Les points essentiels :

1/ Les articulations de la méthode des moindres carrés

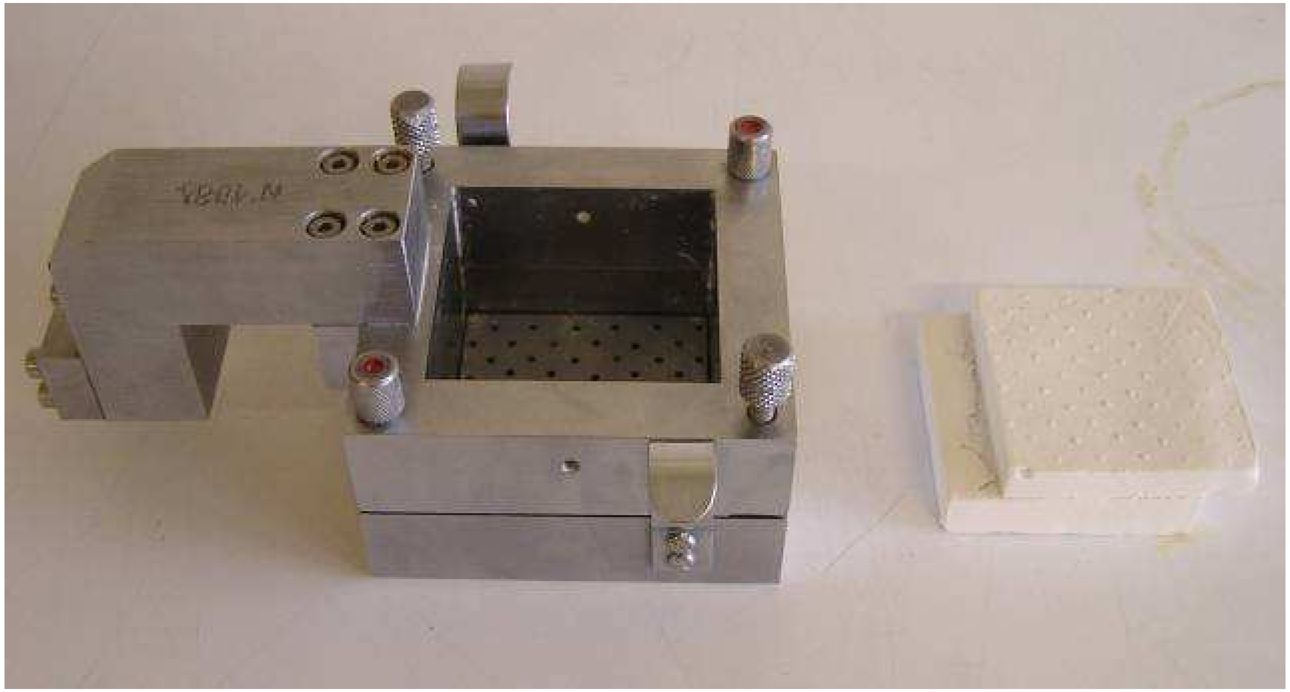
2/ Analyse de régression / analyse de variance

3/ Faire une prévision à l'aide du modèle

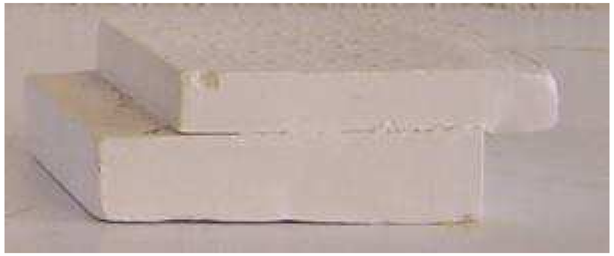
Construction d'une droite de régression (2/2)…

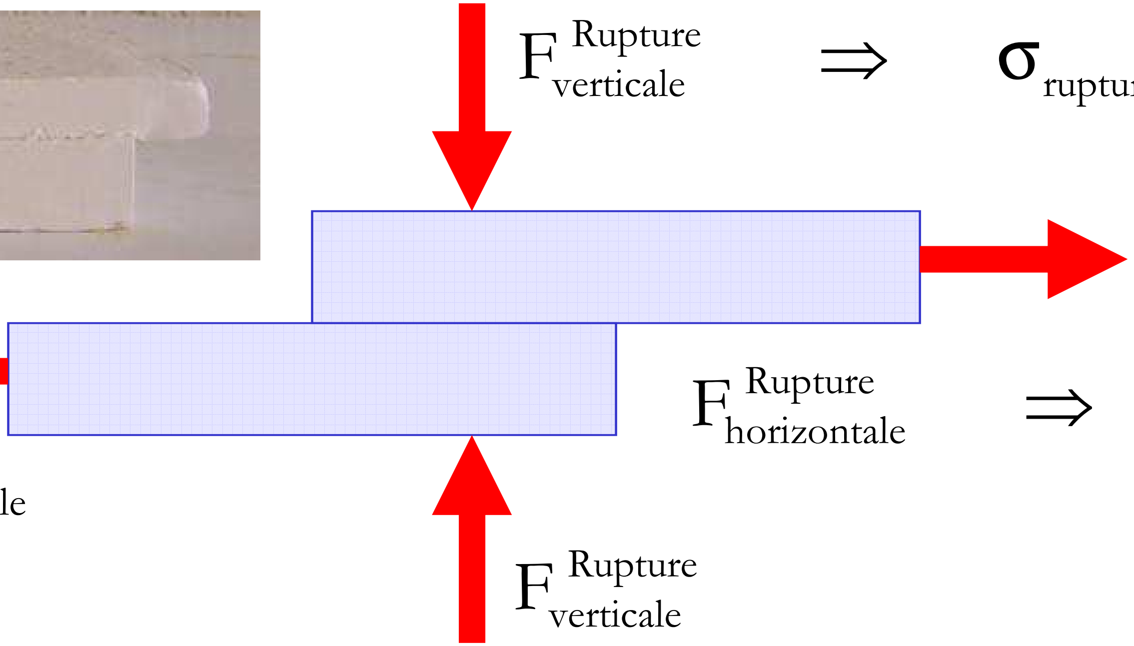
François Louvet
Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle
47 – 73 Avenue Albert Thomas
87065 Limoges Cedex
francois.louvet@unilim.fr

Cisaillement d’un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

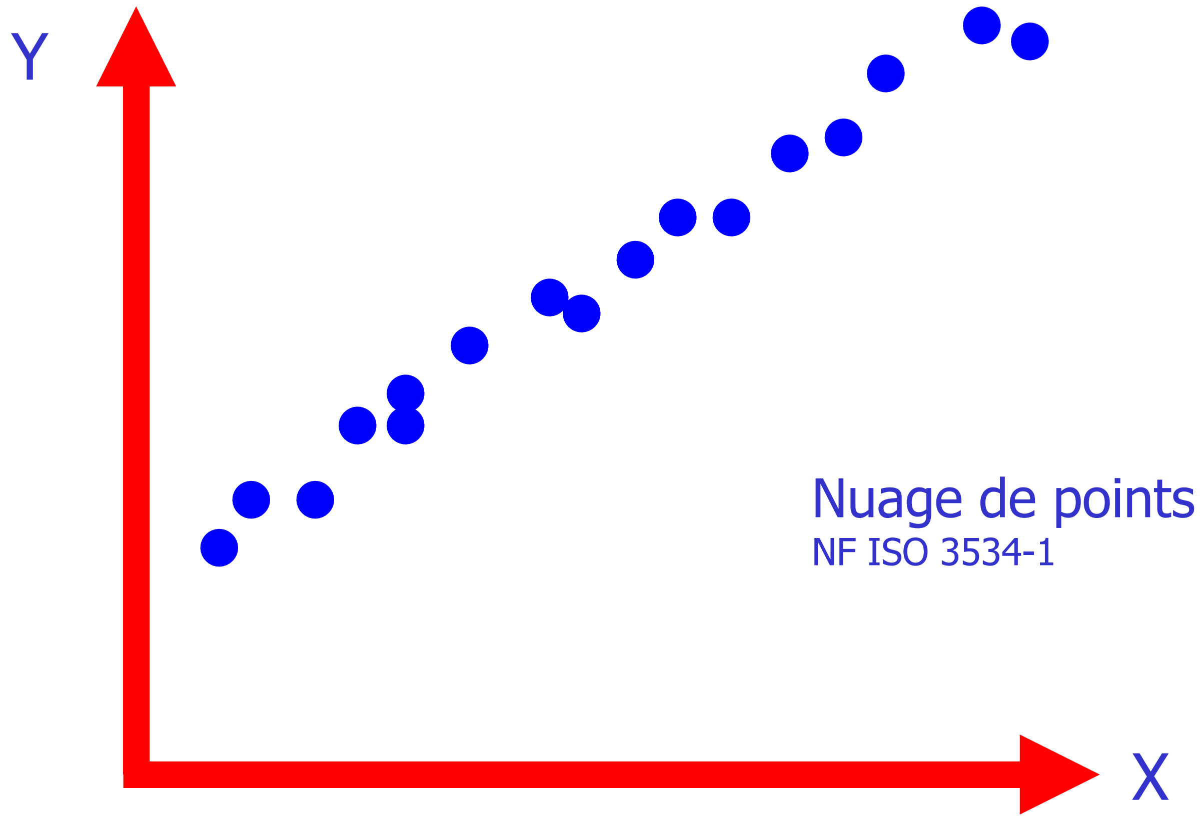




$$\tau_{rupture} = C + \sigma_{rupture} \tan\phi \qquad Y = \beta_0 + \beta_1 X$$

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général



Cisaillement d’un matériau plastique

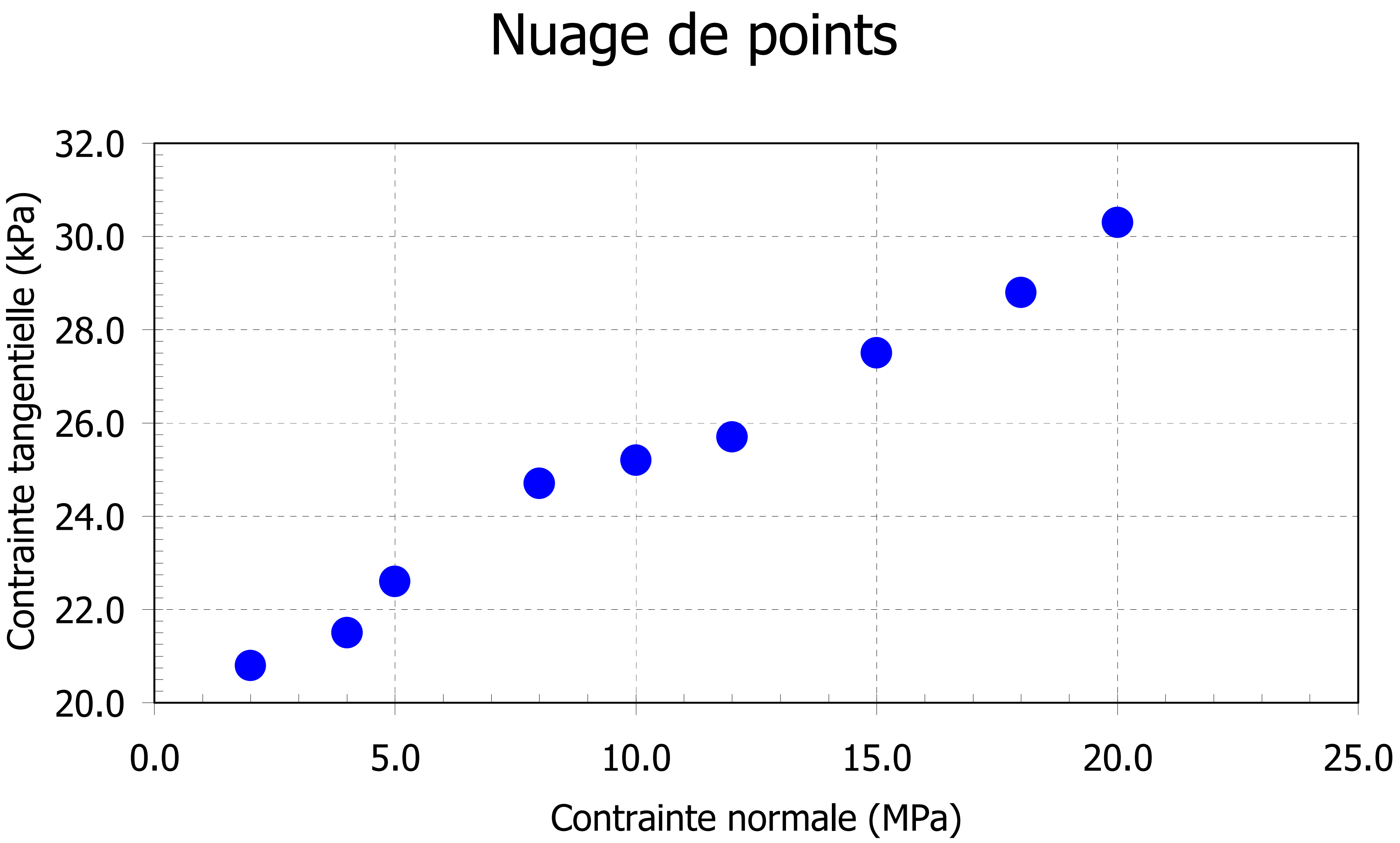
Microsoft Excel - Exercice 16 - Droite de régression (2) - Corrigé

Données expérimentales

N°	τ (kPa)	σ (MPa)
1	2.0	20.8
2	4.0	21.5
3	5.0	22.6
4	8.0	24.7
5	10.0	25.2
6	12.0	25.7
7	15.0	27.5
8	18.0	28.8
9	20.0	30.3

