

$\pi \approx 3.$

MATHÉMATIQUES

gème

2022-2023

Hervé LESMATHS

www.lesmathsherve.net

Sommaire



Utilisation libre à la condition de l'attribuer à l'auteur en citant son nom. Cela ne signifie pas que l'auteur est en accord avec l'utilisation qui est faite de ses œuvres.
Autorisation de reproduire, diffuser, et à modifier tant que l'utilisation n'est pas commerciale.

Sommaire 2

LES NOMBRES RELATIFS	4
FRACTIONS : additions et soustractions	6
FRACTIONS : multiplications et divisions	11
PUISSANCES	13
SYMETRIES axiales et centrales, TRANSLATIONS et ROTATIONS	17
I – Symétrie axiale	17
II – Symétrie centrale	18
III – Translation	18
IV – Rotations	19
EQUATIONS du premier degré à une inconnue – DEVELOPPER	21
I – Développer	21
II – Equations	21
III – Problèmes	23
Triangles rectangles : PYTHAGORE	25
I – PYTHAGORE	25
II – RACINES CARREES et RACINES CUBIQUES	26
III – TRIANGLES SEMBLABLES	28
FONCTIONS généralités	30
PROPORTIONNALITE et HOMOTHETIES	33
I – Proportionnalité	33
II – Vitesse, distance et temps	35
III – Ratios	36
IV – Agrandissement/réduction - Homothéties	37
ARITHMETIQUE	39
Théorème de THALES	43
DOUBLE DISTRIBUTIVITE – IDENTITES REMARQUABLES	45
I – Double distributivité	45
II – Identités remarquables	45
PROBABILITES	47
Triangles rectangles : TRIGONOMETRIE	52
FACTORISER, équations produits	54
SOLIDES, agrandissement/réduction	57
I – Rappel sur les aires	57
II – La famille des prismes	57
III – La famille des pyramides	58
IV – La boule et la sphère	58

V – Conversions	59
VI – Agrandissements / réductions	60
VII – Sections	61
VIII – Repérage	62
STATISTIQUES	65
SIMULATIONS	70
FONCTIONS AFFINES et LINEAIRES, pourcentages	74
Fonctions affines et linéaires	74
Pourcentages	76
SYSTEMES de 2 équations à 2 inconnues (hors programme)	78
Progression annuelle	81

LES NOMBRES RELATIFS

Les nombres négatifs sont apparus après le 0. Ce n'est qu'en 456, dans un traité de cosmologie en sanscrit qu'on trouve pour la première fois un mot qui représente le zéro. Au VII^{ème} siècle, le mathématicien indien Brahmagupta énoncé des règles pour opérer sur trois sortes d'ombres : « biens », « dettes » et « zéro ». Les hommes furent longtemps réticents à accepter les nombres négatifs. Les mathématiciens ne commencent à travailler avec qu'au XV^{ème} siècle, et ils les appellent numeri absurdi ("les nombres absurdes"), en leur refusant le statut de solution d'une équation. Au XVII^{ème} siècle, René DESCARTES, qualifiait encore de "fausses" ou "moindres que rien" les solutions négatives d'une équation. A cette même époque, John WALLIS osa attribuer des coordonnées négatives aux points d'une courbe. A la fin du 18^{ème} siècle, on peut lire ceci dans un livre de Lazare CARNOT : « Avancer qu'une quantité négative isolée est moindre que zéro, c'est couvrir la science des mathématiques, qui doit être celle de l'évidence, d'un nuage impénétrable et s'engager dans un labyrinthe de paradoxes tous plus bizarres les uns que les autres ».

Définitions

Un *nombre relatif* est un nombre précédé d'un signe.

Si ce signe est "+", le nombre est dit *positif*.

Si ce signe est "-", le nombre est dit *négatif*.

La *distance à zéro* d'un nombre relatif est la distance séparant ce nombre de 0.

Astuce

La distance à zéro d'un nombre est le nombre privé de son signe.

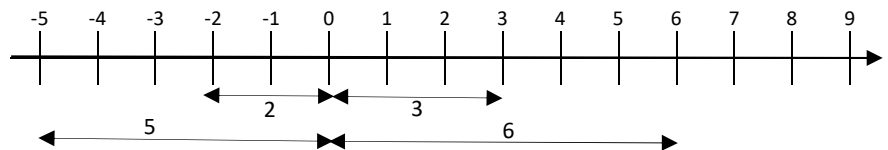
Exemples

La distance à zéro de -5 est 5.

La distance à zéro de -2 est 2.

La distance à zéro de +3 est 3.

La distance à zéro de +6 est 6.

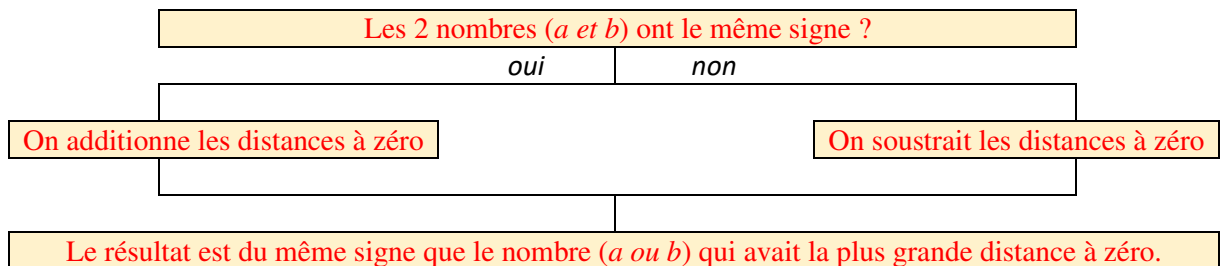


Convention

Les mathématiciens ont décidé de ne pas mettre de signe devant les nombres positifs.

Propriété admise

Pour additionner deux nombres relatifs ($a + b$), on procède comme suit :



Exemples

$$5 + 3 = 8$$

5 et 3 ont le même signe, donc on additionne leurs distances à zéro. Le résultat est du signe de 5 donc il est positif.

$$(-5) + (-3) = -8$$

-5 et -3 ont le même signe, donc on additionne leurs distances à zéro. Le résultat est du signe de -5 donc il est négatif.

$$5 + (-3) = 2$$

5 et -3 n'ont pas le même signe, donc on soustrait leurs distances à zéro. Le résultat est du signe de 5 donc il est positif.

$$(-5) + 3 = -2$$

-5 et 3 n'ont pas le même signe, donc on soustrait leurs distances à zéro. Le résultat est du signe de -5 donc il est négatif.

Définition

L'*opposé* d'un nombre a est le nombre noté $-a$ tel que $a + (-a) = 0$.

Astuce

Pour prendre l'opposé d'un nombre, il suffit de changer son signe.

Exemples

L'opposé de 2 est noté -2 et vaut -2

L'opposé de -2 est noté -(-2) et vaut 2 donc $-(-2) = +2$.

Définition

Soustraire, c'est additionner l'opposé.

Exemples

Soustraire 2 c'est additionner -2.

Soustraire 5 c'est additionner -5.

Soustraire -4 c'est additionner 4.

Soustraire -7 c'est additionner 7.

Astuce

$$-2 = +(-2)$$

$$-5 = +(-5)$$

$$-(-4) = +4$$

$$-(-7) = +7$$

Exemples de soustractions

$$5 - 2 = 5 + (-2) = 3$$

$$4 - 5 = 4 + (-5) = -1$$

$$5 - (-4) = 5 + 4 = 9$$

$$6 - (-7) = 6 + 7 = 13$$

Comment calculer une somme algébrique ?

On supprime les parenthèses, puis on effectue le travail précédent en additionnant les positifs et les négatifs (veiller à bien garder le signe qui se trouve devant un nombre lors du "réarrangement").

Exemple

$$(-5) + 3 - 4 + 5 + (-3) - 4 + 7 = -5 + 3 - 4 + 5 - 3 - 4 + 7 = -5 - 4 - 3 - 4 + 3 + 5 + 7 = -16 + 15 = -1$$

Propriété règle des signes admise

Le produit de deux nombres de même signe est positif

Le produit de deux nombres de signes contraires est négatif.

La règle des signes s'applique aussi pour les divisions.

×	+	-
+	+	-
-	-	+

Comment multiplier deux nombres relatifs ?

1. On multiplie leurs distances à zéro.
2. On détermine le signe en utilisant la règle des signes.

Exemples de produits ou quotients

$$5 \times 2 = +10$$

Les 2 nombres ont le même signe, le résultat est positif.

$$10 \div 2 = +5$$

$$5 \times (-2) = -10$$

Les 2 nombres n'ont pas le même signe, le résultat est négatif.

$$10 \div (-2) = -5$$

$$(-5) \times 2 = -10$$

Les 2 nombres n'ont pas le même signe, le résultat est négatif.

$$(-10) \div 2 = -5$$

$$(-5) \times (-2) = +10$$

Les 2 nombres ont le même signe, le résultat est positif.

$$(-10) \div (-2) = +5$$

Propriété admise

Pour déterminer le signe d'une expression numérique dans laquelle n'interviennent que des multiplications et des divisions, il suffit de compter le nombre de facteurs négatifs.

