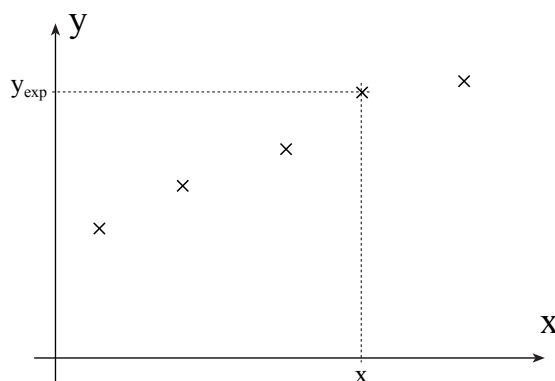


**Objectifs :** mode d'emploi du solveur et des modélisations prédéfinies à l'usage des enseignants et des étudiants.

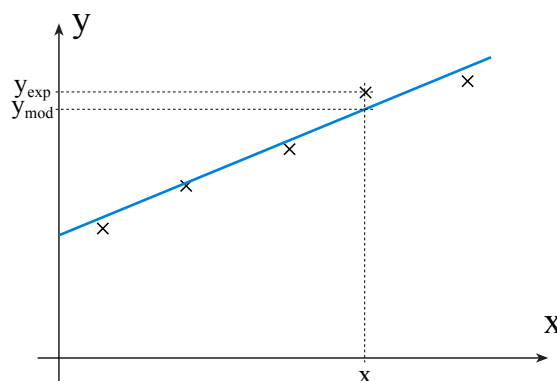
## 1. Principe de modélisation

Considérons le relevé expérimental d'une grandeur physique  $y_{\text{exp}}$  en fonction d'une grandeur  $x$  déterminée (*figure 1*).

**Exemples :** - tension  $u_c$  ( $y_{\text{exp}}$ ) de charge d'un condensateur en fonction du temps  $t$  ( $x$ ).  
- force électromotrice d'un moteur  $E$  ( $y_{\text{exp}}$ ) en fonction de la vitesse de rotation  $n$  ( $x$ ).



*figure 1*



*figure 2*

La modélisation consiste à trouver les paramètres ( $a, b, \dots$ ) d'une fonction mathématique  $y_{\text{mod}} = f(x, a, b, \dots)$  passant au plus proches des points expérimentaux (*figure 2*).

La modélisation permet de connaître le comportement d'un système physique dans diverses situations sans refaire à chaque fois des essais.

Une méthode de modélisation consiste à chercher les paramètres  $a, b, \dots$  afin de minimiser la somme quadratique  $S$ .

$$S = \sum_i (y_{\text{exp}} - y_{\text{mod}})^2$$

$y_{\text{exp}}$  : valeur  $y$  du relevé expérimental.

$y_{\text{mod}}$  : valeur  $y$  calculée avec la fonction à modéliser  $f(x, a, b, \dots)$

Le programme de modélisation va faire varier les paramètres  $a, b, \dots$  de la fonction  $f$  jusqu'à ce qu'il obtienne la plus petite valeur de  $S$  possible.

## Matériel :

- Un PC
- Excel
- des données à traiter

## 2. Utilisation des modélisations prédéfinies

Ouvrir le fichier "lineaire\_chute\_libre.xls".

Il contient le relevé en fonction du temps de la vitesse d'une bille en chute libre. Il faut déterminer l'accélération "a" afin de vérifier qu'elle correspond à l'accélération de pesanteur  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

