

# Enseignement scientifique ~ Ajustement affine

## 1 Rappels

### Définition 1 -- Fonction affine

Une fonction  $f$  définie sur  $\mathbb{R}$  est dite \_\_\_\_\_ lorsqu'il existe deux réels  $a$  et  $b$  tels que, pour tout  $x \in \mathbb{R}$ ,

Les nombres  $a$  et  $b$  sont respectivement appelés le \_\_\_\_\_

### Propriété 1

- Si le coefficient directeur  $a$  est strictement \_\_\_\_\_ la fonction affine est \_\_\_\_\_
- Si le coefficient directeur  $a$  est strictement \_\_\_\_\_ la fonction affine est \_\_\_\_\_
- Si le coefficient directeur  $a$  est \_\_\_\_\_ la fonction affine est \_\_\_\_\_

### Exercice 1

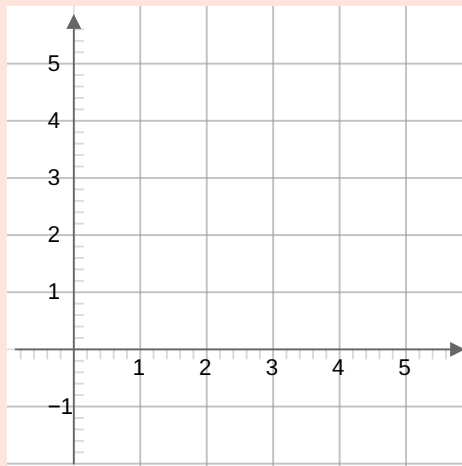
Représenter dans un repère du plan la droite d'équation  $y = 2x - 1$ .

#### Correction

On détermine les coordonnées de deux points :

Pour \_\_\_\_\_ on a \_\_\_\_\_

Pour \_\_\_\_\_ on a \_\_\_\_\_

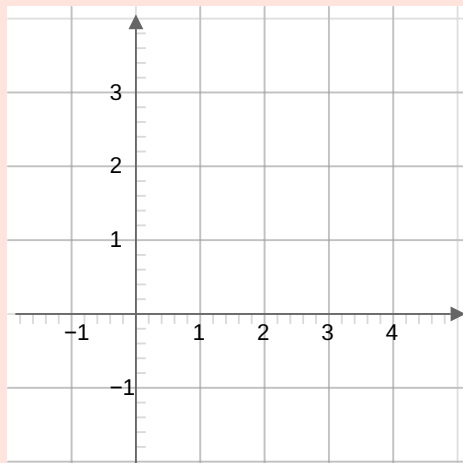


### Exercice 2

Représenter dans un repère du plan la droite d'équation  $y = 2$ .

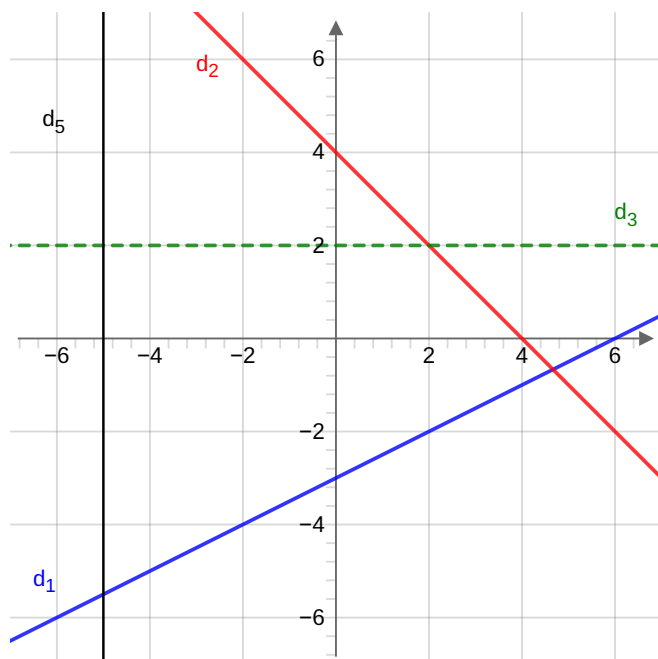
#### Correction

La droite est ici \_\_\_\_\_



### Exercice 3

Dans le repère ci-dessous déterminer une équation pour chacune des droites tracées.



