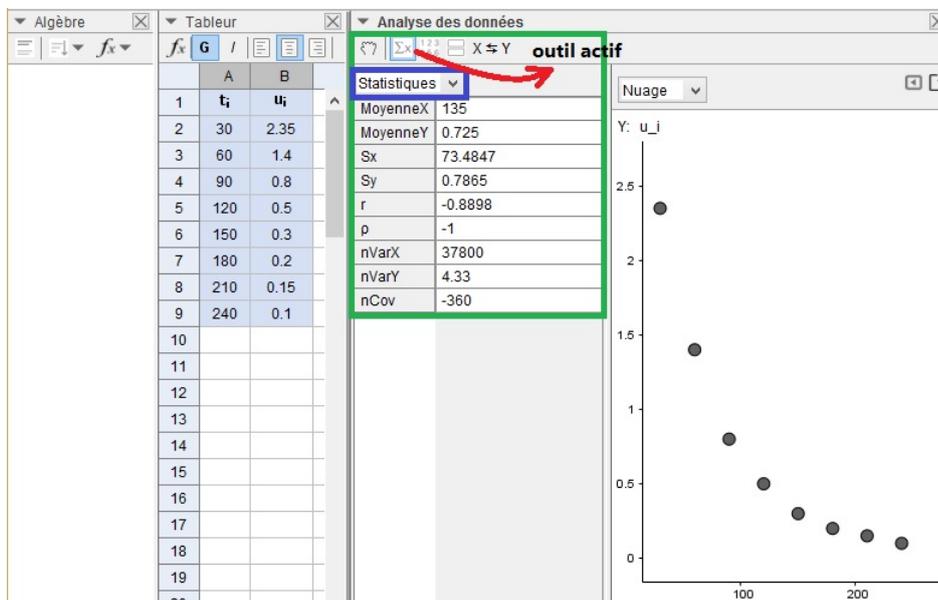


- résultat : affichage de la barre d'outils particuliers à la fenêtre "Analyse des données". Ces cinq outils sont successivement :
  - Afficher la source de données
  - Afficher Statistiques
  - Afficher Données
  - Afficher 2d graphique
  - Permuter les rôles des variables expliquée et explicative



## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

- sélectionner le 2ème outil : "Afficher Statistiques", il en résulte l'affichage d'un tableau nommé "Statistiques" et qui contient les valeurs des paramètres usuels.



Statistiques	
MoyenneX	135
MoyenneY	0.725
Sx	73.4847
Sy	0.7865
r	-0.8898
$\rho$	-1
nVarX	37800
nVarY	4.33
nCov	-360

Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/rREh9Vrfhqw>

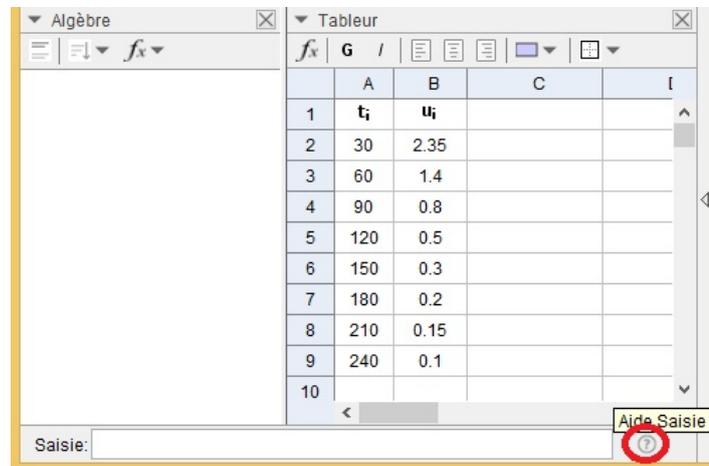
### Méthode 2 : en utilisant les commandes du logiciel GeoGebra

On suivra les étapes suivantes :