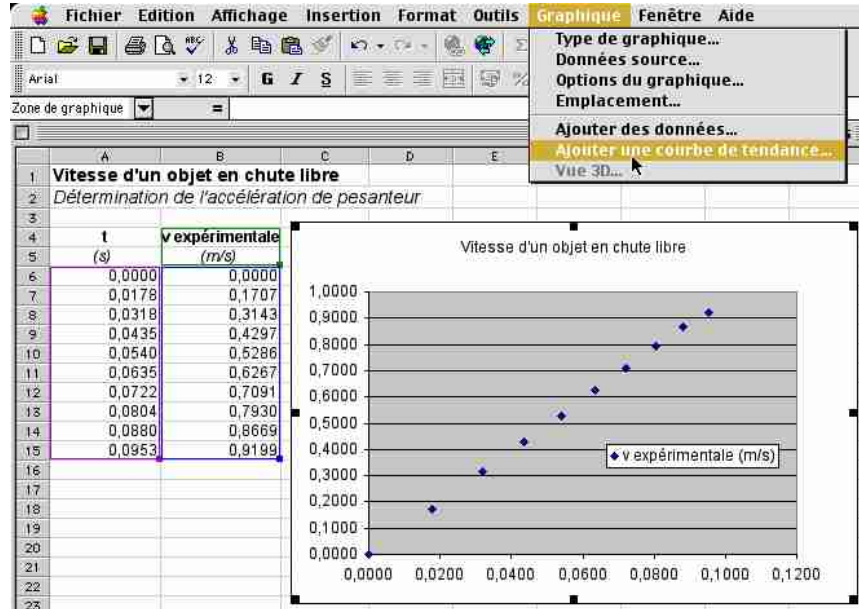
Le modèle est :  $v = a.t$

La première étape consiste à réaliser le graphique.

Suivre les instructions qui figurent dans la feuille "énoncé" du fichier Excel.

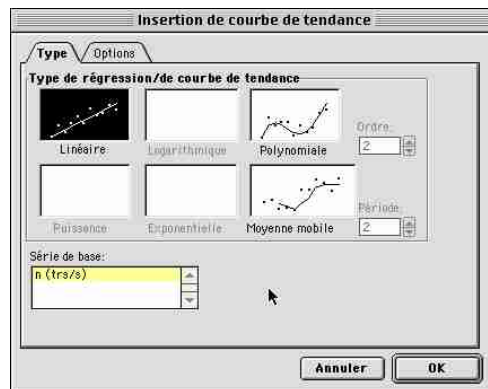
### Ecran 2.1

Sélectionner le graphique et choisir la commande "Graphique : Ajouter une courbe de tendance".



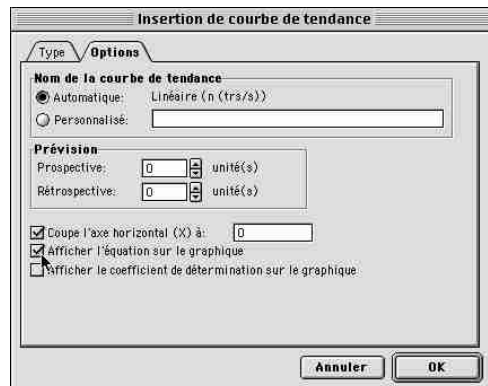
### Ecran 2.2

Onglet "Options" : la droite doit passer par zéro et on veut voir l'équation.



### Ecran 2.3

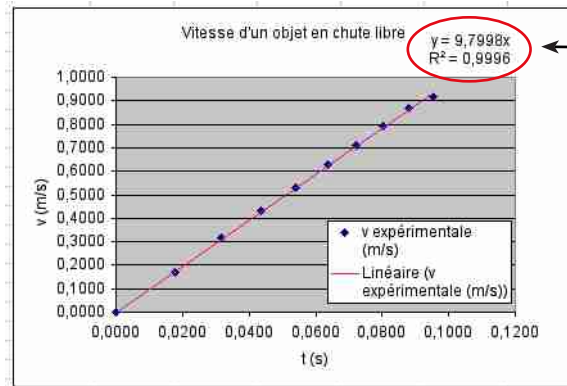
Onglet "Options" : la droite doit passer par zéro et on veut voir l'équation.



## 2. Utilisation des modélisations prédéfinies (suite)

### Ecran 2.4

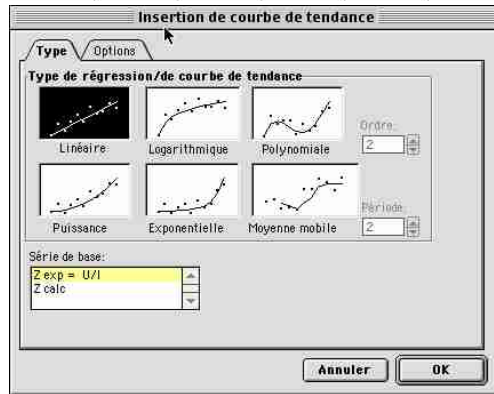
Mettre en forme le graphique.