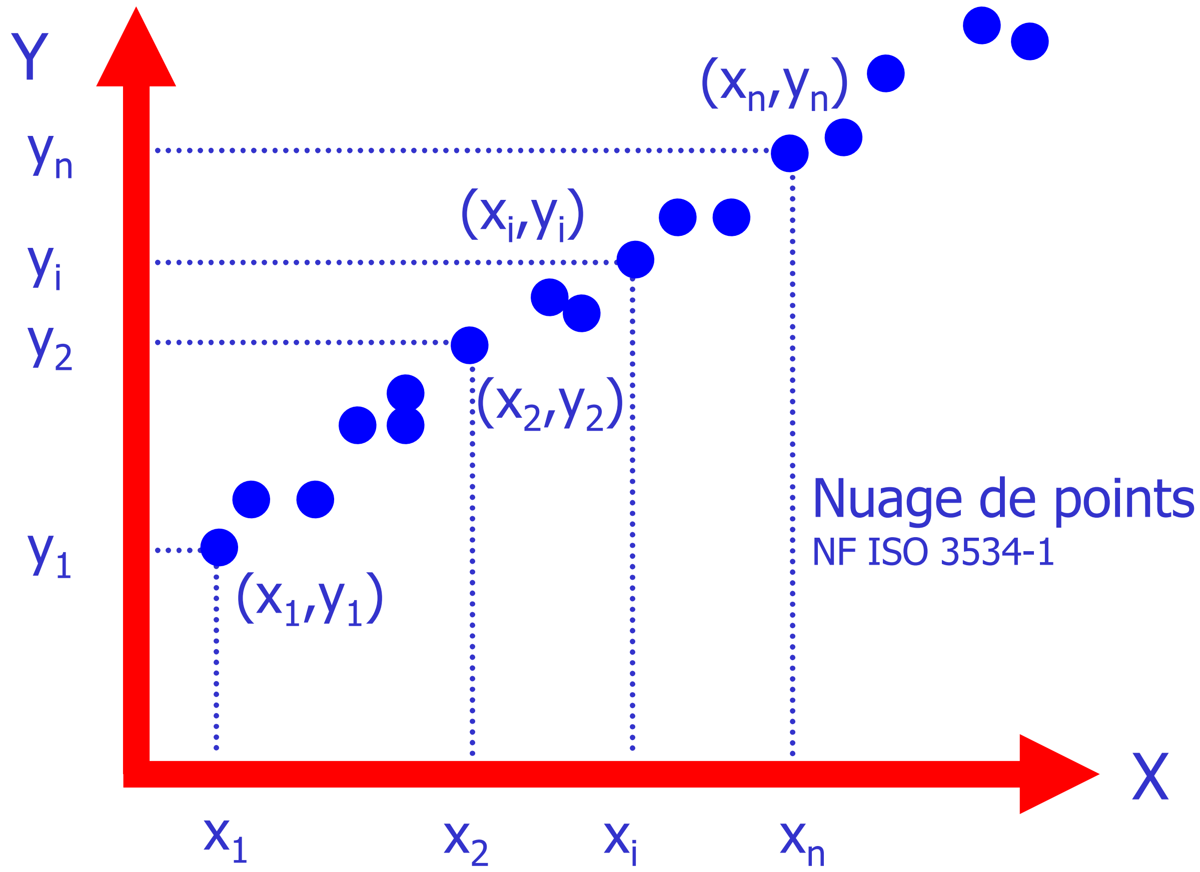
Données et calculs / Nuage de points

Cisaillement d'un matériau plastique



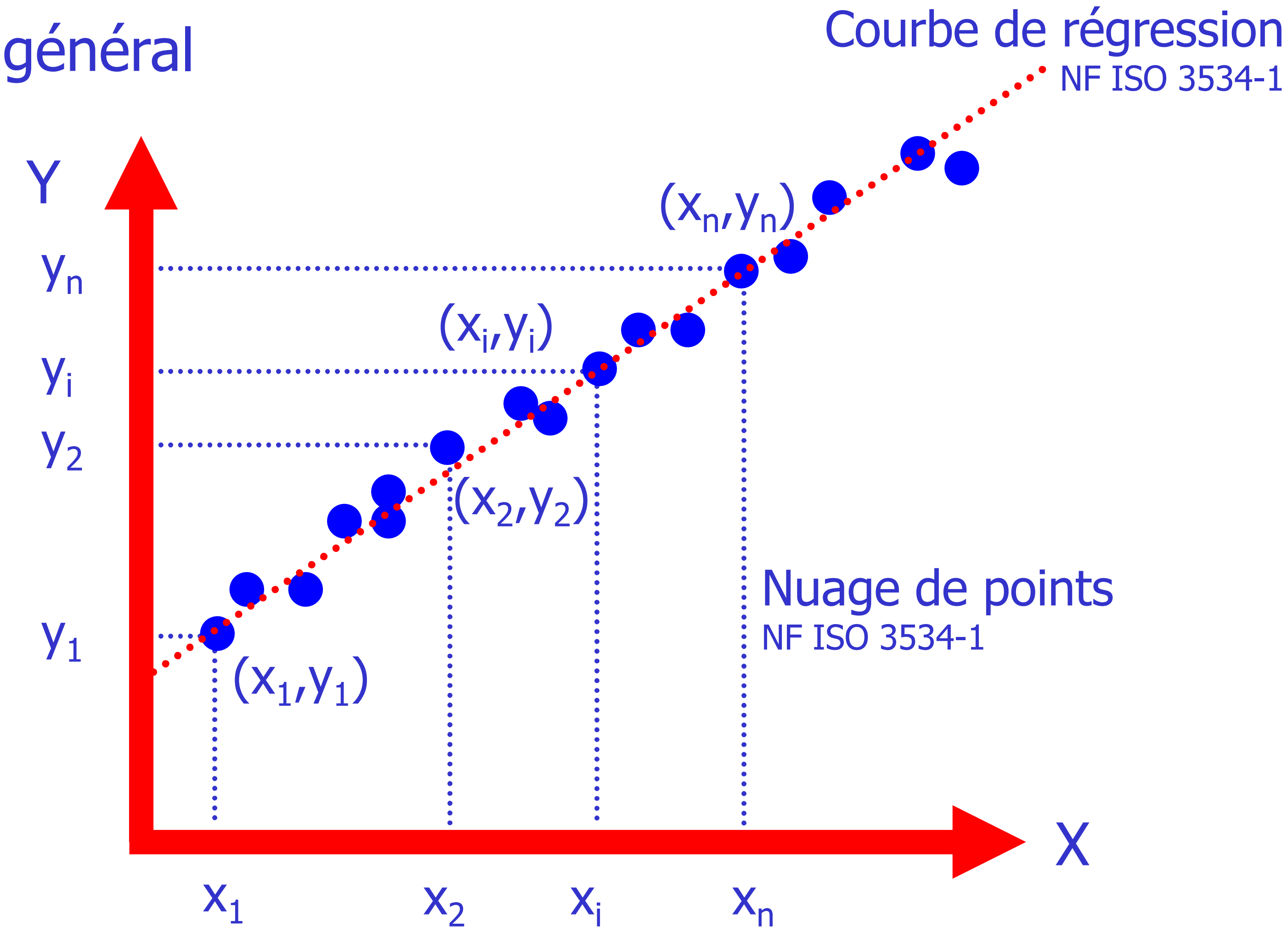
Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général



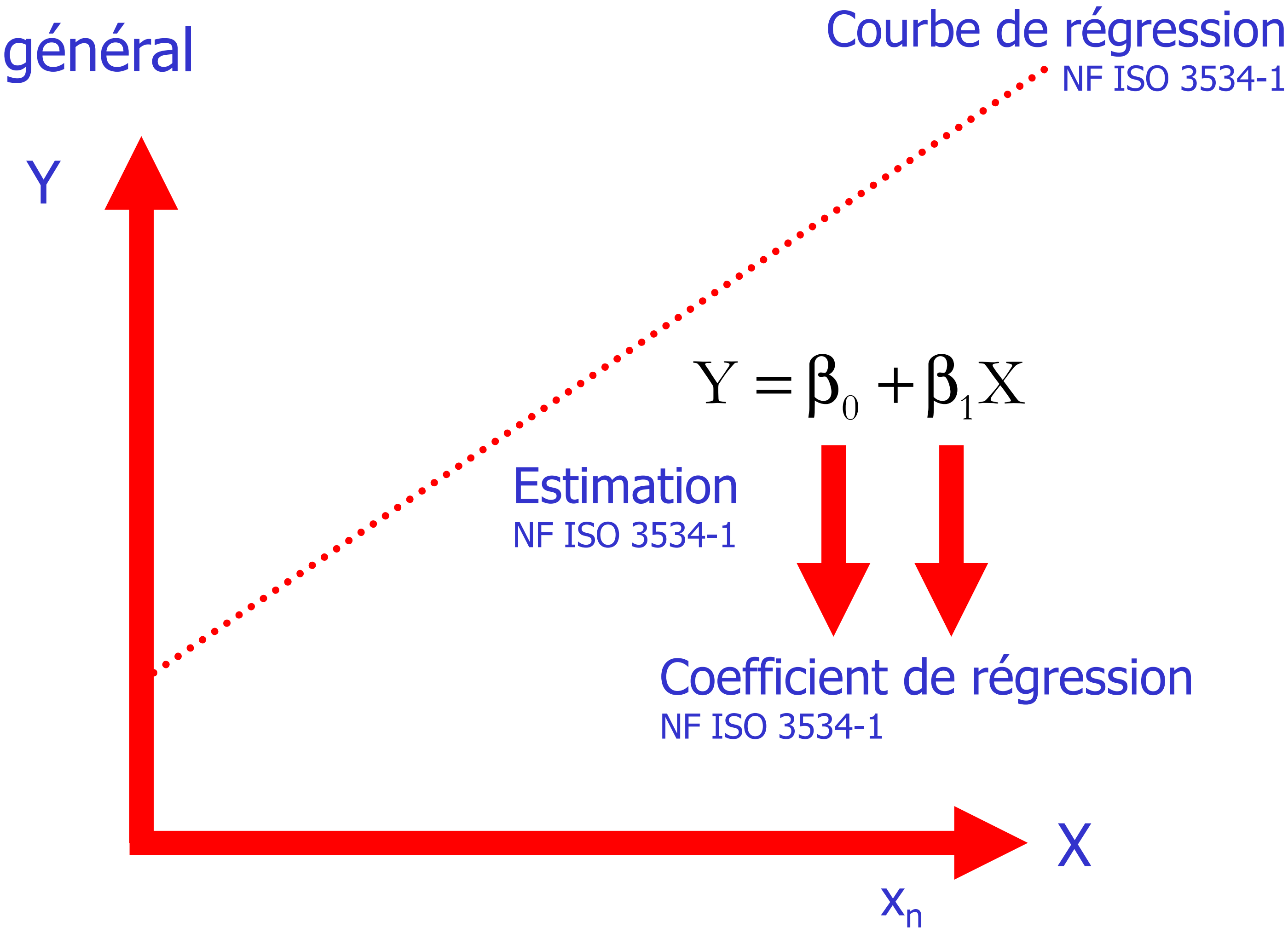
Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général



Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général



Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} y_1 = b_0 + b_1 x_1 + e_1 \\ y_2 = b_0 + b_1 x_2 + e_2 \\ \ldots \\ y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i \\ \ldots \\ y_n = b_0 + b_1 x_n + e_n \end{cases}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$\begin{cases} y_1 = b_0 + b_1 x_1 + e_1 \\ y_2 = b_0 + b_1 x_2 + e_2 \\ \quad \dots \\ y_i = b_0 + b_1 x_i + e_i \\ \quad \dots \\ y_n = b_0 + b_1 x_n + e_n \end{cases} \Rightarrow \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_i \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \dots & \dots \\ 1 & x_i \\ \dots & \dots \\ 1 & x_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_i \\ \dots \\ e_n \end{pmatrix}$$

Résidu
ISO 3534-3

n couples d'observations

(n+2) inconnues

Méthode des moindres carrés
ISO 3534-3

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_i \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & x_1 \\ 1 & x_2 \\ \dots & \dots \\ 1 & x_i \\ \dots & \dots \\ 1 & x_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_i \\ \dots \\ e_n \end{pmatrix}$$

Résidu
ISO 3534-3

$$\Rightarrow \quad e_i = y_i - (b_0 + b_1 x_i)$$

Méthode des moindres carrés
ISO 3534-3

$$\text{Minimiser} \quad SCE = \sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$\text{Minimiser} \qquad SCE = \sum_{i=1}^{n} e_i^2$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial SCE}{\partial b_0} = 0 \\ \dfrac{\partial SCE}{\partial b_1} = 0 \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 SCE}{\partial b_0^2} > 0 \\ \dfrac{\partial^2 SCE}{\partial b_1^2} > 0 \end{cases}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$\begin{cases} \dfrac{\partial SCE}{\partial b_0} = 0 \\ \dfrac{\partial SCE}{\partial b_1} = 0 \end{cases} \qquad \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^{n} y_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} n & \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i & \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_0 \\ b_1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n} y_i = n b_0 + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i \\ \sum_{i=1}^{n} x_i y_i = b_0 \sum_{i=1}^{n} x_i + b_1 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 \end{cases}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

$$\begin{cases} \dfrac{\partial SCE}{\partial b_0} = 0 \\ \dfrac{\partial SCE}{\partial b_1} = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} b_0 = \dfrac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \\ b_1 = \dfrac{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2} \end{cases}$$