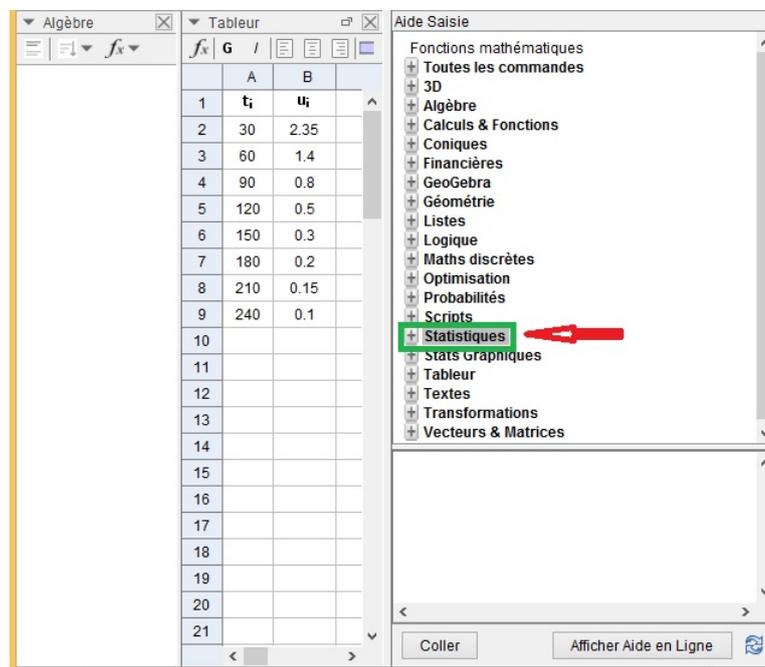
- Sur l'interface du logiciel, afficher les fenêtres "Algèbre" et "Tableur"
- on commence par saisir les valeurs prises par les deux variables ( $t$  et  $U$ ) dans deux colonnes adjacentes du tableur comme ça était déjà expliqué.
- saisir la commande GeoGebra qui permet d'afficher le paramètre désiré dans la zone de saisie : ce qui nécessite la connaissance de ces commandes, deux moyens sont alors possibles

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

- **Méthode 1** : afficher l' "Aide Saisie" en cliquant sur le point d'interrogation à droite de la zone de saisie

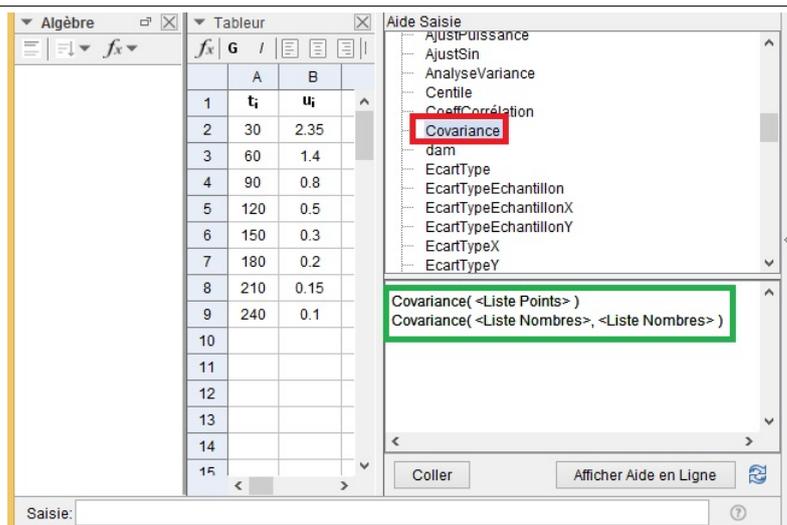


Dans la liste qui s'affiche, cliquer sur l'option "Statistiques".