#### Correction

$d_1$  :

$d_2$  :

$d_3$  :

$d_4$  :

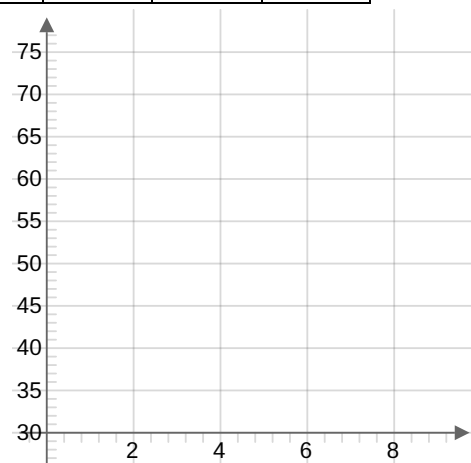
## 2 Ajustement affine

### 2.1 Introduction

Voici une série statistique représentant l'évolution du chiffre d'affaire d'une entreprise au cours du temps (l'année de rang 0 étant 2010).

Rang de l'année	0	1	2	3	4	5	6	7	8
CA en milliers d'euros	45,3	42,2	49,8	52,1	58,8	...	60,5	64,1	66,4

Construire dans le repère ci-dessous le nuage de points associé à cette série, puis donner une estimation des valeurs manquantes du tableau.



#### Remarque 1

Lorsque le nuage de points a une forme \_\_\_\_\_ on peut l'approcher par une \_\_\_\_\_, et ainsi avoir une idée des valeurs manquantes ou de futures valeurs. Les droites sont des objets dont on sait trouver assez facilement des équations.

### 2.2 Séries statistiques à deux variables

Sur une même population, on peut étudier plusieurs caractères quantitatifs : le chiffre d'affaire d'une entreprise en fonction des années, ou la distance de freinage d'un véhicule en fonction de la vitesse initiale, ou encore le nombre de bactéries dans une solution en fonction de la température du milieu, ou bien la charge de rupture de tiges en acier en fonction de leur teneur en carbone etc.

Le but est de déterminer si il existe un \_\_\_\_\_ entre les deux caractères étudiés.

### Définition 2 -- Séries statistiques à deux variables

Soient  $x$  et  $y$  deux caractères d'une population.  
À chaque individu de la population, on associe un couple où  $x_i$  et  $y_i$  sont des valeurs prises par les caractères  $x$  et  $y$ .  
Une **série statistique à deux variables** est

#### Exemple 1

Le tableau donné en introduction représente une série statistique.

### Définition 3 -- Nuage de points

Soit une série statistique à deux variables  $x$  et  $y$  prenant respectivement les valeurs  $x_1, x_2, \dots, x_n$  et  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .  
Le plan étant muni d'un repère, on associe au couple  
Le associé à la série statistique est l'ensemble des ainsi obtenus.

#### Exemple 2

Le graphique construit en introduction est un nuage de points associé à la série statistique étudiée.

### Définition 4 -- Point moyen

Soit une série statistique à deux variables  $x$  et  $y$  prenant respectivement les valeurs  $x_1, x_2, \dots, x_n$  et  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .  
Le du nuage statistique est le point

#### Exemple 3

Dans la série statistique associée au chiffre d'affaire de l'entreprise au cours du temps, le point moyen est :

## 2.3 Ajustement affine

### Définition 5 -- Ajustement affine

Étant donné une série statistique double et son nuage de points, on peut chercher une fonction  $f$  dont la courbe représentative  $\mathcal{C}$  passe des points du nuage.  
Le problème de l'ajustement consiste à déterminer cette fonction  $f$ .  
**L'ajustement est dit** lorsque le graphe  $\mathcal{C}$  de cette fonction est

### Définition 6 -- Ajustement au jugé

Si les points du nuage statistique d'une série double semblent alignés, on peut tracer  
c'est-à-dire, visuellement au plus proche des points du nuage.

