

# STATISTIQUES A UNE VARIABLE

## 1) VOCABULAIRE

### A) GÉNÉRALITES

#### Définition :

L'ensemble sur lequel on travaille en statistique est appelé **population**.

Si cet ensemble est trop vaste, on en restreint l'étude à une partie appelée **échantillon**.

Un élément de cet ensemble est appelé **individu**.

La particularité commune que l'on étudie est appelée **caractère ou variable**.

Les valeurs prises par le caractère sont aussi appelées les **modalités**.

### B) CARACTÈRE QUALITATIF ET CARACTÈRE QUANTITATIF

#### Définition :

Si la particularité étudiée ne s'exprime pas par un nombre, il s'agit d'un **caractère qualitatif**.

**Exemple :** Dans une population, être marié(e) est un caractère qualitatif à deux valeurs : oui ou non.

#### Définition :

Si cette particularité s'exprime par un nombre (*et que l'on peut ordonner ces nombres*), il s'agit d'un **caractère quantitatif**.

- Si les valeurs du nombre exprimé sont isolées, il s'agit d'un **caractère discret**.
- Par contre, si ces valeurs sont prises dans tout un intervalle de  $\mathbb{R}$ , il s'agit d'un **caractère continu**.

Dans ce cas, le nombre désignant la modalité se note en général  $x_i$ .

#### Exemple : Caractère discret

Le nombre de frères et sœurs d'un élève est un caractère quantitatif discret car il ne peut prendre que les valeurs 0, 1, 2, 3, 4 ...

#### Exemple : Caractère continu

Le temps de révision pour un contrôle pourrait être n'importe quel nombre  $t$ , tel que  $2 \leq t \leq 3$  par exemple.

Les valeurs de ce caractère sont regroupées en **classes** ( $[0; 1[$ ;  $[1; 2[$  ...)

#### Remarques :

- L'amplitude des classes n'est pas forcément la même.
- En général, on fait l'hypothèse d'une répartition uniforme à l'intérieur de chaque classe ...

### C) EFFECTIFS ET FRÉQUENCES

#### Définition :

Le nombre d'individus, noté  $n_i$ , d'une modalité (ou valeur) est appelé **effectif**.

Le nombre total d'individus, noté  $N$ , de la population est appelé **effectif total**.

$$N = \sum_{i=1}^k n_i = n_1 + n_2 + \dots + n_k \text{ s'il y a } k \text{ modalités.}$$

Le rapport  $f_i = \frac{n_i}{N}$  est appelé **fréquence**.

#### Remarques :

- $f_i$  est un nombre toujours compris entre 0 et 1. Souvent, les nombres  $f_i$  s'expriment par un pourcentage.
- La somme des nombres  $f_i$  est toujours égale à 1.  $\sum_{i=1}^k f_i = 1$

#### Définition :

Une **série statistique** est l'ensemble des résultats d'une étude : valeurs du caractère et effectifs correspondants.

On représente souvent une série statistique sous forme d'un tableau.

Dans le cas d'une variable quantitative, on peut ordonner les différentes valeurs de la plus petite à la plus grande (ou de la plus grande à la plus petite) puis additionner les effectifs successifs : on obtient ainsi **les effectifs cumulés croissants** (ou décroissants).

On obtient de la même façon **les fréquences cumulées croissantes** (ou décroissantes).

## 2) INDICATEURS STATISTIQUES – ÉTUDE D'UN CARACTÈRE DISCRET

Pour le cas général, on considère une série statistique  $X$  quantitative discrète :

Valeurs ( $x_i$ )	$x_1$	$x_2$	...	$x_k$	Total
Effectifs ( $n_i$ )	$n_1$	$n_2$	...	$n_k$	$N$
Fréquences ( $f_i$ )	$f_1$	$f_2$	...	$f_k$	1

### A) REPRÉSENTATION GRAPHIQUE

On représente généralement une série quantitative discrète par **un diagramme en bâtons** ou en barres.

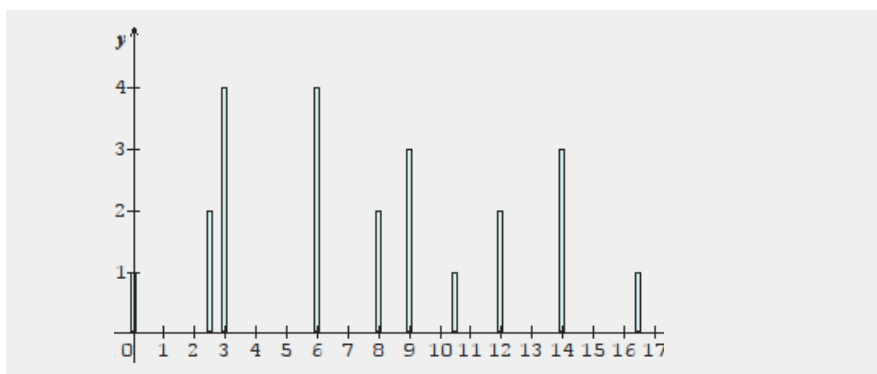
On peut aussi parfois utiliser un diagramme circulaire ou semi-circulaire, même si ces derniers sont plutôt réservés aux séries qualitatives.

