

# Cours de Mathématiques — Classe de 4<sup>e</sup>

Année scolaire 2025–2026

Abdoullatuf Maoulida

24 août 2025



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Les nombres relatifs</b>	<b>5</b>
1.1	Rappel : Les nombres relatifs	5
1.1.1	Représentation et comparaison	5
1.1.2	Rappel : Addition et soustraction	6
1.2	Multiplication et division de nombres relatifs	6
1.2.1	La règle des signes	6
1.3	Généralisation de la règle des signes	7
1.3.1	Produit de plusieurs facteurs	7
1.3.2	Nombres inverses	7
1.4	Expressions numériques et enchaînements d'opérations	8
1.5	Exercices d'application	9
<b>2</b>	<b>Théorème de Pythagore et sa réciproque</b>	<b>11</b>
2.1	Introduction	11
2.2	Activité d'approche : découverte par manipulation	11
2.3	Définitions et vocabulaire	11
2.4	Le théorème de Pythagore	12
2.4.1	Énoncé du théorème	12
2.4.2	Démonstration du théorème de Pythagore par la méthode des aires	12
2.5	Applications du théorème de Pythagore	13
2.5.1	Calculer la longueur de l'hypoténuse	13
2.5.2	Calculer la longueur d'un côté de l'angle droit	14
2.6	La réciproque du théorème de Pythagore	15
2.6.1	Énoncé de la réciproque	15
2.6.2	Utilisation de la réciproque	15
2.7	Applications et résolution de problèmes	17
2.7.1	Problèmes de la vie courante	17
2.7.2	Utilisation de la calculatrice	17
2.7.3	Calculs exacts et valeurs approchées	17
2.8	Exercices d'application	18
2.8.1	Exercices de base	18
2.8.2	Exercices d'approfondissement	18
2.9	Activité TICE	18
2.9.1	Utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique	18
2.10	Synthèse du chapitre	19
<b>A</b>	<b>Progression annuelle (récapitulatif)</b>	<b>21</b>



# 1. Les nombres relatifs

## Objectifs 🎯

À l'issue de la séquence, l'élève sera capable de :

- Multiplier et diviser des nombres relatifs en appliquant la règle des signes
- Généraliser la règle des signes pour plusieurs facteurs
- Identifier et utiliser les nombres inverses
- Calculer des expressions numériques avec enchaînements d'opérations
- Résoudre des problèmes utilisant les nombres relatifs

## 1.1 Rappel : Les nombres relatifs

### Remarque ⚠️ 1.1 : Rappel de 5e

Les nombres relatifs sont des nombres qui peuvent être positifs, négatifs ou nuls. Ils permettent de décrire des quantités au-dessus ou en dessous de zéro.

### 1.1.1 Représentation et comparaison

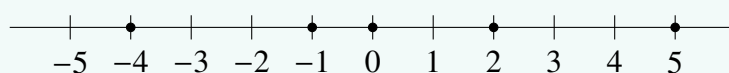
#### Propriété ★ 1.1

Sur une droite graduée :

- Les nombres positifs sont à droite de 0
- Les nombres négatifs sont à gauche de 0
- Plus un nombre est à droite, plus il est grand

#### Exemple 💡 1.1

Comparer les nombres :  $-4 < -1 < 0 < 2 < 5$



### 1.1.2 Rappel : Addition et soustraction

#### Propriété ★ 1.2 : Addition et soustraction

- **Même signe** : On additionne les distances à zéro et on garde le signe commun
- **Signes différents** : On soustrait les distances à zéro et on garde le signe du nombre qui a la plus grande distance à zéro
- **Soustraction** : Soustraire un nombre, c'est ajouter son opposé

#### Exemple 💡 1.2

##### Exemples de calculs :

$$(+5) + (+3) = \dots\dots\dots$$

$$(-4) + (-2) = \dots\dots\dots$$

$$(+7) + (-3) = \dots\dots\dots$$

$$(-5) + (+8) = \dots\dots\dots$$

$$(+6) - (+2) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$(-3) - (-5) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