Si ce nombre de facteurs négatifs est pair (0, 2, 4, 6, 8 ...), le produit est positif.

Si ce nombre de facteurs négatifs est impair (1, 3, 5, 7, 9...), le produit est négatif.

Exemples

$2 \times 5 \times (-4) \times 3 \times (-4) \times (-4) \times 5$ est négatif car il y a un nombre impair (3) de facteurs négatifs.

$2 \times (-5) \times (-4) \times 3 \times (-4) \times (-4) \times 5$ est positif car il y a un nombre pair (4) de facteurs négatifs.

Remarque

Peu importe le nombre de facteurs positifs ou s'il y a plus de facteurs positifs que négatifs ; seul compte le nombre de facteurs négatifs.



ATTENTION, la propriété précédente ne "marche" que s'il y a des multiplications et des divisions. Il ne faut surtout pas l'utiliser lorsqu'il y a des additions ou des soustractions.

Propriété priorités opératoires admise

Pour calculer une expression numérique, on procède selon l'ordre suivant :

1. On calcule l'intérieur des parenthèses. Si des parenthèses sont imbriquées (l'une dans l'autre), on commence par celles qui sont le plus à l'intérieur.
2. On effectue les multiplications et divisions (de gauche à droite).
3. On termine toujours par les additions et soustractions (de gauche à droite).

Exemple

$$10 + 5 \times (3 - (3 + 5 \times 7)) = 10 + 5 \times (3 - (3 + 35)) = 10 + 5 \times (3 - (38)) = 10 + 5 \times (-35) = 10 + (-175) = -165$$

Astuce

Dans le cas de parenthèses imbriquées, il peut être utile de mettre en couleur les paires de parenthèses pour repérer les calculs à effectuer.

<https://www.lesmathsdherve.net/rel/atifs-parcours-differencies/>

<https://www.lesmathsdherve.net/rel/atifs-videos-2/>

<https://www.lesmathsdherve.net/rel/atifs-aides-2/>

<https://www.lesmathsdherve.net/rel/atifs-carte-mentale/>

FRACTIONS : additions et soustractions

Définitions

Un nombre en *écriture fractionnaire* s'écrit sous la forme :

$$\frac{a}{b} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{le numérateur} \\ \text{le dénominateur} \end{array}$$

On parle de *fraction* lorsque l'on a une écriture fractionnaire qui a un numérateur et un dénominateur entiers.

On parle de *fraction décimale* lorsque l'on a une fraction dont le dénominateur est 10, 100, 1000, 10000 ...

Propriété d'égalité de fractions - admise

Deux fractions sont égales, si pour passer de l'une à l'autre, on multiplie (ou on divise) le numérateur et le dénominateur de la première par un même nombre non nul afin d'obtenir le numérateur et le dénominateur de la deuxième :

$$\frac{a \times c}{b \times c} = \frac{a}{b}$$

Exemples

$$\frac{3 \times 7}{5 \times 7} = \frac{21}{35} \quad \frac{3 \times 8}{7 \times 8} = \frac{24}{56} \quad \frac{45 \div 5}{25 \div 5} = \frac{9}{5}$$

Définitions

Simplifier une fraction, c'est écrire une fraction égale à la première telle que la distance à zéro de son numérateur (et de son dénominateur) soit plus petite.

Exemples

$$\frac{36 \div 2}{48 \div 2} = \frac{18 \div 2}{24 \div 2} = \frac{9 \div 3}{12 \div 3} = \frac{3}{4} \quad \frac{45 \div 3}{60 \div 3} = \frac{15 \div 5}{20 \div 5} = \frac{3}{4}$$

Remarque

Dans les calculs, il faut toujours simplifier (le plus possible) les résultats obtenus.

Propriétés admises : Critères de divisibilité

Un nombre entier est divisible par 2 s'il est pair (il se termine par 0, 2, 4, 6 ou 8).

- 186 se divise par 2 car il est pair (il se termine par 6).
- 187 ne se divise pas par 2 car il est impair.

Un nombre entier est divisible par 3 si la somme de ses chiffres est divisible par 3.

- 237 est divisible par 3 car $2+3+7=12$ et 12 est divisible par 3.
- 238 n'est pas divisible par 3 car $2+3+8=13$ et 13 n'est pas divisible par 3.

Un nombre entier est divisible par 4 si le nombre formé par ses 2 derniers chiffres est divisible par 4.

- 25 **92** est divisible par 4 car **92** est divisible par 4, car $92=40+40+12$ et 12 est divisible par 4.
- 45 **267** n'est pas divisible par 4 car **67** n'est pas divisible par $67=40+27$ et 27 n'est pas divisible par 4.

Un nombre entier est divisible par 5 s'il se termine par 0 ou par 5.

- 185 se divise par 5 car il se termine par 5.
- 190 se divise par 5 car il se termine par 0.
- 187 ne se divise pas par 5.

Un nombre entier est divisible par 6 s'il est divisible par 2 ET par 3, donc s'il est pair ET si la somme de ses chiffres est divisible par 3.

- 894 se divise par 6 car
 - il se divise par 2 (il est pair),
 - ET il se divise par 3 car $8+9+4=21$ qui se divise par 3.
- 165 ne se divise pas par 6 car
 - il ne se divise pas par 2 (il est impair),
 - même si il se divise par 3 car $1+6+5=12$ qui se divise par 3.
- 898 ne se divise pas par 6 car
 - il se divise par 2 (il est pair),

- mais il ne se divise pas par 3 car $8+9+8=25$ qui ne se divise pas par 3.
- 77 ne se divise pas par 6 car
 - il ne se divise pas par 2 (il est impair),
 - il ne se divise pas par 3 car $7+7=14$ qui ne se divise pas par 3.

Un nombre entier est divisible par 9 si la somme de ses chiffres est divisible par 9.

- 567 est divisible par 9 car $5+6+7=18$ et 18 est divisible par 9.
- 123 456 789 est divisible par 9 car $1+2+3+4+5+6+7+8+9=45$ et 45 est divisible par 9 car $4+5=9$ qui est divisible par 9.
- 238 n'est pas divisible par 9 car $2+3+8=13$ et 13 n'est pas divisible par 9.

Remarque

Un nombre divisible par 9 est obligatoirement divisible par 3.

Définition

Un nombre est dit premier s'il n'a que 1 et lui-même comme diviseur (un nombre premier a exactement 2 diviseurs).

Exemples

Le nombre 3 est premier car ses diviseurs sont 1 et 3.

Le nombre 6 n'est pas premier car il se divise par 1, 2, 3 et 6.

Le nombre 1 n'est pas premier car il n'a qu'un seul diviseur.

Astuce pour trouver tous les nombres premiers en partant de 2 : **crible d'Ératosthène** (c'est un astronome, géographe, philosophe et mathématicien grec : -276 à -194).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

On écrit tous les nombres de 1 à 100.

1 n'est pas premier donc on le barre

Le premier nombre non barré est 2 donc c'est un nombre premier.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

On barre tous les multiples de 2 qui ne sont donc pas premiers.

Le premier nombre non barré après 2 est 3 ; c'est un nombre premier.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

On barre tous les multiples de 3 qui ne sont donc pas premiers.

Le premier nombre non barré après 3 est 5 ; c'est un nombre premier.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

On barre tous les multiples de 5 qui ne sont donc pas premiers.

Le premier nombre non barré après 5 est 7 ; c'est un nombre premier.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

On barre tous les multiples de 7 qui ne sont donc pas premiers.

Le premier nombre non barré après 7 est 11 ; c'est un nombre premier.

On s'arrête ici car $11^2 = 11 \times 11 > 100$.

Tous les nombres non barrés sont premiers.

Les nombres premiers jusqu'à 100 sont : ♥ **2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23**, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71, 73, 79, 83, 89 et 97.

Comment décomposer un nombre en produits de facteurs premiers.

On veut décomposer 450.

450		On réécrit le nombre à gauche de la ligne verticale
225	2	2 est le plus petit nombre premier qui divise 450 $450 = 225 \times 2$ On écrit 225 à gauche et 2 à droite
75	3	3 est le plus petit nombre premier qui divise 225 $225 = 75 \times 3$ On écrit 75 à gauche et 3 à droite
25	3	3 est le plus petit nombre premier qui divise 75 $75 = 25 \times 3$
5	5	5 est le plus petit nombre premier qui divise 25 $25 = 5 \times 5$
1	5	5 est le plus petit nombre premier qui divise 5 $5 = 1 \times 5$ On s'arrête lorsqu'il y a 1 dans la colonne de gauche.

$$450 = 2 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 = 2 \times 3^2 \times 5^2$$

Exemples de décomposition en facteurs premiers

Décomposons 180

180	
90	2
45	2
15	3
5	3
1	5

$$180 = 2^2 \times 3^2 \times 5$$

Décomposons 380

380	
190	2
95	2
19	5
1	19

$$380 = 2^2 \times 5 \times 19$$

Utilisation de la calculatrice

Décomposons 180

CASIO FX92	TI COLLEGE PLUS
1 8 0 EXE SECONDE F	180 SECONDE ► SIMP

On obtient : $2^2 \times 3^2 \times 5$

Exemple de simplification de fraction

Simplifier la fraction $\frac{21000}{29700}$

Décomposons 21000

21000	
10500	2
5250	2
2625	2
875	3
175	5
35	5
7	5
1	7

$$21000 = 2^3 \times 3 \times 5^3 \times 7$$

Décomposons 29700

29700	
14850	2
7425	2
2475	3
825	3
275	3
55	5
11	5
1	11

$$29700 = 2^2 \times 3^3 \times 5^2 \times 11$$

$$\frac{21000}{29700} = \frac{2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 5 \times 5 \times 5 \times 7}{2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 5 \times 5 \times 11} = \frac{2 \times 5 \times 7}{3 \times 3 \times 11} = \frac{70}{99}$$

Comment transformer une écriture fractionnaire en fraction ?