**Exemple:** Voici les notes à un devoir commun des 23 élèves de la Seconde.

0 – 12 – 9 – 10,5 – 2,5 – 8 – 3 – 8 – 3 – 14 – 6 – 2,5 – 6 – 16,5 – 14 – 6 – 9 – 3 – 6 – 14 – 12 – 3 – 9

On se propose de ranger ces valeurs dans un tableau:

Valeurs ( $x_i$ )	0	2,5	3	6	8	9	10,5	12	14	16,5
Effectifs ( $n_i$ )	1	2	4	4	2	3	1	2	3	1
Fréquences ( $f_i$ )	0,043	0,087	0,174	0,174	0,087	0,131	0,043	0,087	0,131	0,043
Effectifs cumulés croissants	1	3	7	11	13	16	17	19	22	23
Fréquences cumulées croissantes	0,043	0,130	0,304	0,478	0,565	0,696	0,739	0,826	0,957	1,000



### B) LES PARAMÈTRES DE TENDANCE CENTRALE

**Définition :**

On appelle **mode** d'une série statistique une valeur du caractère dont l'effectif associé est le plus grand.

**Exemple :** La série de notes de la seconde admet deux modes : 3 et 6.

**Définition :**

La moyenne de la série  $X$  est le nombre réel, noté  $\bar{x}$ , tel que :

$$\bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_k x_k}{N} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{N} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^k n_i x_i = \sum_{i=1}^k x_i f_i$$

**Exemple :** La moyenne des notes du devoir est :

- à partir de la distribution des effectifs :  $\bar{x} = \frac{1 \times 0 + 2 \times 2,5 + 4 \times 3 + \dots + 1 \times 16,5}{23} \approx 7,7$
- à partir de la distribution des fréquences :  $\bar{x} = \sum_{i=1}^{10} x_i f_i \approx 7,7$

**Remarque :**

Si dans une série de notes, une note apparaît de manière exceptionnelle (0 par exemple), on peut calculer la moyenne de la série privée de cette valeur. On dit qu'il s'agit d'une **moyenne élaguée**.

### **Définition :**

**La médiane** est une valeur  $Me$  du caractère qui partage la population en deux sous-ensembles de même effectif. Les éléments du premier sous-ensemble correspondent à des valeurs du caractère inférieures ou égales à  $Me$ , ceux du second correspondent à des valeurs du caractère supérieures ou égales à  $Me$ .

### **Dans la pratique :**

- Si l'effectif total  $N$  est impair, la médiane est la valeur du caractère située au rang  $\frac{N+1}{2}$
- Si l'effectif total  $N$  est pair, la médiane est tout nombre situé entre la valeur du caractère occupant le rang  $\frac{N}{2}$  et la valeur du caractère occupant le rang  $\frac{N}{2} + 1$  ( On choisit souvent la demi-somme)

**Exemple :** Dans la série de notes de la classe de seconde, on a 23 valeurs .  $\frac{23+1}{2} = 12$

La médiane de cette série est donc la 12<sup>ème</sup> valeur , c'est à dire  $Me = 8$ .

## **C ) LES PARAMÈTRES DE DISPERSION**

### **Définition :**

On appelle **étendue**, notée  $e$  d'une série statistique la différence entre la plus grande valeur, notée  $Max$  du caractère et la plus petite, notée  $Min$  .

$$e = Max - Min$$

**Exemple :** L'étendue de la série de notes de la seconde est  $e = 16,5 - 0 = 16,5$ .

### **Définition :**

**Le premier Quartile  $Q_1$**  d'une série statistique est la plus petite valeur de la série telle qu'au moins 25% des valeurs de celle-ci lui soient inférieures ou égales.

**Le troisième Quartile  $Q_3$**  d'une série statistique est la plus petite valeur de la série telle qu'au moins 75% des valeurs de celle-ci lui soient inférieures ou égales.

