

# Chapitre 5

## Évolutions

### 5.1 Proportion

#### 5.1.1 Proportion et pourcentage

**Définition 5.1.** Soient  $E$  un ensemble non vide et  $n_E$  le nombre d'éléments de  $E$ . Soient  $A$  un sous-ensemble de  $E$  et  $n_A$  le nombre d'éléments de  $A$ . La **proportion** de  $A$  dans  $E$  est le réel défini par  $p = \frac{n_A}{n_E}$ .

**Propriété 5.1.** Une proportion  $p$  est un nombre toujours compris entre 0 et 1 :  $0 \leq p \leq 1$ .

*Démonstration.* Exercice. □

**Exemple :** Lors d'un exercice de tir, 5 Stormtroopers parmi les 30 de l'escouade réussissent à atteindre leur cible. La proportion de Stormtroopers ayant réussi l'exercice est donc

$$p = \frac{5}{30} = \frac{1}{6} \simeq 0,167 = 16,7\%.$$

Fraction	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$
Décimal	0	1	0,5	0,25	0,75	0,33...	0,66...
Pourcentage	0%	100%	50%	25%	75%	33,33...%	66,66..%
Français	rien	tout	la moitié	le quart	les trois quart	le tiers	les deux tiers

#### 5.1.2 Pourcentage de pourcentage

**Propriété 5.2.** Soient  $E$  un ensemble non vide,  $F$  une partie non vide de  $E$  et  $A$  une partie de  $F$ . Si  $p_1$  est la proportion de  $F$  dans  $E$  et si  $p_2$  est la proportion de  $A$  dans  $F$ , alors la proportion  $p$  de  $A$  dans  $E$  est  $p = p_1 \times p_2$ .

*Démonstration.* Soient  $E$  un ensemble non vide,  $F$  une partie non vide de  $E$  et  $A$  une partie de  $F$ . On note respectivement  $n_E$ ,  $n_F$  et  $n_A$  les nombres d'éléments de  $E$ ,  $F$  et  $A$ . Comme  $E$  et  $F$  sont non vides, on a  $n_E \neq 0$  et  $n_F \neq 0$ . On note  $p_1$  la proportion de  $F$  dans  $E$ ,  $p_2$  la proportion de  $A$  dans  $F$  et la proportion  $p$  de  $A$  dans  $E$ . On a alors

$$p_1 \times p_2 = \frac{n_F}{n_E} \times \frac{n_A}{n_F} = \frac{n_A}{n_E} = p.$$

□

**Exemple :** On estime à 0,1% la proportion de personnes croyant que la Terre est plate au sein d'un pays ; parmi elles, 88% croient que le gouvernement est en fait composé de reptiliens complotant afin de dominer le monde (proportions inventées). En notant  $p$  la proportion de platiste (personne croyant que la Terre est plate) croyant dans un complot reptilien, on a

$$p = \frac{0,1}{100} \times \frac{90}{100} = 0,0009 = 0,09\%.$$

La proportion de platiste croyant au complot reptilien est donc de 0,09%.

## 5.2 Évolutions

### 5.2.1 Taux d'évolution

**Définition 5.2.** Soit  $v_1$  une valeur (ou grandeur) évoluant jusqu'à une valeur  $v_2$ . On appelle **taux d'évolution** – par rapport à  $v_1$  – le rapport

$$t = \frac{v_2 - v_1}{v_1} = \frac{v_2}{v_1} - 1.$$

**Exemple :** Le prix d'un kilogramme d'argent passe de 50\$ à 200\$. On a  $v_1 = 50$  et  $v_2 = 200$ , le taux d'évolution est

$$t = \frac{200 - 50}{50} = \frac{150}{50} = 3 = 300\%.$$

Le prix du kilo d'argent a augmenté de 300%.

★ Vidéo.

### 5.2.2 Coefficient multiplicateur

**Définition 5.3.** Soit  $v_1$  une valeur (ou grandeur) évoluant jusqu'à une valeur  $v_2$ . On appelle **coefficient multiplicateur** le rapport

$$k = \frac{v_2}{v_1}.$$

**Exemple :** Dans une réalité alternative, la France fait baisser ses émissions de GAS de 500Mt à 120Mt entre 2015 et 2020. On a  $v_1 = 500$  et  $v_2 = 120$ , le coefficient multiplicateur est donc

$$k = \frac{120}{500} = 0,24.$$

★ Vidéo.