On constate que :  
 $y = 9,7998 x$   
 Soit  
 $v = a t$   
 avec  
 $a \approx 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

### Ecran 2.5

Excel propose plusieurs régressions ou courbes de tendance.



## 3. Utilisation du solveur

Nous allons utiliser le même relevé expérimental et chercher l'accélération à l'aide du solveur.

**écran 3.1**

	A	B	C	D	E	F	G	H
5								
4	<b>t</b>	<b>v expérimentale</b>	<b>v modèle</b>		<b>Variables</b>			
5	(s)	(m/s)	(m/s)		a =	4		
6	0,0000	0,0000	0		<b>Ecart quadratique</b>			
7	0,0178	0,1707	0,0712		S =	1,301		
8	0,0318	0,3143	0,1272					
9	0,0435	0,4297	0,174					
10	0,0540	0,5286	0,216					
11	0,0635	0,6267	0,254					
12	0,0722	0,7091	0,2888					
13	0,0804	0,7930	0,3216					
14	0,0880	0,8669	0,352					
15	0,0953	0,9199	0,3812					

**formule :**  
 $=\text{SOMME} . \text{XMY}2 (\text{B}6 : \text{B}15 ; \text{C}6 : \text{C}15)$

**Colonne contenant les valeurs calculées d'après le modèle**  
 $v = a.t$   
 Ces cellules contiennent la formule (exemple pour la cellule C7) :  
 $=a * A7$  ← en référence au temps correspondant  
 ← en référence à la cellule F5

**points expérimentaux**  
**modèle**

**Le solveur va faire varier la cellule nommée "a" (F5) jusqu'à ce qu'il trouve une valeur pour laquelle la cellule "S" (F8) sera minimum. Alors le modèle sera au plus proche du relevé expérimental.**

## Avant-propos

Vérifier la présence de la commande “Solveur” dans le menu “Outils”, sinon il faut installer le solveur.

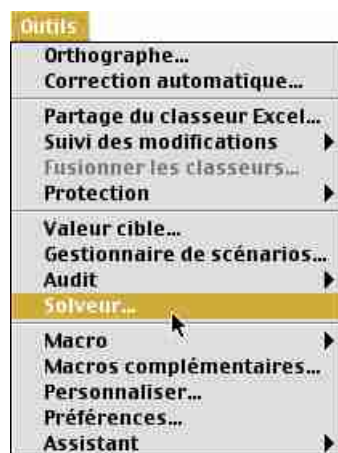
1. Ouvrir le fichier “solveur\_chute\_libre.xls”.
2. Pour le travail préparatoire, suivre les instructions qui figurent dans la feuille “énoncé” du fichier Excel.

Vous pouvez aussi consulter le film “excel\_1.mov”

- créer la variable a
- créer la colonne des valeurs calculées
- créer la grandeur S
- créer le graphique

