

Plaquette 2 – Séries en classes, histogrammes et effectifs cumulés

Statistiques descriptives – Seconde

Corrections détaillées

Boîte à outils

Moyenne d'une série en classes. On remplace chaque classe par son centre c_i :

$$\bar{x} = \frac{n_1 c_1 + n_2 c_2 + \dots + n_p c_p}{N} \quad N = n_1 + \dots + n_p$$

Le résultat est une **approximation** : on suppose les valeurs réparties uniformément dans chaque classe.

Effectifs et fréquences cumulés croissants.

Notation	Définition
N_k	$n_1 + n_2 + \dots + n_k$ — nombre de valeurs $<$ borne haute de la classe k
F_k	$\frac{N_k}{N}$ — même chose en fréquence
f_i	$\frac{n_i}{N}$ — fréquence de la classe i

On a toujours $N_p = N$ et $F_p = 1$.

Médiane et quartiles par interpolation linéaire. Si la classe $[a; b[$ contient le rang cherché r , avec N_{k-1} valeurs avant et n_k valeurs dans la classe :

$$\text{valeur} \approx a + (b - a) \times \frac{r - N_{k-1}}{n_k}$$

- pour la **médiane**, $r = \frac{N}{2}$;
- pour Q_1 , $r = \frac{N}{4}$; pour Q_3 , $r = \frac{3N}{4}$.

Histogramme. L'aire de chaque rectangle est proportionnelle à l'effectif. Si les classes n'ont pas la même amplitude, la hauteur est la **densité** :

$$\text{densité} = \frac{\text{effectif}}{\text{amplitude}}$$

Moyenne de sous-groupes. Deux groupes d'effectifs n_1 et n_2 , de moyennes $\bar{x}_1$ et $\bar{x}_2$:

$$\bar{x} = \frac{n_1 \bar{x}_1 + n_2 \bar{x}_2}{n_1 + n_2}$$

Ce n'est **pas** la moyenne des deux moyennes, sauf si $n_1 = n_2$.

Correction de l'exercice 1 - Moyenne d'une série en classes

- **Étape 1 — centres de classes** : 5, 15, 25, 35 ✓
- **Étape 2 — effectif total** : $8 + 12 + 15 + 5 = 40$ ✓
- **Étape 3 — somme pondérée** :

$$8 \times 5 + 12 \times 15 + 15 \times 25 + 5 \times 35 = 40 + 180 + 375 + 175 = 770$$

- **Étape 4 — moyenne** :

$$\bar{x} = \frac{770}{40} = 19,25 \text{ min}$$

- **Contrôle de vraisemblance** : la moyenne est bien entre 0 et 40 ✓
 - **Contrôle plus fin** : la classe la plus fournie est $[20 ; 30[$, et la moyenne est proche de 20 ✓
 - **Nature du résultat** : c'est une **approximation**, puisque l'on suppose les durées uniformément réparties dans chaque classe ✓
 - **Encadrement garanti** : en prenant les bornes basses on obtiendrait $\frac{0 + 120 + 300 + 150}{40} = 14,25$, et avec les bornes hautes $\frac{80 + 240 + 450 + 200}{40} = 24,25$ ✓
 - **Cohérence** : $14,25 < 19,25 < 24,25$, et 19,25 est bien le milieu de cet encadrement ✓
- Réponse.** $\bar{x} = \frac{770}{40} = 19,25$ minutes.

Correction de l'exercice 2 - Classe modale et fréquences

- **Classe modale** : celle d'effectif maximal, soit $[20 ; 30[$ avec 15 salariés ✓
- **Fréquences** : $f_i = \frac{n_i}{40}$.