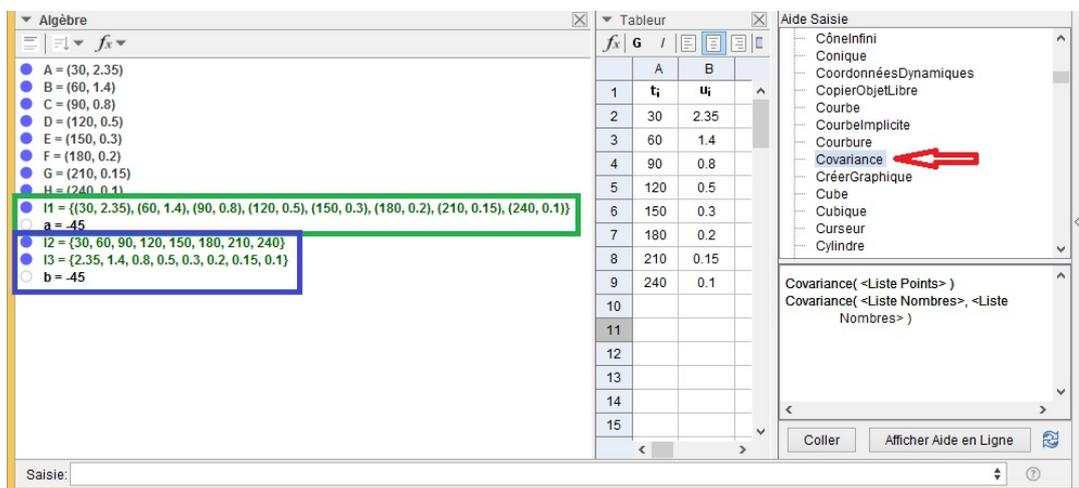


- la liste des paramètres s'affiche, cliquez sur le nom de celui que vous cherchez, dans le cadre en-dessous de la liste s'écrivent les différentes commandes qui garantissent le calcul et l'affichage du paramètre sélectionné.

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE



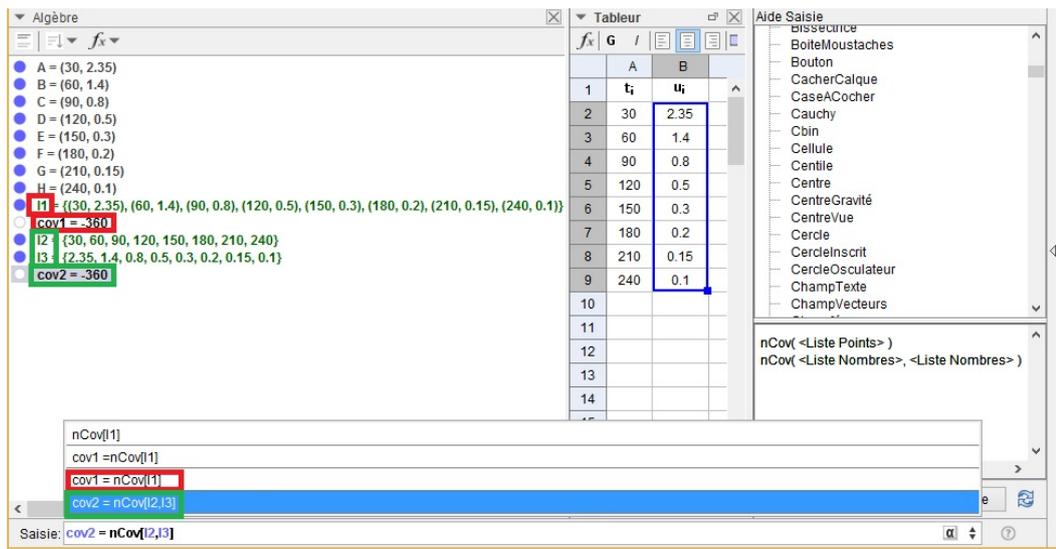
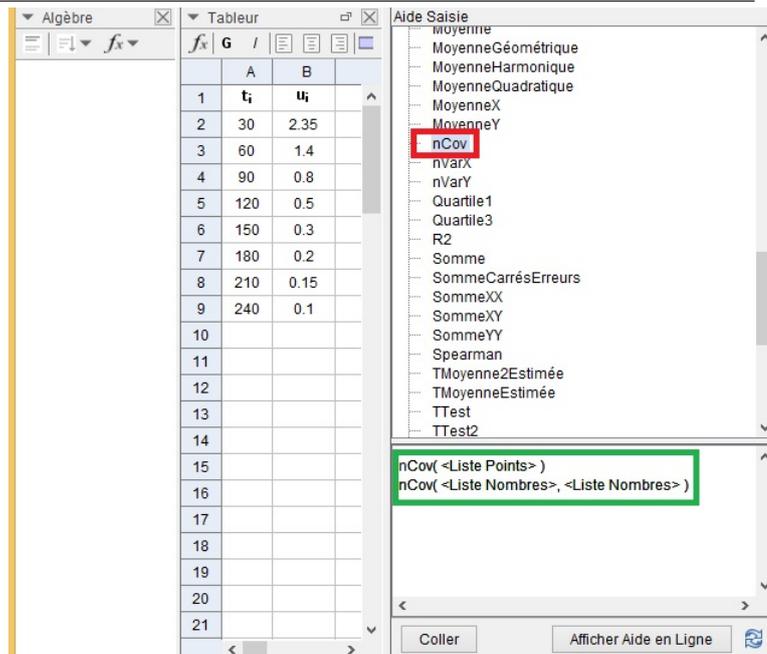
- Dans l'exemple ci-dessous, on a choisi "Covariance", GeoGebra nous propose deux méthodes de calcul de la covariance de deux variables  $t$  et  $U$ , la 1ère nécessite la liste de coordonnées des points créés à partir de deux variables et la 2ème nécessite la liste des valeurs de la 1ère variable et celle des valeurs de la 2ème variable. Une fois les listes sont créées, sélectionner l'une de deux méthodes puis sur cliquer sur le bouton "Coller" : dans la zone de saisie s'affiche "Cov[]", écrire entre les crochets le(s) nom(s) de liste(s) demandée(s).



