# Problèmes type Bac & Solutions : Nombres complexes

Mohamed Kadhem Karray
https://mohamedkadhem.com/baccalaureat/

Dans les solutions, un renvoi comme *Théorème 12.6 du cours 12* désigne un énoncé numéroté du cours 12 [2], et un renvoi comme *Théorème 11.5 du cours 11*, un énoncé numéroté du cours sur les fonctions trigonométriques [1]. Le cours sur les vecteurs [3] est cité sans numéro. Le numéro entre crochets renvoie à la bibliographie en fin de document. Ces cours sont disponibles sur la page `mohamedkadhem.com/baccalaureat`. Dans tous les problèmes, le plan est muni du repère orthonormé $(O, \overrightarrow{u}, \overrightarrow{v})$ de la Définition 12.4 du cours 12 [2].

**Problème 1** *On considère le nombre complexe* $z = 2 + 3\boldsymbol{i}$.

1. *Représenter le point* $M$ *d'affixe* $z$ *dans le plan complexe.*
2. *Calculer le module de* $z$. *Que vaut la tangente d'un argument de* $z$ *?*
3. *Déterminer le conjugué de* $z$ *et l'interpréter géométriquement.*
4. *Soit* $z_1 = -1 + \boldsymbol{i}\sqrt{3}$. *Calculer* $z \times z_1$ *et donner la forme algébrique du résultat.*
5. *Résoudre dans* $\mathbb{C}$ *l'équation* $(w-1)^2 = -9$, *d'inconnue* $w$.
6. *Soient* $A$ *le point d'affixe* $a = 1 + \boldsymbol{i}$ *et* $B$ *le point d'affixe* $b = -2 - \boldsymbol{i}$. *Soit* $C$ *un point tel que le triangle* $ABC$ *soit équilatéral. Montrer que l'affixe* $c$ *du point* $C$ *est*

$$c = 1 + \boldsymbol{i} + e^{\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(-3 - 2\boldsymbol{i}) \quad ou \quad c = 1 + \boldsymbol{i} + e^{-\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(-3 - 2\boldsymbol{i}).$$

**Solution 1**

1. *Par la Définition 12.4 (i) du cours 12 [2], le point* $M$ *d'affixe* $z = 2 + 3\boldsymbol{i}$ *est le point de coordonnées* $(2, 3)$ *: on le place à l'abscisse* 2 *sur l'axe réel et à l'ordonnée* 3 *sur l'axe imaginaire.*
2. *Par la Définition 12.2 du cours 12 [2],*

$$|z| = \sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}.$$

*Soit $\theta$ un argument de $z$. Par le Théorème 12.10 (i) du cours 12 [2], $\cos\theta = \frac{2}{\sqrt{13}}$ et $\sin\theta = \frac{3}{\sqrt{13}}$. Comme $\cos\theta \neq 0$, la tangente de $\theta$ est définie (Définition 11.4 du cours 11 [1]) et*

$$\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{3}{2}.$$

*Cette valeur est la même pour tous les arguments de $z$, puisqu'ils ont tous le même cosinus et le même sinus.*

3. *Par la Définition 12.2 du cours 12 [2], le conjugué de $z$ est*

$$\bar{z} = 2 - 3\boldsymbol{i}.$$

*Géométriquement, le point d'affixe $\bar{z}$ est le symétrique du point $M$ par rapport à l'axe réel (Théorème 12.7 (iv) du cours 12 [2]).*

4. *On développe, en remplaçant $\boldsymbol{i}^2$ par $-1$ (Théorème 12.3 du cours 12 [2]) :*

$$\begin{aligned} z \times z_1 &= (2+3\boldsymbol{i})(-1+\boldsymbol{i}\sqrt{3}) \\ &= -2 + 2\sqrt{3}\,\boldsymbol{i} - 3\boldsymbol{i} + 3\sqrt{3}\,\boldsymbol{i}^2 \\ &= \left(-2-3\sqrt{3}\right) + \left(2\sqrt{3}-3\right)\boldsymbol{i}. \end{aligned}$$