## 1.2 Multiplication et division de nombres relatifs

### 1.2.1 La règle des signes

#### Propriété ★ 1.3

##### Règle des signes Règle des signes pour la multiplication et la division :

- $(+) \times (+) = (+)$  et  $(+) \div (+) = (+)$
- $(-) \times (-) = (+)$  et  $(-) \div (-) = (+)$
- $(+) \times (-) = (-)$  et  $(+) \div (-) = (-)$
- $(-) \times (+) = (-)$  et  $(-) \div (+) = (-)$

**Méthode** : On détermine d'abord le signe du résultat, puis on calcule avec les distances à zéro.

**Exemple** 💡 1.3**Calculer les produits et quotients suivants :****Multiplication :****Division :**

$(+4) \times (+3) = \dots\dots\dots$

$(+15) \div (+3) = \dots\dots\dots$

$(-5) \times (-2) = \dots\dots\dots$

$(-20) \div (-4) = \dots\dots\dots$

$(+6) \times (-3) = \dots\dots\dots$

$(+24) \div (-6) = \dots\dots\dots$

$(-7) \times (+4) = \dots\dots\dots$

$(-35) \div (+7) = \dots\dots\dots$

## 1.3 Généralisation de la règle des signes

### 1.3.1 Produit de plusieurs facteurs

**Propriété** ★ 1.4**Produit de plusieurs facteurs** **Pour un produit de plusieurs facteurs :**

- Si le nombre de facteurs négatifs est **pair**, le résultat est **positif**
- Si le nombre de facteurs négatifs est **impair**, le résultat est **négatif**

**Exemple** 💡 1.4**Déterminer le signe des produits suivants :**

- $A = (-2) \times (+3) \times (-4) \times (-1) : \dots\dots\dots$  facteurs négatifs, donc  $A$  est  $\dots\dots\dots$
- $B = (+5) \times (-2) \times (-3) \times (+1) \times (-4) : \dots\dots\dots$  facteurs négatifs, donc  $B$  est  $\dots\dots\dots$
- $C = (-1) \times (-2) \times (-3) \times (-4) : \dots\dots\dots$  facteurs négatifs, donc  $C$  est  $\dots\dots\dots$

### 1.3.2 Nombres inverses

**Définition** 🖋️ 1.1

**Nombres inverses** Deux nombres relatifs sont des **nombres inverses** si leur produit est égal à 1. Soit  $a$  et  $b$  deux nombres relatifs.  $a$  et  $b$  sont dits « inverses » si et seulement si  $a \times b = 1$ .

**Exemple 1.5**

- L'inverse de 5 est ..... car  $5 \times \dots = 1$
- L'inverse de  $-\frac{2}{3}$  est ..... car  $-\frac{2}{3} \times \dots = 1$
- L'inverse de -4 est ..... car  $-4 \times \dots = 1$

**1.4 Expressions numériques et enchaînements d'opérations****Méthode 1.1**

Calcul d'expression numérique **Pour calculer une expression numérique :**

- 1) On effectue en premier les calculs dans les **parenthèses les plus intérieures**
- 2) On calcule les **puissances** éventuelles
- 3) On effectue ensuite les **multiplications et divisions** avant les additions et soustractions
- 4) Si plusieurs multiplications/divisions se suivent, on calcule dans le **sens de la lecture**
- 5) Si plusieurs additions/soustractions se suivent, on calcule dans le **sens de la lecture**

**Exemple 1.6**

**Calculer les expressions suivantes :**

$$\begin{aligned} A &= 5 + 3 \times (-2) \\ &= ..... \\ &= ..... \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= (-8) \div 2 + 3 \times (-1) \\ &= ..... \\ &= ..... \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C &= [(-6) + 4] \times (-2) \\ &= ..... \\ &= ..... \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= 12 \div (-3) \times 2 \\ &= ..... \\ &= ..... \end{aligned}$$



## 1.5 Exercices d'application

### Exercices

**Exercice 1 :** Calculs avec les nombres relatifs

Calculer les expressions suivantes :

- a)  $(-3) \times (+4) \times (-2)$
- b)  $(+15) \div (-3) \times (-2)$
- c)  $[(-5) + (+3)] \times (-4)$
- d)  $(+8) \div (-2) + (-3) \times (+2)$

**Exercice 2 :** Déterminer le signe

Sans faire le calcul, déterminer le signe des produits suivants :