**Propriété 5.3.** Avec les notations précédentes, on a un lien entre coefficient multiplicateur et taux d'évolution :

$$k = 1 + t \quad \text{ou encore} \quad t = k - 1.$$

*Démonstration.* Soit  $v_1$  une valeur évoluant jusqu'à une valeur  $v_2$ . On a

$$t = \frac{v_2 - v_1}{v_1} = \frac{v_2}{v_1} - \frac{v_1}{v_1} = k - 1.$$

□

**Exemples :** En reprenant l'exemple précédent, on trouve le taux d'évolution  $t = 0,24 - 1 = -0,76 = -76\%$ .

**Exemples :**

Taux d'évolution	Coefficient multiplicateur
+25%	1,25
-3%	0,97
-200%	-1
+150%	2,5
-90%	0,1

### 5.3 Évolutions successives

**Propriété 5.4.** Soit  $v_1$  une valeur évoluant jusqu'à une valeur  $v_2$  ; on note le coefficient multiplicateur  $k_1$ . Puis  $v_2$  évolue jusqu'à une valeur  $v_3$  ; on note le coefficient multiplicateur  $k_2$ . Le coefficient multiplicateur correspondant à l'évolution de  $v_1$  à  $v_3$  est

$$k = k_1 \times k_2.$$

**Exemple :** À quelle évolution globale correspond une baisse de 25% puis une augmentation de 40% ?

On a  $k_1 = 0,75$  et  $k_2 = 1,4$  donc  $k = k_1 \times k_2 = 0,75 \times 1,4 = 1,05$ . On a donc une hausse de 5%.

**Remarque :** attention ! Les pourcentages ne s'additionnent pas !

★ Vidéo.

## 5.4 Attendus et savoir-faire

- Déterminer une proportion connaissant des effectifs et réciproquement.
- Passer d'une proportion à un pourcentage ou une fraction et réciproquement.
- Déterminer un taux d'évolution et un coefficient multiplicateur.
- Passer du taux d'évolution au coefficient multiplicateur et réciproquement.
- Déterminer une grandeur en sachant comment elle a évolué à partir d'une autre.
- Déterminer le coefficient multiplicateur de plusieurs évolutions successives.
- Déterminer une grandeur en sachant comment elle a évolué successivement à partir d'une autre.

## 5.5 Exercices

### 5.5.1 Démarrage

**Exercice 5.1.** Dans une ville comportant 3280 foyers, on en dénombre 2890 s'approvisionnant dans les commerces de la ville. Quelle proportion des foyers cela représente-t-il ?

**Exercice 5.2.** À la session de juin 2018, 52% des candidats à l'ancien bac s'étaient présentés aux séries générales. Le taux de réussite s'est élevé à 91,1% dont 54,1% de mentions.

1. Calculer le pourcentage de bacheliers de séries générales ayant réussi le bac.
2. Calculer le pourcentage de bacheliers de séries générales ayant réussi le bac avec mention.

**Exercice 5.3.** Déterminer le pourcentage d'évolution dans chacun des cas suivants :

1. De 1940 à 1995, la population mexicaine est passée de 19,7 millions d'habitants à 93,7 millions d'habitants.
2. Le prix d'un article va passer de 65 à 68 euros.

**Exercice 5.4.** Compléter le tableau suivant :

Évolution (en %)	+55%		-26%	+305%	
Coefficient multiplicateur		$\times 1,4$			$\times 0,35$

**Exercice 5.5.**

1. Augmenter de 7,5% revient à multiplier par .....
2. Diminuer de 35% revient à multiplier par .....
3. Réduire de 75% revient à multiplier par .....
4. Diminuer de 4,6% revient à multiplier par .....
5. Augmenter de 0,3% revient à multiplier par .....

**Exercice 5.6.** Calculer le taux d'évolution global connaissant les coefficients multiplicateurs intermédiaires dans chacun des cas suivants :

1.  $k_1 = 0,4$  et  $k_2 = 1,24$  ;
2.  $k_1 = 2$ ,  $k_2 = 0,8$  et  $k_3 = 1,05$  ;
3.  $k_1 = -1$ ,  $k_2 = 0,5$  et  $k_3 = -2$  et  $k_4 = 0,66$ .