5. *Comme $(3\boldsymbol{i})^2 = -9$, on a, pour tout nombre complexe $w$,*

$$(w-1)^2 + 9 = (w-1)^2 - (3\boldsymbol{i})^2 = (w-1-3\boldsymbol{i})(w-1+3\boldsymbol{i}).$$

*Ce produit est nul si et seulement si l'un des facteurs est nul (Théorème 12.5 (ii) du cours 12 [2]). L'équation a donc deux solutions, $w = 1+3\boldsymbol{i}$ et $w = 1-3\boldsymbol{i}$.*

6. *Le triangle $ABC$ est équilatéral, donc $CA = AB$ et $BC = AB$, c'est-à-dire, par le Théorème 12.7 (ii) du cours 12 [2],*

$$|c-a| = |b-a| \quad \text{et} \quad |c-b| = |b-a|.$$

*On a $b-a = -3-2\boldsymbol{i} \neq 0$ ; posons $q = \dfrac{c-a}{b-a}$, de sorte que $q-1 = \dfrac{c-b}{b-a}$. Par le Théorème 12.6 (iii) du cours 12 [2], les deux égalités précédentes s'écrivent*

$$|q| = 1 \quad \text{et} \quad |q-1| = 1.$$

*Écrivons $q = x + \boldsymbol{i}y$, avec $x$ et $y$ réels. Par la Définition 12.2 du cours 12 [2], $x^2+y^2 = 1$ et $(x-1)^2+y^2 = 1$. Par différence, $2x-1 = 0$, donc $x = \frac{1}{2}$, puis $y^2 = \frac{3}{4}$, c'est-à-dire $y = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ou $y = -\frac{\sqrt{3}}{2}$. Or, par*

*les Théorèmes 11.5 et 11.3 du cours 11 [1] et la Définition 12.5 du cours 12 [2],*

$$\frac{1}{2} + \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\frac{\pi}{3} + \boldsymbol{i}\sin\frac{\pi}{3} = e^{\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}},$$
$$\frac{1}{2} - \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2} = \cos\left(-\frac{\pi}{3}\right) + \boldsymbol{i}\sin\left(-\frac{\pi}{3}\right) = e^{-\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}.$$

*Comme $c = a + q(b-a)$, on obtient bien*

$$c = 1 + \boldsymbol{i} + e^{\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(-3-2\boldsymbol{i}) \quad ou \quad c = 1 + \boldsymbol{i} + e^{-\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(-3-2\boldsymbol{i}).$$

*Réciproquement, pour chacune de ces deux valeurs de c, on a $|q| = |q-1| = 1$, donc $AB = BC = CA$ et les points $A$, $B$, $C$ sont distincts : il y a exactement deux points $C$ qui conviennent (Exemple 12.4 du cours 12 [2]). Leurs affixes ont pour formes algébriques*

$$1 + \boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2} + \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-3-2\boldsymbol{i}) = \left(-\frac{1}{2} + \sqrt{3}\right) - \frac{3\sqrt{3}}{2}\,\boldsymbol{i},$$
$$1 + \boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2} - \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-3-2\boldsymbol{i}) = \left(-\frac{1}{2} - \sqrt{3}\right) + \frac{3\sqrt{3}}{2}\,\boldsymbol{i}.$$

*Par le Théorème 12.18 (iii) du cours 12 [2], ces deux points sont les images de $B$ par les rotations de centre $A$ et d'angles $\frac{\pi}{3}$ et $-\frac{\pi}{3}$.*

**Problème 2** *Soit le nombre complexe $z = 1 - \boldsymbol{i}$. On considère le point $M$ d'affixe $z$ et le point $N$ d'affixe $z^3$.*

1. *Calculer l'affixe du point $N$.*
2. *Déterminer le module et un argument de $z$.*
3. *Calculer le module et un argument de $z^3$.*
4. *En déduire la forme trigonométrique de $z^3$.*
5. *Déterminer une équation de la droite $(MN)$.*
6. *Trouver les points $P$ tels que le triangle $MNP$ soit équilatéral. Exprimer les affixes de ces points.*

