

Éléments de correction

Olympiades de mathématiques de 4^e – session 2023

Exercice 1 L'esprit de la lettre

1. **a.** Pour le mot ETUDE, en conservant le E initial et le E final, il y a autant de mots possibles que des permutations des lettres T, U et D, soit 6 : TUD, TDU, DUT, DTU, UDT et UTD.

b. Pour le mot HUMAIN, on conserve le H et le N et on compte les permutations des quatre lettres U, M, A et I. Il y en a 24 (de gauche à droite dans l'écriture, on a 4 possibilités pour la première lettre, 3 pour la deuxième, 2 pour la troisième et $4 \times 3 \times 2 = 24$).

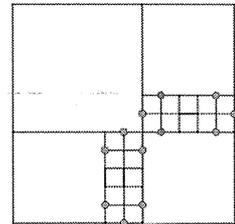
c. Le mot de trois lettres n'offre qu'une possibilité et pour les deux autres, on doit compter les permutations des lettres centrales, 5 lettres pour l'un, quatre pour l'autre. Au total, $5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 4 \times 3 \times 2 = 2\,880$ phrases possibles en conservant l'ordre des mots.

2. Si n est inférieur ou égal à 3, il n'y a qu'une écriture possible. Si $n \geq 3$, on compte les permutations des $(n - 2)$ lettres centrales. Il y en a $(n - 2)(n - 3) \dots 3 \times 2 \times 1$. Ce nombre est appelé la factorielle de $(n - 2)$, est noté $(n - 2)!$, ce qu'on lit « factorielle $(n - 2)$ ».

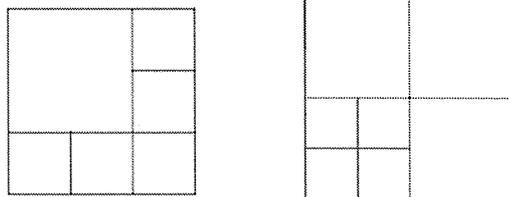
3. Chacune des permutations des $(n - 2)$ lettres apparaît deux fois, deux lettres identiques étant interchangeables. Le nombre cherché est donc $(n - 2)(n - 3) \dots 4 \times 3$.

Exercice 2 Carrément carré

1. **a.** La figure ci-dessous montre 24 carrés. (Quand on « coupe en 4 » un carré, on ajoute 3 carrés).



b. La figure de gauche montre un dallage comportant 6 carrés tandis que celle de droite montre un dallage comportant 7 carrés.



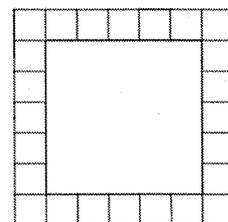
d. Comme dit plus haut, « couper un carré en quatre carrés » revient à ajouter 3 carrés. Si on peut réaliser un dallage de $1 + 3n$ carrés, on peut par ce procédé ajouter 3 carrés et obtenir $1 + 3n + 3 = 1 + 3(n + 1)$ carrés et ainsi de proche en proche à partir de 1.

2. **a.** Dans le cas de la figure 2, le dallage est constitué de 4 petits carrés sur le côté, ce qui donne 12 petits carrés et 1 grand, soit au total 13 carrés.

Si on prend 5 petits carrés sur chaque côté, on aura au total $5 + 5 + 3 + 3 + 1 = 17$ carrés.

Pour 6 petits carrés sur chaque côté, on aura au total $6 + 6 + 4 + 4 + 1 = 21$ carrés.

Pour 7 petits carrés sur chaque côté, on aura au total $7 + 7 + 5 + 5 + 1 = 25$ carrés.



b. Plus généralement, s'il y a n carrés sur un côté, il y en a $(n - 1)$ sur les côtés adjacents et $(n - 2)$ sur le côté opposé : au total $1 + n + 2 \times (n - 1) + (n - 2) = 4n - 3$ carrés (en n'oubliant pas le carré central).

Exercice 3 Quel est le rayon du cercle ?

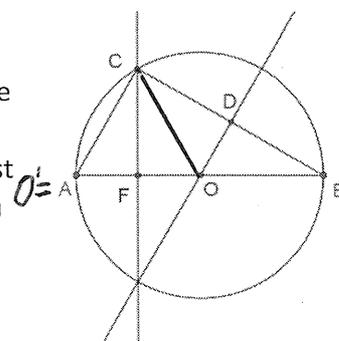
1. Par définition des points D et F, les triangles CFO et CDO sont rectangles respectivement en F et D. Ils ont un côté commun, le segment [CO] et $OD = OF$. On en déduit qu'ils sont isométriques. La droite (DO) est la médiatrice du segment [BC] donc les triangles OCB et OBD sont rectangles en D, ont le côté [OD] en commun et $DC = DB$. On en déduit qu'ils sont isométriques. Donc le triangle ODB est isométrique au triangle OFC.

2. Les angles \widehat{OBD} , \widehat{OCF} , \widehat{OCD} ont même mesure, et leur somme est supplémentaire à la mesure de l'angle droit \widehat{BFC} (le triangle BFC est rectangle en F). Leur mesure est donc 30° .

3. Le triangle OFC est rectangle en F et ses angles aigus mesurent 30° et 60° . On appelle O' le symétrique du point O par rapport à la droite (FC). Le triangle $OO'C$ est donc équilatéral et (FC) est sa hauteur issue de C. Comme, dans un triangle équilatéral, la hauteur est également médiane, on en déduit que F est le milieu du segment $[OO']$, c'est-à-dire que [OF] mesure la moitié du côté du triangle équilatéral $OO'C$.

Ainsi, le rayon du cercle est 14.

$\left. \begin{array}{l} OC = OA \text{ et } \widehat{COA} = 60^\circ \\ COA \text{ équilatéral} \end{array} \right\} \Rightarrow$



Exercice 4 Lecture inversée

1. Le nombre N' ne s'écrit qu'avec 3 chiffres si le chiffre des unités de N est 0.

2. Par exemple 2222.

3. a. Supposons qu'il existe N tel que $N' = 4N$ et que $N \geq 2500$. On a alors $N' \geq 10000$. Le nombre N' s'écrit donc avec au moins 5 chiffres, ce qui n'est possible car il est constitué des 4 chiffres de N . Ainsi, $N < 2500$.

3. b. L'égalité $N' = 4N$ n'est envisageable que si $N < 2500$, ce qui exige que le chiffre le plus à gauche de N soit 1 ou 2. Mais N' étant un multiple de 4, son chiffre des unités ne peut pas être 1. Le chiffre des milliers du nombre N est donc 2.

Ce multiple de 4 a donc comme chiffre des unités 2, ce qui limite à 3 ou 8 les possibilités pour le chiffre des unités de N . Mais, comme $N \geq 2000$, N' est nécessairement supérieur à 8000 et le chiffre des unités de N ne peut être 3. Le chiffre des unités de N est donc 8.

Si on écrit $N = 2000 + 100b + 10c + 8$, b et c étant des chiffres, on obtient $N' = 8000 + 400b + 40c + 32 = 8000 + 100c + 10b + 2$, ou encore $390b = 60c - 30$. De $13b = 2c - 1$, on déduit $b = 1$ et $c = 7$. Le nombre cherché est 2178.

4. L'égalité $N' = 5N$ n'est envisageable que si $N < 2000$, ce qui exige que le chiffre le plus à gauche de N soit 1. Mais alors, le chiffre des unités de N' est aussi 1, ce qui ne se peut pas pour un multiple de 5. Il n'y a donc pas de solution à cette équation.