Durée	Effectif	Fréquence
$[0 ; 10[$	8	20 %
$[10 ; 20[$	12	30 %
$[20 ; 30[$	15	37,5 %
$[30 ; 40[$	5	12,5 %

- **Contrôles** : $\frac{8}{40} = 0,2$ ✓ ; $\frac{12}{40} = 0,3$ ✓ ; $\frac{15}{40} = 0,375$ ✓ ; $\frac{5}{40} = 0,125$ ✓
- **Somme des fréquences** : $20 + 30 + 37,5 + 12,5 = 100$ % ✓
- **Moins de 20 minutes** : les deux premières classes, soit $8 + 12 = 20$ salariés.
 $\frac{20}{40} = 50$ %
- **Interprétation** : la moitié des salariés met moins de 20 minutes — c'est la **médiane** de la série ✓
- **Attention à la classe modale** : elle n'a de sens que si toutes les classes ont la **même amplitude**, ce qui est le cas ici ✓

Réponse. Classe modale $[20 ; 30[$; fréquences 20 ; 30 ; 37,5 ; 12,5 % ; 50 % des salariés sous 20 minutes.

Correction de l'exercice 3 - Médiane par interpolation linéaire

- **Étape 1 — effectifs cumulés croissants** : 6 ; 20 ; 42 ; 50 ✓
- **Étape 2 — rang cherché** : $\frac{N}{2} = 25$ ✓
- **Étape 3 — classe médiane** : $N_2 = 20 < 25 \leq 42 = N_3$, donc la médiane est dans $[10 ; 15[$ ✓
- **Étape 4 — interpolation** avec $a = 10$, $b = 15$, $N_{k-1} = 20$, $n_k = 22$:

$$\text{Méd} \approx 10 + 5 \times \frac{25 - 20}{22} = 10 + \frac{25}{22} \approx 11,14$$

- **Contrôle de vraisemblance** : la médiane appartient bien à $[10 ; 15[$ ✓
- **Contrôle de la position dans la classe** : $\frac{5}{22} \approx 0,227$, la médiane est donc dans le **premier quart** de la classe ✓

- **Cohérence** : 40 % des élèves sont sous 10 et 84 % sous 15, la médiane doit être nettement plus proche de 10 ✓
- **Contrôle** : $\frac{20}{50} = 0,4$ ✓ et $\frac{42}{50} = 0,84$ ✓
- **Interprétation** : la moitié du groupe a moins de 11,14 — le niveau est tout juste au-dessus de la moyenne de 10 ✓

Réponse. Méd $\approx 10 + \frac{25}{22} \approx 11,14$.

Correction de l'exercice 4 - Quartiles par interpolation

- **Effectifs cumulés** : 6 ; 20 ; 42 ; 50 ✓
- Q_1 — **rang** $\frac{N}{4} = 12,5$: $6 < 12,5 \leq 20$, donc dans $[5 ; 10[$.

$$Q_1 \approx 5 + 5 \times \frac{12,5 - 6}{14} = 5 + \frac{32,5}{14} \approx 7,32$$
- Q_3 — **rang** $\frac{3N}{4} = 37,5$: $20 < 37,5 \leq 42$, donc dans $[10 ; 15[$.

$$Q_3 \approx 10 + 5 \times \frac{37,5 - 20}{22} = 10 + \frac{87,5}{22} \approx 13,98$$
- **Écart interquartile** : $Q_3 - Q_1 \approx 13,98 - 7,32 = 6,66$ ✓
- **Contrôle de l'ordre** : $Q_1 < \text{Méd} < Q_3$, soit $7,32 < 11,14 < 13,98$ ✓
- **Contrôles des classes** : $Q_1 \in [5 ; 10[$ ✓ et $Q_3 \in [10 ; 15[$ ✓
- **Interprétation** : la moitié centrale du groupe a une note entre 7,3 et 14 ✓
- **Comparaison avec l'étendue** : elle vaut $20 - 0 = 20$, soit trois fois l'écart interquartile — les valeurs extrêmes sont donc bien plus dispersées que le cœur de la série ✓
- **Utilité de l'écart interquartile** : il **ignore** les 25 % les plus faibles et les 25 % les plus forts, donc il n'est pas sensible aux extrêmes ✓

Réponse. $Q_1 \approx 7,32$, $Q_3 \approx 13,98$, écart interquartile $\approx 6,66$.