**Solution 2** *1. On a $(1-\boldsymbol{i})^2 = 1 - 2\boldsymbol{i} + \boldsymbol{i}^2 = -2\boldsymbol{i}$, donc*

$$z^3 = -2\boldsymbol{i}(1-\boldsymbol{i}) = -2\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{i}^2 = -2 - 2\boldsymbol{i}.$$

*L'affixe de $N$ est $-2 - 2\boldsymbol{i}$.*

2. *Par la Définition 12.2 du cours 12 [2],*

$$|z| = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}.$$

*Donc, par les Théorèmes 11.5 et 11.3 du cours 11 [1],*

$$z = \sqrt{2}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \sqrt{2}\left(\cos\left(-\frac{\pi}{4}\right) + \boldsymbol{i}\sin\left(-\frac{\pi}{4}\right)\right).$$

*Par le Théorème 12.10 (ii) du cours 12 [2], $-\frac{\pi}{4}$ est un argument de $z$, ce qu'on écrit*

$$\arg(z) = -\frac{\pi}{4} \ [2\pi].$$

3. *Par le Théorème 12.6 (ii) du cours 12 [2],*

$$|z^3| = |z|^3 = \left(\sqrt{2}\right)^3 = 2\sqrt{2}.$$

*Par le Théorème 12.14 (i) du cours 12 [2], appliqué à $z \neq 0$ et à $n = 3$,*

$$\arg(z^3) = 3\arg(z) = -\frac{3\pi}{4} \ [2\pi].$$

*Ainsi $-\frac{3\pi}{4}$ est un argument de $z^3$.*

4. *Par la question 3 et le Théorème 12.10 (i) du cours 12 [2], la forme trigonométrique de $z^3$ est*

$$z^3 = 2\sqrt{2}\left(\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) + \boldsymbol{i}\sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right)\right).$$

*On retrouve la question 1, car $\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = \sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ (Théorèmes 11.3 et 11.5 du cours 11 [1]) et $2\sqrt{2} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = 2$.*

5. *Par le Théorème 12.7 (i) du cours 12 [2], l'affixe du vecteur $\overrightarrow{MN}$ est*

$$z^3 - z = (-2 - 2\boldsymbol{i}) - (1 - \boldsymbol{i}) = -3 - \boldsymbol{i}.$$

*Soit $Q$ un point de coordonnées $(x, y)$, donc d'affixe $x + \boldsymbol{i}y$. On sait (cours 14 [3]) que $Q$ appartient à la droite $(MN)$ si et seulement s'il existe un réel $k$ tel que $\overrightarrow{MQ} = k\overrightarrow{MN}$. Par le Théorème 12.7 (i) du cours 12 [2], cela s'écrit $(x + \boldsymbol{i}y) - z = k(z^3 - z)$, et signifie donc que le quotient $\dfrac{(x + \boldsymbol{i}y) - z}{z^3 - z}$ est réel. Or, en multipliant le numérateur et le dénominateur par le conjugué $-3 + \boldsymbol{i}$ du dénominateur (Théorème 12.5 (i) du cours 12 [2]),*

$$\begin{aligned}\frac{(x-1) + \boldsymbol{i}(y+1)}{-3 - \boldsymbol{i}} &= \frac{((x-1) + \boldsymbol{i}(y+1))\,(-3 + \boldsymbol{i})}{10} \\ &= \frac{-3x - y + 2}{10} + \boldsymbol{i}\,\frac{x - 3y - 4}{10}.\end{aligned}$$

*Ce nombre est réel si et seulement si sa partie imaginaire est nulle (Définition 12.1 du cours 12 [2]). Une équation de la droite $(MN)$ est donc $x - 3y - 4 = 0$, ou encore*

$$-x + 3y + 4 = 0.$$

*On vérifie que les coordonnées $(1, -1)$ de $M$ et $(-2, -2)$ de $N$ satisfont cette équation.*