On utilise la règle d'égalité des fractions pour obtenir un numérateur et un dénominateur entiers (on peut multiplier par 10, 100, 1000, 10000, ...).

Il peut être nécessaire de simplifier la fraction

Exemples

$$\frac{5,2}{2} = \frac{5,2 \times 10}{2 \times 10} = \frac{52 \div 2}{20 \div 2} = \frac{26 \div 2}{10 \div 2} = \frac{13}{5}$$

$$\frac{4,51}{3,7} = \frac{4,51 \times 100}{3,7 \times 100} = \frac{451}{370}$$

Propriété d'addition de fractions de même dénominateur - admise

$$\frac{a}{d} + \frac{b}{d} = \frac{a+b}{d} \quad \text{et} \quad \frac{a}{d} - \frac{b}{d} = \frac{a-b}{d}$$

Exemples

$$\frac{3}{4} + \frac{6}{4} = \frac{3+6}{4} = \frac{9}{4}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{8}{3} = \frac{1-8}{3} = \frac{-7}{3}$$

$$\frac{-1}{5} - \frac{8}{5} = \frac{-9}{5}$$

$$\frac{-15}{6} - \frac{-8}{6} = \frac{-15 - (-8)}{6} = \frac{-15 + 8}{6} = \frac{-7}{6}$$

Définition

Mettre deux fractions au même dénominateur, c'est se "débrouiller" (en utilisant la propriété d'égalité de fractions) pour que les deux fractions aient le même dénominateur.

Remarque

Un dénominateur commun peut être le produit des dénominateurs.

Comment additionner deux fractions de dénominateurs différents ?

On se "débrouille" pour les mettre au même dénominateur puis on utilise la propriété d'addition ci-dessus.

Exemples

$$\frac{7}{2} + \frac{5}{3} = \frac{7 \times 3}{2 \times 3} + \frac{5 \times 2}{3 \times 2} = \frac{21}{6} + \frac{10}{6} = \frac{31}{6}$$

$$\frac{5}{34} + \frac{8}{51} = \frac{5 \times 51}{34 \times 51} + \frac{8 \times 34}{51 \times 34} = \frac{255}{1734} + \frac{272}{1734} = \frac{527}{1734}$$

Remarque

Cette méthode "marche" très bien, mais il faut penser à simplifier les fractions. Ici, $\frac{527}{1734} = \frac{31}{102}$.

PARCOURS
DIFFÉRENCIÉS



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-parcours-differencies-3/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-videos-3/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-aides-3/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-carte-mentale/>

Astuce

Pour chercher un dénominateur commun, on cherche un multiple commun aux deux dénominateurs (ici 34 et 51).

Pour cela, on décompose les deux nombres.

Décomposons 34

$$\begin{array}{r|l} 34 & \\ 17 & 2 \\ 1 & 17 \\ \hline 34 = 2 \times 17 \end{array}$$

Décomposons 51

$$\begin{array}{r|l} 51 & \\ 17 & 3 \\ 1 & 17 \\ \hline 51 = 3 \times 17 \end{array}$$

On cherche un nombre qui contient tous les facteurs ci-dessus :

$$2 \times 3 \times 17 = 102.$$

$$\frac{5}{34} + \frac{8}{51} = \frac{5 \times 3}{34 \times 3} + \frac{8 \times 2}{51 \times 2} = \frac{15}{102} + \frac{16}{102} = \frac{31}{102}$$

Propriété admise

Prendre une quantité d'une fraction c'est multiplier le nombre par la fraction.

Exemples

Prendre $\frac{3}{4}$ de 126 € c'est prendre $\frac{3}{4} \times 126$ €.

Rouler $\frac{2}{5}$ de 800 km c'est rouler $\frac{2}{5} \times 800$ km.

Remarque

Le mot « de » en français se traduit par « $\times$ » en mathématiques.

Comment multiplier un nombre par une fraction ?

Méthode 1

$$\frac{a}{b} \times c = (a \div b) \times c$$

$$\frac{12}{6} \times 7 = (12 \div 6) \times 7 = 2 \times 7 = 14$$

Méthode 2

$$\frac{a}{b} \times c = (a \times c) \div b$$

$$\frac{2}{3} \times 9 = (2 \times 9) \div 3 = 18 \div 3 = 6$$

Méthode 3

$$\frac{a}{b} \times c = a \times (c \div b)$$

$$\frac{5}{7} \times 21 = 5 \times (21 \div 7) = 5 \times 3 = 15$$

Notation

La fraction $\frac{p}{100}$ est notée $p\%$

La fraction $\frac{15}{100}$ est notée 15 %

Exemple de problème

Sébastien achète un pull. Le prix affiché est de 65€, mais il bénéficie d'une remise de 15%.

Combien va-t-il payer ?

Calculons le montant de la remise

$$\begin{aligned} 15\% \text{ de } 65 \text{ €} &= \frac{15}{100} \text{ de } 65 \\ &= \frac{15}{100} \times 65 = (15 \times 65) \div 100 = 975 \div 100 = 9,75 \end{aligned}$$

La remise est de 9,75 €.

Je calcule le prix réduit.

$$65 - 9,75 = 55,25$$

Le prix réduit est de 55,25 €.

FRACTIONS : multiplications et divisions

Propriété du signe des fractions

Une fraction est une division, donc la règle des signes s'applique pour déterminer le signe d'une fraction (on compte le nombre de termes négatifs).

Exemples

$$\frac{-3}{4} = \frac{3}{-4} = -\frac{3}{4} = -\frac{-3}{-4} = -0,75$$

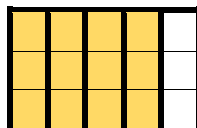
Il y a 1 (ou 3) terme(s) négatif(s),
donc le résultat est négatif.

$$\frac{-3}{-4} = \frac{3}{4} = +0,75$$

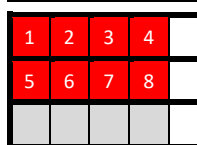
Il y a 2 termes négatifs,
donc le résultat est positif.

Remarque

Quatre cinquièmes valent



Deux tiers de quatre cinquièmes valent huit quinzièmes



Deux tiers **de** quatre cinquièmes s'écrit $\frac{2}{3} \times \frac{4}{5}$ et on voit que $\frac{2}{3} \times \frac{4}{5} = \frac{2 \times 4}{3 \times 5} = \frac{8}{15}$

Propriété de multiplication de fractions - admise

Pour multiplier deux fractions, il suffit de multiplier les numérateurs entre eux et les dénominateurs entre eux.

$$\frac{a}{b} \times \frac{c}{d} = \frac{a \times c}{b \times d}$$

Astuce

Pour déterminer le signe, on utilise la règle des signes.

Exemples

$$\frac{5}{7} \times \frac{9}{11} = \frac{5 \times 9}{7 \times 11} = \frac{45}{77}$$

$$\frac{-5}{3} \times \frac{-8}{-4} = -\frac{5 \times 8}{3 \times 4} = -\frac{40}{12} = -\frac{10}{3}$$

Il y a 3 termes négatifs,
donc le résultat est négatif.



$$2 \times \frac{3}{5} \neq \frac{2 \times 3}{2 \times 5} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \quad \text{mais} \quad 2 \times \frac{3}{5} = \frac{2}{1} \times \frac{3}{5} = \frac{2 \times 3}{1 \times 5} = \frac{6}{5}$$

Définition

L'inverse d'un nombre a non nul est le nombre qui multiplié par a vaut 1. L'inverse de a est noté : a^{-1} .

Propriété

L'inverse du nombre a vaut $\frac{1}{a}$.

L'inverse de la fraction $\frac{a}{b}$ vaut $\frac{b}{a}$.

Démonstrations

$$a \times \frac{1}{a} = \frac{a}{a} = 1$$

$$\frac{a}{b} \times \frac{b}{a} = \frac{ab}{ab} = 1$$

Exemples

Nombre	5	-3	$\frac{2}{7}$	$\frac{-3}{5}$	$-\frac{4}{5}$	0
Inverse	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{-3} = -\frac{1}{3}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{5}{-3} = -\frac{5}{3}$	$-\frac{5}{4}$	N'existe pas



Ne pas confondre inverse et opposé.

L'opposé de 2 est -2

L'inverse de 2 est $\frac{1}{2}$

Définition

Diviser c'est multiplier par l'inverse.