### Commentaire :

Dans la méthode 1, le tableau où sont affichées les valeurs de différents paramètres fait appel à "nCov" et non pas à la covariance. Rien que pour comparer les résultats de deux méthodes, on a repris, comme l'illustre les quatre copies d'écran ci-dessous, le calcul de la "nCov" avec cette 2ème méthode : on a eu le même résultat.

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE



**Mises au point :**

\*  $nCov = n \times Covariance$  (où  $n$  est l'effectif de la population)

\*  $Sx = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{n}{n-1}} \times \sigma_X$  : c'est un estimateur de l'écart-type de l'échantillon considéré, sa valeur est très proche de celle de l'écart-type du même échantillon.

Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/j6TUEU2LmA8>

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

---

- **Méthode 2** : ouvrir le lien ci-dessous pour afficher la liste des commandes de différents paramètres statistiques, sous forme de liens classés par ordre alphabétique, que GeoGebra peut calculer

[https://wiki.geogebra.org/fr/Commandes\\_Statistiques?lang=fr](https://wiki.geogebra.org/fr/Commandes_Statistiques?lang=fr)

- cliquer sur le nom du paramètre qui vous intéresse, une nouvelle page contenant un petit tutoriel se rapportant au paramètre sélectionné s'ouvre.
- écrire le nom de la commande dans la zone de saisie et compléter par les données demandées puis valider en cliquant sur "Entrée" du clavier : la valeur du paramètre s'affichera dans la fenêtre "Algèbre"