#### Exemple 4

C'est la méthode que nous avons employée en introduction.

### Remarque 2

Lorsqu'on effectue un ajustement au jugé il y a une de possibilités et le choix de la droite d'ajustement n'est donc pas

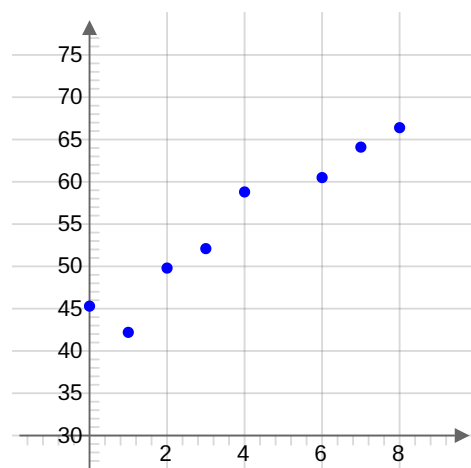
### Définition 7 -- Méthode des moindres carrés

On considère une série statistique double et son nuage de points  $M_i(x_i; y_i)$  avec  $i$  compris entre 1 et  $n$ .  
Soit une droite  $d$  d'équation  $y = ax + b$ . À chaque point du nuage de points, on associe le point de la droite  $d$ .  
Pour chaque  $i$ , on calcule  $(y_i - (ax_i + b))^2$  et on les ajoute pour obtenir  $E$  :

La méthode des moindres carrés consiste à déterminer les valeurs de  $a$  et  $b$  pour que la somme  $E$  soit minimale.

### Exemple 5

En reprenant la série statistique représentant l'évolution du chiffre d'affaire, on a le graphique suivant :



Évolution du chiffre d'affaire d'une entreprise

### Propriété 2

Soit une série statistique à deux variables  $x$  et  $y$  prenant respectivement les valeurs  $x_1, x_2, \dots, x_n$  et  $y_1, y_2, \dots, y_n$ .  
La droite obtenue par la méthode des moindres carrés a pour équation  $y = ax + b$  avec :

### Remarque 3

Cette formule n'est pas à apprendre, les valeurs de  $a$  et  $b$  seront obtenues en manipulant la calculatrice. On peut d'ailleurs l'obtenir également à l'aide d'un tableur.

### Propriété 3

La droite des moindres carrés passe par le centre de gravité du nuage de points.

### Exemple 6

Dans l'exemple de l'évolution du chiffre d'affaire, on obtient pour équation de la droite d'ajustement affine (en appliquant la méthode des moindres carrés à la calculatrice) :

Ainsi, pour l'année de rang 5 (soit en 2004), avec cet ajustement on obtient un chiffre d'affaire de :

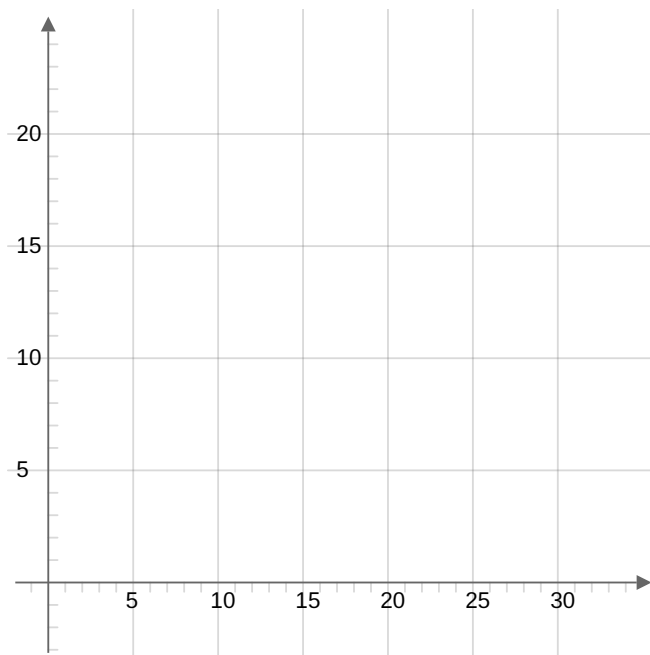
## Exercice 4

On mesure l'allongement  $X$  de la tige d'une tomate, exprimé en mm/j, en fonction de la température diurne  $T$ , exprimée en °C.