Exemples

$$\frac{3}{4} \div \frac{5}{7} = \frac{3}{4} \times \frac{7}{5} = \frac{21}{20}$$

$$\frac{-2}{3} \div \frac{4}{9} = -\frac{2}{3} \times \frac{9}{4} = -\frac{18}{12} = -\frac{3}{2}$$

$$\frac{7}{3} \div 2 = \frac{7}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{7}{6}$$

$$8 \div \frac{5}{7} = 8 \times \frac{7}{5} = \frac{56}{5}$$



On inverse uniquement le nombre se trouvant après le symbole de division et on ne change pas celui qui est avant.

Remarques

$\frac{3}{5}$ est une notation de $3 \div 5$ et vaut 0,6

Il n'est pas possible de donner une valeur décimale exacte pour toutes les fractions, par exemple : $\frac{1}{3} \approx 0,33$



Attention à la position du signe d'égalité lorsqu'il y a des fractions à "étages".

$$\frac{\frac{2}{3}}{\frac{4}{4}} = \frac{2}{3} \div \frac{3}{4} = \frac{2}{3} \times \frac{4}{3} = \frac{8}{3} \approx 2,67$$

$$\frac{\frac{2}{3}}{4} = \frac{2}{3} \div 4 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{2}{12} \approx 0,17$$

$$\frac{\frac{2}{3}}{\frac{4}{5}} = \frac{2}{3} \div \frac{4}{5} = \frac{2}{3} \times \frac{5}{4} = \frac{10}{12} = \frac{5}{6}$$

Exemple de calcul « complexe »

$$\frac{\frac{1}{2} + \frac{3}{4}}{\frac{1}{2} - \frac{3}{4}} = \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{4}\right) \div \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{4}\right) = \left(\frac{2}{4} + \frac{3}{4}\right) \div \left(\frac{2}{4} - \frac{3}{4}\right) = \frac{5}{4} \div \frac{-1}{4} = \frac{5}{4} \times \frac{4}{-1} = \frac{20}{-4} = -5$$

PARCOURS
DIFFÉRENCIÉS



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-parcours-differencies-4/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-videos-4/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-aides-5/>



<https://www.lesmathsdherve.net/fractions-cours/>

PUISSANCES

La première mention, de carrés ou de cubes, remonte à l'époque babylonienne, au 23^{ème} siècle avant J.C. $\sqrt{2} \approx 1 + \frac{24}{60} + \frac{51}{60^2} + \frac{10}{60^3}$

Le terme exposant est dû au mathématicien allemand Stifel (1487 – 1567) qui généralisent la notation aux exposants négatifs. L'auteur de l'*Arithmética integra* était un moine, disciple du Luther, qui calcula la fin du monde pour le 18 octobre 1533.

La notation scientifique est inventée par René Descartes (vers 1637) dans *La géométrie*. Il y invente aussi le symbole $\sqrt{\quad}$.

Définition

Le nombre noté a^n qui se lit « a exposant n » est le produit de n facteurs tous égaux à a.

$$a^n = \underbrace{a \times a \times a \times \dots \times a}_{n \text{ facteurs}}$$

Exemples

$$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32 \quad 3^4 = 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81 \quad (-2)^3 = (-2) \times (-2) \times (-2) = -8$$

Remarques

a^2 se lit "a exposant 2" ou "a au carré"

a^3 se lit "a exposant 3" ou "a au cube"

Astuce

La règle des signes s'applique pour le calcul des puissances.

Le signe de a^n est positif si :

- a est positif
- ou a est négatif et n est pair (0, 2, 4, 6, 8, 10 ...).

Le signe de a^n est négatif si : a est négatif et n est impair (1, 3, 5, 7, 9, 11 ...).

Exemples

4^5 est positif

$(-4)^5$ est négatif car il y a 5 facteurs négatifs.

$(-10)^8$ est positif car il y a 8 facteurs négatifs.

Propriété de priorité opératoire - admise

Pour calculer une expression numérique, on procède selon l'ordre suivant :

1. On calcule l'intérieur des parenthèses. Si des parenthèses sont imbriquées (l'une dans l'autre), on commence par celles qui sont le plus à l'intérieur.
2. On calcule les puissances.
3. On effectue les multiplications et divisions.
4. On termine toujours par les additions et soustractions.

Exemple

$$\begin{aligned} & 4 \times 5^2 \times (5 - 4 \times 3) \\ &= 4 \times 5^2 \times (5 - 12) \\ &= 4 \times 5^2 \times (-7) \\ &= 4 \times 25 \times (-7) \\ &= 100 \times (-7) \\ &= -700 \end{aligned}$$



Attention à la position du signe "-" dans le calcul des puissances

$$(-2)^4 = 16 \text{ car } (-2)^4 = (-2) \times (-2) \times (-2) \times (-2) = +16$$

$$-2^4 = -16 \text{ car } -2^4 = -2 \times 2 \times 2 \times 2 = -16$$

$$2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$$

La puissance est prioritaire sur le signe "-" qui correspond à une soustraction.

On calcule d'abord la puissance.

Propriété 1 - admise

$$x^a \times x^b = x^{a+b}$$

S'il y a le même nombre en bas, on additionne les puissances

Exemples

$$2^3 \times 2^7 = 2^{3+7} = 2^{10}$$

$$3^4 \times 3^7 = 3^{4+7} = 3^{11}$$

$$(-2)^3 \times (-2)^7 = (-2)^{3+7} = (-2)^{10}$$

"Justification"

$$2^3 \times 2^7 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^{3+7} = 2^{10}$$

⚠ Attention à la consigne car on peut attendre deux résultats différents.

Calcule

Mettre $2^3 \times 2^5$ sous la forme d'une seule puissance

$$2^3 \times 2^5 = 8 \times 32 = 256$$

Le résultat est un nombre (entier ou décimal) ou une fraction

$$2^3 \times 2^5 = 2^8$$

Le résultat est **une** puissance

Propriété 2 - admise

$$x^a \times y^a = (x \times y)^a$$

S'il y a le même nombre en haut, on multiplie les nombres du « bas »

Exemples

$$2^3 \times 5^3 = (2 \times 5)^3 = 10^3 \quad 3^5 \times 7^5 = (3 \times 7)^5 = 21^5$$

"Justification"

$$\begin{array}{rcl} 2^3 & & \\ \times 5^3 & = & \begin{array}{ccc} 2 & \times & 2 & \times & 2 \\ \times 5 & \times 5 & \times 5 & \times 5 & \times 5 \end{array} \\ & & \downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow \\ & = & \begin{array}{ccc} 10 & \times & 10 & \times & 10 \end{array} \\ & = & 10^3 \end{array}$$

Propriété 3 - admise

$$(x^a)^b = x^{a \times b}$$

Si les puissances sont imbriquées, on multiplie les exposants.

Exemples

$$(2^3)^4 = 2^{3 \times 4} = 2^{12} \quad ((-3)^2)^4 = (-3)^{2 \times 4} = (-3)^8$$

"Justification"

$$(2^3)^4 = 2^3 \times 2^3 \times 2^3 \times 2^3 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 2^{12}$$

Remarque

← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →	← ÷ 2 — — × 2 →
2^{-4}	2^{-3}	2^{-2}	2^{-1}	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4
0,0625	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16
$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$					
$\frac{1}{2^4}$	$\frac{1}{2^3}$	$\frac{1}{2^2}$	$\frac{1}{2^1}$					

$$2^{-4} = \frac{1}{2^4}$$

$$2^{-3} = \frac{1}{2^3}$$

$$2^{-2} = \frac{1}{2^2}$$

$$2^{-1} = \frac{1}{2^1}$$

Propriété 4 - admise

Si $x \neq 0$ alors $x^0 = 1$

Exemples

$$4^0 = 1$$

$$(-4)^0 = 1$$

$$\pi^0 = 1$$

$$2,7^0 = 1$$

$$(-4,8)^0 = 1$$

$$-9^0 = -1$$

Propriété 5

$$x^{-n} = \frac{1}{x^n}$$

L'exposant négatif devient « 1 sur ... » ou l'inverse.

Exemples

$$2^{-3} = \frac{1}{2^3} = \frac{1}{8} \quad 5^{-3} = \frac{1}{5^3} = \frac{1}{125} \quad (-2)^{-5} = \frac{1}{(-2)^5} = \frac{1}{-32} = -\frac{1}{32}$$

Démonstration

$$n + (-n) = 0$$

$$x^n \times x^{(-n)} = x^0$$

$$x^n \times x^{(-n)} = 1$$

x^n et x^{-n} sont inverses l'un de l'autre

$$x^{-n} = \frac{1}{x^n}$$

Propriété 6 - admise

$$\frac{x^a}{x^b} = x^{a-b}$$

Lorsqu'on divise des puissances du même nombre, on soustrait les exposants.