6. *Soit $P$ un point d'affixe $p$. Les points $M$ et $N$ sont distincts, et le triangle $MNP$ est équilatéral si et seulement si $PM = MN$ et $NP = MN$ (le point $P$ est alors distinct de $M$ et de $N$). Par le Théorème 12.7 (ii) du cours 12 [2], cela s'écrit $|p - z| = |z^3 - z|$ et $|p - z^3| = |z^3 - z|$. Posons $q = \dfrac{p - z}{z^3 - z}$, de sorte que $q - 1 = \dfrac{p - z^3}{z^3 - z}$. Par le Théorème 12.6 (iii) du cours 12 [2], la condition s'écrit*

$$|q| = 1 \quad \text{et} \quad |q - 1| = 1.$$

*Écrivons $q = x + \boldsymbol{i}y$, avec $x$ et $y$ réels : la condition devient $x^2 + y^2 = 1$ et $(x-1)^2 + y^2 = 1$ (Définition 12.2 du cours 12 [2]). Par différence, elle équivaut à $x = \frac{1}{2}$ et $y^2 = \frac{3}{4}$, c'est-à-dire à*

$$q = \frac{1}{2} + \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2} = e^{\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}} \quad \text{ou} \quad q = \frac{1}{2} - \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2} = e^{-\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}$$

*(Théorèmes 11.5 et 11.3 du cours 11 [1], Définition 12.5 du cours 12 [2]). Comme $p = z + q(z^3 - z)$, il y a exactement deux solutions, les points $P_1$ et $P_2$ d'affixes $p_1$ et $p_2$ :*

$$\begin{aligned} p_1 &= z + e^{\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(z^3 - z) = 1 - \boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2} + \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-3 - \boldsymbol{i}) \\ &= 1 - \boldsymbol{i} - \frac{3}{2} - \frac{1}{2}\boldsymbol{i} - \frac{3\sqrt{3}}{2}\boldsymbol{i} + \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= \left(-\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - \left(\frac{3}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{2}\right)\boldsymbol{i}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} p_2 &= z + e^{-\boldsymbol{i}\frac{\pi}{3}}(z^3 - z) = 1 - \boldsymbol{i} + \left(\frac{1}{2} - \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{3}}{2}\right)(-3 - \boldsymbol{i}) \\ &= 1 - \boldsymbol{i} - \frac{3}{2} - \frac{1}{2}\boldsymbol{i} + \frac{3\sqrt{3}}{2}\boldsymbol{i} - \frac{\sqrt{3}}{2} \\ &= \left(-\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}\right) + \left(-\frac{3}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{2}\right)\boldsymbol{i}. \end{aligned}$$

*Par le Théorème 12.18 (iii) du cours 12 [2], $P_1$ et $P_2$ sont les images de $N$ par les rotations de centre $M$ et d'angles $\frac{\pi}{3}$ et $-\frac{\pi}{3}$.*

**Problème 3** *Soit le nombre complexe $z_0 = 3 + 4\boldsymbol{i}$. On considère l'application du plan qui, à tout point $M$ d'affixe $z$, associe le point $M'$ d'affixe*

$$w = 1 + \frac{1}{2}(z + \overline{z}) + \frac{1}{2}(z - \overline{z}).$$

1. *Exprimer $w$ en fonction de $z$.*
2. *Calculer $w$ pour $z = z_0$.*
3. *Déterminer la nature de cette application du plan.*
4. *Déterminer l'ensemble des points $M$ d'affixe $z$ tels que $w$ soit un nombre réel.*

**Solution 3**

1. *Pour tout nombre complexe $z$, $\frac{1}{2}(z+\overline{z}) + \frac{1}{2}(z-\overline{z}) = z$ ; c'est l'écriture $z = \mathrm{Re}(z) + \boldsymbol{i}\,\mathrm{Im}(z)$, par le Théorème 12.4 (ii) du cours 12 [2]. Donc*
$$w = 1 + z.$$
2. *Pour $z = z_0 = 3 + 4\boldsymbol{i}$, on obtient*
$$w = 1 + 3 + 4\boldsymbol{i} = 4 + 4\boldsymbol{i}.$$
3. *Par la question 1, l'écriture complexe de l'application est $z' = z + 1$, c'est-à-dire $w = z + 1$ (Définition 12.7 du cours 12 [2]). Par le Théorème 12.18 (i) du cours 12 [2], c'est la translation de vecteur d'affixe 1. Ce vecteur est $\overrightarrow{u}$ (Définition 12.4 (ii) du cours 12 [2]).*
4. *Soit $z = x + \boldsymbol{i}y$, avec $x$ et $y$ réels. Alors $w = (1 + x) + \boldsymbol{i}y$, donc, par la Définition 12.1 du cours 12 [2],*
$$w \text{ réel} \iff y = 0 \iff z \text{ réel}.$$
*L'ensemble cherché est donc l'ensemble des points d'affixe réelle, c'est-à-dire l'axe réel (Définition 12.4 du cours 12 [2]).*