Correction de l'exercice 5 - Moyenne et comparaison avec la médiane

- **Centres de classes** : 2,5 ; 7,5 ; 12,5 ; 17,5 ✓
- **Somme pondérée** :

$$6 \times 2,5 + 14 \times 7,5 + 22 \times 12,5 + 8 \times 17,5 = 15 + 105 + 275 + 140 = 535$$
- **Moyenne** :

$$\bar{x} = \frac{535}{50} = 10,7$$
- **Comparaison** : $\bar{x} = 10,7$ contre Méd $\approx 11,14$, donc $\bar{x} < \text{Méd}$ ✓
- **Interprétation** : la moyenne est tirée **vers le bas** par les notes faibles de $[0 ; 5[$ ✓
- **Contrôle** : les 6 élèves de $[0 ; 5[$ pèsent $\frac{15}{535} \approx 2,8\%$ de la somme pour 12 % de l'effectif ✓
- **Règle générale** : quand la série a une queue vers les petites valeurs, la moyenne passe **sous** la médiane ✓
- **Contrôle de vraisemblance** : les deux indicateurs encadrent 11, cohérent avec 52 % des élèves au-dessus de 10 ✓
- **Contrôle** : $\frac{22 + 8}{50} = 0,6$ des élèves sont au-dessus de 10 — la médiane doit donc dépasser 10 ✓

- **Choix de l'indicateur** : pour décrire « l'élève typique », la médiane est ici plus fidèle ✓

Réponse. $\bar{x} = \frac{535}{50} = 10,7$, légèrement **inférieure** à la médiane.

Correction de l'exercice 6 - Histogramme à classes inégales

- **Densité** = $\frac{\text{effectif}}{\text{amplitude}}$:

Âge	Amplitude	Effectif	Densité
[0 ; 10[	10	20	2
[10 ; 20[	10	30	3
[20 ; 40[	20	40	2
[40 ; 80[	40	40	1

- **Barre la plus haute** : [10 ; 20[, avec une densité de 3 ✓
- **Piège évité** : les classes [20 ; 40[et [40 ; 80[ont un effectif **plus grand** (40), mais leurs barres sont plus **basses** ✓
- **Centres de classes** : 5 ; 15 ; 30 ; 60 ✓
- **Somme pondérée** :

$$20 \times 5 + 30 \times 15 + 40 \times 30 + 40 \times 60 = 100 + 450 + 1200 + 2400 = 4150$$

- **Moyenne** :

$$\bar{x} = \frac{4150}{130} \approx 31,92 \text{ ans}$$

- **Contrôle de vraisemblance** : 31,9 ans est plausible pour un club qui accueille enfants et adultes ✓
- **Contrôle** : $130 \times 31,92 \approx 4150$ ✓
- **Médiane** : les effectifs cumulés valent 20 ; 50 ; 90 ; 130 ; le rang 65 tombe dans [20 ; 40[, donc

$$\text{Méd} \approx 20 + 20 \times \frac{65 - 50}{40} = 27,5 \text{ ans}$$

- **Interprétation** : la moyenne (31,9) dépasse la médiane (27,5) à cause des adhérents âgés ✓

Réponse. Densités 2 ; 3 ; 2 ; 1 — la plus haute barre est [10 ; 20[; $\bar{x} \approx 31,92$ ans.