### **Dans la pratique :**

- Si  $\frac{N}{4}$  est un entier, le premier quartile  $Q_1$  est la valeur qui dans cette liste occupe le rang  $\frac{N}{4}$  et le troisième quartile  $Q_3$  est la valeur qui dans cette liste occupe le rang  $\frac{3N}{4}$  .
- Si  $\frac{N}{4}$  n'est pas un entier, le premier quartile  $Q_1$  est la valeur qui dans cette liste occupe le rang immédiatement supérieur à  $\frac{N}{4}$  et le troisième quartile  $Q_3$  est la valeur qui dans cette liste occupe le rang immédiatement supérieur à  $\frac{3N}{4}$  .

### **Exemple :**

Pour la série des notes de seconde, il y a 23 valeurs.

$\frac{23}{4} = 5,75$ , donc le premier quartile est la sixième valeur de la série, donc  $Q_1 = 3$ .

Au moins 25 % des élèves ont obtenu une note inférieure ou égale à 3

$\frac{3 \times 23}{4} = 17,25$ , donc le troisième quartile est la dix-huitième valeur de la série, donc  $Q_3 = 12$

Au moins 75 % des élèves ont obtenu une note inférieure ou égale à 12.

### **Remarques :**

- Une série admet trois quartiles ; le deuxième, dont on ne fait pas usage au lycée, est associé à la valeur 50% .
- De nombreuses calculatrices considèrent les quartiles comme les médianes des deux séries obtenues après avoir partagé la série initiale par sa médiane ... ce qui explique les différences constatées.  
Dans la pratique, ces différences ont peu d'importance vu la taille des séries.
- De la même façon, on peut définir les déciles d'une série statistique.

**Définition :**

**L'intervalle interquartile** d'une série statistique est l'intervalle  $[Q_1 ; Q_3]$  . Il contient au moins 50 % des valeurs.

**L'écart interquartile** d'une série statistique est le nombre  $Q_3 - Q_1$

**Exemple:** L'écart interquartile de la série de notes de la classe de seconde est  $12 - 3 = 9$

**Remarques :**

- L'écart interquartile mesure la dispersion des valeurs autour de la médiane ; plus l'écart est petit, plus les valeurs de la série appartenant à l'intervalle interquartile sont concentrées autour de la médiane.
- Contrairement à l'étendue qui mesure l'écart entre la plus grande et la plus petite valeur, l'écart interquartile élimine les valeurs extrêmes qui peuvent être douteuses, cependant il ne tient compte que de 50% de l'effectif ...
- On peut correctement résumer une série statistique par le couple : ( **médiane ; intervalle interquartile** )

**3 ) REGROUPEMENT PAR CLASSES DE VALEURS**

Le tableau suivant donne la distance entre le domicile et le lycée pour les élèves d'une classe.

Distance (en km)	$[0 ; 1[$	$[1 ; 5[$	$[5 ; 11[$
Nombre d'élèves ( $n_i$ )	8	16	12
Effectifs cumulés	8	24	36
Fréquences cumulées croissantes (%)	22,2	66,7	100
Largeurs des rectangles	1	4	6
Hauteurs des rectangles	$\frac{8 \times 0,25}{1} = 2$	$\frac{16 \times 0,25}{4} = 1$	$\frac{12 \times 0,25}{6} = \frac{1}{2}$

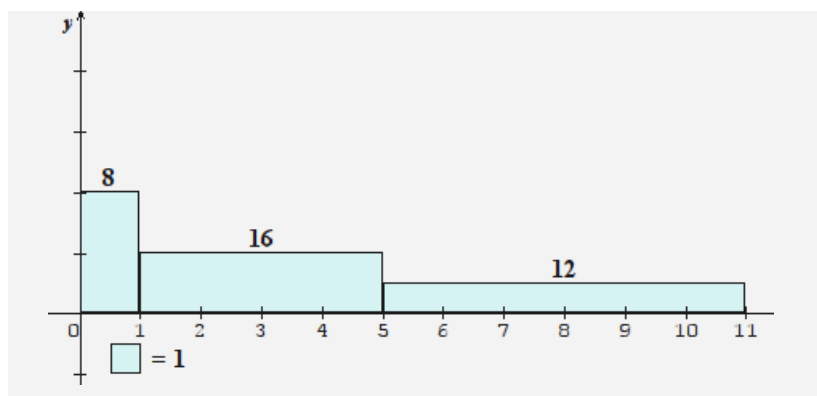
**A ) REPRÉSENTATION GRAPHIQUE**

La représentation graphique d'une série quantitative continue est principalement **l'histogramme**.

Dans un histogramme, les effectifs (ou les fréquences) et les aires des rectangles sont proportionnels.

- Lorsque les classes sont de même amplitude, l'effectif (ou la fréquence) peut être porté en ordonnée, comme si c'était un diagramme en bâton.
- Lorsque les classes n'ont pas la même amplitude, on ne peut pas proposer d'unité sur l'axe des ordonnées et il faut alors définir une unité d'aire.