### 3.3 Interpolation - Extrapolation

#### 3.3.1 Rappel

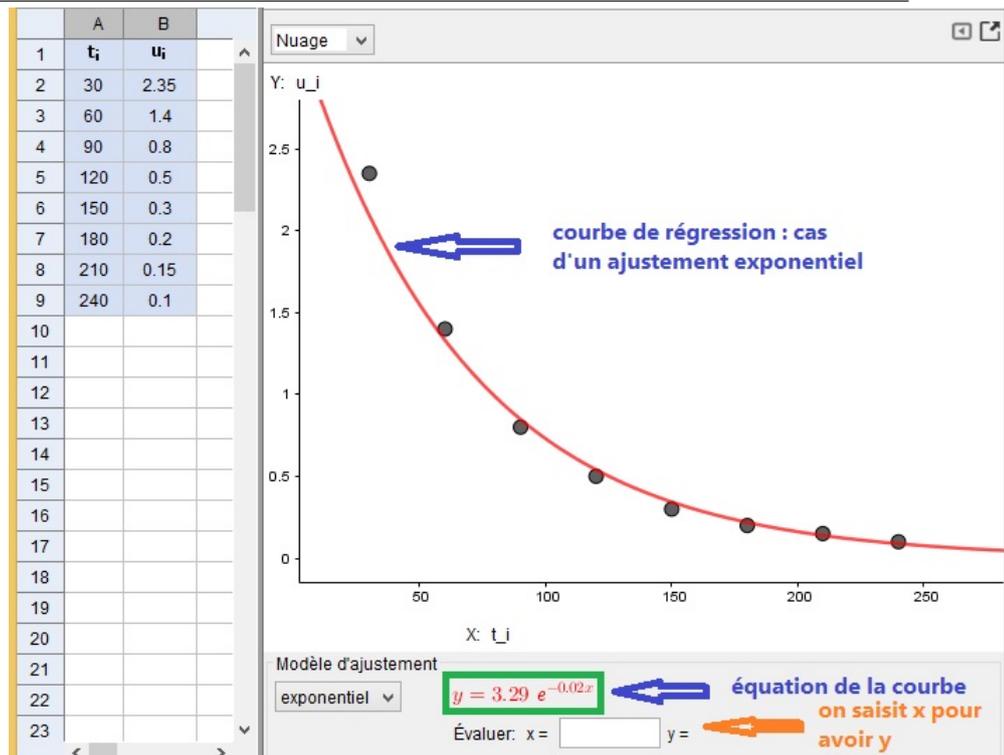
Étant données, l'équation de la courbe de régression d'une série statistique et la valeur prise par l'une des deux variables étudiées :

- l'interpolation est le calcul qui consiste à estimer la valeur prise par l'autre variable. **Ce calcul est réalisé dans le domaine d'étude fourni par l'échantillon.**
- l'extrapolation est le calcul qui consiste à estimer la valeur prise par l'autre variable. **ce calcul est réalisé en dehors du domaine d'étude fourni par l'échantillon.**

#### 3.3.2 Méthode 1

- Afficher une courbe de régression et son équation :  $u = f(t)$  dans la fenêtre "Analyse de données" (ce qui nécessite la représentation du nuage de points)

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE



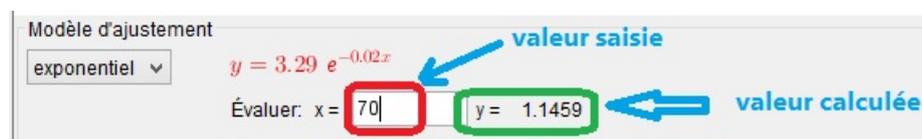
- Dans cet exemple, on a opté pour un ajustement exponentiel car la courbe ainsi obtenue s'adapte mieux à la forme du nuage. son équation est :  $y = 3.29e^{-0.02x}$  où  $x$  est l'instant auquel était faite la mesure et  $y$  est la tension relevée aux bornes du condensateur à cet instant.

D'après la colonne A du tableur  $t = x \in [20, 240]$ . Cet intervalle est le domaine d'étude fourni par l'échantillon.

Donc si on veut déterminer  $y$  pour un  $x$  appartenant à cet intervalle, il s'agit d'une interpolation mais si  $x$  n'appartient pas à cet intervalle, il s'agit d'une extrapolation.

- saisir une valeur pour  $x$  de votre choix dans la case "Évaluer  $x =$    $y =$  en bas de la fenêtre "Analyse des données" puis valider en cliquant sur "Entrée" du clavier, GeoGebra se chargera de calculer  $y$  et d'afficher le résultat juste après