**Problème 4** *On considère l'application du plan qui, à tout point $M$ d'affixe $z$, associe le point $M'$ d'affixe $w = z \times e^{\boldsymbol{i}\pi/4}$.*

1. *Soit $z = r(\cos(\theta) + \boldsymbol{i}\sin(\theta))$, avec $r > 0$ et $\theta$ réel. Donner la forme trigonométrique de $w$.*
2. *Calculer $w$ pour $z = 1 + \boldsymbol{i}$.*
3. *Déterminer la nature de cette application du plan.*
4. *Déterminer l'ensemble des points $M$ d'affixe $z$ tels que $w$ soit un nombre réel.*

**Solution 4** *1. Par la Définition 12.5 du cours 12 [2], $z = re^{\boldsymbol{i}\theta}$. Par le Théorème 12.13 (i) du cours 12 [2],*

$$w = re^{\boldsymbol{i}\theta} \times e^{\boldsymbol{i}\pi/4} = re^{\boldsymbol{i}(\theta+\pi/4)} = r\left(\cos\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right) + \boldsymbol{i}\sin\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right)\right).$$

*Comme $r > 0$, c'est la forme trigonométrique de $w$ : son module est $r$ et $\theta + \frac{\pi}{4}$ est un de ses arguments (Théorème 12.10 (ii) du cours 12 [2]).*

*2. On a $|1+\boldsymbol{i}| = \sqrt{2}$ et $1 + \boldsymbol{i} = \sqrt{2}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \boldsymbol{i}\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \sqrt{2}e^{\boldsymbol{i}\pi/4}$ (Théorème 11.5 du cours 11 [1]). Donc, par le Théorème 12.13 (i) du cours 12 [2],*

$$w = \sqrt{2}e^{\boldsymbol{i}\pi/4} \times e^{\boldsymbol{i}\pi/4} = \sqrt{2}e^{\boldsymbol{i}\pi/2} = \sqrt{2}\,\boldsymbol{i},$$

*car $e^{\boldsymbol{i}\pi/2} = \cos\frac{\pi}{2} + \boldsymbol{i}\sin\frac{\pi}{2} = \boldsymbol{i}$ (Théorème 11.5 du cours 11 [1]).*

*3. L'écriture complexe de l'application est $w = e^{\boldsymbol{i}\pi/4}z$, soit, avec les notations du cours, $z' - 0 = e^{\boldsymbol{i}\pi/4}(z-0)$. Par le Théorème 12.18 (iii) du cours 12 [2], c'est la rotation de centre $O$ et d'angle $\frac{\pi}{4}$.*

*4. Si $z = 0$, alors $w = 0$, qui est réel : le point $O$ convient.*

*Si $z \neq 0$, on écrit $z = re^{\boldsymbol{i}\theta}$, avec $r = |z| > 0$ et $\theta$ un argument de $z$. Par la question 1, $\theta + \frac{\pi}{4}$ est un argument de $w$. Par le Théorème 12.14 (iv) du cours 12 [2], $w$ est réel si et seulement s'il existe $k \in \mathbb{Z}$ tel que $\theta + \frac{\pi}{4} = k\pi$, c'est-à-dire*

$$\theta = -\frac{\pi}{4} + k\pi.$$

*Comme $e^{\boldsymbol{i}k\pi} = \left(e^{\boldsymbol{i}\pi}\right)^k = (-1)^k$ (Théorème 12.13 (iii) du cours 12 [2]), on a alors $e^{\boldsymbol{i}\theta} = (-1)^k e^{-\boldsymbol{i}\pi/4}$. La condition équivaut donc, par les Théorèmes 12.13 (i) et 12.10 (iii) du cours 12 [2], à*