Correction de l'exercice 7 - Retrouver les effectifs depuis les cumuls

- **Principe** : $n_k = N_k - N_{k-1}$, avec $N_0 = 0$ ✓

Classe	Cumul N_k	Effectif n_k
[0 ; 20[	12	12
[20 ; 40[	30	18
[40 ; 60[	58	28
[60 ; 80[	70	12
[80 ; 100]	80	10

- **Détails** : $30 - 12 = 18$ ✓ ; $58 - 30 = 28$ ✓ ; $70 - 58 = 12$ ✓ ; $80 - 70 = 10$ ✓
- **Contrôle** : $12 + 18 + 28 + 12 + 10 = 80 = N$ ✓

- **Contrôle du dernier cumul** : $N_5 = 80$, égal à l'effectif total ✓
- **Croissance obligatoire** : la suite $12 < 30 < 58 < 70 < 80$ est bien croissante ✓
- **Classe modale** : $[40; 60[$, avec 28 mesures ✓
- **Lecture du cumul** : c'est là que le polygone a la pente la plus forte ✓
- **Moyenne** : centres 10 ; 30 ; 50 ; 70 ; 90, donc

$$\bar{x} = \frac{120 + 540 + 1400 + 840 + 900}{80} = \frac{3800}{80} = 47,5$$

- **Contrôle** : $12 \times 10 = 120$ ✓ ; $18 \times 30 = 540$ ✓ ; $28 \times 50 = 1400$ ✓ ; $12 \times 70 = 840$ ✓ ; $10 \times 90 = 900$ ✓

Réponse. Effectifs 12 ; 18 ; 28 ; 12 ; 10 ; moyenne 47,5.

Correction de l'exercice 8 - Fréquences cumulées

- **Principe** : $F_k = \frac{N_k}{80}$ ✓

Classe	N_k	F_k
$[0; 20[$	12	15 %
$[20; 40[$	30	37,5 %
$[40; 60[$	58	72,5 %
$[60; 80[$	70	87,5 %
$[80; 100]$	80	100 %

- **Contrôles** : $\frac{12}{80} = 0,15$ ✓ ; $\frac{30}{80} = 0,375$ ✓ ; $\frac{58}{80} = 0,725$ ✓ ; $\frac{70}{80} = 0,875$ ✓
- **Mesures inférieures à 60** : c'est F_3 , soit 72,5 % ✓
- **Lecture directe** : aucun calcul d'interpolation n'est nécessaire, car 60 est une **borne** de classe ✓
- **Croissance** : les fréquences cumulées forment une suite croissante de 15 % à 100 % ✓
- **Mesures supérieures à 60** : $100 - 72,5 = 27,5$ % ✓
- **Contrôle** : $\frac{12 + 10}{80} = 0,275$ ✓
- **Usage** : le polygone des fréquences cumulées permet de lire graphiquement médiane et quartiles ✓

Réponse. F : 15 ; 37,5 ; 72,5 ; 87,5 ; 100 % — donc 72,5 % des mesures sont sous 60.

Correction de l'exercice 9 - Médiane graphique

- **Rang de la médiane** : $\frac{80}{2} = 40$ ✓
- **Classe médiane** : $N_2 = 30 < 40 \leq 58 = N_3$, donc $[40; 60[$ ✓
- **Interpolation** :

$$\text{Méd} \approx 40 + 20 \times \frac{40 - 30}{28} = 40 + \frac{200}{28} \approx 47,14$$

- **Rang de Q_1** : $\frac{80}{4} = 20$ ✓
- **Classe** : $12 < 20 \leq 30$, donc $[20; 40[$ ✓
- **Interpolation** :

$$Q_1 \approx 20 + 20 \times \frac{20 - 12}{18} = 20 + \frac{160}{18} \approx 28,89$$

- **Contrôle de l'ordre** : $28,89 < 47,14$ ✓
 - **Comparaison avec la moyenne** : $\bar{x} = 47,5$ et Méd $\approx 47,14$ — série presque symétrique ✓
 - **Contrôle** : l'écart relatif vaut $\frac{0,36}{47,5} \approx 0,8\%$ ✓
 - **Lecture graphique** : sur le polygone des fréquences cumulées, la médiane se lit à l'ordonnée 50 % ✓
 - **Contrôle par les fréquences** : $37,5\% < 50\% \leq 72,5\%$ confirme la classe $[40; 60[$ ✓
- Réponse.** Méd $\approx 47,14$ et $Q_1 \approx 28,89$.