Exemples

$$\frac{5^{12}}{5^8} = 5^{12-8} = 5^4 \quad \frac{5^{15}}{5^{18}} = 5^{15-18} = 5^{-3} = \frac{1}{5^3} \quad \frac{5^7}{5^{-8}} = 5^{7-(-8)} = 5^{15}$$

Propriété 7 - admise

$$\left(\frac{x}{y}\right)^a = \frac{x^a}{y^a}$$

L'exposant se distribue sur le numérateur et sur le dénominateur

Exemples

$$\left(\frac{2}{3}\right)^4 = \frac{2^4}{3^4} = \frac{16}{81} \quad \left(-\frac{5}{4}\right)^3 = -\frac{5^3}{4^3} = -\frac{125}{64} \quad \left(-\frac{2}{5}\right)^4 = \frac{2^4}{5^4} = \frac{16}{625}$$

Propriété - admise

Soit n un entier positif.

10^n s'écrit avec un "1" suivi de n "0".

10^{-n} s'écrit "0,0...01" avec n "0" au total en comptant celui avant la virgule.

Exemples

$$10^7 = 10000000 \quad 10^{-8} = 0,00000001$$

7 zéros 8 zéros

Définition

Un nombre est dit **sous la forme scientifique** (ou en **notation scientifique**) s'il s'écrit sous la forme : $a \times 10^n$



a est un nombre décimal dont la distance à zéro est supérieure ou égale à 1 et strictement inférieure à 10 (il ne peut pas être égal à 10).

n est un entier relatif (positif ou négatif)

Exemples de nombres n'étant pas en notation scientifique

15	10^3	15×10^4	10×10^4	$0,8 \times 10^4$	$1,5 \times 10^{4,2}$
Il manque $\times 10^{\dots}$	Il manque un nombre devant	Le nombre devant est supérieur à 10.	Le nombre devant est égal à 10.	Le nombre devant n'est pas supérieur ou égal à 1.	L'exposant n'est pas entier

Exemples de nombres n'étant pas en notation scientifique

$$1 \times 10^4 \quad 1,5 \times 10^{-5} \quad -1,5 \times 10^{42} \quad -9,5 \times 10^{-12} \quad -1,7 \times 10^0 \quad 1,5 \times 10^0$$

Rappels

Si n est positif, multiplier par 10^n c'est décaler la virgule de n rangs vers la droite.

Si n est positif, multiplier par 10^{-n} c'est décaler la virgule de n rangs vers la gauche.

Exemples de passage de la notation scientifique à la notation décimale.

$$4,52 \times 10^4 = 45200 \quad -6 \times 10^4 = -60000 \quad 4,52 \times 10^{-4} = 0,000452$$

Exemples de passage de la notation décimale à la notation scientifique.

$$123,45 = 1,2345 \times 10^2 \quad 10^2 = 100$$

$$0,012345 = 1,2345 \times 10^{-2} \quad 10^{-2} = 0,01$$

$$123,45 \times 10^5 = 1,2345 \times 10^2 \times 10^5 = 1,2345 \times 10^7$$

Remarque

Pour faire un calcul avec des nombres en notation scientifique (où apparaissent uniquement des quotients ou produits), on commence par regrouper les nombres décimaux et les puissances de 10.

Exemples

$$12 \times 10^4 \times 55 \times 10^8 = 12 \times 55 \times 10^4 \times 10^8 = 660 \times 10^{12} = 6,6 \times 10^2 \times 10^{12} = 6,6 \times 10^{14}$$

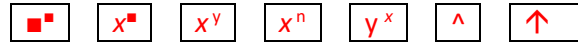
$$25 \times 10^{-14} \times (-400) \times 10^8 = 25 \times (-400) \times 10^{-14} \times 10^8 = -10000 \times 10^{-6} = -1 \times 10^4 \times 10^{-6} = -1 \times 10^{-2}$$

$$0,0055 \times 10^7 \times 2 \times 10^8 = 0,0055 \times 2 \times 10^7 \times 10^8 = 0,011 \times 10^{15} = 1,1 \times 10^{-2} \times 10^{15} = 1,1 \times 10^{13}$$

$$\frac{45 \times 10^{23} \times 24 \times 10^{-4}}{18 \times 10^5} = \frac{45 \times 24}{18} \times \frac{10^{23} \times 10^{-4}}{10^5} = \frac{1080}{18} \times \frac{10^{19}}{10^5} = 60 \times 10^{14} = 6 \times 10^1 \times 10^{14} = 6 \times 10^{15}$$

Utilisation de la calculatrice

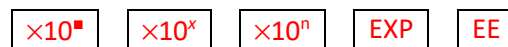
Pour calculer avec des puissances on utilise la touche :



Dans la suite, on nommera $x^{\blacksquare}$ cette touche.

Pour calculer $5^3 \times 2 - (2 - 5)^4$ on tape $5 \blacksquare 3 \times 2 - (2 - 5) \blacksquare 4$ et on trouve 169.

Pour calculer avec des puissances on utilise la touche :



Dans la suite, on nommera $\times 10^{\blacksquare}$ cette touche. Elle remplace l'appui sur les touches $\times 10^{\blacksquare}$.

Pour calculer $12 \times 10^4 \times 55 \times 10^8$ on tape $12 \times 10^{\blacksquare} 4 \times 55 \times 10^{\blacksquare} 8$ et on trouve $6,6 \times 10^{14}$.

PARCOURS
DIFFÉRENCIÉS



<https://www.lesmathsdherve.net/puissances-parcours-differencies-2/>



<https://www.lesmathsdherve.net/puissances-videos-2/>



<https://www.lesmathsdherve.net/puissances-aides/>

SYMETRIES axiales et centrales, TRANSLATIONS et ROTATIONS

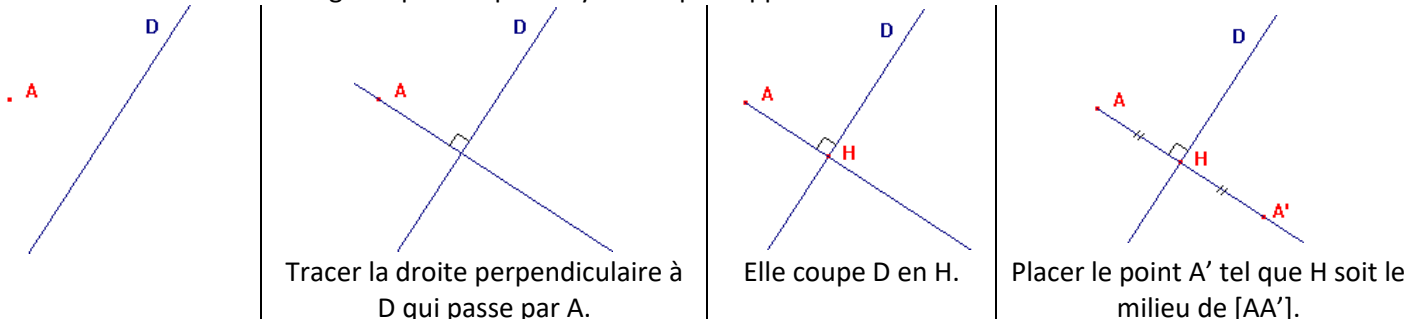
I – Symétrie axiale

Définition

Deux points A et B sont symétriques par rapport à la droite D si D est la médiatrice de [AB].

Construction avec la réquerre

Pour construire l'image du point A par la symétrie par rapport à la droite D il faut :

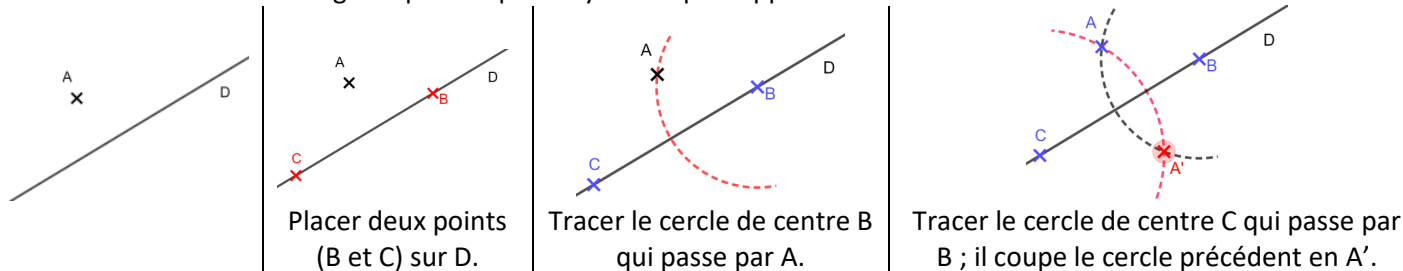


A' est le *symétrique* de A par la symétrie d'axe D.

On dit aussi que A' est l'*image* de A par la symétrie d'axe D.

Construction avec le compas et la règle non graduée

Pour construire l'image du point A par la symétrie par rapport à la droite D il faut :



Propriété admise

La symétrie axiale conserve les angles, les distances, les surfaces, les formes ...

Remarque

Pour construire l'image d'une figure complexe, on commence par construire l'image de quelques points remarquables de la figure, puis on la complète en utilisant la propriété ci-dessus.

Pour construire la figure ci-contre, j'ai :

1. Tracer l'image A' de A
2. Tracer l'image B' de B
3. Construis le carré A'B'C'D'.
4. Tracer la diagonale [A'C']
5. Placer son milieu O'.
6. Tracer le segment [B'O'].
7. Placer le point M' au milieu de [A'B'].
8. Tracer le demi-cercle de diamètre [A'B'] à l'extérieur du carré.