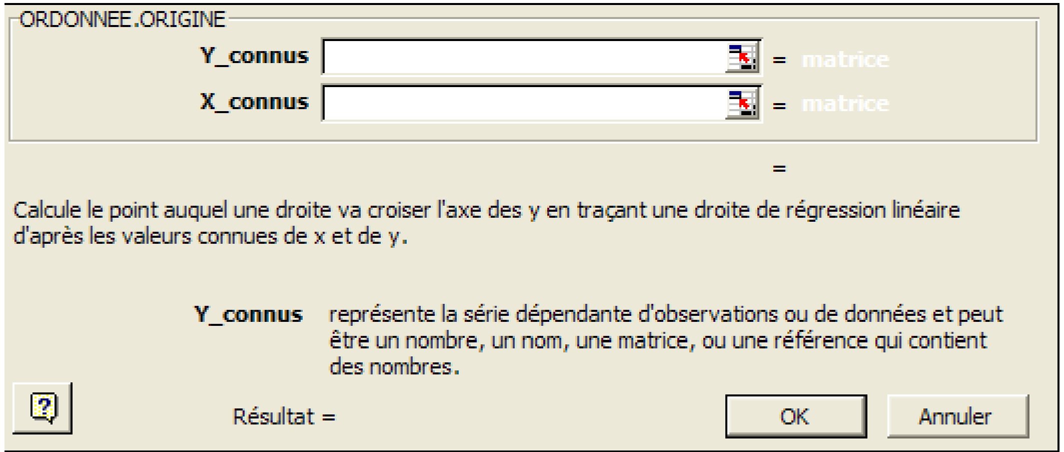
Estimateur

NF ISO 3534-1

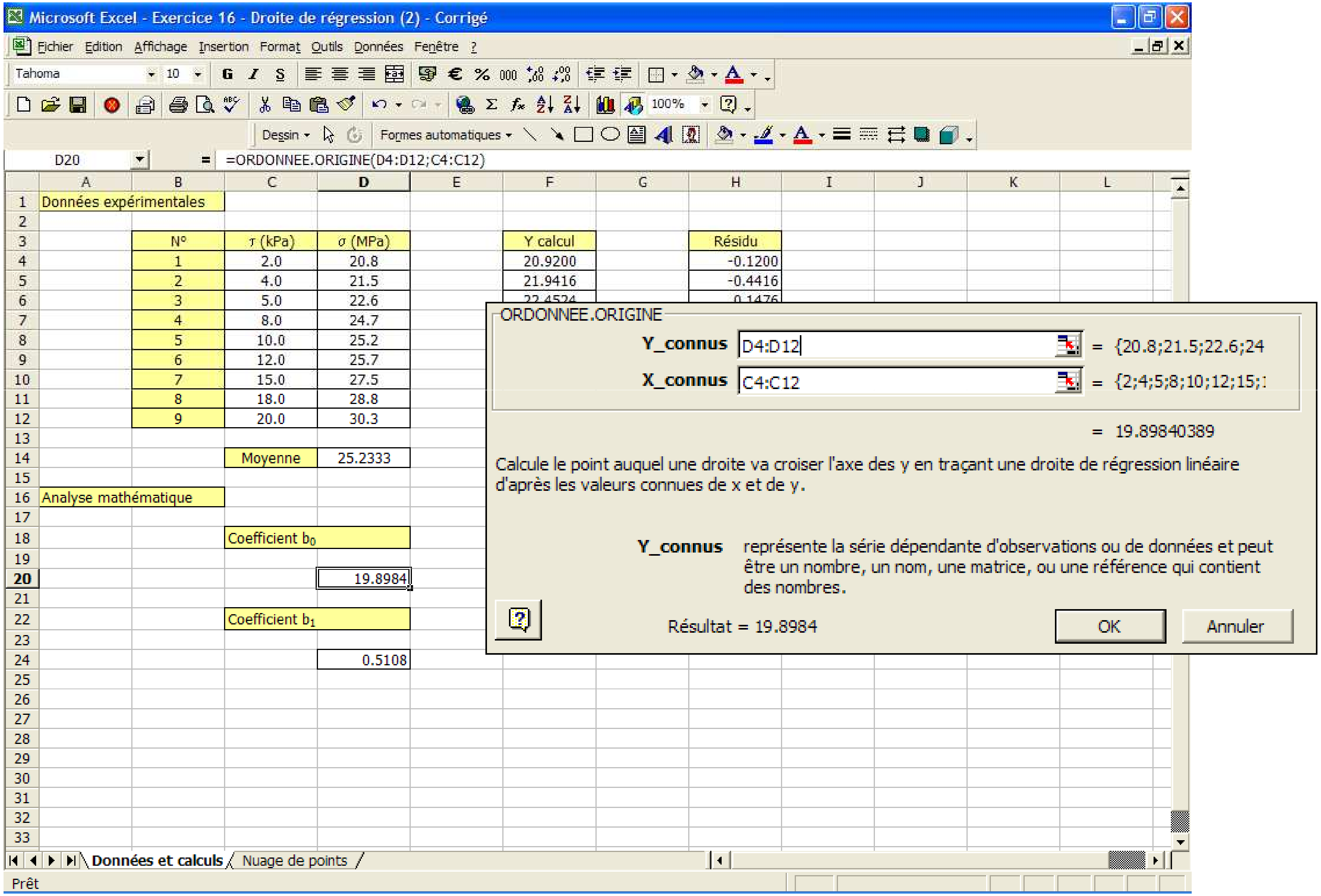
Cisaillement d'un matériau plastique

- Ordonnée à l'origine

$$b_0 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$



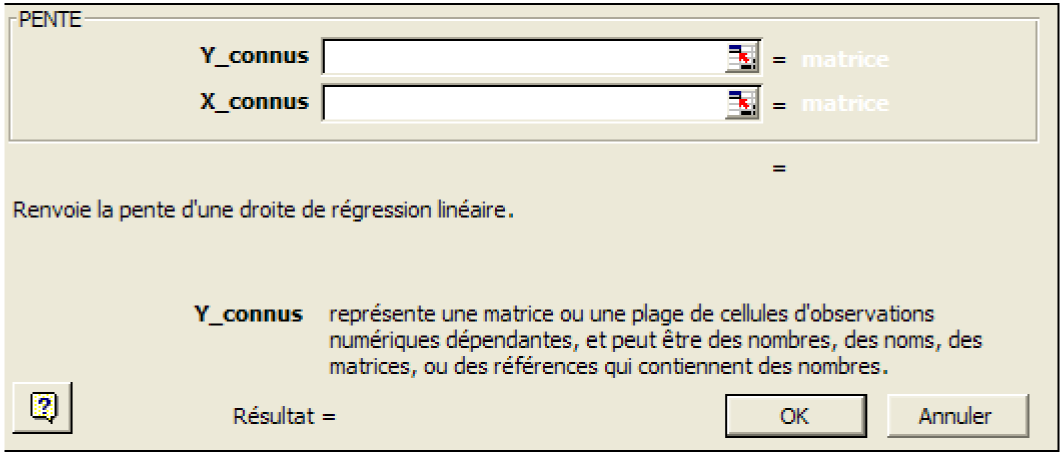
Cisaillement d'un matériau plastique



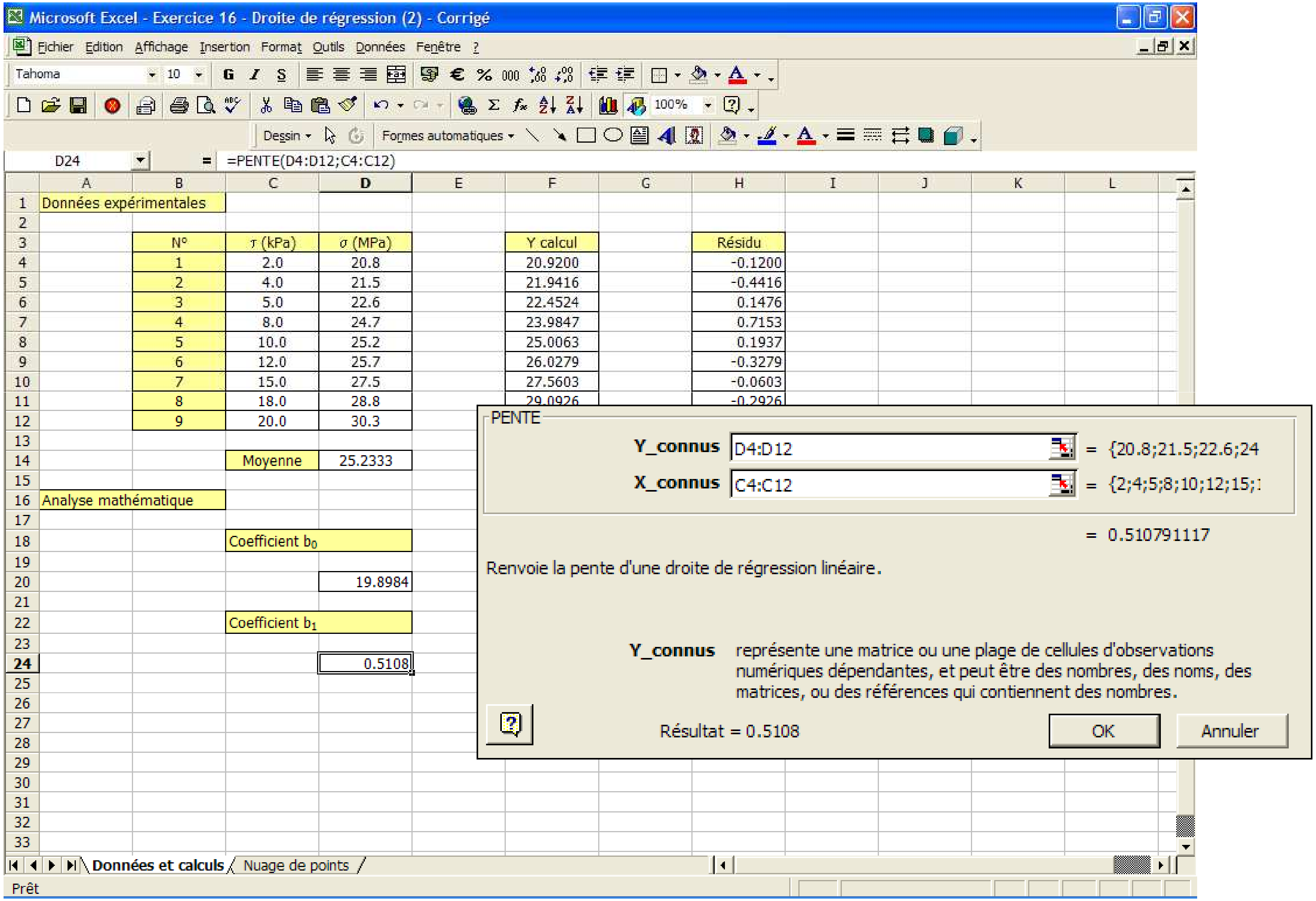
Cisaillement d'un matériau plastique

- Pente

$$b_1 = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$



Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

Microsoft Excel - Exercice 16 - Droite de régression (2) - Corrigé

F4 = =$D$20+$D$24*C4

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Données expérimentales							
3		N°	τ (kPa)	σ (MPa)		Y calcul		Résidu
4		1	2.0	20.8		20.9200		-0.1200
5		2	4.0	21.5		21.9416		-0.4416
6		3	5.0	22.6		22.4524		0.1476
7		4	8.0	24.7		23.9847		0.7153
8		5	10.0	25.2		25.0063		0.1937
9		6	12.0	25.7		26.0279		-0.3279
10		7	15.0	27.5		27.5603		-0.0603
11		8	18.0	28.8		29.0926		-0.2926
12		9	20.0	30.3		30.1142		0.1858
14			Moyenne	25.2333		25.2333		0.0000
16	Analyse mathématique							
18			Coefficient b_0					
20				19.8984				
22			Coefficient b_1					
24				0.5108				

Données et calculs / Nuage de points

Prêt

Cisaillement d'un matériau plastique

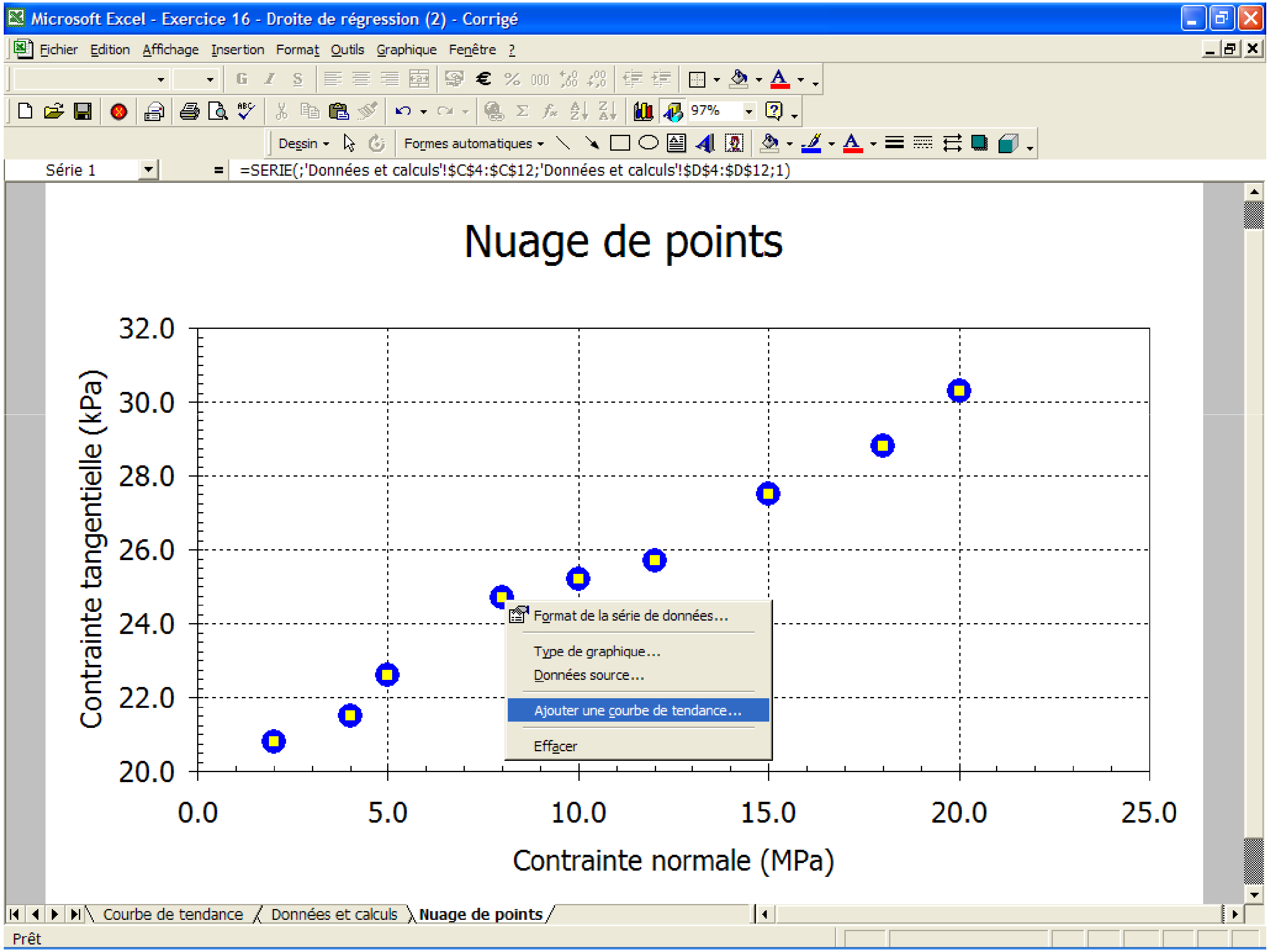
Microsoft Excel - Exercice 17 - Droite de régression (2) - Corrigé

ANALYSE DES RÉSIDUS

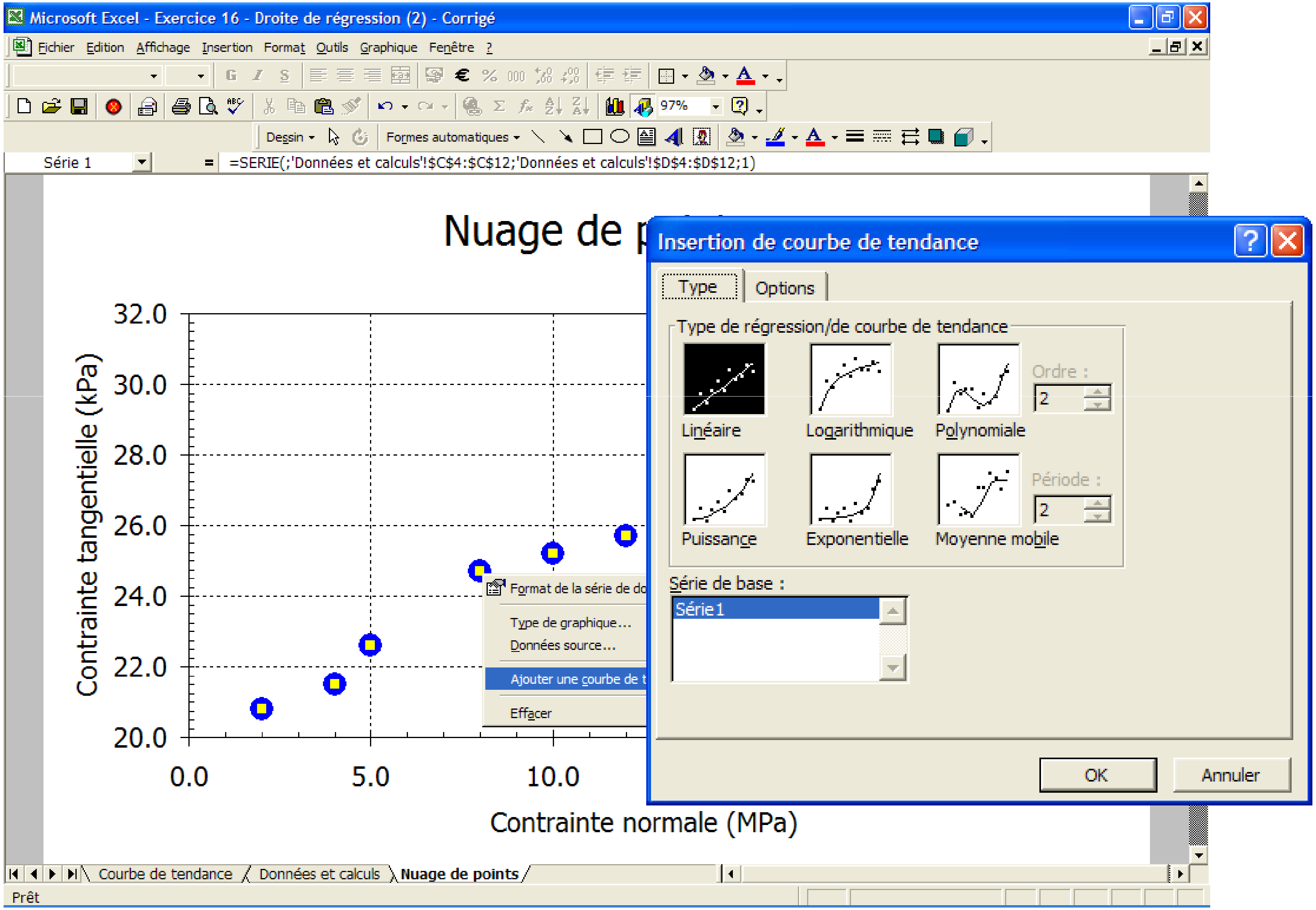
Observation	*Prévisions pour Y*	*Résidus*
1	20.91998612	-0.119986121
2	21.94156836	-0.441568355
3	22.45235947	0.147640527
4	23.98473282	0.715267176
5	25.00631506	0.193684941
6	26.02789729	-0.327897294
7	27.56027065	-0.060270645
8	29.092644	-0.292643997
9	30.11422623	0.185773768

Courbe de tendance | **Utilitaire d'analyse** | Données et calculs | Nuage de points

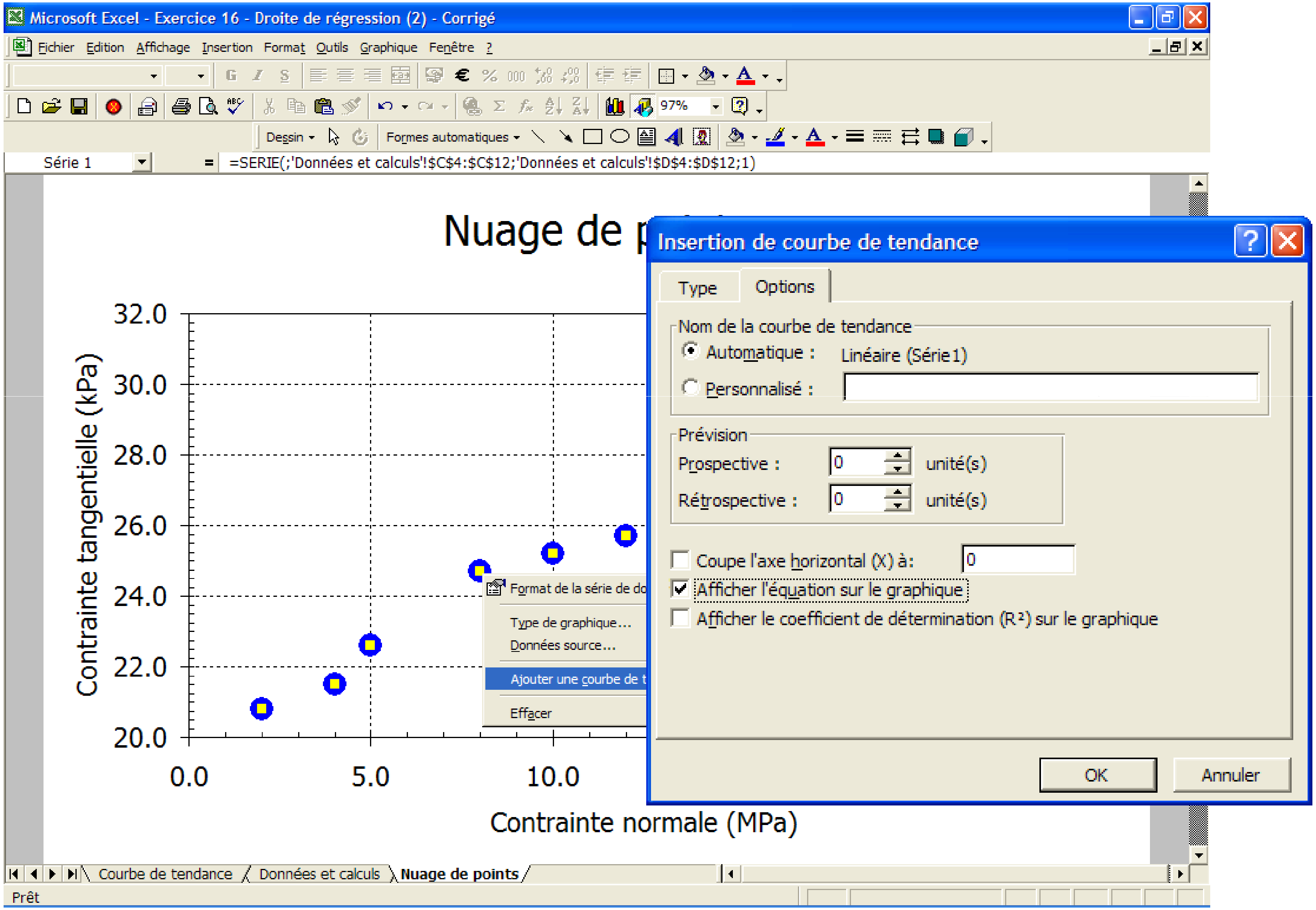
Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