- a)  $(-2) \times (+3) \times (-4) \times (-1) \times (+5)$
- b)  $(+1) \times (-2) \times (-3) \times (+4) \times (-5)$
- c)  $(-1) \times (-2) \times (-3) \times (-4) \times (-5)$

**Exercice 3 :** Nombres inverses

Trouver l'inverse de chacun des nombres suivants :

- a) 7
- b) -3
- c)  $\frac{1}{4}$
- d)  $-\frac{2}{5}$

**Exercice 4 :** Expressions complexes

Calculer les expressions suivantes en respectant les priorités :

- a)  $(-6) \times (+2) + (-8) \div (-4)$
- b)  $[(-3) + (+5)] \times (-2) - (+4)$
- c)  $(+12) \div (-3) \times (+2) + (-5)$
- d)  $(-10) \div (+2) - (-3) \times (-4)$



## 2. Théorème de Pythagore et sa réciproque

### 2.1 Introduction

Le théorème de Pythagore est l'un des théorèmes les plus célèbres et les plus utiles de la géométrie. Il porte le nom de Pythagore, mathématicien et philosophe grec du VI<sup>e</sup> siècle avant J.-C., bien que cette relation ait été découverte par plusieurs civilisations antérieures (Babyloniens, Égyptiens, Chinois).

Ce théorème établit une relation fondamentale entre les côtés d'un triangle rectangle et trouve de nombreuses applications dans la vie courante : architecture, navigation, cartographie, sport, etc.

**Problématique du chapitre :** Comment calculer des longueurs dans un triangle rectangle ? Comment déterminer si un triangle est rectangle ?

### 2.2 Activité d'approche : découverte par manipulation

**Objectif :** Découvrir la relation entre les aires des carrés construits sur les côtés d'un triangle rectangle.

**Matériel :** Papier quadrillé, ciseaux, règle graduée

**Consigne :**

1. Construire plusieurs triangles rectangles sur papier quadrillé
2. Construire un carré sur chacun des trois côtés
3. Compter le nombre de carreaux (ou calculer l'aire) de chaque carré
4. Chercher une relation entre ces trois nombres

**Constata :** Pour tout triangle rectangle, l'aire du carré construit sur l'hypoténuse est égale à la somme des aires des carrés construits sur les deux autres côtés.

### 2.3 Définitions et vocabulaire

#### Définition 2.1 : Vocabulaire du triangle rectangle

Un triangle ayant un angle droit est un triangle rectangle. Les deux côtés perpendiculaires d'un triangle rectangle sont les **côtés de l'angle droit**. Le côté restant est l'**hypoténuse** du triangle rectangle. C'est le **côté opposé** à l'angle droit.

#### Propriété 2.1 : Hypoténuse

Si un triangle est rectangle alors son plus grand côté est l'hypoténuse. (Admise)

## 2.4 Le théorème de Pythagore

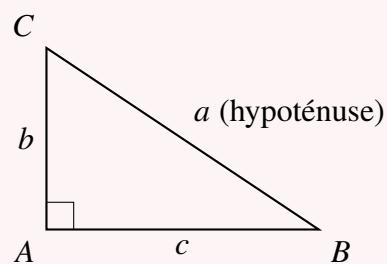
### 2.4.1 Énoncé du théorème

#### Théorème 2.1 : Théorème de Pythagore

Dans un triangle rectangle, le carré de la longueur de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés.

**Formulation mathématique :**

Si  $ABC$  est un triangle rectangle en  $A$ , alors :  $BC^2 = AB^2 + AC^2$  (**Égalité de Pythagore**)



### 2.4.2 Démonstration du théorème de Pythagore par la méthode des aires

Considérons un carré de côté  $(a + b)$  contenant quatre triangles rectangles identiques de côtés  $a$ ,  $b$  et d'hypoténuse  $c$ .