### 5.5.2 Approfondissement

**Exercice 5.7.** En 2018, on estimait à 33 millions de nombre d'utilisateurs de Facebook en France, soit 1,5% des utilisateurs dans le monde. À combien estime-t-on le nombre d'utilisateurs de Facebook dans le monde en 2018 ?

**Exercice 5.8. [Impôt sur le revenu]** L'impôt sur le revenu se calcule à partir des revenus annuels d'une personne avec un fonctionnement par tranches. En 2021, les tranches et taux d'impositions pour celles-ci étaient donnés par le tableau ci-dessous.

Tranches	$[0 ; 10064[$	$[10064 ; 25660[$	$[25660 ; 73370[$	$[73370 ; 157807[$	$[157807 ; +\infty[$
Taux d'imposition	0%	11%	30%	41%	45%

**Exemples :**

- Pour un salaire annuel de 10000€. Le salaire est inférieur à 10064€ donc on est dans la première tranche ; on est non imposable.
- Pour un salaire annuel de 20000€. L'erreur est de considérer que l'on est taxé à 11%. Le salaire est en fait découpé selon les tranches :

Tranches	$[0 ; 10064[$	$[10064 ; 25660[$
Calcul du montant dans la tranche	$10064 - 0 = 10064$	$20000 - 10064 = 9036$
Taux d'imposition	0%	11%
Montant prélevé sur la tranche	$10064 \times 0\% = 0$	$9036 \times 11\% = 993,96$

Pour un salaire annuel de 20000€, on doit donc payer 993,96€. Cela représente 4,96% du salaire annuel et non 11%.

- Un salaire annuel de 200000€ sera découpé ainsi :

$$\begin{aligned}
 200000 &= (10064 - 0) + (25660 - 10064) + (73370 - 25660) + (157807 - 73370) \\
 &\quad + (200000 - 157807) \\
 &= \underbrace{10064}_{\text{tranche 1}} + \underbrace{15596}_{\text{tranche 2}} + \underbrace{47710}_{\text{tranche 3}} + \underbrace{84437}_{\text{tranche 4}} + \underbrace{42193}_{\text{tranche 5}} .
 \end{aligned}$$

Le montant à prélever est alors calculé comme suit :

$$10064 \times 0\% + 15596 \times 11\% + 47710 \times 30\% + 84437 \times 41\% + 42193 \times 45\% = 69634.58,$$

soit un taux d'imposition réel de 34.82%.

Calculer le montant des impôts d'une personne gagnant par an :

1. 15 000€;
2. 30 000€;
3. 100 000€.

**Exercice 5.9. [30 millions d'amis]** Un refuge pour animaux accueille 120 chats et chiens issus d'abandons et de sauvetages.

- 30% sont des chats.
- Parmi les chiens, 75% sont issus d'abandons.
- Il y a 32 sauvetages.

	Chats	Chien	Total
Abandons			
Sauvetages			
Total			

1. Recopier et compléter le tableau ci-dessus.
2. Calculer la proportion de chats issus de sauvetages. Arrondir à 0,01% près.

**Exercice 5.10. [Maçonnerie,\*]** Afin de faire du béton pour des fondations, des ouvriers du bâtiment mélange « 7 volumes de gravier pour 5 volumes de sable, 2 volumes de ciment et 1 d'eau ».

1. Quelle proportion de gravier retrouve-t-on dans ce mélange ? Arrondir à 0,01% près.
2. Avec  $4\text{m}^2$  de gravier, quel volume de béton peut-on faire ? Arrondir à  $0,01\text{m}^2$ .

**Exercice 5.11.** 54% des salariés d'une entreprise sont des hommes. 7% des hommes et 11% des femmes sont des cadres.

1. Quel est le pourcentage de cadres ?
2. L'entreprise compte 85 cadres. Quel est le nombre total de salariés dans l'entreprise ?

**Exercice 5.12. [Essence]** Le prix d'un litre d'essence vaut 1,44€ le 1<sup>er</sup> Janvier. Au 1<sup>er</sup> Juillet, il vaut 1,26€.