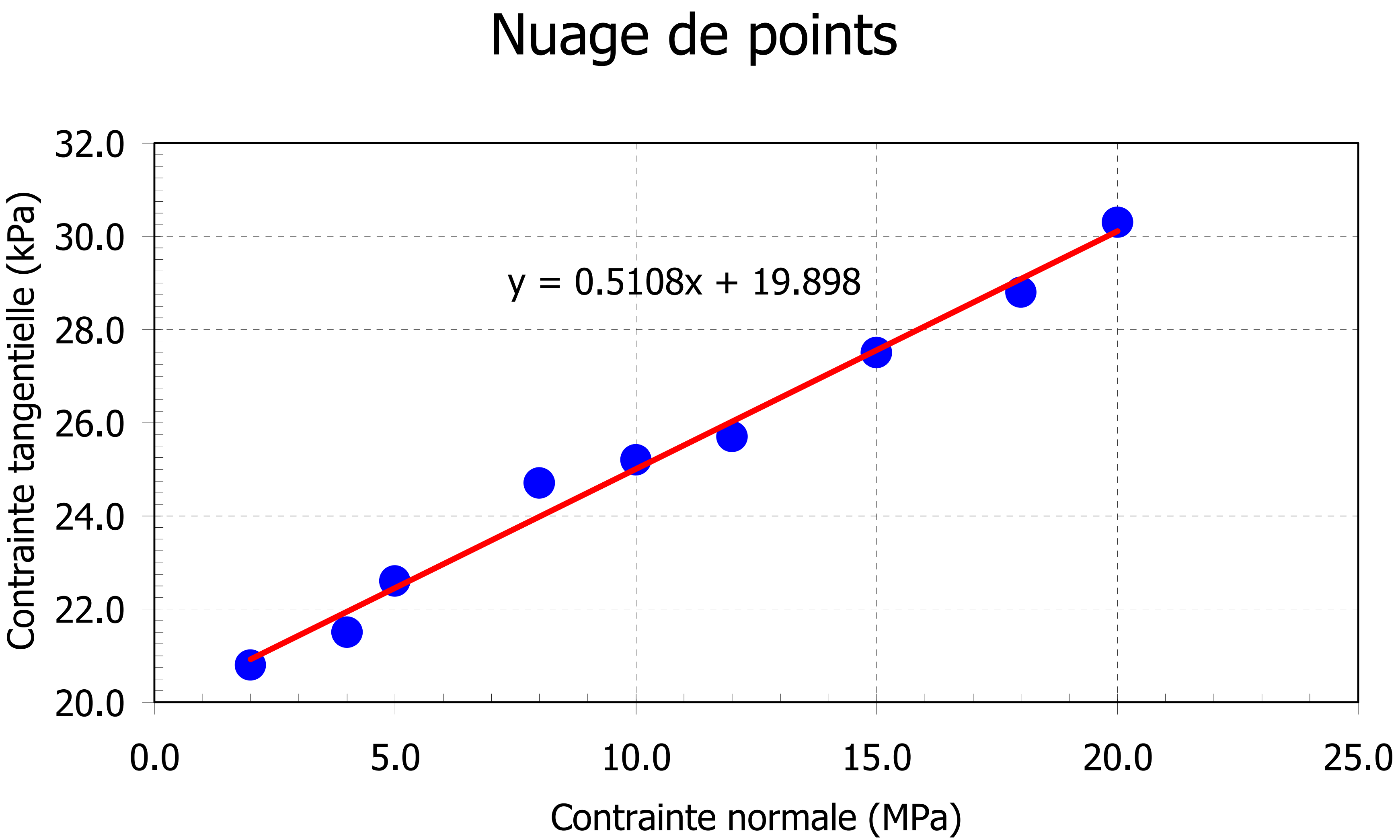


Cisaillement d'un matériau plastique



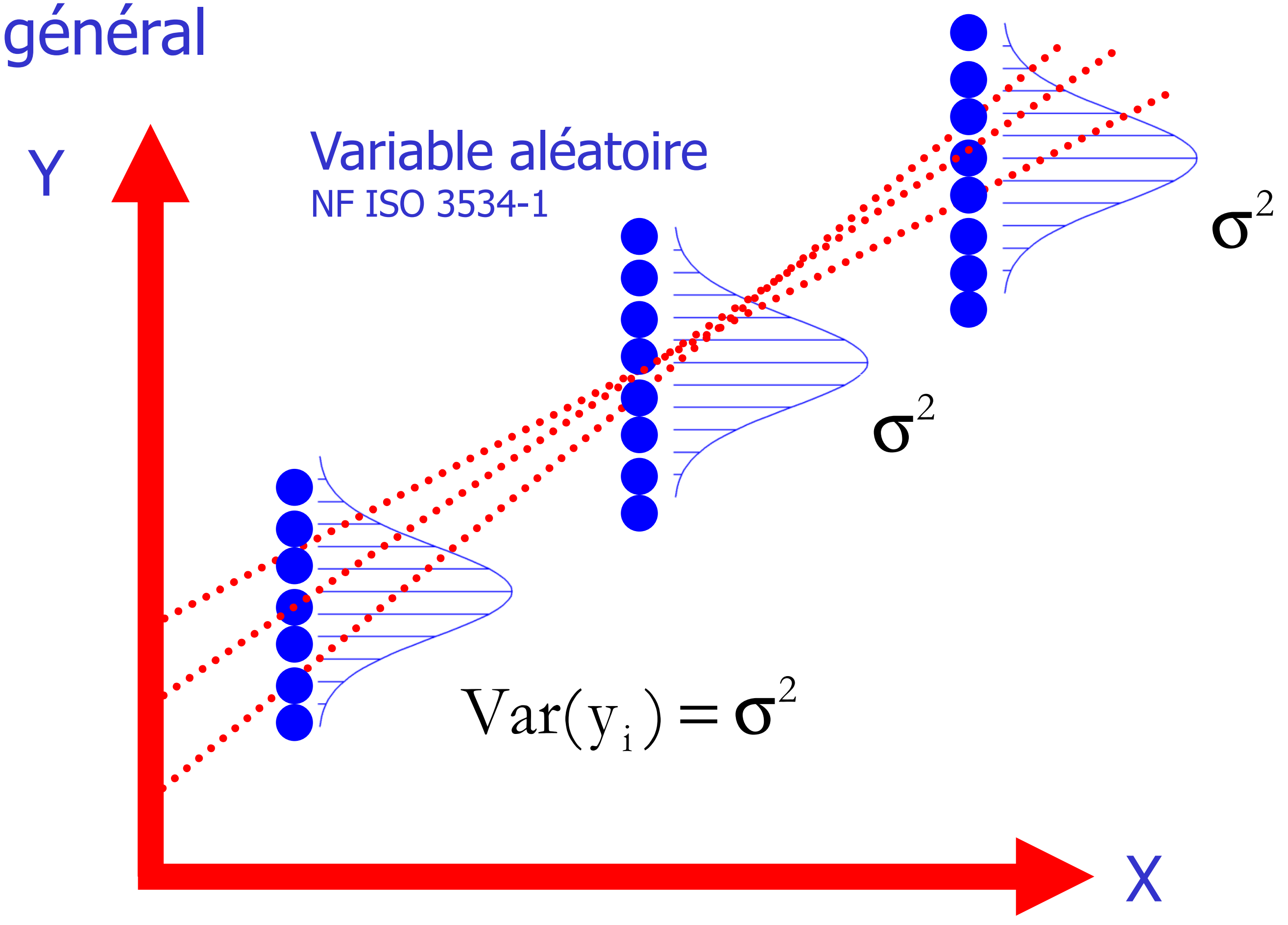
Construction d’une droite de régression …

Cisaillement d’un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général



Cisaillement d'un matériau plastique

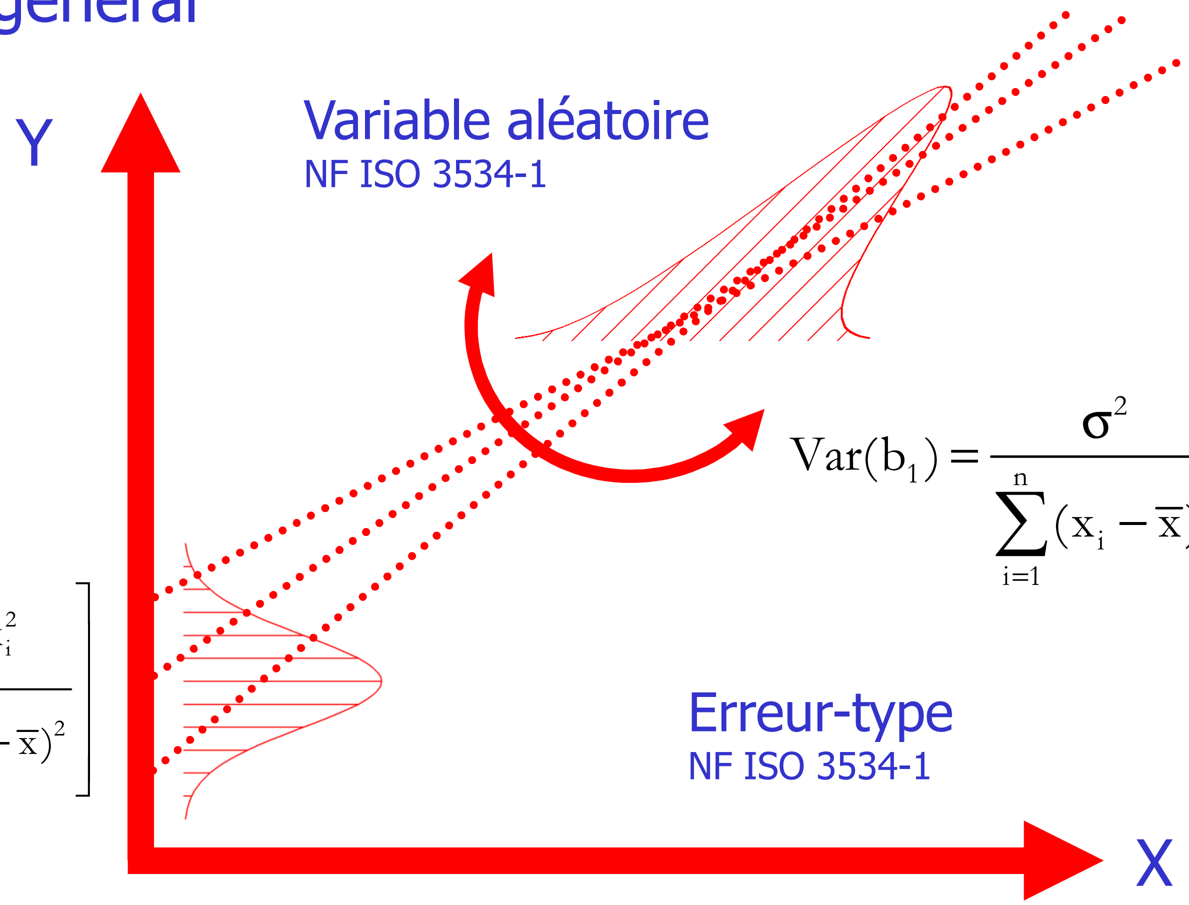
- Contexte général

$$\begin{cases} Var(b_0) = \sigma^2 \left[\dfrac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} \right] \\[2ex] Var(b_1) = \dfrac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} \end{cases}$$

Erreur-type
NF ISO 3534-1

Cisaillement d'un matériau plastique

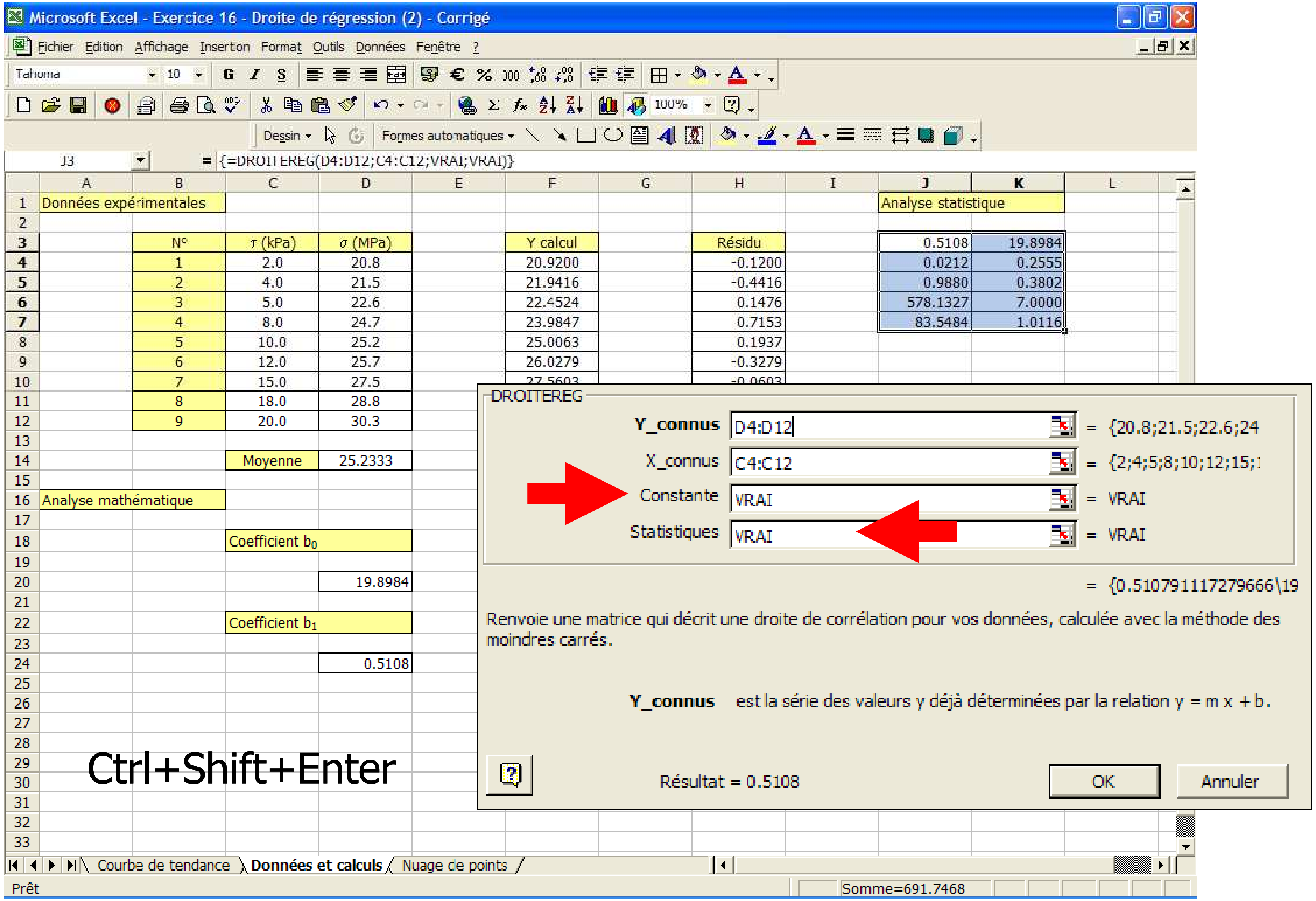
- Contexte général



$$\mathrm{Var}(b_0) = \sigma^2 \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \right]$$

$$\mathrm{Var}(b_1) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

Analyse statistique	
0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

$\longleftarrow b_0$

$$b_0 = \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} x_i^2\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

Cisaillement d’un matériau plastique

Analyse statistique

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

$\sqrt{Var(b_0)}$

$$s(b_0) = \sqrt{\sigma^2 \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} \right]} = s_r \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2} \right]}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

Analyse statistique

b_1 →

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

$$b_1 = \frac{n\left(\sum_{i=1}^{n} x_i y_i\right) - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)}{n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

Analyse statistique

$\sqrt{Var(b_1)}$

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

$$s(b_1) = \sqrt{\frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}} = s_r \sqrt{\frac{1}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{x})^2}}$$