**Exemple :** On choisit 1 cm pour 1 km sur l'axe des abscisses et  $0,25 \text{ cm}^2$  représente 1 élève.



## B) LES PARAMÈTRES DE TENDANCE CENTRALE

### Définition :

On appelle **classe modale** d'une série statistique la classe associée au rectangle le plus « haut » de son histogramme

**Exemple :** La classe modale est la classe [0 ; 1[.

### Moyenne :

Pour calculer la moyenne, on se ramène à un caractère discret en remplaçant chaque classe par son centre, que l'on peut alors noter  $x_i$ .

**Exemple :**  $\bar{x} = \frac{8 \times 0,5 + 16 \times 3 + 12 \times 8}{36} \approx 4,1$ .

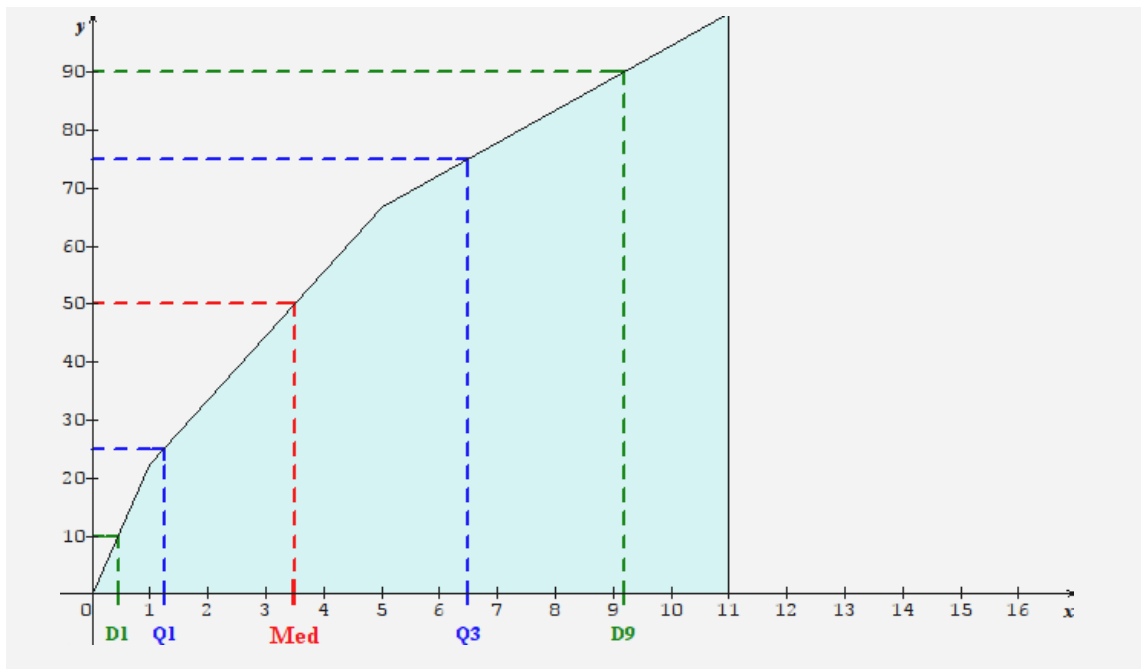
### Médiane :

On construit tout d'abord le tableau des effectifs cumulés croissants (ou celui des fréquences cumulées croissantes).

On place dans un repère orthogonal les points (0 ; 0), puis (1 ; 22,2), (5 ; 66,7) et (11 ; 100)

On admet que la répartition dans chaque classe est uniforme, ainsi on joint ces points par des segments.

La courbe obtenue est celle d'une fonction affine par morceaux et est souvent appelée **polygone des fréquences cumulées**



La médiane est l'abscisse du point de la courbe d'ordonnée 50 %. Par lecture graphique, on détermine ici que la distance médiane est d'environ 3,5 km.

### Remarque:

On obtient la même courbe et la même médiane en utilisant les effectifs cumulés croissants; seules les ordonnées sont modifiées et la valeur médiane sera l'abscisse du point d'ordonnée 18, puisqu'il y a 36 valeurs.

## C) LES PARAMÈTRES DE DISPERSION

On utilise la même méthode pour déterminer graphiquement les valeurs des quartiles:

Q1 est l'abscisse du point du polygone des fréquences cumulées d'ordonnée 25 % et Q3 est l'abscisse du point d'ordonnée 75 %.

Dans l'exemple on peut lire que  $Q1 \approx 1,3$  km et  $Q3 \approx 6,5$  km.