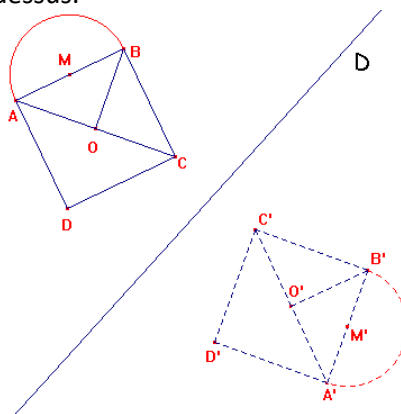


Image par la symétrie d'axe D.

Pour mémoire

La symétrie axiale « correspond » à un miroir.

Caractériser

Pour caractériser une symétrie axiale, il faut donner son axe.

Pour retrouver son axe, il suffit de connaître un point et son image.

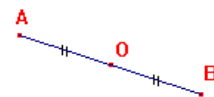
L'axe de symétrie est la médiatrice du segment formé par ces 2 points.



II – Symétrie centrale

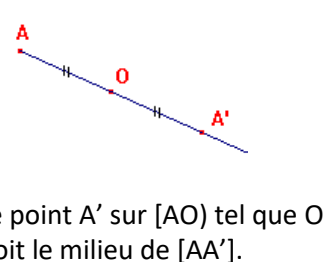
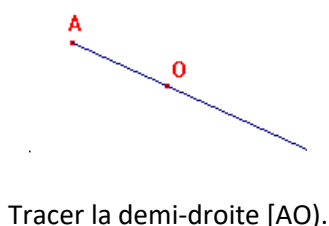
Définition

Deux points A et B sont symétriques par rapport au point O si O est le milieu de [AB].



Construction

Pour construire l'image du point A par la symétrie par rapport au point O il faut :



A' est le *symétrique* de A par la symétrie de centre O.

On dit aussi que A' est l'*image* de A par la symétrie de centre O.

Propriété admise

La symétrie centrale conserve les angles, les distances, les surfaces, les formes ...

Remarque

Pour construire l'image d'une figure complexe, on commence par construire l'image de quelques points remarquables de la figure, puis on la complète en utilisant la propriété ci-dessus.

Pour construire la figure ci-contre, j'ai :

1. Tracer l'image A' de A
2. Tracer l'image B' de B
3. Construis le carré A'B'C'D'.
4. Tracer la diagonale [A'C']
5. Placer son milieu O'.
6. Tracer le segment [B'O'].
7. Placer le point M' au milieu de [A'B'].
8. Tracer le demi-cercle de diamètre [A'B'] à l'extérieur du carré.

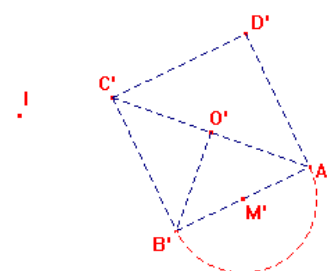
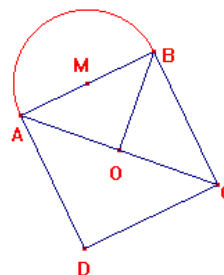


Image par la symétrie de centre I.

Pour mémoire

La symétrie centrale « correspond » à un demi-tour autour du centre de symétrie.

Caractériser

Pour caractériser une symétrie centrale, il faut donner son centre.

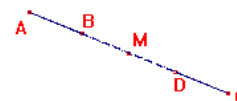
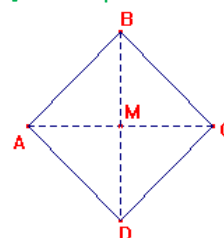
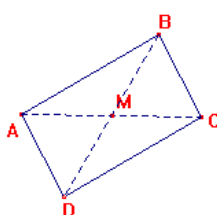
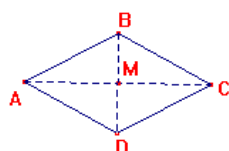
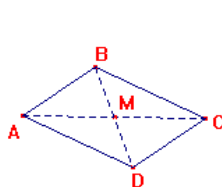
Pour retrouver son centre, il suffit de connaître un point et son image. Le centre de symétrie est le milieu du segment formé par ces 2 points.



III – Translation

Définition

ABCD est un *parallélogramme* si ces diagonales [AC] et [BD] se coupent en leur milieu.



Dans tous les cas ci-dessus, ABCD est un parallélogramme car M est le milieu des diagonales [AC] et [BD].

Définition

On dit que l'image du point D est le point C par la *translation* qui envoie A sur B si ABCD est un parallélogramme.



Construction

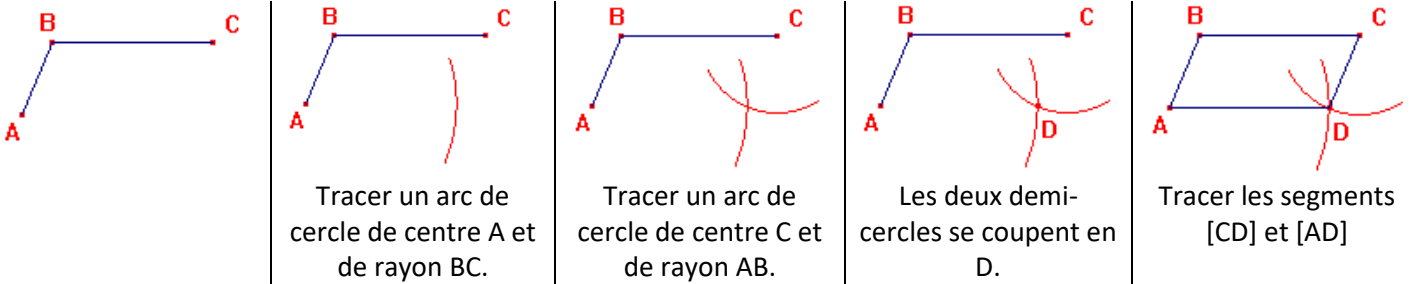
Pour construire l'image du point C dans la translation qui envoie A sur B il faut construire le parallélogramme ABC'C.

C' est le *translaté* de C par la translation qui envoie A sur B.

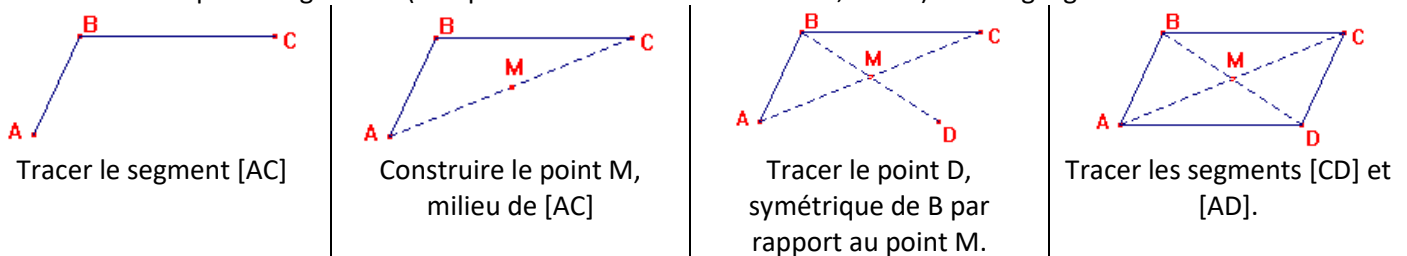
On dit aussi que C' est l'*image* de C par la translation qui envoie A sur B.



Construction d'un parallélogramme (lorsque l'on en donne 3 sommets A, B et C) avec règle et compas



Construction d'un parallélogramme (lorsque l'on en donne 3 sommets A, B et C) avec règle graduée



Propriété admise

La translation conserve les angles, les distances, les surfaces, les formes ...

Remarque

Pour construire l'image d'une figure complexe, on commence par construire l'image de quelques points remarquables de la figure, puis on la complète en utilisant la propriété ci-dessus.

Pour mémoire

La translation « correspond » à un glissement sans tourner.

Caractériser

Pour caractériser une translation, il faut donner un point et son image ou le vecteur dont les extrémités sont ces points.

Dans l'exemple, on peut parler de la translation qui envoie A sur B ou de la translation associée au vecteur $\overrightarrow{AB}$. On peut aussi parler de la translation qui envoie C sur C' ou de la translation associée au vecteur $\overrightarrow{CC'}$.



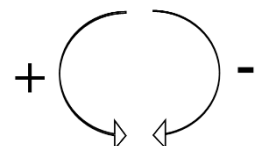
Image par la translation qui envoie E sur F.

IV – Rotations

Définition

Un angle est dit :

- positif s'il tourne dans le sens trigonométrique (l'inverse de la montre)
- négatif s'il tourne dans le sens chronométrique (la montre).



Remarque

Pour définir une rotation, il faut donner un angle. Pour définir le sens de rotation, on donne un signe à l'angle.

Si l'on dit rotation d'angle -50° , il faut comprendre qu'il faut tourner dans le sens chronométrique (montre).