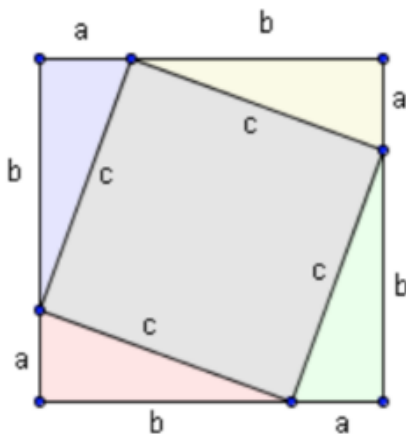


FIGURE 2.1 – Configuration 1

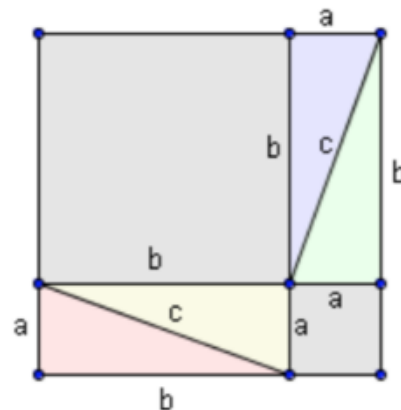


FIGURE 2.2 – Configuration 2

**Configuration 1 :** Aire 1 =  $(a + b)^2 = 4 \times \frac{ab}{2} + c^2 = 2ab + c^2$

**Configuration 2 :** Aire 2 =  $(a + b)^2 = 4 \times \frac{ab}{2} + a^2 + b^2 = 2ab + a^2 + b^2$

Comme l'aire est la même dans les deux configurations (Aire 1 = Aire 2) :

$$2ab + c^2 = 2ab + a^2 + b^2 \Leftrightarrow c^2 = a^2 + b^2$$

Ce qui démontre le théorème de Pythagore.

## 2.5 Applications du théorème de Pythagore

### 2.5.1 Calculer la longueur de l'hypoténuse

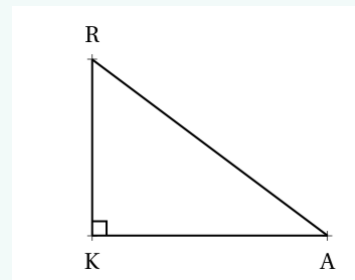
#### Remarque 2.1 : Important

$a^2 = a \times a$ . À ne pas confondre avec  $a \times 2 = a + a = 2a$

#### Exemple 2.1

On étudie le triangle RAK rectangle en K tel que  $KR = 4,95$  cm et  $KA = 6,6$  cm. Calculons la mesure du côté [AR]. Dans le triangle RAK rectangle en K, d'après le théorème de Pythagore on a :

$$\begin{aligned} \dots\dots &= \dots\dots + \dots\dots \\ \dots\dots &= \dots\dots + \dots\dots \\ \dots\dots &= \dots\dots + \dots\dots \\ AR^2 &= \dots\dots \end{aligned}$$



#### Comment trouver AR ?

On ne connaît pas immédiatement un nombre dont le carré vaut exactement 68,0625.

Notons  $x$  ce nombre. Comme  $8^2 = 64 < 68,0625 < 81 = 9^2$ , on en déduit que  $8 < x < 9$ .

En utilisant la calculatrice, on trouve que  $8,2^2 = 67,24 < 68,0625 < 68,89 = 8,3^2$  et donc que  $8,2 < x < 8,3$ .

On constate alors que  $8,25^2 = 68,0625$ .

Finalement  $AR = 8,25$  cm.

#### Propriété 2.2 : La racine carrée

Pour tout nombre positif  $a$ , il existe un unique nombre **positif** dont le carré vaut exactement le nombre  $a$ .

Ce nombre s'appelle la **racine carrée** de  $a$  et se note  $\sqrt{a}$ .

Par définition :  $(\sqrt{a})^2 = \sqrt{a} \times \sqrt{a} = a$

**Exemple 2.2 : Carrés parfaits****Quelques carrés parfaits à connaître :**

$a$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$a^2$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Donc  $\sqrt{0} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{1} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{9} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{16} = \dots\dots\dots$ ;  
 $\sqrt{25} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{36} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{49} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{64} = \dots\dots\dots$ ;  
 $\sqrt{81} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{100} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{121} = \dots\dots\dots$ ;  $\sqrt{144} = \dots\dots\dots$

**2.5.2 Calculer la longueur d'un côté de l'angle droit****Méthode 2.1 : Calculer la longueur d'un côté de l'angle droit**

Pour calculer la longueur d'un côté de l'angle droit :

1. Identifier la longueur de l'hypoténuse et celle de l'autre côté de l'angle droit
2. Appliquer la formule :  $\text{hypoténuse}^2 = \text{côté}_1^2 + \text{côté}_2^2$
3. Isoler le côté inconnu :  $\text{côté}^2 = \text{hypoténuse}^2 - \text{autre côté}^2$
4. Calculer la racine carrée du résultat

**Exemple 2.3**

Un triangle  $DEF$  est rectangle en  $D$ .  $DE = 5$  cm et  $EF = 13$  cm.  
Calculer  $DF$ .