- Exemple d'interpolation



- Exemple d'extrapolation



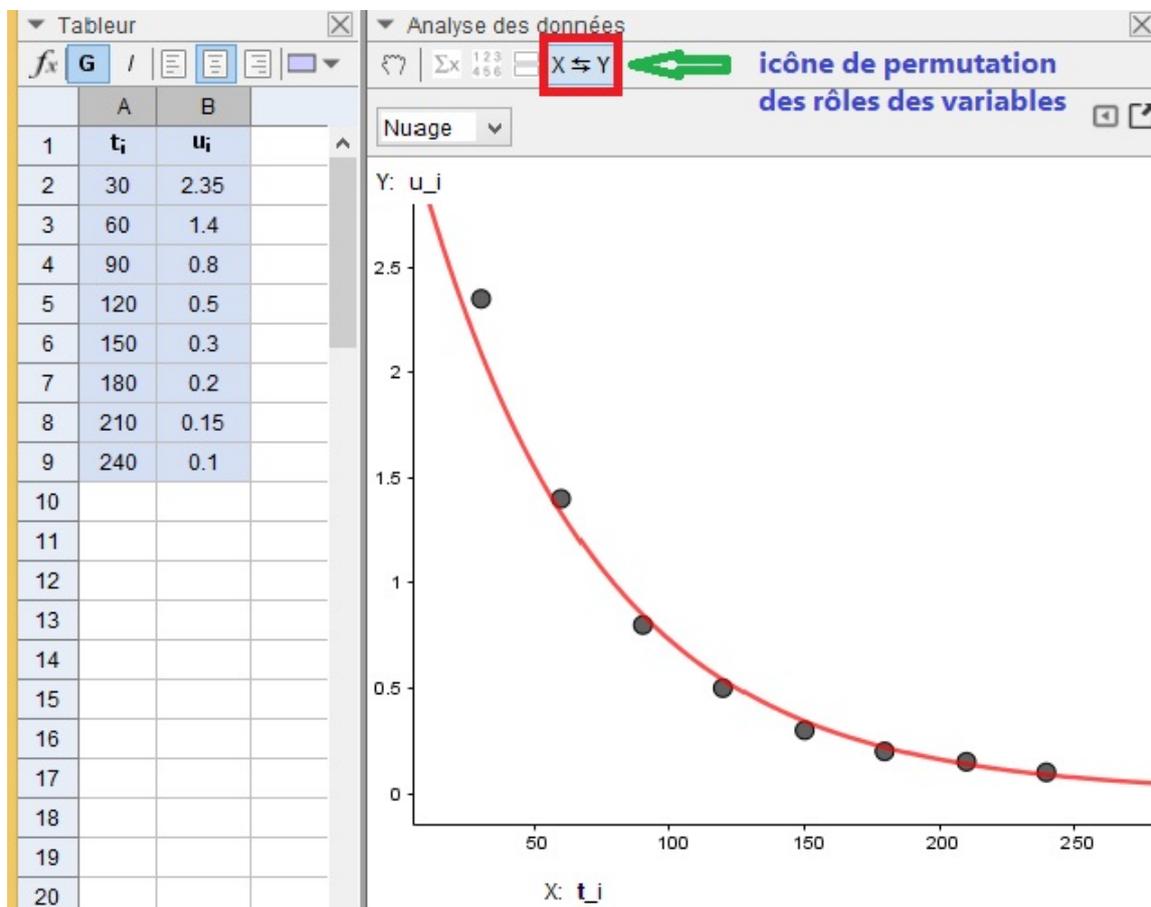
## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/cGA4zkz5bSo>

### Commentaire

Il peut arriver de se trouver dans une situation où la valeur de la 2ème variable est connue et on aura à déterminer à la valeur correspondante de la 1ère variable (la variable explicative). Dans ce cas, on n'a plus à faire les calculs à partir de l'équation de la même courbe de tendance mais on doit avoir la régression de  $x$  en fonction de  $y$ . GeoGebra nous assure cette permutation des rôles entre variable explicative et variable expliquée en cliquant sur la dernière icône de la barre d'outils de la fenêtre "Analyse des données"