Correction de l'exercice 10 - Effectif manquant connaissant la moyenne

- **Centres** : 5, 15, 25 ✓
- **Effectif total** : $30 + x$ ✓
- **Mise en équation** :

$$\frac{10 \times 5 + 15x + 20 \times 25}{30 + x} = 17$$
- **Numérateur** : $50 + 15x + 500 = 550 + 15x$ ✓
- **Produit en croix** : $550 + 15x = 17(30 + x) = 510 + 17x$ ✓
- **Résolution** : $550 - 510 = 17x - 15x$, donc $40 = 2x$ et

$$x = 20$$
- **Vérification** : $N = 50$ et la somme vaut $50 + 300 + 500 = 850$.
- **Contrôle** : $\frac{850}{50} = 17$ ✓
- **Contrôle de vraisemblance** : $x = 20$ est un effectif positif entier ✓
- **Lecture du résultat** : les trois effectifs sont 10, 20, 20 ✓
- **Contrôle qualitatif** : la moyenne 17 est nettement au-dessus du centre de l'étendue (15), ce qui exige beaucoup de valeurs dans la classe haute — cohérent avec 20 ✓
- **Test d'une autre valeur** : avec $x = 10$, on aurait $\frac{700}{40} = 17,5 \neq 17$ ✓

Réponse. $x = 20$ (effectifs 10, 20, 20).

Correction de l'exercice 11 - Effet d'un regroupement de classes

- **Nouveaux effectifs** : $8 + 12 = 20$ et $15 + 5 = 20$ ✓
- **Nouveaux centres** : 10 et 30 ✓
- **Nouvelle moyenne** :

$$\bar{x} = \frac{20 \times 10 + 20 \times 30}{40} = \frac{200 + 600}{40} = 20$$
- **Ancienne valeur** : 19,25 ✓
- **Écart** : $20 - 19,25 = 0,75$ minute ✓
- **Écart relatif** : $\frac{0,75}{19,25} \approx 3,9\%$ ✓
- **Explication** : le regroupement suppose les valeurs réparties **uniformément** sur 20 minutes, ce qui n'est pas le cas ✓
- **Détail** : dans $[0; 20[$, il y a plus de salariées au-dessus de 10 (12 contre 8), donc le centre 10 sous-estime légèrement... mais l'effet inverse joue dans $[20; 40[$ ✓
- **Règle pratique** : plus les classes sont **larges**, plus la moyenne calculée est imprécise ✓

- **Conséquence méthodologique** : ne jamais regrouper des classes avant de calculer les indicateurs ✓
- **Contrôle du cas idéal** : si l'on connaissait les 40 durées exactes, on obtiendrait une valeur **unique et exacte**, que les deux estimations ne font qu'approcher ✓

Réponse. La moyenne passe à 20 minutes, soit 0,75 min de plus : le regroupement dégrade la précision.

Correction de l'exercice 12 - Moyenne de deux groupes

- **Formule** :

$$\bar{x} = \frac{n_1\bar{x}_1 + n_2\bar{x}_2}{n_1 + n_2}$$

- **Sommes des notes** : $28 \times 11,5 = 322$ et $32 \times 13 = 416$ ✓
- **Somme totale** : $322 + 416 = 738$ ✓
- **Moyenne globale** :

$$\bar{x} = \frac{738}{60} = 12,3$$

- **Piège de la moyenne des moyennes** : $\frac{11,5 + 13}{2} = 12,25 \neq 12,3$ ✓
- **Explication** : le groupe le plus nombreux (32 élèves) a la meilleure moyenne, donc il tire le résultat **vers le haut** ✓
- **Contrôle de vraisemblance** : $11,5 < 12,3 < 13$ ✓
- **Contrôle** : $60 \times 12,3 = 738$ ✓
- **Cas d'égalité** : si les deux groupes avaient 30 élèves, on retrouverait exactement 12,25 ✓
- **Contrôle** : $\frac{30 \times 11,5 + 30 \times 13}{60} = \frac{735}{60} = 12,25$ ✓
- **Interprétation en pondération** : le premier groupe pèse $\frac{28}{60} \approx 46,7\%$ et le second 53,3% ✓

Réponse. $\bar{x} = \frac{738}{60} = 12,3$.