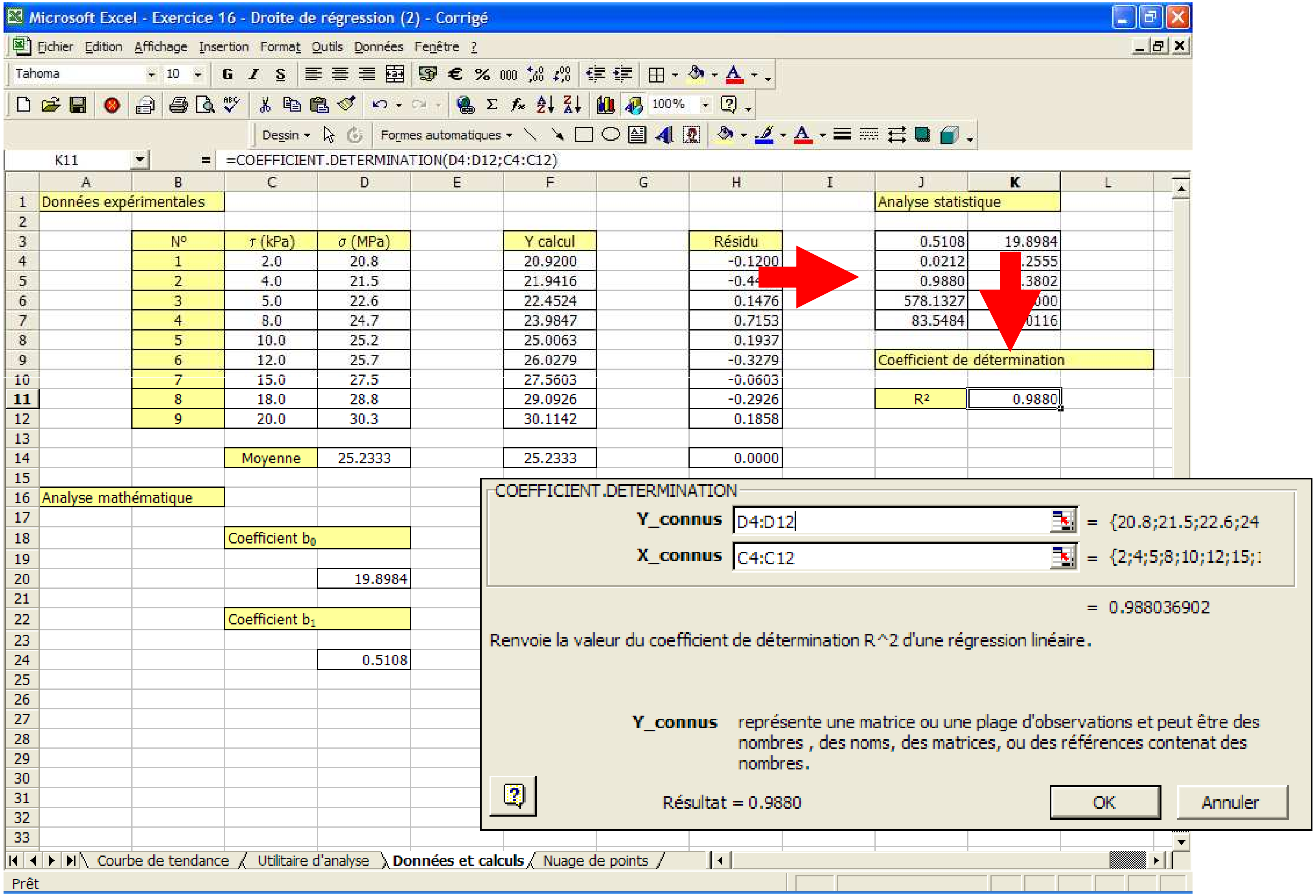
Cisaillement d'un matériau plastique

Analyse statistique	
0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

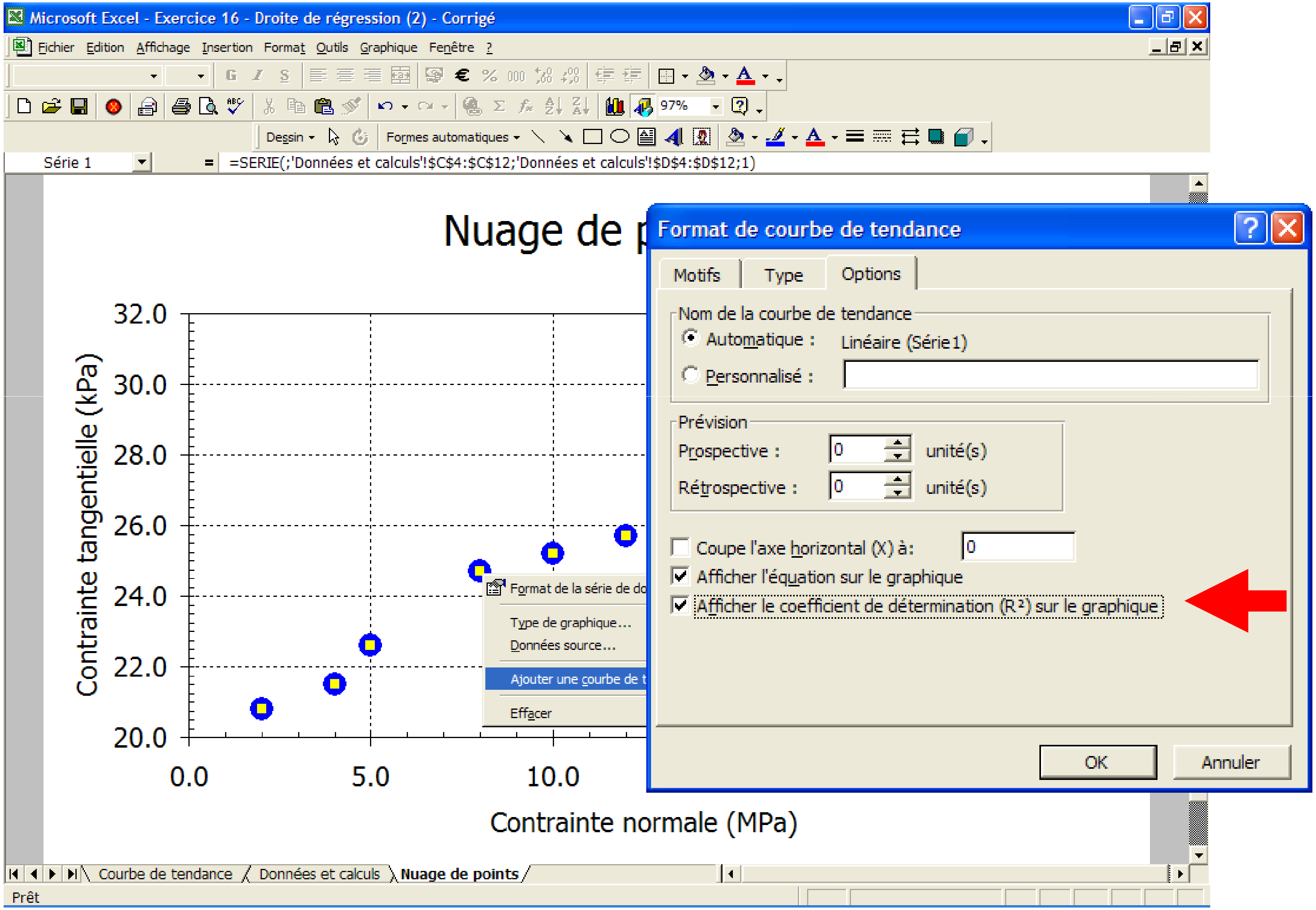
R^2 → 0.9880

$$R^2 = \frac{SCM}{SCT} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(\hat{y}_i - \bar{y}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \bar{y}\right)^2}$$

Cisaillement d'un matériau plastique

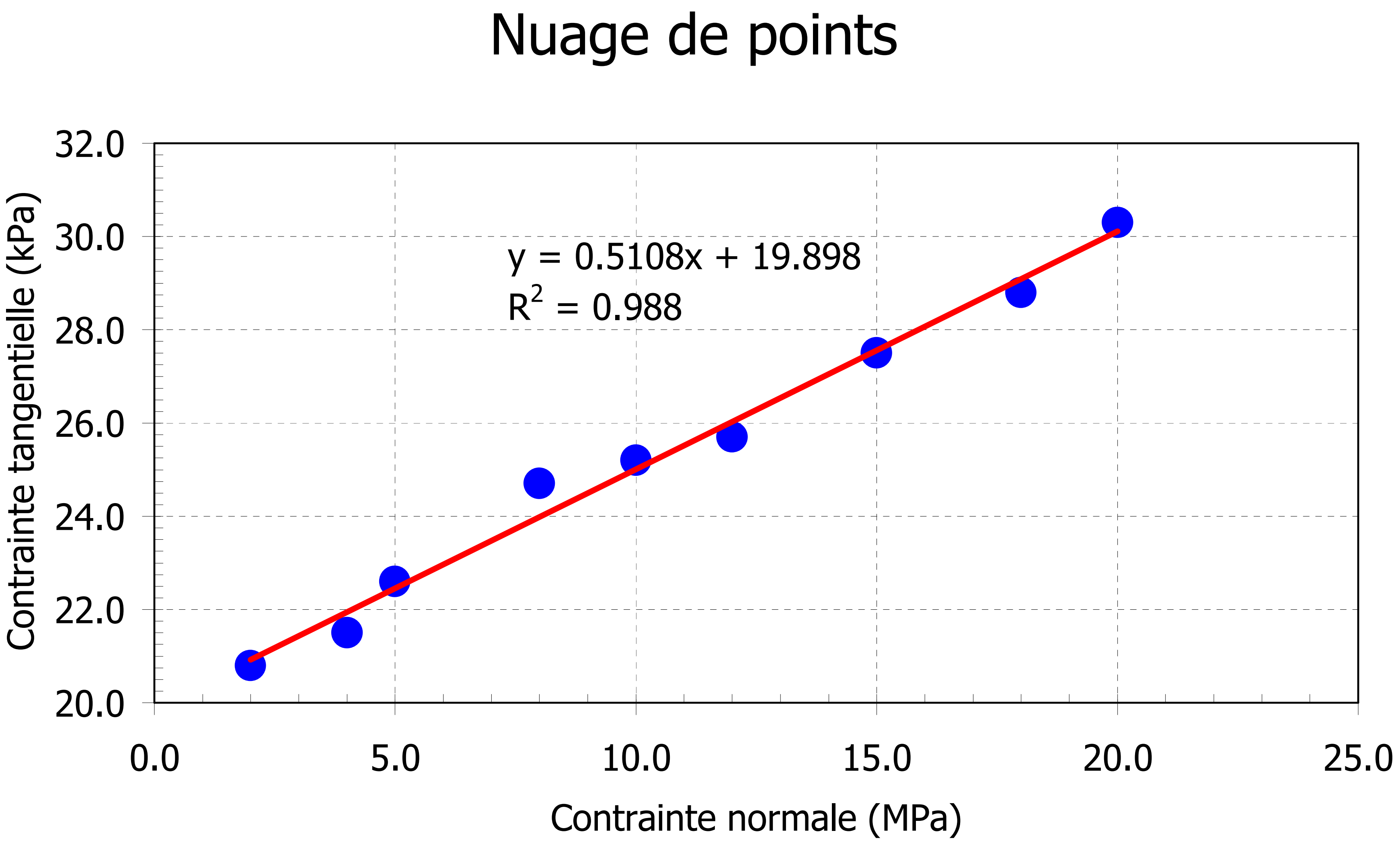


Cisaillement d’un matériau plastique



Cisaillement d’un matériau plastique

Construction d’une droite de régression …



Cisaillement d'un matériau plastique

Microsoft Excel - Exercice 16 - Droite de régression (2) - Corrigé

B5 = 0.988036901802005

	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	83.54840042	83.54840042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	1.011599584	0.144514226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Courbe de tendance / **Utilitaire d'analyse** / Données et calculs / Nuage de points

Prêt

Cisaillement d'un matériau plastique

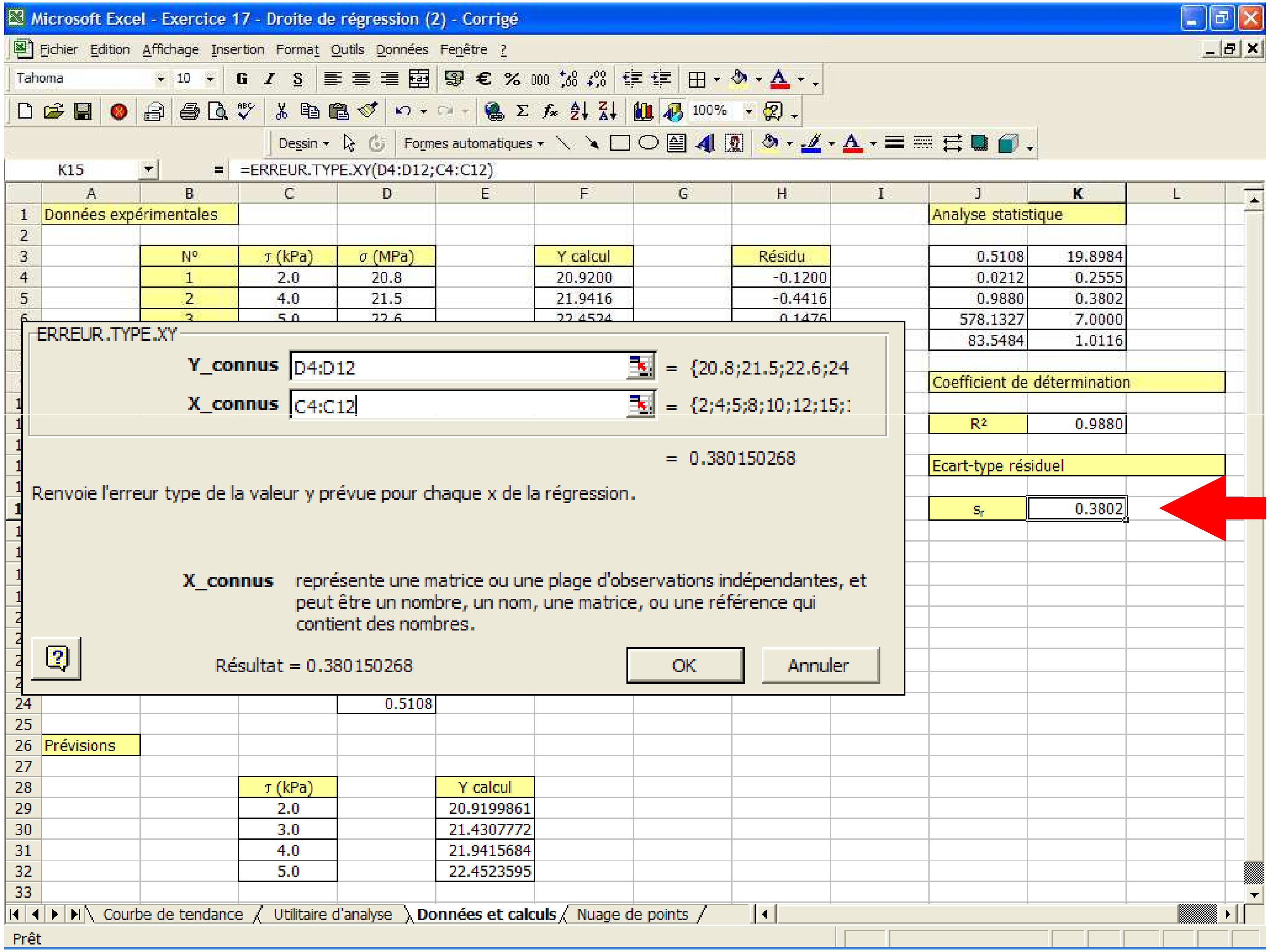
Analyse statistique

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

s_r

$$s_r = \sqrt{\frac{SCE}{n-p}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i - \hat{y}_i\right)^2}{n-p}}$$

Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

Microsoft Excel - Exercice 17 - Droite de régression (2) - Corrigé

B7 = 0.380150267962268

	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	83.54840042	83.54840042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	1.011599584	0.144514226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Courbe de tendance / **Utilitaire d'analyse** / Données et calculs / Nuage de points