Si l'on dit rotation d'angle $+50^\circ$ (ou 50°), il faut comprendre qu'il faut tourner dans le sens trigonométrique (inverse de la montre).

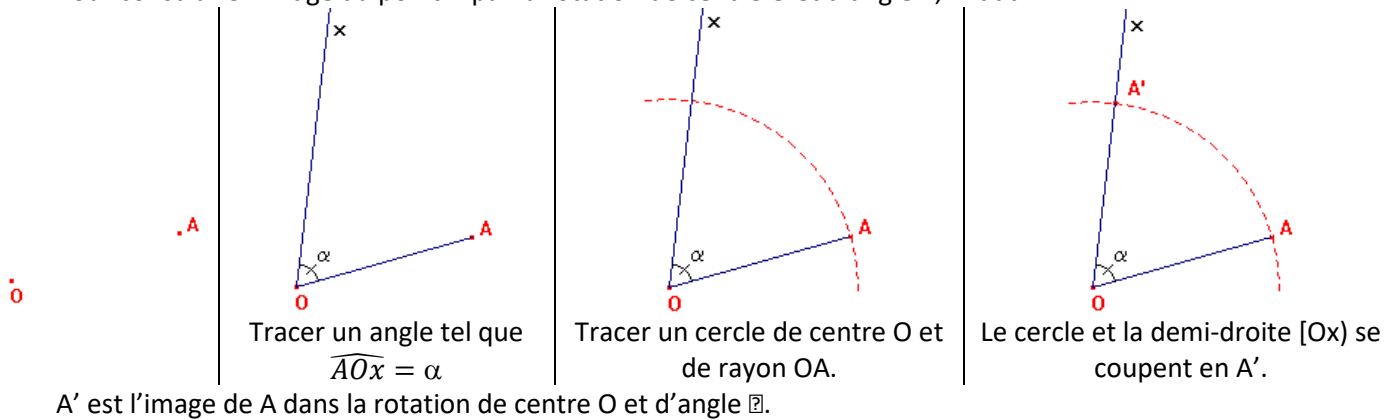
Définition

Le point A' est l'image du point A par la rotation de centre O et d'angle α si :

- $OA = OA'$
- $\widehat{AOA'} = \alpha$

Construction avec le rapporteur et le compas

Pour construire l'image du point A par la rotation de centre O et d'angle α , il faut :



Propriété admise

La rotation conserve les angles, les distances, les surfaces, les formes ...

Remarque

Pour construire l'image d'une figure complexe, on commence par construire l'image de quelques points remarquables de la figure, puis on la complète en utilisant la propriété ci-dessus.

Pour mémoire

Pour une rotation, on tourne autour d'un point

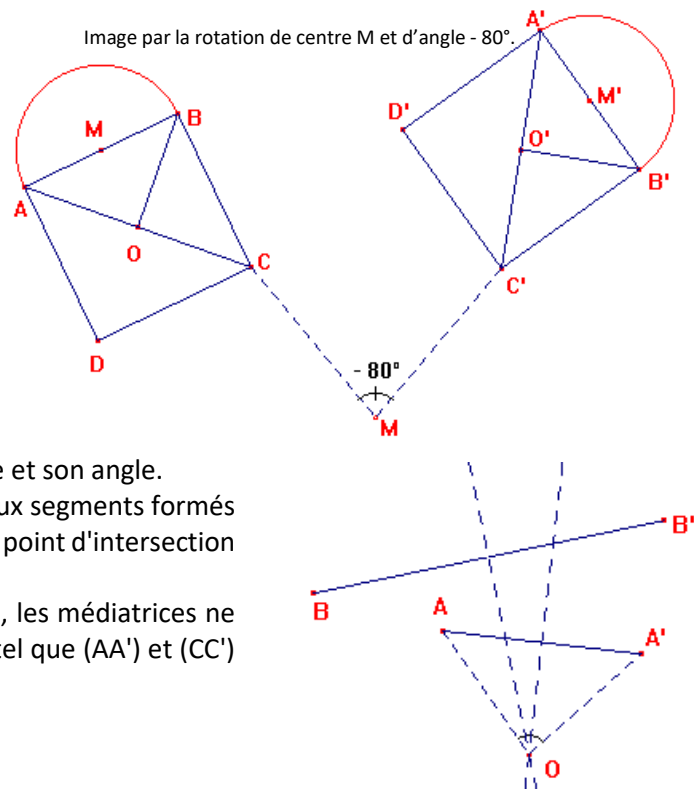
Caractériser

Pour caractériser une rotation, il faut trouver son centre et son angle.

Pour retrouver le centre O, on trace la médiatrice de deux segments formés par deux points et leurs images (médiatrices de $[AA']$ et $[BB']$). Le point d'intersection de ces médiatrices est le centre de rotation O.

Si les segments $[AA']$ et $[BB']$ sont à supports parallèles, les médiatrices ne seront pas concourantes. Il faut choisir un autre segment $[CC']$ tel que (AA') et (CC') ne soient pas parallèles.

L'angle de la rotation est l'angle $\widehat{AOA'}$ ou $\widehat{BOB'}$.



PARCOURS
DIFFÉRENCIÉS



<https://www.lesmathsdherve.net/translations-et-rotations-parcours-differences/>



<https://www.lesmathsdherve.net/translations-et-rotations-videos/>



<https://www.lesmathsdherve.net/translations-et-rotations-aides/>



<https://www.lesmathsdherve.net/translations-et-rotations-carte-mentale/>

EQUATIONS du premier degré à une inconnue – DEVELOPPER

I – Développer

Rappels sur la réduction des produits

On peut toujours réduire les produits.

$$2x \times 3x = 6x^2$$

$$-5 \times 3x = -15x$$

$$3x^2 \times 7x = 21x^3$$

Rappels sur la réduction de sommes

$$3x + 2x = 5x$$

$$15x - 8x = 7x$$

$$4x - 12x = -8x$$

$$15x^2 - 8x^2 = 7x^2$$

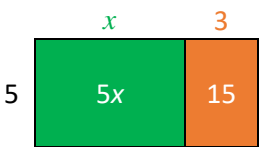
$$33x - 5x^2 + 7x + 11x^2 = 40x + 6x^2$$

$5x^2 + 3x$ ne peut pas se réduire

Remarque

Dans tous les exercices, il faudra réduire les expressions (*même si cela n'est pas indiqué dans l'énoncé*).

Remarque calcul de $5 \times (x + 3)$

Géométrie	" Répétitif "	Avec la simple distributivité
 $5 \times (x + 3) = 5x + 15$	$ \begin{aligned} 5 \times (x + 3) &= x + 3 \\ &+ x + 3 \\ &+ x + 3 \\ &+ x + 3 \\ &+ x + 3 \\ &= 5 \times x + 5 \times 3 \\ &= 5x + 15 \end{aligned} $	$5 \times (x + 3) = 5 \times x + 5 \times 3 = 5x + 15$

Rappel simple distributivité - admise

$$k \times (a + b) = k \times a + k \times b$$

Exemples

$$5 \times (2x + 7) = 10x + 35$$

$$8 \times (x - 3) = 8x - 24$$

$$-6 \times (x + 7) = -6x - 42$$

$$-4 \times (x - 7) = -4x + 28$$

Remarque gestion du signe « - »

$$-(2x + 7) = -2x - 7$$

$$-(x - 3) = -x + 3$$

$$-(-3x + 7) = +3x - 7$$

$$-(-6x - 7) = +6x + 7$$

Exemples complexes

$$3(x + 5) + 7(x + 4) = 3x + 15 + 7x + 28 = 10x + 43$$

$$5(x + 7) + 8(x - 3) = 5x + 35 + 8x - 24 = 13x + 11$$

$$6(x - 4) - 9(x + 2) = 6x - 24 - 9x - 18 = -3x - 42$$

$$6(x - 7) + 9x(3x - 2) = 6x - 42 + 27x^2 - 18x = 27x^2 - 12x - 42$$

II – Equations

Rappel

Une équation

$$5x + 5 = 3x - 17$$

Membre de gauche Membre de droite

Remarque

Lorsque l'on a une équation, le signe d'égalité ne signifie pas que les deux membres sont identiques et sont deux écritures différentes d'une même expression algébrique.

Le signe d'égalité signifie que pour certaines valeurs numériques données aux inconnues, les deux membres seront égaux.

Définition

On dit qu'un nombre est une solution d'une équation l'égalité entre les deux membres est vraie lorsqu'on remplace l'inconnue par ce nombre.

Exemples

Pour l'équation $5x + 5 = 3x - 17$, tester si 2 et -11 sont des solutions.