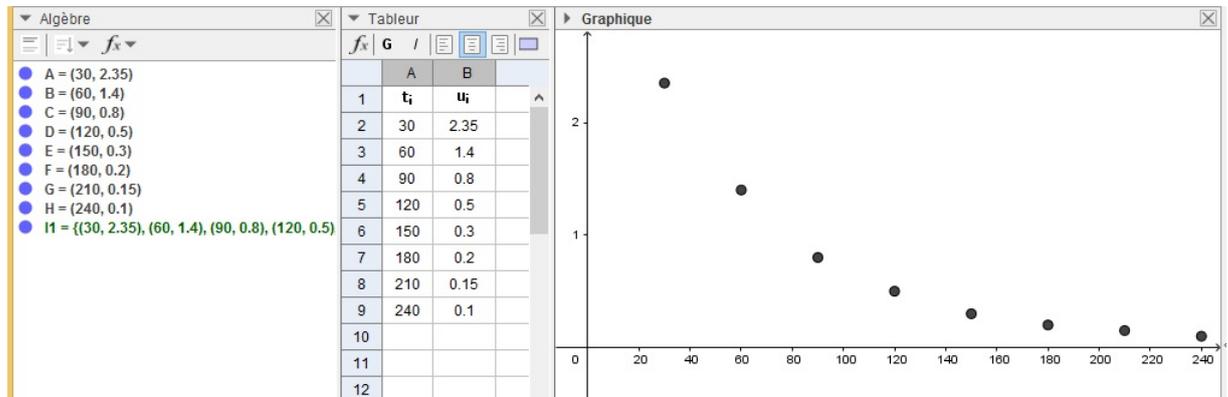


### 3.3.3 Méthode 2

- afficher les trois fenêtres "Algèbre", "Tableur" et "Graphique"
- saisir les données de deux variables dans le tableur sur deux colonnes adjacentes
- sélectionner la plage de cellules qui contiennent les données exceptées celles qui contiennent les titres et en créer une liste de points

## CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

- le nuage de points doit, en principe s'afficher sur la fenêtre "Graphique"

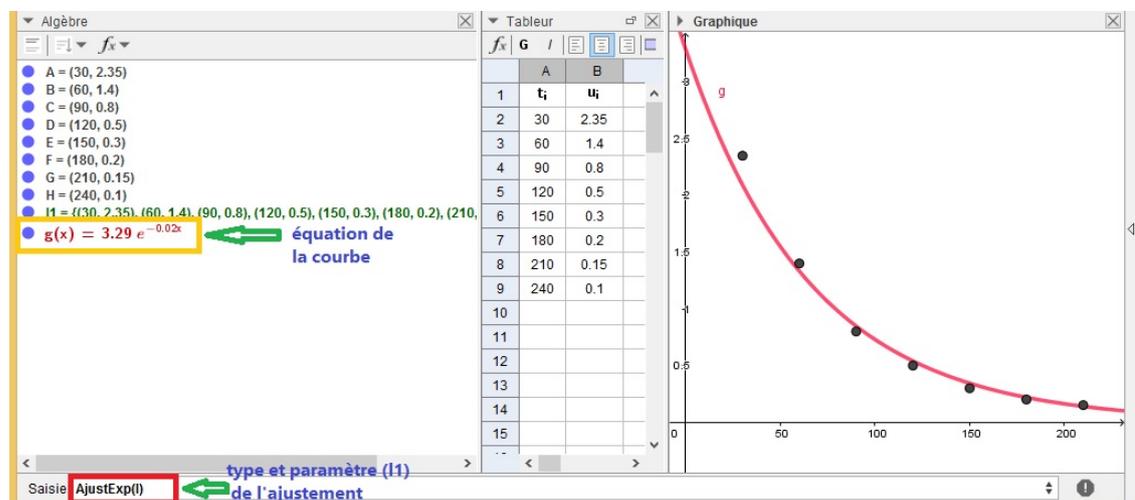


si non, voir le contenu de la vidéo ci-dessous pour ce faire :

Vidéo d'illustration d'affichage du nuage de points sur la fenêtre "Graphique" :

<https://youtu.be/T1G3tBCkjJE>

- saisir, dans zone de saisie, le type d'ajustement qui vous semble que c'est le plus convenable : une courbe se trace et son équation s'affiche dans la fenêtre "Algèbre"



- Pour effectuer une interpolation (ou une extrapolation), les méthodes sont multiples, nous en citons :

- calculer l'image de la valeur choisie pour la variable explicative par la fonction dont la représentation graphique est la courbe de régression adoptée : dans notre cas,  $g(x) = 3.29e^{-0.02x}$ . On écrit dans la zone de saisie, par exemple  $y_1 = g(70)$ , dans la fenêtre "Algèbre", on aura  $y_1 = 1.15$

### CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

- créer un curseur  $a$  qui s'étend sur l'intervalle sur lequel on pense faire ses interpolations et extrapolations, créer un point  $M(a, g(a))$  puis donner à  $a$  la valeur que vous voulez et la valeur correspondante pour la variable expliquée n'est que l'ordonnée du point  $M$  que vous pouvez lire sur la fenêtre "Algèbre".