Prêt

Cisaillement d'un matériau plastique

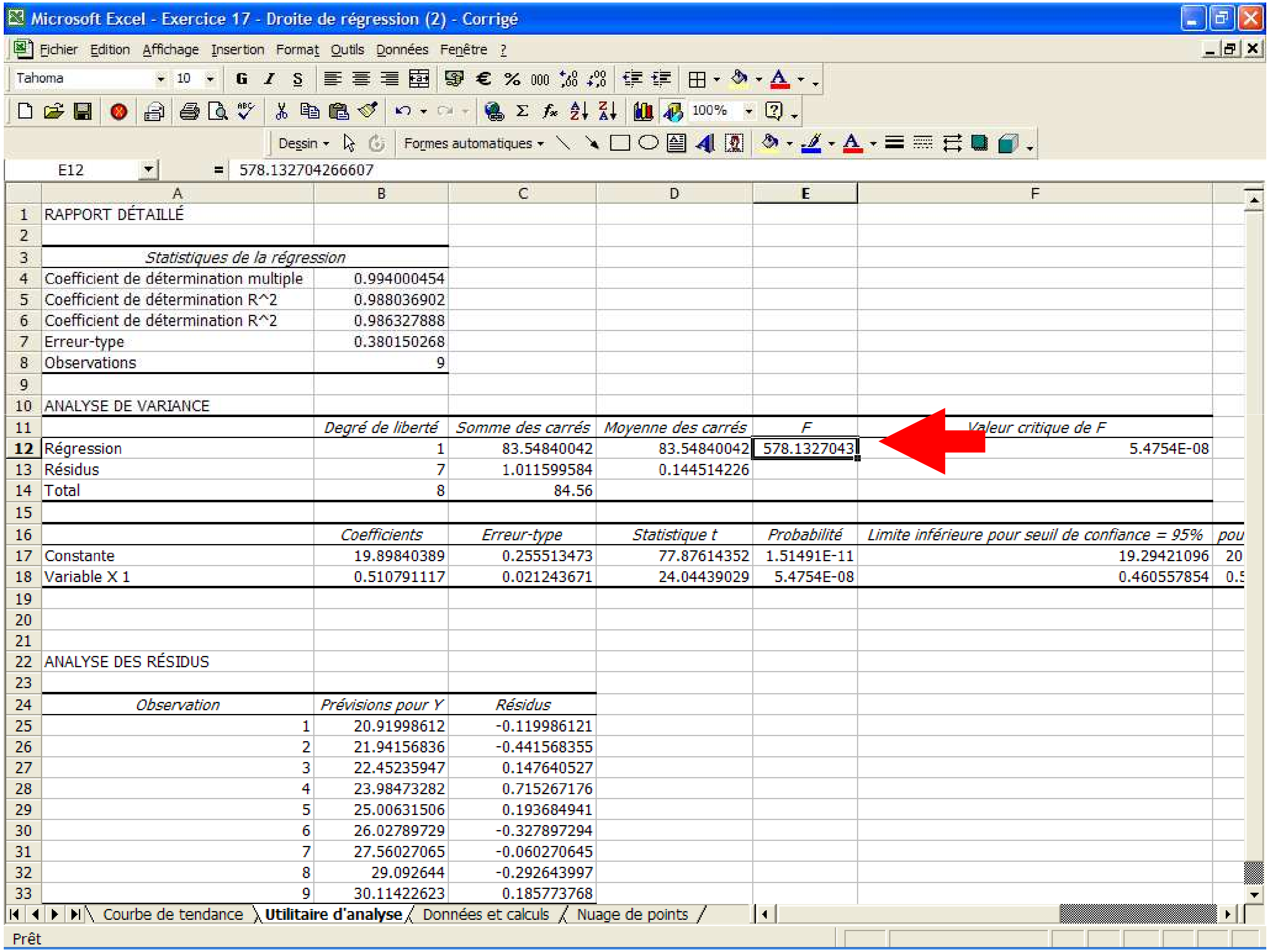
Analyse statistique

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

F_{obs} → 578.1327

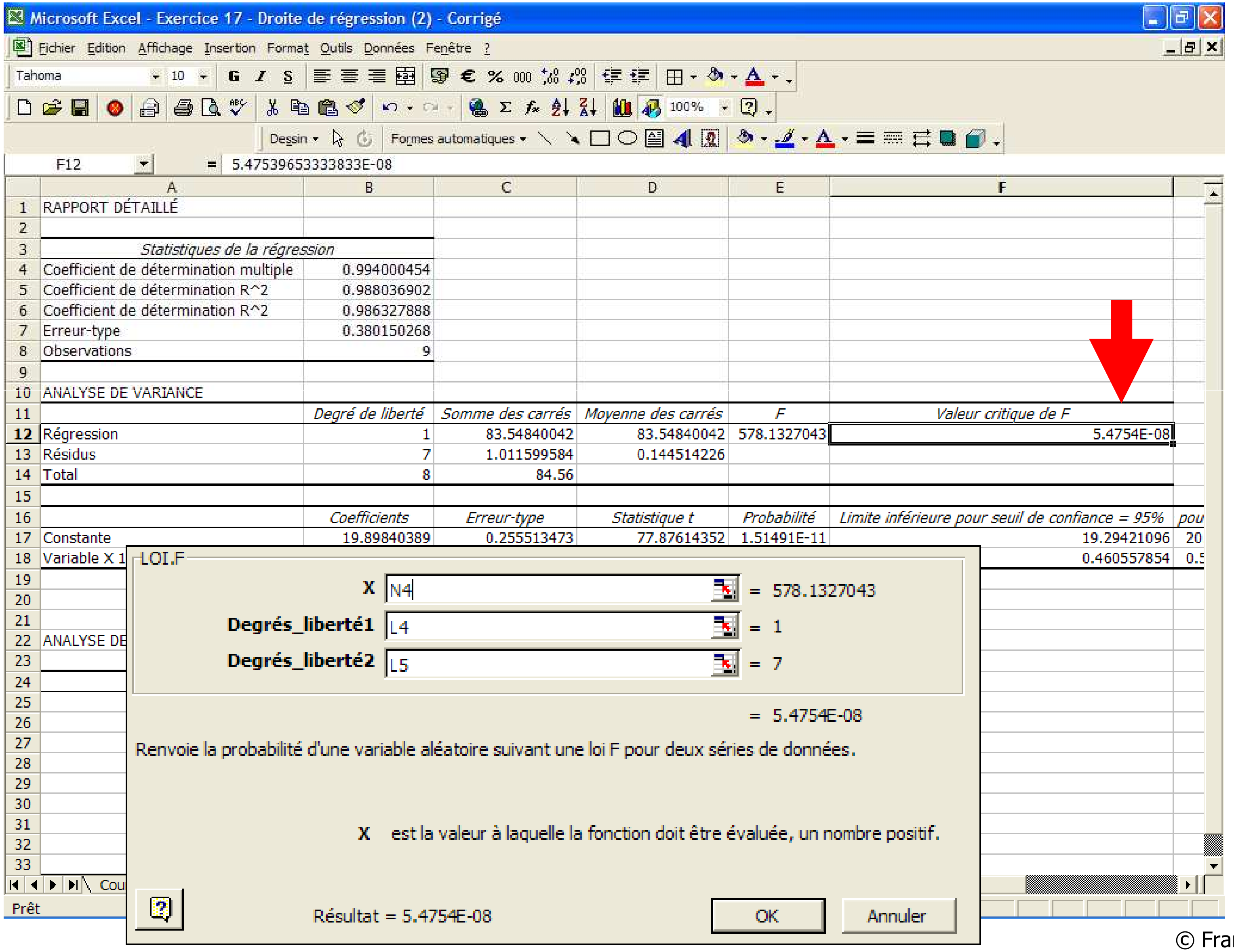
$$F_{obs} = \frac{\left(\dfrac{SCM}{p-1}\right)}{\left(\dfrac{SCE}{n-p}\right)} = \frac{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \overline{y})^2}{p-1}}{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}}$$

Cisaillement d'un matériau plastique



	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	83.54840042	83.54840042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	1.011599584	0.144514226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

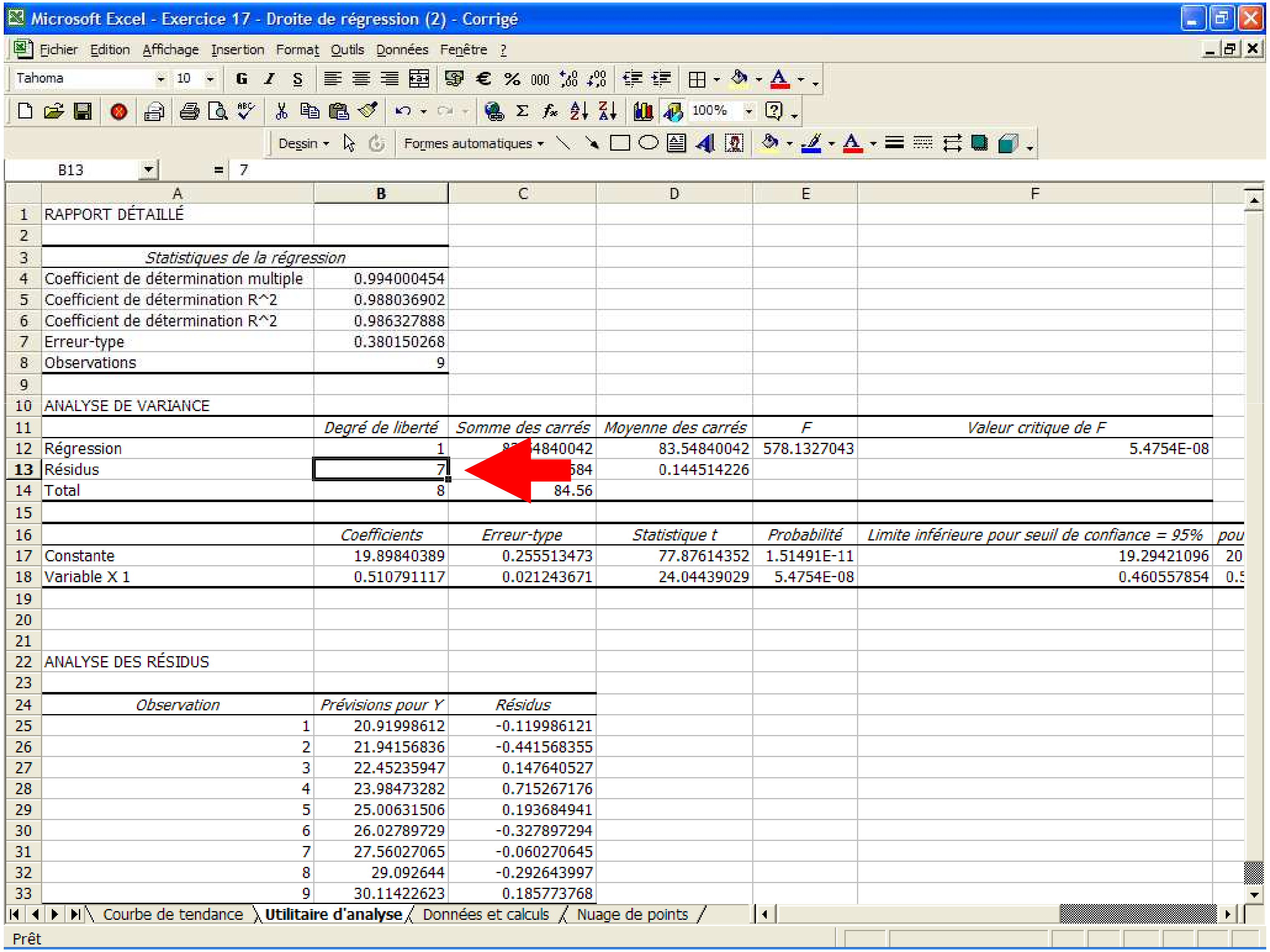
Analyse statistique

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

ν_r

$$\nu_r = n - p$$

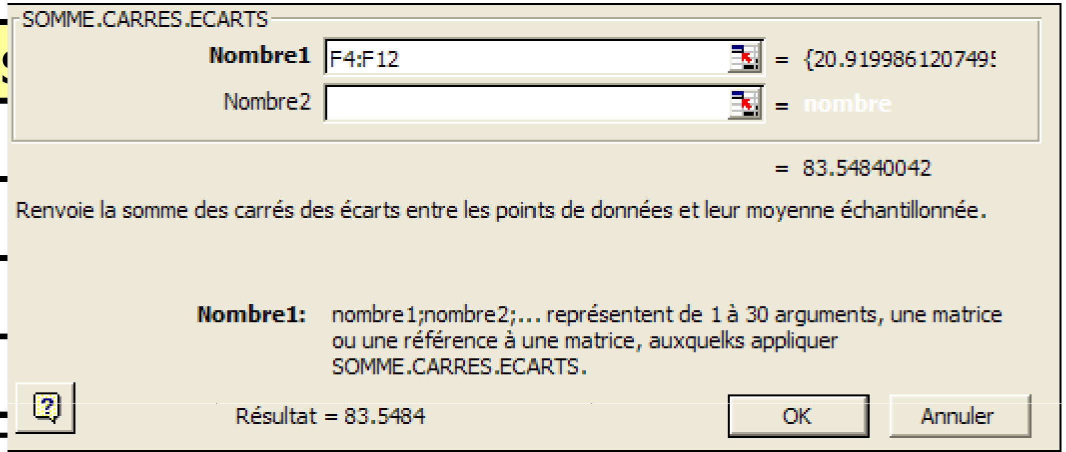
Cisaillement d'un matériau plastique



	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	[illegible]4840042	83.54840042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	[illegible]584	0.144514226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Cisaillement d'un matériau plastique

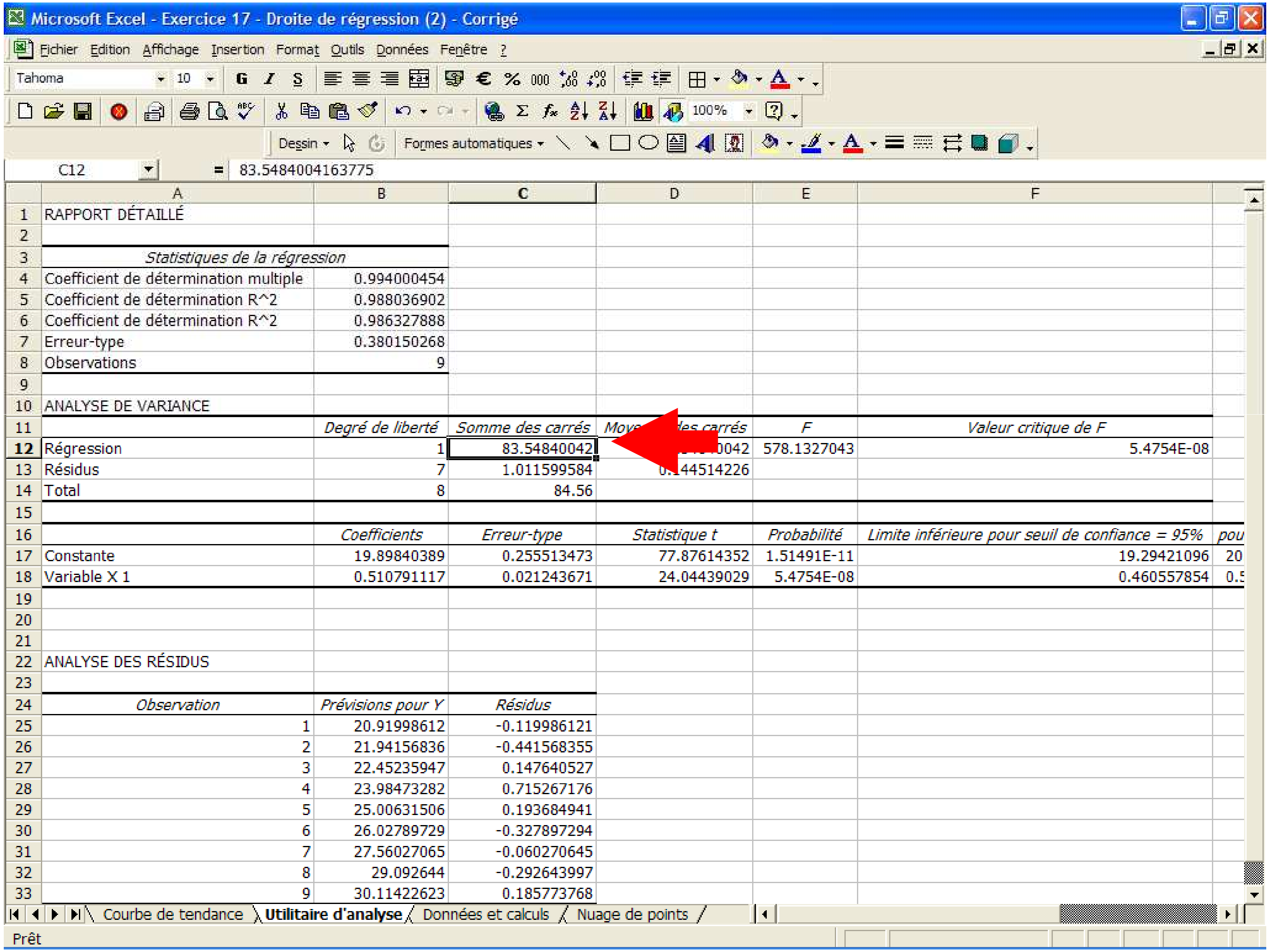
Analys



	578.1327	7.0000
SCM	83.5484	1.0116

$$SCM = \sum_{i=1}^{n} \left(\hat{y}_i - \overline{y}\right)^2$$

Cisaillement d'un matériau plastique



	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moy[illegible]des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	83.54840042	[illegible]0042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	1.011599584	0.[illegible]44514226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Cisaillement d'un matériau plastique