**Solution :**

- Le triangle est rectangle en  $D$ , donc ..... est l'hypoténuse.
- D'après le théorème de Pythagore : ..... = ..... + .....
- ..... = ..... + .....
- ..... = ..... + .....
- ..... = ..... + .....
- $DF = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ cm

## 2.6 La réciproque du théorème de Pythagore

### 2.6.1 Énoncé de la réciproque

#### Théorème 2.2 : Contra-posée du théorème de Pythagore

Si dans un triangle l'égalité de Pythagore n'est pas vérifiée **alors** ce triangle n'est pas rectangle. (Admise)

#### Démonstration 2.1 : Contra-posée du théorème de Pythagore

C'est une conséquence de la logique des propositions.  
Prenons un exemple simple :

**Propriété :** Si nous sommes le 25 décembre alors je ne vais pas à l'école. La propriété contra-posée est : Si je vais à l'école alors nous ne sommes pas le 25 décembre. On comprend que quand une propriété est vraie alors la propriété contra-posée est également vraie. Dans le cas du théorème de Pythagore, si l'égalité de Pythagore n'est pas vérifiée alors le triangle n'est pas rectangle car s'il était rectangle l'égalité serait vérifiée !

#### Théorème 2.3 : Réciproque du théorème de Pythagore

Si, dans un triangle, le carré de la longueur du plus grand côté est égal à la somme des carrés des longueurs des deux autres côtés, alors ce triangle est rectangle.

### 2.6.2 Utilisation de la réciproque

#### Méthode 2.2 : Démontrer qu'un triangle est rectangle

Pour démontrer qu'un triangle est rectangle :

1. Identifier le plus grand côté du triangle
2. Calculer le carré de sa longueur
3. Calculer la somme des carrés des deux autres côtés
4. Comparer les résultats :
  - Si égalité : le triangle est rectangle
  - Si inégalité : le triangle n'est pas rectangle

**Exemple 2.4**

Un triangle a pour côtés 9 cm, 12 cm et 15 cm. Est-il rectangle ?

**Solution :**

- Le plus grand côté mesure 15 cm
- $15^2 = \dots\dots\dots$
- $9^2 + 12^2 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$
- Puisque  $\dots\dots\dots = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots$ , le triangle est rectangle
- L'angle droit est opposé au côté de 15 cm

**Exemple 2.5**

Un triangle a pour côtés 7 cm, 8 cm et 10 cm. Est-il rectangle ?

**Solution :**

- Le plus grand côté mesure 10 cm
- $10^2 = \dots\dots\dots$
- $7^2 + 8^2 = \dots\dots\dots + \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$
- Puisque  $\dots\dots\dots \neq \dots\dots\dots$ , le triangle  $\dots\dots\dots$



## 2.7 Applications et résolution de problèmes

### 2.7.1 Problèmes de la vie courante

#### Exercices

##### Exercice 1 : L'échelle

Une échelle de 4 m est appuyée contre un mur. Son pied est à 1,5 m du mur. À quelle hauteur le sommet de l'échelle touche-t-il le mur ?

**Solution :**

- Triangle rectangle : mur, sol, échelle
- Hypoténuse : échelle = 4 m
- Un côté : distance au mur = 1,5 m
- Autre côté : hauteur = ?

$$h^2 + 1,5^2 = 4^2$$

$$h^2 + 2,25 = 16$$

$$h^2 = 13,75$$

$$h = \sqrt{13,75} \approx 3,7 \text{ m}$$

##### Exercice 2 : Vérification d'équerrage

Un maçon vérifie qu'un angle est droit en mesurant les côtés d'un triangle formé par deux murs et une diagonale. Il mesure : 3 m, 4 m et 5 m. L'angle est-il droit ?