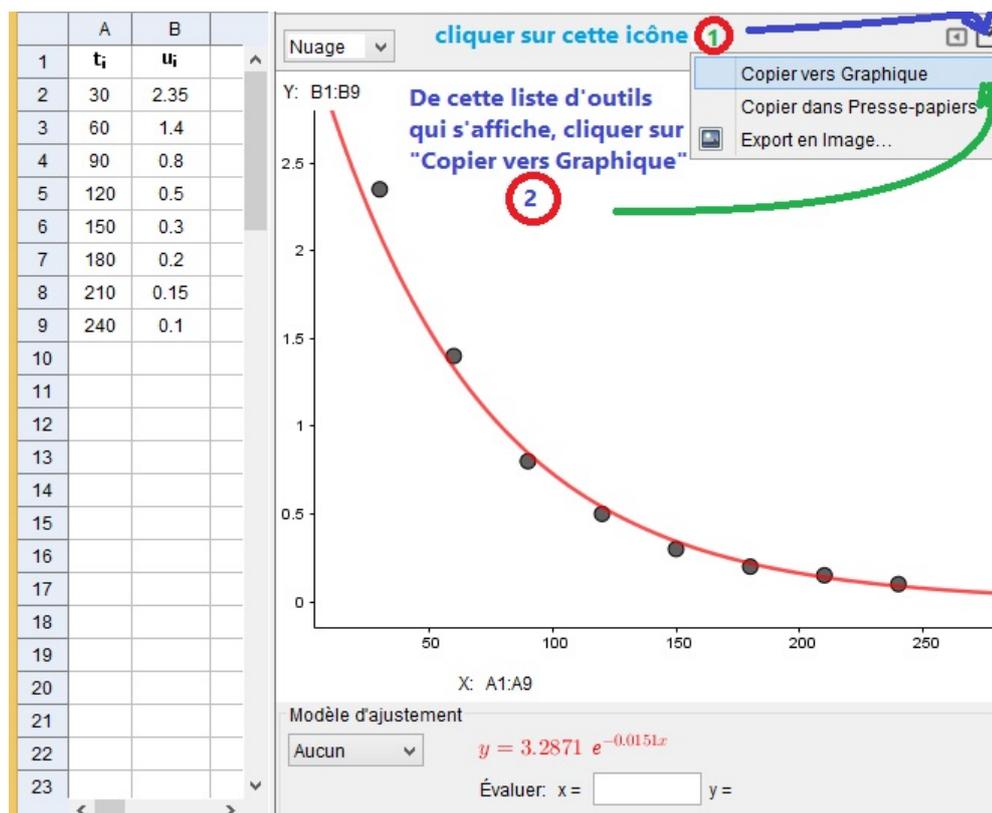
Vidéo d'illustration :

<https://youtu.be/6s9tMzYe4Go>

#### Commentaire

Il est aussi possible de procéder comme suit :

- afficher le nuage de points (et la courbe de régression si vous voulez) dans la fenêtre "Analyse des données"
- Exporter le nuage et la courbe vers "Graphique" comme c'est expliqué sur l'image ci-dessous



- une fois l'exportation est terminée, cacher la fenêtre "Analyse des données" et afficher la fenêtre "Algèbre"
- si la fenêtre "Graphique" n'apparaît pas sur votre écran ou vous n'y voyez pas le nuage des points, suivez les explications fournies dans la vidéo suivante : Vidéo d'illustration :

### CHAPITRE 3. AJUSTEMENT D'UNE SÉRIE STATISTIQUE DOUBLE : PARTIE CALCULATOIRE

---

<https://youtu.be/T1G3tBckjJE>