1. Calculer le pourcentage de diminution du prix de l'essence.
2. Calculer le pourcentage d'évolution nécessaire pour qu'au 1<sup>er</sup> Août, le prix du litre d'essence repasse à 1,44€.

**Exercice 5.13. [Merci patron]** Mon employeur me dit « Vous avez besoin de plus d'argent ce mois-ci ? Pas de problèmes, j'augmente votre salaire de 40% pour ce mois-ci, puis je le diminue de 40% le mois prochain ». L'employeur est-il honnête ?

**Exercice 5.14. [Intérêts]** Une somme de 1500 euros est placée en banque au taux de 2,5% à intérêts composés. Calculer le capital disponible au bout de 1 an, puis au bout de 2 ans. Quel est le capital disponible au bout de 5 ans ?

**Exercice 5.15. [Balai volant]** Sirius désire acheter un nouveau balai pour son neveu. Un premier vendeur lui accorde directement une remise de 10%. Un second, plus dur en affaires, propose une réduction de 5%, mais après négociation, une réduction supplémentaire de 4%. Quel vendeur Sirius va-t-il choisir ?

**Exercice 5.16. [Écart de salaires]** Un employé affirme que son patron gagne environ 66% de plus que lui, mais le patron prétend que son employé ne gagne que 40% de moins que lui. Qui a raison ? Expliquez.

**Exercice 5.17. [Soldes et escroquerie]** Un commerçant peu scrupuleux souhaite augmenter ses prix avant une période de soldes afin que lorsqu'ils baisseront pendant celle-ci, ils soient en fait plus haut qu'avant l'augmentation puis la diminution. Il désire appliquer une réduction de 20% afin d'attirer la clientèle mais le prix final doit être au final 5% plus haut. Calculer le pourcentage d'augmentation que le commerçant devra appliquer avant les soldes.

**Exercice 5.18. [Prix et volumes]** Le prix unitaire d'un produit diminue de 10%. Calculer le pourcentage d'augmentation de la quantité de produits que l'on doit vendre afin que la recette augmente de 15%.

**Exercice 5.19. [Graphisme]** Un graphiste doit produire pour un journal une représentation graphique du doublement de la population d'une ville. Afin de représenter la population initiale, il décide de faire des cercles d'associer leurs aires à la population de la ville. Pour représenter la population initiale de la ville, il fait un cercle de rayon 1 puis un cercle de rayon 2 pour représenter le doublement de la population.

1. Calculer l'aire des deux cercles.
2. Calculer le taux d'évolution entre l'aire du premier et du deuxième cercle.
3. Le graphiste a-t-il eu raison de doubler le rayon pour doubler l'aire ?
4. (\*\*) Déterminer comment le graphiste aurait dû faire évoluer le rayon du deuxième cercle pour que son aire double.

### 5.5.3 Entraînement

**Exercice 5.20.** Déterminer le pourcentage d'évolution dans chacun des cas suivants :

1. En 24 heures, la température extérieure est passée de 33 degrés à 20 degrés.
2. Le nombre d'enfants inscrits dans une crèche a triplé en un an.

**Exercice 5.21.** Compléter le tableau suivant :

Évolution (en %)		+0,3%	-0,3%		
Coefficient multiplicateur	$\times 1,75$			$\times 2$	$\times 0,5$

**Exercice 5.22.** Déterminer dans chaque cas le pourcentage d'évolution globale.

1. Augmentation de 85% puis augmentation de 5%.
2. Réduction de 15,5% puis hausse de 20%.
3. Inflation de 3% puis réduction de 1%.
4. Diminutions successives de 8%, 8% et 8%.

**Exercice 5.23.** On justifiera la réponse à chacune des questions suivantes.

1. Après une baisse de 15%, puis une hausse de 15%, un article est vendu :

(a) plus cher,      (b) moins cher,      (c) au même prix,      (d) la réponse d.

2. Après une hausse de 10% suivie d'une hausse de 5%, un article est vendu avec une augmentation de :

(a) 15%,      (b) 15,5%,      (c) 14,5%,      (d) la réponse d.

**Exercice 5.24.** Le prix unitaire d'un produit diminue de 5%.

Calculer le pourcentage d'augmentation de la quantité de produits que l'on doit vendre afin que la recette augmente de 4%.