$$z = re^{-\boldsymbol{i}\pi/4} \quad ou \quad z = -re^{-\boldsymbol{i}\pi/4}.$$

*Or $e^{-\boldsymbol{i}\pi/4} = \frac{\sqrt{2}}{2}(1-\boldsymbol{i})$. Donc $w$ est réel si et seulement si $z = t(1-\boldsymbol{i})$, avec $t = \frac{\sqrt{2}}{2}r$ ou $t = -\frac{\sqrt{2}}{2}r$ ; et tout nombre $t(1-\boldsymbol{i})$, avec $t$ réel non nul, est de cette forme, puisque son module est $r = \sqrt{2}\,|t|$.*

*En réunissant les deux cas, $w$ est réel si et seulement si $z = t(1-\boldsymbol{i})$ avec $t$ réel, c'est-à-dire si et seulement si $M$ a pour coordonnées $(t, -t)$ avec $t$ réel. L'ensemble cherché est donc la droite d'équation $y = -x$.*

**Problème 5** *On considère l'application du plan qui, à tout point $M$ d'affixe $z$, associe le point $M'$ d'affixe $w = z^2 + 2\overline{z}$.*

1. *Donner la forme algébrique de $w$ en fonction de la partie réelle $x$ et de la partie imaginaire $y$ de $z$.*
2. *Calculer $w$ pour $z = 1 + \boldsymbol{i}$.*

3. *Déterminer l'ensemble des points $M$ d'affixe $z$ tels que $w$ soit un nombre réel.*

**Solution 5** *1. On a $z = x + \boldsymbol{i}y$ et $\overline{z} = x - \boldsymbol{i}y$, avec $x$ et $y$ réels (Définitions 12.1 et 12.2 du cours 12 [2]). Donc*

$$\begin{aligned} w &= (x + \boldsymbol{i}y)^2 + 2(x - \boldsymbol{i}y) \\ &= x^2 + 2\boldsymbol{i}xy - y^2 + 2x - 2\boldsymbol{i}y \\ &= (x^2 - y^2 + 2x) + \boldsymbol{i}(2xy - 2y). \end{aligned}$$

*Comme $x^2 - y^2 + 2x$ et $2xy - 2y$ sont réels, c'est la forme algébrique de $w$ (Théorème 12.2 du cours 12 [2]).*

2. *Pour $z = 1 + \boldsymbol{i}$,*

$$w = (1 + \boldsymbol{i})^2 + 2(1 - \boldsymbol{i}) = (1 + 2\boldsymbol{i} - 1) + 2 - 2\boldsymbol{i} = 2.$$

*On retrouve ce résultat par la question 1, avec $x = y = 1$.*

3. *Par la question 1 et la Définition 12.1 du cours 12 [2], $w$ est réel si et seulement si sa partie imaginaire est nulle :*

$$2xy - 2y = 0 \iff 2y(x - 1) = 0 \iff y = 0 \text{ ou } x = 1.$$

*L'ensemble cherché est donc la réunion de l'axe réel, d'équation $y = 0$, et de la droite d'équation $x = 1$.*

*Remarquons que cette application du plan n'est pas une transformation au sens de la Définition 12.7 du cours 12 [2], car les points d'affixes $0$ et $-2$ ont la même image : $0^2 + 2 \times 0 = 0$ et $(-2)^2 + 2 \times (-2) = 0$.*

# Références


[1] Mohamed Kadhem Karray. Cours 11. Fonctions trigonométriques, niveau baccalauréat. https://mohamedkadhem.com/baccalaureat/.

[2] Mohamed Kadhem Karray. Cours 12. Nombres complexes, niveau baccalauréat. https://mohamedkadhem.com/baccalaureat/.

[3] Mohamed Kadhem Karray. Cours 14. Vecteurs et géométrie dans le plan et l'espace, niveau baccalauréat. https://mohamedkadhem.com/baccalaureat/.