Analyse statistique

0.5108	19.8984
0.0212	0.2555
0.9880	0.3802
578.1327	7.0000
83.5484	1.0116

SCE

$$\mathrm{SCE} = \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - \hat{y}_i \right)^2$$

Cisaillement d'un matériau plastique

Microsoft Excel - Exercice 17 - Droite de régression (2) - Corrigé

C13 = 1.01159958362249

	A	B	C	D	E	F	
1	RAPPORT DÉTAILLÉ						
2							
3	*Statistiques de la régression*						
4	Coefficient de détermination multiple	0.994000454					
5	Coefficient de détermination R^2	0.988036902					
6	Coefficient de détermination R^2	0.986327888					
7	Erreur-type	0.380150268					
8	Observations	9					
9							
10	ANALYSE DE VARIANCE						
11		*Degré de liberté*	*Somme des carrés*	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur critique de F*	
12	Régression	1	83.54840042	.54840042	578.1327043	5.4754E-08	
13	Résidus	7	1.011599584	4226			
14	Total	8	84.56				
15							
16		*Coefficients*	*Erreur-type*	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*pou*
17	Constante	19.89840389	0.255513473	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20
18	Variable X 1	0.510791117	0.021243671	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.5
19							
20							
21							
22	ANALYSE DES RÉSIDUS						
23							
24	*Observation*	*Prévisions pour Y*	*Résidus*				
25	1	20.91998612	-0.119986121				
26	2	21.94156836	-0.441568355				
27	3	22.45235947	0.147640527				
28	4	23.98473282	0.715267176				
29	5	25.00631506	0.193684941				
30	6	26.02789729	-0.327897294				
31	7	27.56027065	-0.060270645				
32	8	29.092644	-0.292643997				
33	9	30.11422623	0.185773768				

Courbe de tendance / **Utilitaire d'analyse** / Données et calculs / Nuage de points

Prêt

Cisaillement d'un matériau plastique

- Contexte général

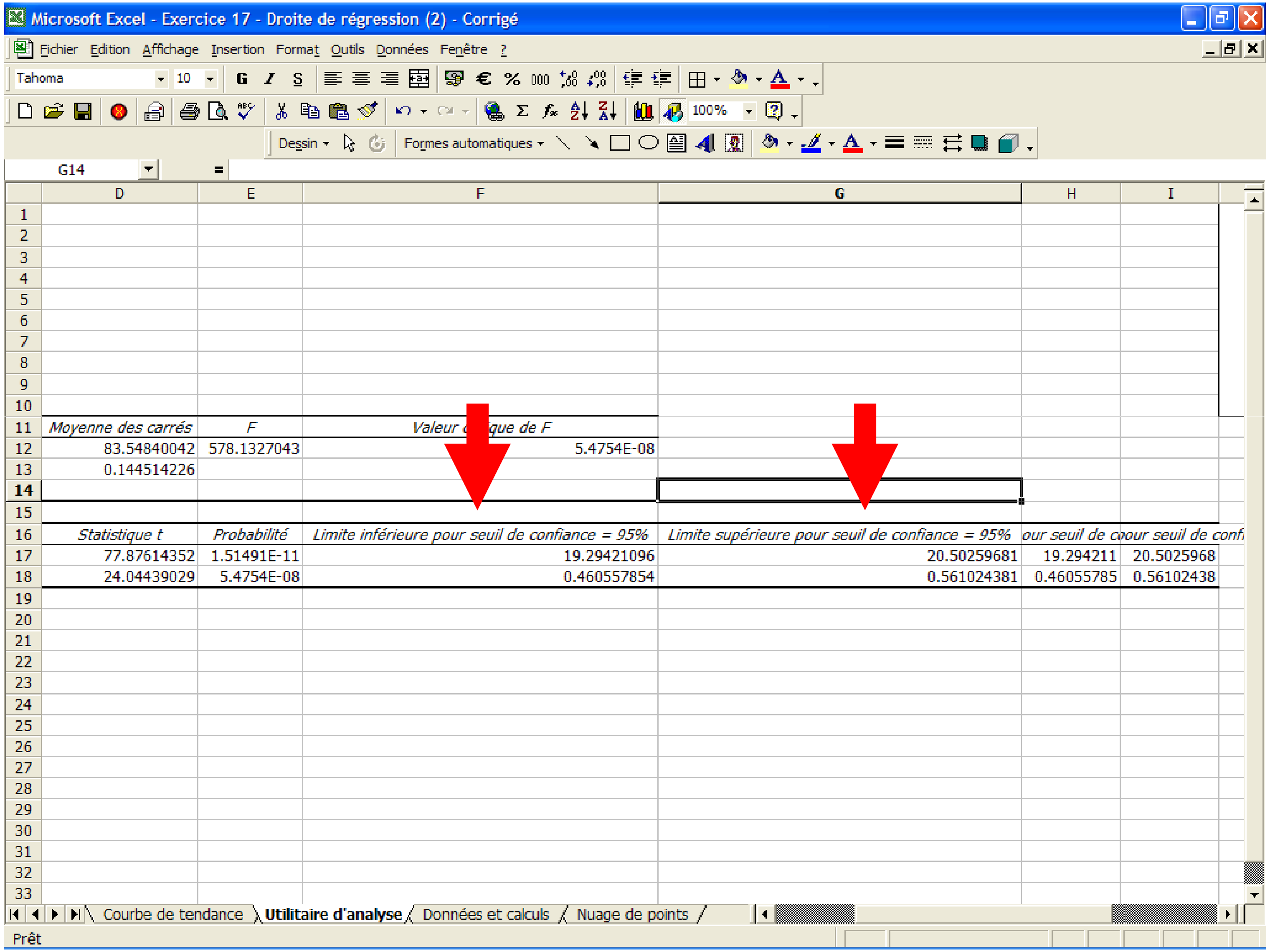
Intervalle bilatéral de confiance
NF ISO 3534-1

$$b_0 - k\sqrt{Var(b_0)} \leq \beta_0 \leq b_0 + k\sqrt{Var(b_0)}$$

$$b_1 - k\sqrt{Var(b_1)} \leq \beta_1 \leq b_1 + k\sqrt{Var(b_1)}$$

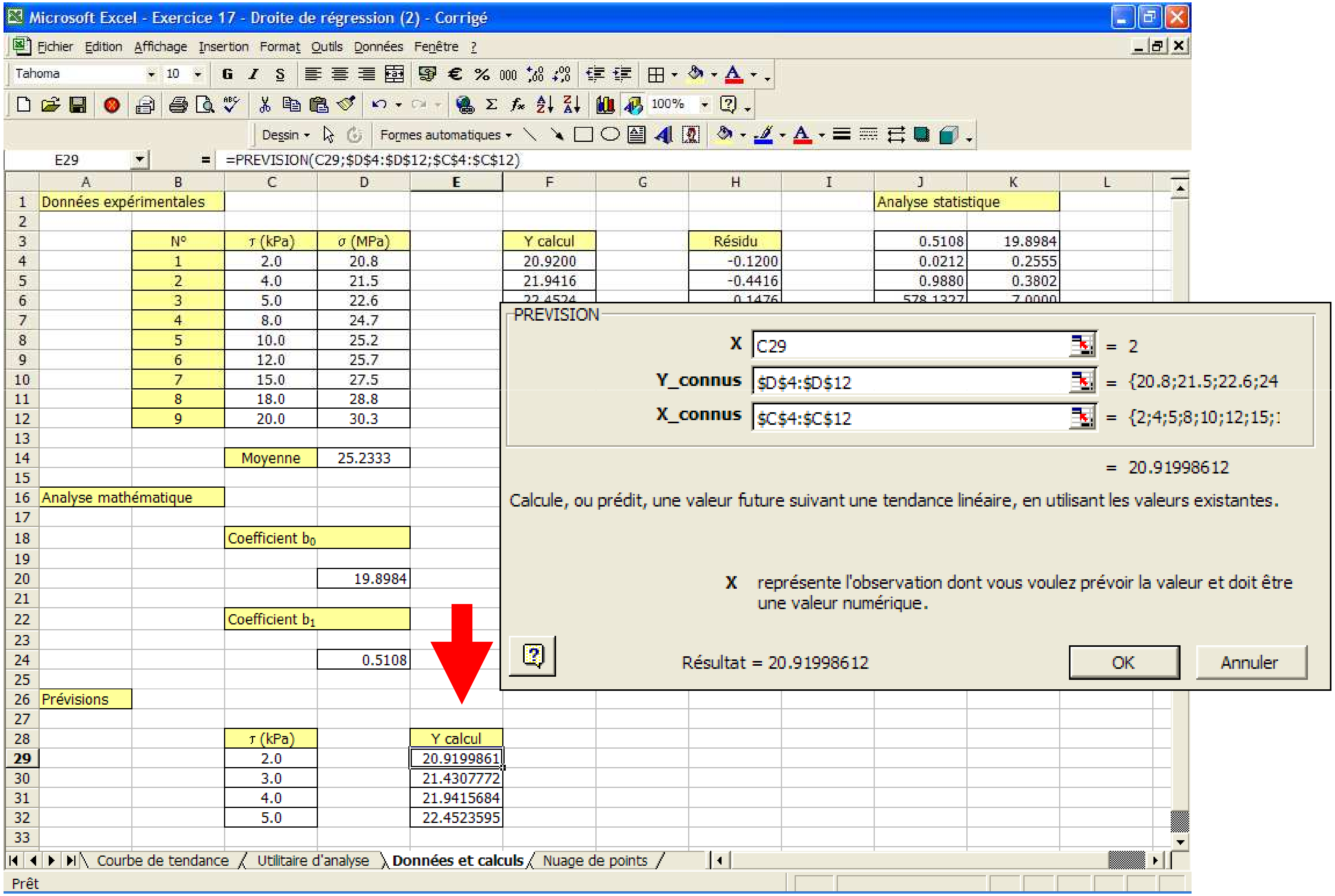
Facteur d'élargissement
NF ENV 13005

Cisaillement d'un matériau plastique

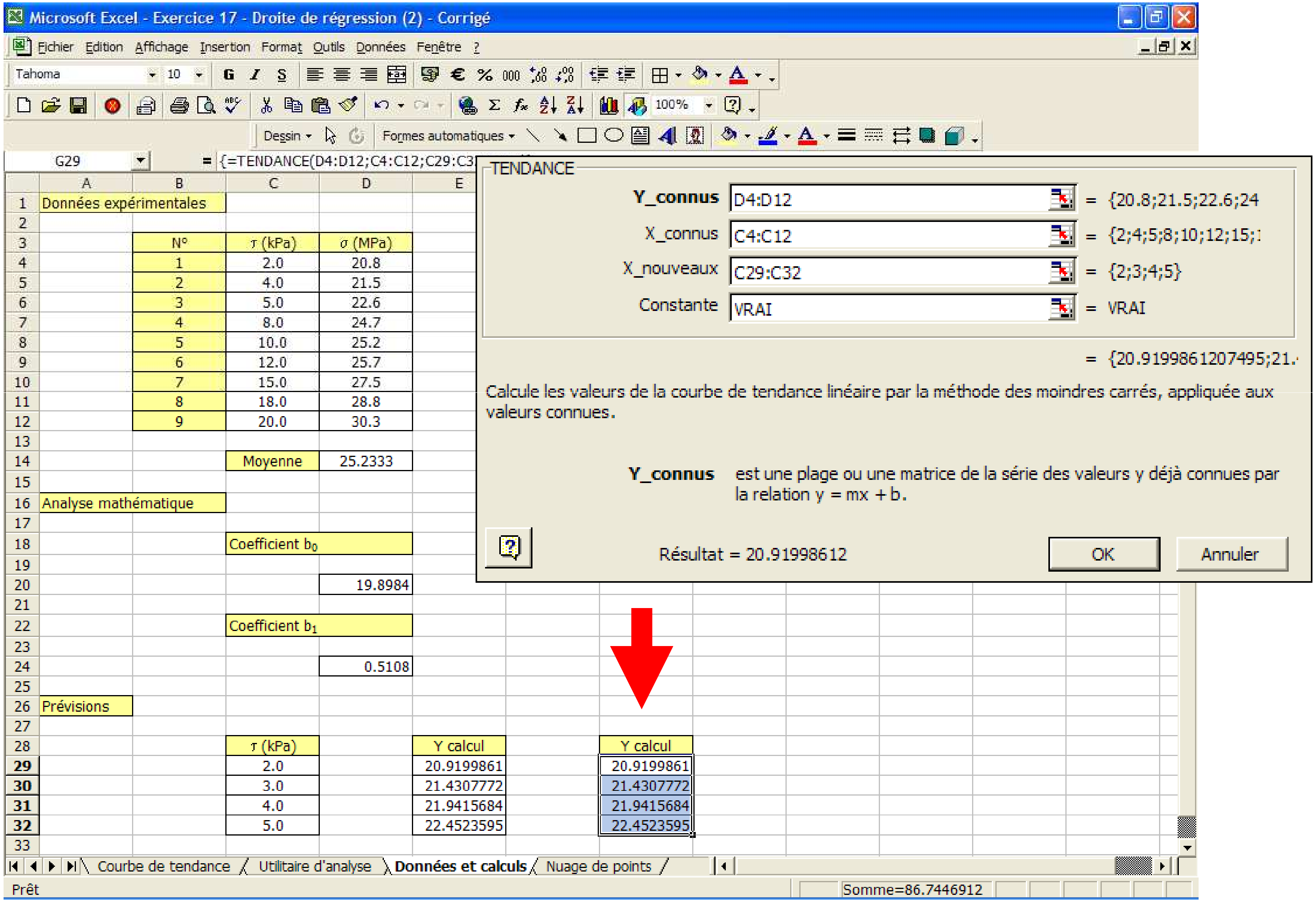


	D	E	F	G	H	I
11	*Moyenne des carrés*	*F*	*Valeur c[illegible]que de F*			
12	83.54840042	578.1327043	5.4754E-08			
13	0.144514226					
14						
15						
16	*Statistique t*	*Probabilité*	*Limite inférieure pour seuil de confiance = 95%*	*Limite supérieure pour seuil de confiance = 95%*	*our seuil de co*	*our seuil de conf*
17	77.87614352	1.51491E-11	19.29421096	20.50259681	19.294211	20.5025968
18	24.04439029	5.4754E-08	0.460557854	0.561024381	0.46055785	0.56102438

Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique



Cisaillement d'un matériau plastique

Microsoft Excel - Exercice 18 - Droite de régression - MCO détails - Corrigé

A1 = Données expérimentales

Données expérimentales

N°	τ (kPa)	σ (MPa)	Y calcul	Résidu
1	2.0	20.8	20.9200	-0.1200
2	4.0	21.5	21.9416	-0.4416
3	5.0	22.6	22.4524	0.1476
4	8.0	24.7	23.9847	0.7153
5	10.0	25.2	25.0063	0.1937
6	12.0	25.7	26.0279	-0.3279
7	15.0	27.5	27.5603	-0.0603
8	18.0	28.8	29.0926	-0.2926
9	20.0	30.3	30.1142	0.1858
		25.2333	25.2333	0.0000

Tableau d'analyse de régression

Source	SC	ddl	CM	Fobs	Probabilité
Modèle	83.5484	1	83.5484	578.13	5.4754E-08
Résidu	1.0116	7	0.1445		
Total	84.5600	8			

Coefficient de détermination R²	0.9880
Coefficient de détermination ajusté	0.9863
Ecart-type résiduel	0.3802

Matrice du modèle

1	2.0
1	4.0
1	5.0
1	8.0
1	10.0
1	12.0
1	15.0
1	18.0
1	20.0

Transposée de la matrice du modèle

1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	4	5	8	10	12	15	18	20

TXY

227.1
2535.5

Matrice d'information

9	94
94	1302

Matrice de dispersion

0.4518	-0.0326
-0.0326	0.0031

Coefficients de variance

1	0.4518
2	0.0031

Tableau d'analyse des coefficients

	Coefficient	Erreur-type	tobs	Probabilité
b0	19.8984	0.2555	77.88	1.515E-11
b1	0.5108	0.0212	24.04	5.475E-08