Correction de l'exercice 13 - Somme des valeurs et ajout d'une donnée

- **Somme initiale** : $\bar{x} = \frac{S}{N}$ donne $S = N\bar{x}$, donc

$$S = 24 \times 15,5 = 372$$
- **Nouvelle somme** : $372 + 30 = 402$ ✓
- **Nouvelle moyenne** :

$$\bar{x}' = \frac{402}{25} = 16,08$$

- **Hausse** : $16,08 - 15,5 = 0,58$ ✓
- **Explication du mécanisme** : la valeur ajoutée dépasse la moyenne de $30 - 15,5 = 14,5$, et cet excédent se répartit sur 25 valeurs.
- **Contrôle** : $\frac{14,5}{25} = 0,58$ ✓
- **Formule générale** : $\bar{x}' = \bar{x} + \frac{v - \bar{x}}{N + 1}$ ✓
- **Contrôle avec la formule** : $15,5 + \frac{14,5}{25} = 16,08$ ✓
- **Cas neutre** : ajouter exactement 15,5 laisserait la moyenne inchangée ✓

- **Contrôle** : $\frac{372 + 15,5}{25} = \frac{387,5}{25} = 15,5$ ✓
 - **Ordre de grandeur** : une seule valeur sur 25 ne peut déplacer la moyenne que d'une fraction de l'écart — jamais de 14,5 ✓
- Réponse.** $\bar{x} = \frac{402}{25} = 16,08$.

Correction de l'exercice 14 - Résumé en cinq nombres

- **Minimum** : la première classe est $[0 ; 5[$, donc $\min \approx 0$ ✓
- Q_1 : $\approx 7,32$ (exercice 4) ✓
- **Médiane** : $\approx 11,14$ (exercice 3) ✓
- Q_3 : $\approx 13,98$ (exercice 4) ✓
- **Maximum** : la dernière classe est $[15 ; 20]$, donc $\max \approx 20$ ✓
- **Ordre** : $0 \leq 7,32 \leq 11,14 \leq 13,98 \leq 20$ ✓
- **Boîte** : elle va de 7,32 à 13,98, avec un trait à 11,14 ✓
- **Largeur de la boîte** : 6,66, soit un tiers de l'étendue ✓
- **Moustache gauche** : de 0 à 7,32, longueur 7,32 ✓
- **Moustache droite** : de 13,98 à 20, longueur 6,02 ✓
- **Interprétation** : les moustaches sont de longueur comparable, la boîte est décalée légèrement vers la droite ✓
- **Position de la médiane dans la boîte** : $\frac{11,14 - 7,32}{6,66} \approx 0,574$, un peu à droite du centre ✓
- **Lecture globale** : un groupe hétérogène, mais sans note extrême isolée ✓

Réponse. 0 ; 7,32 ; 11,14 ; 13,98 ; 20 — boîte de 7,32 à 13,98.

Correction de l'exercice 15 - Comparer deux villes

- **Centres** : 20 ; 60 ; 100 ; 140 ✓
- **Ville A** :

$$\bar{x}_A = \frac{4 \times 20 + 12 \times 60 + 6 \times 100 + 2 \times 140}{24} = \frac{80 + 720 + 600 + 280}{24} = \frac{1680}{24} = 70$$
- **Ville B** :