Le tableau suivant fournit le relevé des valeurs du couple de variables statistiques  $(T, X)$ .

$t_i$	5	7	10	13	15	18	20	22	25	28	30
$x_i$	1	2	3	6	8	10	11	15	17	20	23

1. Construire le nuage de points représentant cette série statistique double. Que suggère l'examen du nuage ?



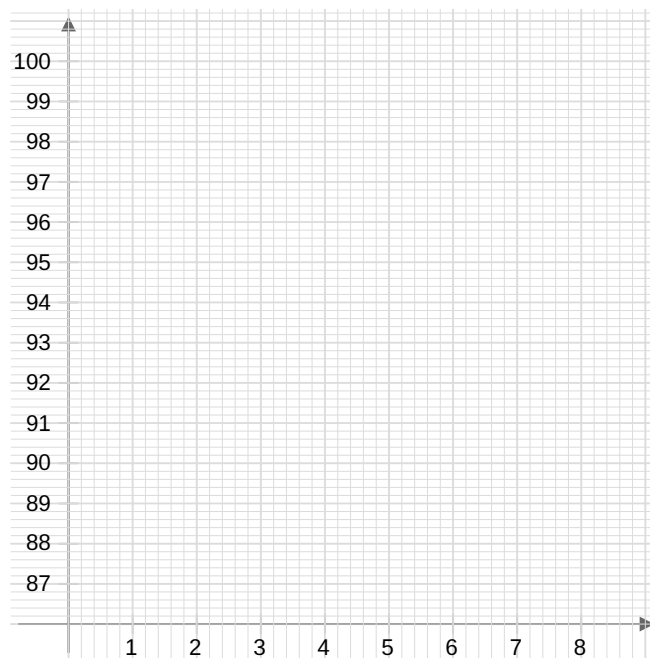
2. Donner à l'aide de votre calculatrice la droite d'ajustement de  $X$  en  $T$ , obtenue par la méthode des moindres carrés.  
 3. Construire la droite dans le repère précédent.  
 4. Déterminer l'allongement pour une température diurne de 16 °C.  
 5. Déterminer l'allongement pour une température diurne de -5 °C et de 100 °C. Que peut-on en déduire ?

## Exercice 5

L'évolution du prix des médicaments en France, en prenant pour indice la base 100 en 2013, est donnée ci-dessous :

Année	2013	2014	2015	2016	2017
Rang de l'année $n$	0				
Indice $i$	100	96,3	92,4	89,3	86,9

1. Représenter dans le repère ci-dessous le nuage de points associés à la série statistique  $(n; i)$ .



2. Peut-on envisager un ajustement affine pour cette série statistique ? Justifier votre réponse.
3. À l'aide d'une calculatrice donner un ajustement affine de cette série par la méthode des moindres carrés.  
Les coefficients seront arrondis au millième.
4. Selon cet ajustement, quel est l'indice de prix en 2012 et en 2025 ?
5. Quelle est alors l'évolution des prix, exprimée en pourcentage, entre ces deux indices ?

### Exercice 6

On a relevé aux États-Unis d'Amérique, entre 2007 et 2010, le nombre d'Iphones vendus ainsi que le nombre de décès par chute dans les escaliers.

Année	2007	2008	2009	2010
$X$ : nombre de ventes d'Iphone (en millions)	1	10	21	39
$Y$ : nombre de décès par chute dans les escaliers	1920	1940	1965	1995

1. Construire le nuage de points associé à la série  $(X ; Y)$ .
2. Un ajustement affine est-il envisageable ? Si oui déterminer l'équation de la droite d'ajustement obtenue par la méthode des moindres carrés.
3. À partir de cette situation que peut-on dire du lien entre corrélations et causalité ?