Données et calculs

Prêt

Pression de vapeur saturante

Microsoft Excel - Exercice 19 - Courbe de régression - Corrigé

G4 = {=CROISSANCE(D4:D21;C4:C21;F4:F21;VRAI)}

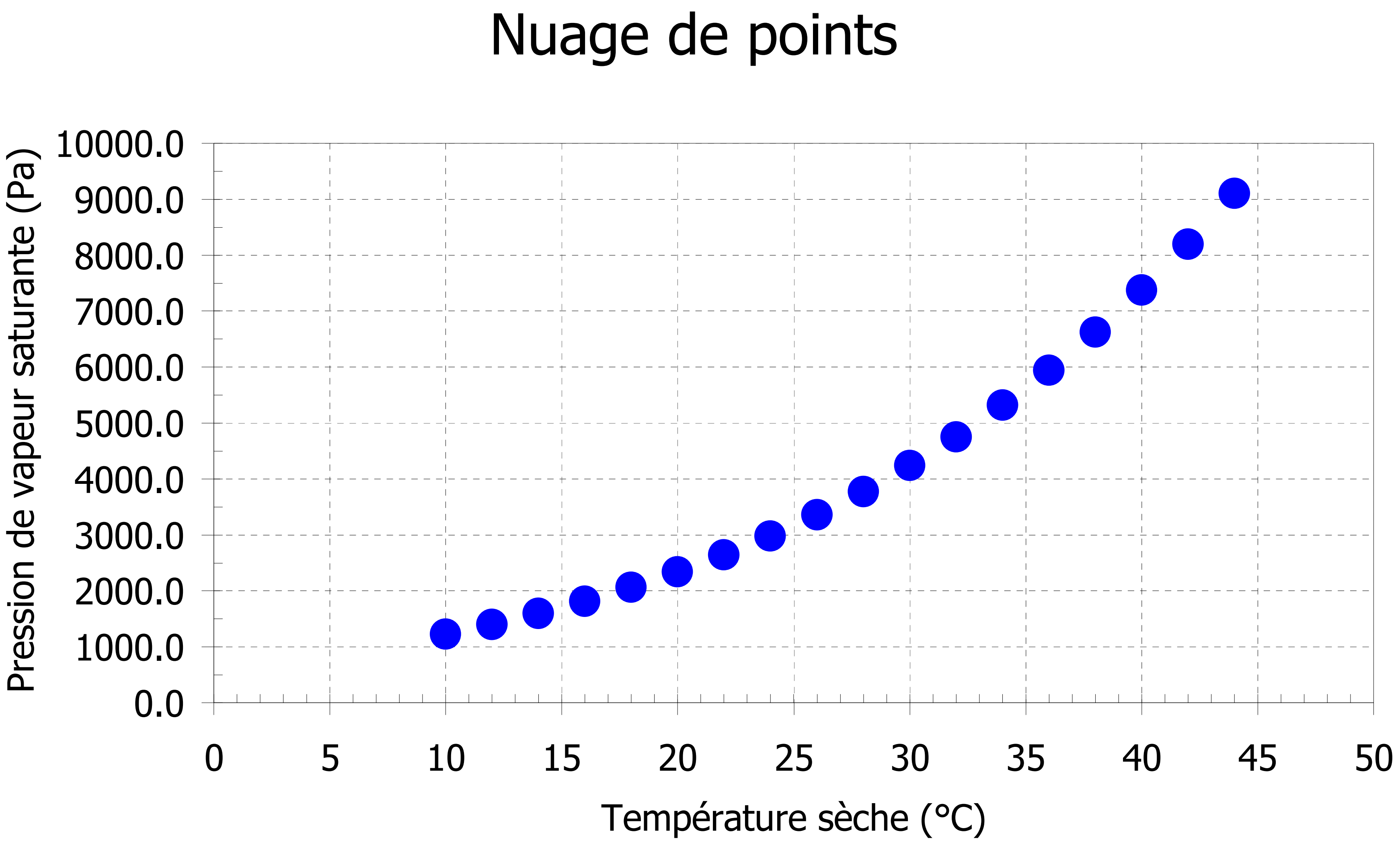
Données et calculs

N°	ts	Pvs		ts	Y calcul
1	10	1227.0		10	1279.22
2	12	1401.4		12	1439.02
3	14	1597.3		14	1618.78
4	16	1816.8		16	1821.00
5	18	2062.0		18	2048.49
6	20	2337.0		20	2304.39
7	22	2642.0		22	2592.25
8	24	2982.0		24	2916.08
9	26	3360.0		26	3280.36
10	28	3778.0		28	3690.15
11	30	4241.0		30	4151.13
12	32	4753.0		32	4669.69
13	34	5318.0		34	5253.04
14	36	5940.0		36	5909.26
15	38	6624.0		38	6647.45
16	40	7375.0		40	7477.86
17	42	8198.0		42	8412.01
18	44	9100.0		44	9462.85

Données et calculs / Nuage de points - logarithmique / Nuage de points - arithmétique

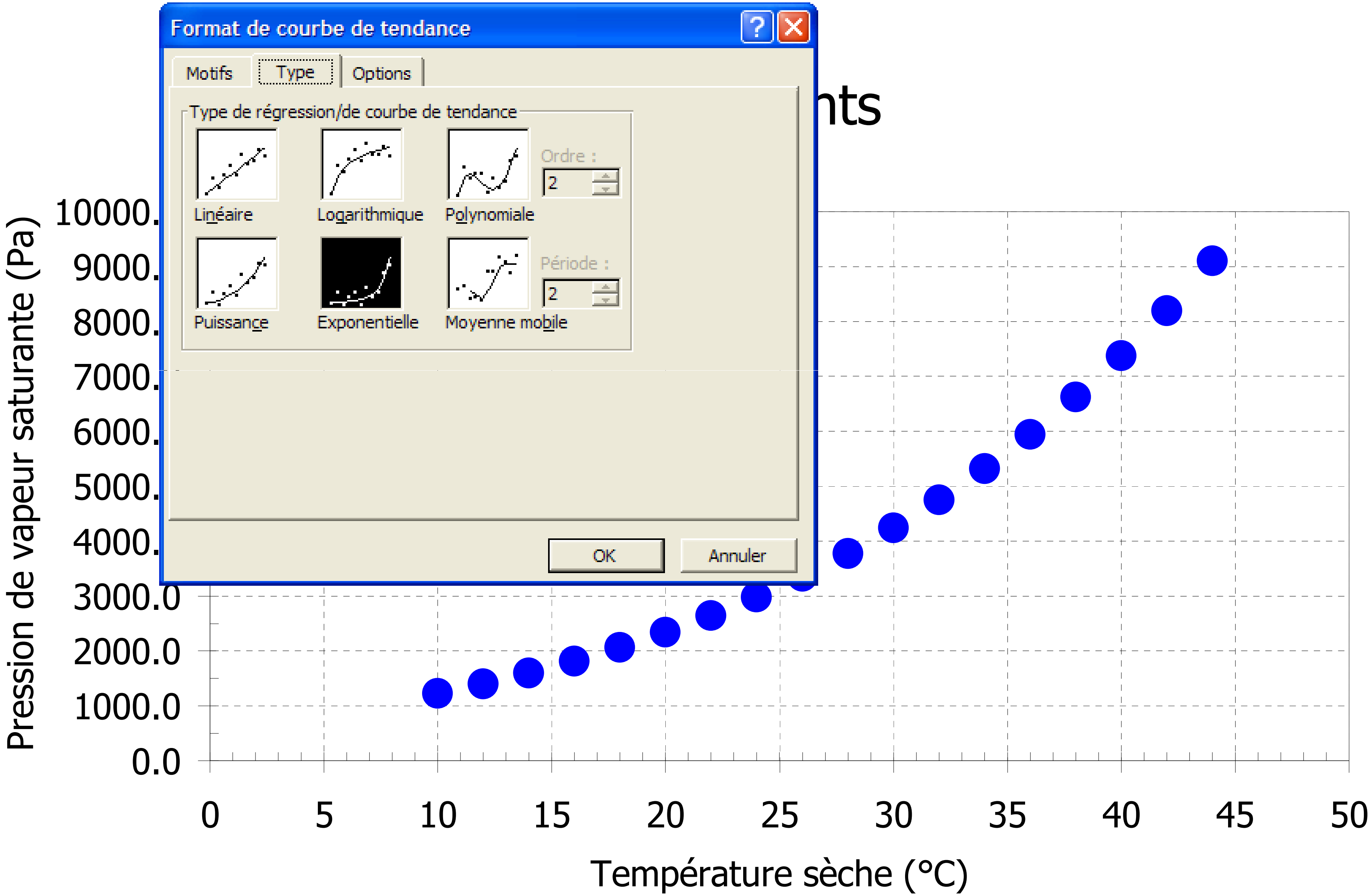
Prêt

Pression de vapeur saturante

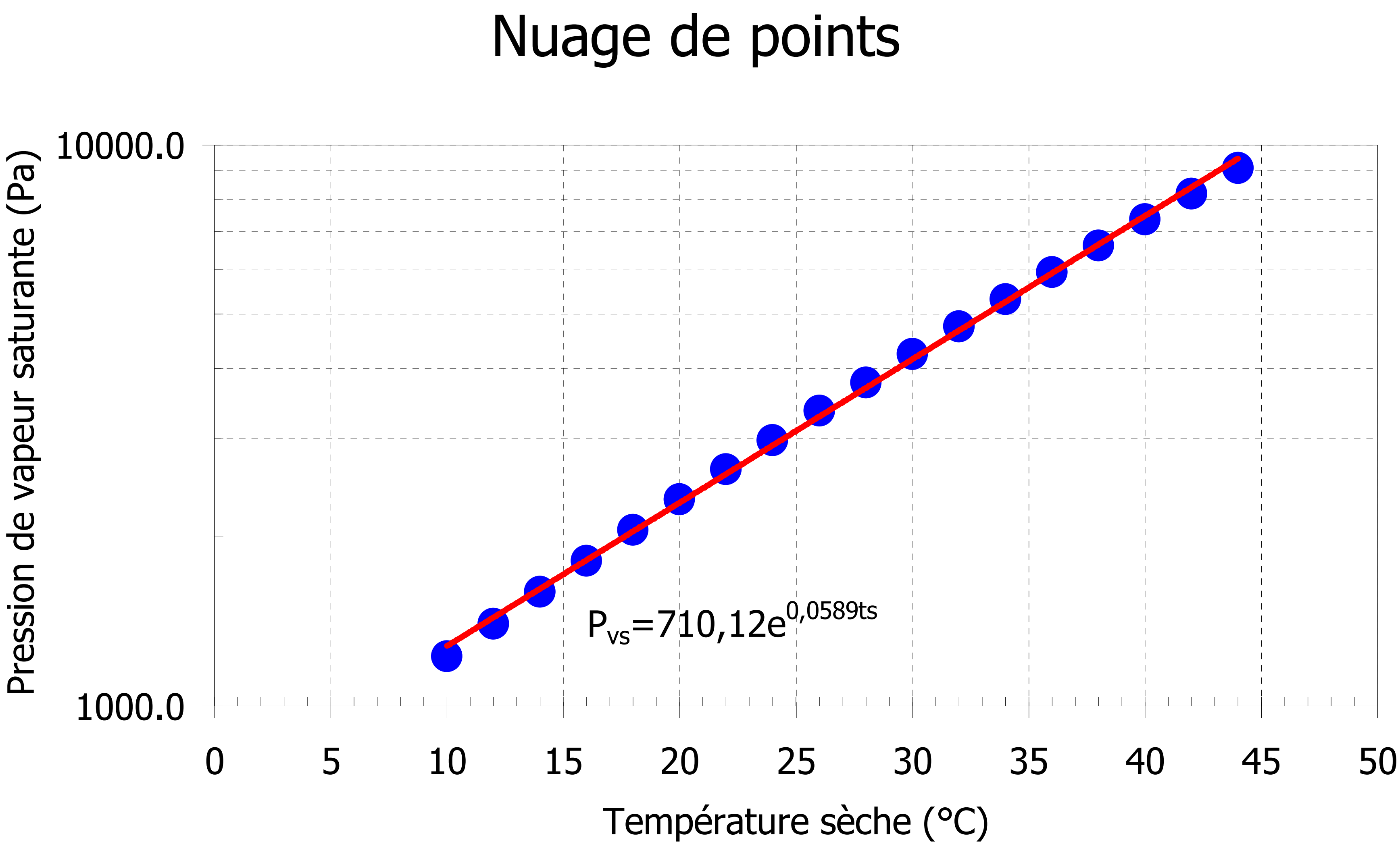


Construction d’une droite de régression …

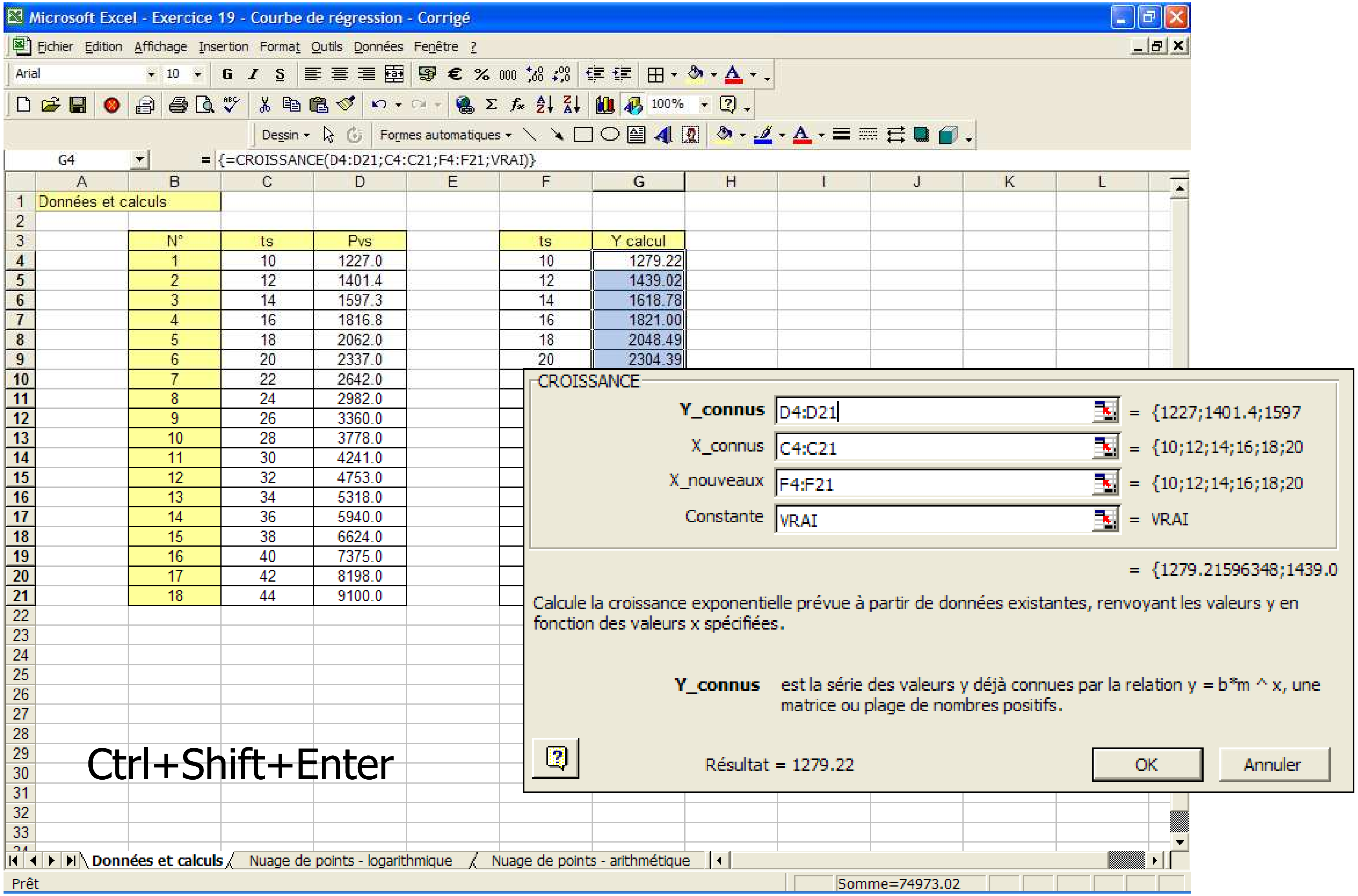
Pression de vapeur saturante



Pression de vapeur saturante



Pression de vapeur saturante



N°	ts	Pvs
1	10	1227.0
2	12	1401.4
3	14	1597.3
4	16	1816.8
5	18	2062.0
6	20	2337.0
7	22	2642.0
8	24	2982.0
9	26	3360.0
10	28	3778.0
11	30	4241.0
12	32	4753.0
13	34	5318.0
14	36	5940.0
15	38	6624.0
16	40	7375.0
17	42	8198.0
18	44	9100.0

ts	Y calcul
10	1279.22
12	1439.02
14	1618.78
16	1821.00
18	2048.49
20	2304.39