Méthode « littéraire »	Méthode en ligne	Méthode en colonne
Lorsque $x = 2$ alors - le membre de gauche devient $5 \times 2 + 5 = 15$ - et le membre de droite devient $3 \times 2 - 17 = -11$ Donc 2 n'est pas une solution.	Si $x = 2$ alors $5x + 5 = 5 \times 2 + 5 = 15$ et $3x - 17 = 3 \times 2 - 17 = -11$ Donc 2 n'est pas une solution.	Si $x = 2$ alors $\begin{array}{l l} 5x + 5 & 3x - 17 \\ = 5 \times 2 + 5 & = 3 \times 2 - 17 \\ = 15 & = -11 \end{array}$ Donc 2 n'est pas une solution.
Méthode « littéraire »	Méthode en ligne	Méthode en colonne
Lorsque $x = -11$ alors - le membre de gauche devient $5 \times (-11) + 5 = -50$ - et le membre de droite devient $3 \times (-11) - 17 = -50$ Donc -11 est une solution.	Si $x = -11$ alors $5x + 5 = 5 \times (-11) + 5 = -50$ et $3x - 17 = 3 \times (-11) - 17 = -50$ Donc -11 est une solution.	Si $x = -11$ alors $\begin{array}{l l} 5x + 5 & 3x - 17 \\ = 5 \times (-11) + 5 & = 3 \times (-11) - 17 \\ = -50 & = -50 \end{array}$ Donc -11 est une solution.

Définition

Résoudre une équation c'est trouver toutes les solutions.

Exemples

Equation n'ayant pas de solution	Equation ayant une seule solution	Equation ayant une infinité de solution
$2x + 3 = 2x + 5$	$5x + 5 = 3x - 17$	$2(x + 5) - 2 = 2x + 8$
On ne peut pas trouver de valeur numérique pour laquelle l'égalité serait vraie. On peut tester tous les nombres, il n'y a pas de solution.	La solution de cette équation est -11.	On peut tester toutes les autres valeurs, l'égalité ne serait pas vraie. Quelle que soit la valeur numérique par laquelle on remplace x , l'égalité sera vraie.

Remarque

Dans les exercices de collège, (presque toutes) les équations auront une solution unique.

Propriété - admise

On ne change pas les solutions d'une équation si :

- On additionne (ou soustrait), une même expression aux deux membres de l'équation.
- On multiplie (ou divise) les deux membres de l'équation par une même expression NON NULLE.

Exemple de résolution d'une équation

Résoudre l'équation $2(x + 5) = 6x + 7$.

$2(x + 5) = 6x + 7$	On réécrit l'équation
$2x + 10 = 6x + 7$	On simplifie l'écriture de chacun des membres en développant et réduisant
$-6x -10 -6x -10$ $-4x = -3$	On isole les inconnues dans un membre et les nombres dans l'autre en utilisant le point 1 de la propriété ci-dessus.
$\div (-4) \quad \div (-4)$ $x = 0,75$	Pour trouver x , on divise par le nombre devant x en utilisant le point 2 de la propriété ci-dessus.
Si $x = 0,75$ alors $\begin{array}{l l} 2(x + 5) & 6x + 7 \\ = 2 \times (0,75 + 5) & = 6 \times 0,75 + 7 \\ = 11,5 & = 11,5 \end{array}$	On teste si le nombre trouvé est bien une solution de l'équation en remplaçant dans l'équation du départ.
La solution de l'équation est 0,75 .	On conclue par une phrase.
On peut aussi noter : S = {0,75}	

En contrôle, il faut écrire tout ce qui est en noir ci-dessus.

III – Problèmes

Exemple 1

Dans la cour de la ferme, il n'y a que des poules et des lapins. J'ai compté 174 têtes et 400 pattes. Combien y a-t-il d'animaux de chaque sorte ?

Soit L le nombre de lapins.				Expliciter l'inconnue. C'est souvent la question qui nous indique quelle inconnue choisir.
	Lapins	Poules	Total	Ecrire l'équation
Têtes	L	174 - L	174	
Pattes	4 × L	2 × (174 – L)	400	
4 × L + 2 × (174 – L) = 400				
4L + 258 – 2L = 400				
2L + 348 = 400				
- 348 - 348				
2L = 52				
÷ 2 ÷ 2				
L = 26				
Il y a 26 lapins et 174-26 = 148 poules .				Interpréter le résultat
Vérification : Têtes : 26 + 148 = 174 Pattes : 4×26 + 2×148 = 400 C'est bon				Vérifier sur les données du problème

Exemple 2

Jules à 8 ans et son père a 42 ans.

Dans combien de temps l'âge du père sera-t-il le triple de celui de son fils ?

Soit x le nombre d'années à attendre.			Expliciter l'inconnue. Ici on choisit toujours le temps à attendre.
	Jules	Père	Ecrire l'équation
Aujourd'hui	8	42	
Dans x années	$8 + x$	$42 + x$	
Père = $3 \times$ Jules			Résoudre l'équation
$42 + x = 3 \times (8 + x)$			
$42 + x = 24 + 3x$			
$\begin{array}{r} -24 \quad -x \quad -24 \quad -x \\ 18 = 2x \end{array}$			
$\begin{array}{r} \div 2 \quad \div 2 \\ 9 = x \end{array}$			
Il faut attendre 9 ans .			Interpréter le résultat
Vérification : dans 9 ans			Vérifier sur les données du problème
Jules : $8 + 9 = 17$ ans			
Père : $42 + 9 = 51$ ans			
$3 \times 17 = 51$			
C'est bon			

PARCOURS
DIFFÉRENCIÉS



<https://www.lesmathsdherve.net/developper-equations-et-problemes-identites-remarquables-parcours-differencies/>



<https://www.lesmathsdherve.net/developper-equations-et-problemes-identites-remarquables-aides/>



<https://www.lesmathsdherve.net/developper-equations-et-problemes-identites-remarquables-videos/>

Exemple 3

Un kilogramme de poire coûte un euro de plus qu'un kilogramme de pommes.

Marion a acheté trois kilos de pommes et cinq kilos de poires. Elle a payé vingt-cinq euros.

Quel est le prix d'un kilo de pommes ? de poires ?

Soit x le prix d'un kilogramme de pommes.

	Pommes	Poires	Total
Quantité en kg	3	5	
Prix au kg	x	$x + 1$	
Prix à payer	$3 \times x$	$5 \times (x + 1)$	25

$$3 \times x + 5 \times (x + 1) = 25$$

$$3x + 5x + 5 = 25$$

$$8x + 5 = 25$$

$$\begin{array}{r} -5 \quad -5 \\ 8x = 20 \end{array}$$

$$8x = 20$$

$$\begin{array}{r} \div 8 \quad \div 8 \\ x = 2,5 \end{array}$$

$$x = 2,5$$

Les pommes coûtent **2,5 €** au kilo

et les poires coûtent $2,5 + 1 = \mathbf{3,5 \text{ €}}$ au kilo.

Vérification :

$$\text{Pommes : } 3 \times 2,5 = 7,5$$

$$\text{Poires : } 5 \times 3,5 = 17,5$$

$$\text{Total : } 7,5 + 17,5 = 25$$

C'est bon

Exemple 5

Kassandra et Arthur ont le même nombre de billes.

Si Arthur donne 10 billes à Kassandra, elle en aura alors deux fois plus que lui.

Combien ont-ils de billes au départ ?

Soit x le nombre de billes au départ.

	Kassandra	Arthur
Départ	x	x
Après calcul	$x + 10$	$x - 10$

$$\text{Kassandra} = 2 \times \text{Arthur}$$

$$x + 10 = 2 \times (x - 10)$$

$$x + 10 = 2x - 20$$

$$30 = x$$

Ils avaient chacun **30 billes**.

Vérification :

$$\text{Kassandra : } 30 \rightarrow 30 + 10 = 40$$

$$\text{Arthur : } 30 \rightarrow 30 - 10 = 20$$

$$2 \times 20 = 40$$

C'est bon

Exemple 4

Marina et Karima pensent au même nombre.

Marina ajoute 8 et multiplie le résultat par 3.

Karima multiplie le résultat par 5 et ajoute 6.

Curieusement, elles trouvent le même résultat.

A quel nombre ont-elles pensé au départ ?

Soit x le nombre pensé au départ.

	Marina	Karima
Départ	x	x
Après calcul	$3 \times (x + 8)$	$5 \times x + 6$

$$3 \times (x + 8) = 5 \times x + 6$$

$$3x + 24 = 5x + 6$$

$$\begin{array}{r} -3x \quad -6 \quad -3x \quad -6 \\ 18 = 2x \end{array}$$

$$18 = 2x$$

$$\begin{array}{r} \div 2 \quad \div 2 \\ 9 = x \end{array}$$

$$9 = x$$

Elles ont pensé au nombre **9**.

Vérification :

$$\text{Marina : } 9 \rightarrow 9 + 8 = 17 \rightarrow 17 \times 3 = 51$$

$$\text{Karima : } 9 \rightarrow 9 \times 5 = 45 \rightarrow 45 + 6 = 51$$

C'est bon

Exemple 6

Nathan a déjà eu 4 notes en français : 16, 9, 12 et 5.

Quelle doit être sa prochaine note s'il veut avoir 10 de moyenne ?

Soit x la prochaine note.

$$\frac{16 + 9 + 12 + 5 + x}{5} = 10$$

$$\frac{42 + x}{5} = 10$$

$$42 + x = 50$$

$$x = 8$$

Il doit avoir **8** à son prochain devoir.

Vérification :

$$\frac{16+9+12+5+8}{5} = \frac{50}{5} = 10$$

C'est bon