$$\bar{x}_B = \frac{10 \times 20 + 4 \times 60 + 4 \times 100 + 6 \times 140}{24} = \frac{200 + 240 + 400 + 840}{24} = \frac{1680}{24} = 70$$
- **Conclusion partielle** : même moyenne de 70 mm ✓
- **Médiane de A** : cumuls 4 ; 16 ; 22 ; 24 ; le rang 12 tombe dans $[40 ; 80[$, donc
 $\text{Méd}_A \approx 40 + 40 \times \frac{12 - 4}{12} \approx 66,67$ ✓
- **Médiane de B** : cumuls 10 ; 14 ; 18 ; 24 ; le rang 12 tombe dans $[40 ; 80[$, donc
 $\text{Méd}_B \approx 40 + 40 \times \frac{12 - 10}{4} = 60$ ✓
- **Concentration de A** : la moitié des mois de A sont dans la seule classe $[40 ; 80[$ ✓
- **Concentration de B** : 10 mois très secs et 6 mois très arrosés — un profil **bimodal** ✓
- **Contrôle** : $\frac{12}{24} = 50\%$ pour A contre $\frac{4}{24} \approx 16,7\%$ ✓
- **Conclusion** : à moyenne identique, A a un climat **régulier** et B un climat **contrasté** ✓
- **Leçon** : la moyenne seule ne décrit pas une série — il faut toujours un indicateur de dispersion ✓

Réponse. Même moyenne (70 mm), mais A est régulière et B contrastée (profil bimodal).

Correction de l'exercice 16 - Synthèse : salaires d'une entreprise

a) **Centres** : 1400 ; 1800 ; 2200 ; 3200 ; 7000 ✓

— **Somme pondérée** :

$$30 \times 1400 + 25 \times 1800 + 15 \times 2200 + 10 \times 3200 + 5 \times 7000$$

— **Détail** : 42 000 + 45 000 + 33 000 + 32 000 + 35 000 = 187 000 ✓

— **Moyenne** :

$$\bar{x} = \frac{187\,000}{85} = 2200 \text{ €}$$

b) **Effectifs cumulés** : 30 ; 55 ; 70 ; 80 ; 85 ✓

— **Rang médian** : $\frac{85}{2} = 42,5$ ✓

— **Classe** : $30 < 42,5 \leq 55$, donc [1600 ; 2000[✓

— **Interpolation** :

$$\text{Méd} \approx 1600 + 400 \times \frac{42,5 - 30}{25} = 1600 + 400 \times 0,5 = 1800 \text{ €}$$

c) **Écart entre les deux indicateurs** : $2200 - 1800 = 400 \text{ €}$, soit 22 % ✓

— **Cause** : les 5 salaires de [4000 ; 10000] pèsent $\frac{35\,000}{187\,000} \approx 18,7\%$ de la masse salariale pour $\frac{5}{85} \approx 5,9\%$ de l'effectif ✓

— **Proportion sous la moyenne** : les 70 premiers salariés gagnent moins de 2400 €, donc **plus de 80 %** sont sous la moyenne ✓

— **Contrôle** : $\frac{70}{85} \approx 82,4\%$ ✓

— **Stratégie du syndicat** : mettre en avant la **médiane** (1800 €), qui décrit le salarié typique ✓

— **Stratégie de la direction** : mettre en avant la **moyenne** (2200 €), plus flatteuse ✓

— **Indicateur le plus honnête** : les deux, accompagnés des quartiles ✓

— Q_1 : rang 21,25 dans [1200 ; 1600[, donc $\approx 1200 + 400 \times \frac{21,25}{30} \approx 1483 \text{ €}$ ✓

— Q_3 : rang 63,75 dans [2000 ; 2400[, donc $\approx 2000 + 400 \times \frac{63,75 - 55}{15} \approx 2233 \text{ €}$ ✓

— **Conclusion** : la moitié centrale gagne entre 1483 et 2233 €, très loin des 7000 € du haut de l'échelle ✓

Réponse. a) 2200 € · b) 1800 € · c) le syndicat la médiane, la direction la moyenne — l'écart vient des très hauts salaires.