*Voir l'écran 3.1*

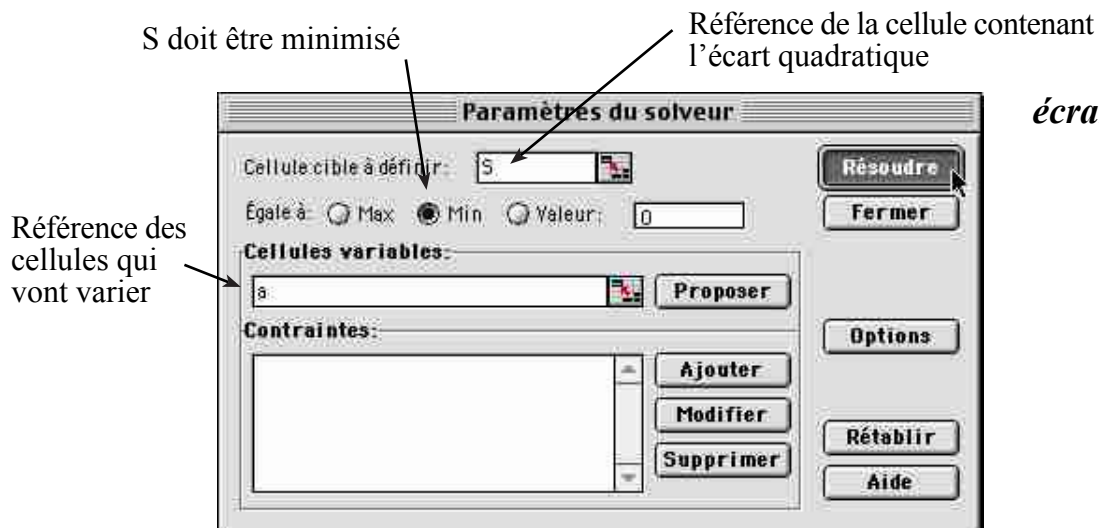
3. Ouvrir le solveur



*écran 3.2*

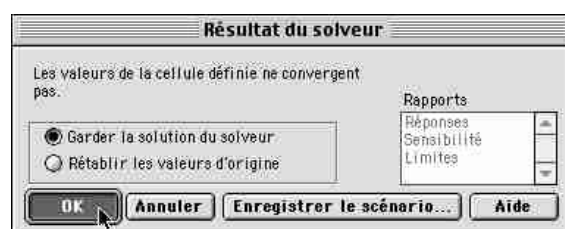
Vous pouvez aussi consulter le film “excel\_2.mov”

4. Saisir les paramètres



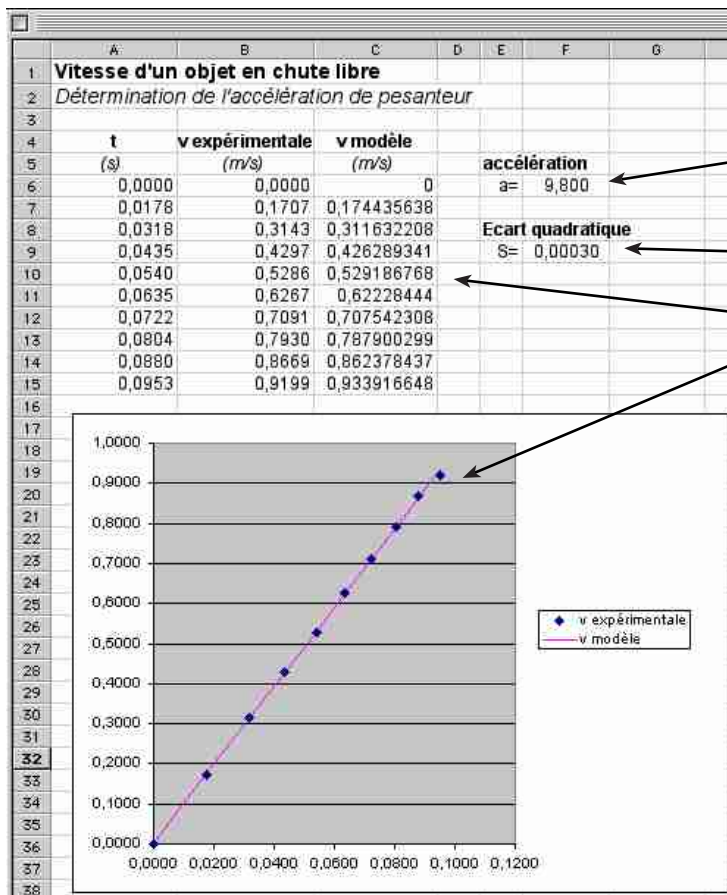
*écran 3.3*

5. Valider le résultat



*écran 3.4*

## 6. Le résultat



écran 3.5

La cellule "a" a été modifiée

S est minimal

Le modèle correspond à l'expérience

a = 9,8 correspond bien à l'accélération de pesanteur g.

## 4. Autres exercices

- Force électromotrice d'un moteur à courant continu en fonction de la vitesse. Il faut déterminer la constante de proportionnalité k en utilisant une courbe de tendance

$$E = k.n$$

fichier "lineaire\_fem\_moteur.xls"

- Circuit RC ; charge du condensateur. Il faut déterminer les deux paramètres E et  $\tau$  en utilisant le solveur.

$$u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

fichier "solveur\_charge\_rc.xls"

- Circuit RLC ; impédance en fonction de la fréquence ou de la pulsation. Il faut déterminer les trois paramètres R, L et C.

$$Z(\omega) = \sqrt{R^2 - (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

fichier "solveur\_circuit\_rlc.xls"

**Conseil :** utiliser plusieurs fois le solveur en cherchant les paramètres par deux et en les permutant.