**Solution :**

- Plus grand côté : 5 m
- $5^2 = 25$
- $3^2 + 4^2 = 9 + 16 = 25$
- Égalité vérifiée  $\Rightarrow$  l'angle est droit

### 2.7.2 Utilisation de la calculatrice

**Compétence :** Utiliser la touche  $\sqrt{\phantom{x}}$  (racine carrée) de la calculatrice.

**Exemple :** Calculer  $\sqrt{75}$

$$\text{— } \sqrt{75} = \sqrt{25 \times 3} = \sqrt{25} \times \sqrt{3} = 5\sqrt{3} \approx 8,66$$

### 2.7.3 Calculs exacts et valeurs approchées

**Calcul exact :**  $\sqrt{50} = \sqrt{25 \times 2} = 5\sqrt{2}$  cm

**Valeur approchée :**  $\sqrt{50} \approx 7,07$  cm (arrondi au centième)

## 2.8 Exercices d'application

### 2.8.1 Exercices de base

#### Exercices

**Exercice 1 :** Calculs directs :

- a) Triangle rectangle : côtés 3 cm et 4 cm. Calculer l'hypoténuse.
- b) Triangle rectangle : hypoténuse 10 cm, un côté 6 cm. Calculer l'autre côté.

**Exercice 2 :** Réciproque : Les triangles suivants sont-ils rectangles ?

- a) Côtés : 7 cm, 24 cm, 25 cm
- b) Côtés : 6 cm, 7 cm, 8 cm

### 2.8.2 Exercices d'approfondissement

#### Exercices

**Exercice 3 : Problème du terrain**

Un terrain rectangulaire mesure 40 m sur 30 m. Calculer la longueur de sa diagonale.

**Exercice 4 : Navigation**

Un bateau part d'un port et navigue 12 km vers l'est puis 5 km vers le nord. À quelle distance se trouve-t-il du port ?

**Exercice 5 : Architecture**

Pour vérifier qu'un mur est perpendiculaire au sol, un architecte place un point A sur le mur à 3 m du sol, un point B au pied du mur, et un point C sur le sol à 4 m de B. Si  $AC = 5$  m, le mur est-il perpendiculaire au sol ?

## 2.9 Activité TICE

### 2.9.1 Utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique

**Objectif :** Vérifier le théorème de Pythagore avec GeoGebra

**Consignes :**

1. Construire un triangle rectangle ABC
2. Construire les carrés sur chaque côté
3. Afficher les aires des trois carrés
4. Modifier la forme du triangle et observer
5. Conjecture sur la relation entre ces aires

## 2.10 Synthèse du chapitre

### Ce qu'il faut retenir :

1. **Théorème de Pythagore** : Dans un triangle rectangle,  $\text{hypoténuse}^2 = \text{côté}_1^2 + \text{côté}_2^2$
2. **Réciproque** : Si dans un triangle, le carré du plus grand côté égale la somme des carrés des deux autres, alors le triangle est rectangle
3. **Applications** : Calcul de longueurs, vérification d'angles droits, résolution de problèmes concrets
4. **Méthodes** : Identification du triangle rectangle, application des formules, utilisation de la calculatrice

### Liens avec d'autres chapitres :

- Racines carrées (chapitre précédent)
- Trigonométrie (chapitre à venir)
- Géométrie dans l'espace
- Fonctions (distance entre deux points dans un repère)



# A. Progression annuelle (récapitulatif)

Cette progression correspond à la répartition établie pour l'année 2025–2026.

Période	Séquences
Période 1 (6 semaines)	S01 – Les nombres relatifs, S02 – Théorème de Pythagore, S03 – Calcul littéral 1, S04 – Proportionnalité
Période 2 (7 semaines)	S05 – Calcul littéral 2 (Factorisation), S06 – Nombres rationnels, S07 – Transformation dans le plan
Période 3 (6 semaines)	S08 – Arithmétique, S09 – Pyramide et Cônes, S10 – Puissance de 10 et d'un nombre entier, S11 – Statistiques
Période 4 (7 semaines)	S12 – Calcul littéral 3 Egalité, Mise en équation et résolution, S13 – Théorème de Thalès et sa réciproque, S14 – Notion de fonction, S15 – Trigonométrie
Période 5 (6 semaines)	S16 – Espace et Géométrie, S17 – Probabilités, S18 – Grandeurs composées, S19 – Triangles égaux - Agrandissement et réduction