

## Exercices d'applications et de réflexions sur les nombres complexes (Partie 1)

### Exercices avec solutions

2ème BAC Sciences Physiques et Sciences de la Vie et de la Terre (2BAC PC et SVT)

PROF: ATMANI NAJIB

# NOMBRES COMPLEXES(Partie 1)

**Exercice 1 :** Trouver la forme algébrique et déterminer la parties réelles et imaginaires des nombres complexes suivants :

$$z_1 = (2+i)(-1+i) + (1+2i)^2 \quad z_2 = (1+i\sqrt{3})^3$$

$$z_3 = \frac{1-3i}{3-i} \quad z_4 = \frac{1+i}{3-2i} \quad z_5 = (1+i)^{10}$$

**Solution : 1)**

$$z_1 = -6+5i = a+bi \text{ donc } \operatorname{Re}(z_1) = -6 \text{ et } \operatorname{Im}(z_1) = 5$$

$$2) z_2 = (1+i\sqrt{3})^3 = 1^3 + 3 \times 1^2 \times (\sqrt{3}i) + 3 \times 1 \times (\sqrt{3}i)^2 + (\sqrt{3}i)^3$$

$$z_2 = 1 + 3\sqrt{3}i - 3 \times 3 - 3\sqrt{3}i = -8 + 0i \in \mathbb{R}$$

car  $\operatorname{Im}(z_2) = 0$

$$3) z_3 = \frac{1-3i}{3-i} = \frac{(1-3i)(3+i)}{(3-i)(3+i)} = \frac{3+i-9i+3}{9-i^2} = \frac{6-8i}{10}$$

$$z_3 = \frac{6}{10} - \frac{8i}{10} = \frac{3}{5} - \frac{4i}{5} \text{ donc } \operatorname{Re}(z_1) = \frac{3}{5} \text{ et } \operatorname{Im}(z_1) = -\frac{4}{5}$$

$$4) z_4 = \frac{1+i}{3-2i} = \frac{(1+i)(3+2i)}{(3-2i)(3+2i)} = \frac{3+2i+3i-2}{9-4i^2} = \frac{1+5i}{13} = \frac{1}{13} + i\frac{5}{13}$$

$$5) z_5 = (1+i)^{10} = ((1+i)^2)^5 = (1^2 + 2i \times 1 + i^2)^5 = (2i)^5$$

$$z_5 = (2i)^5 = 2^5 \times i^5 = 32 \times (i^2)^2 \times i = 32i$$

est un imaginaire pur car  $\operatorname{Re}(z_5) = 0$

**Exercice 2 :** soient dans le plan complexe les

points :  $A(1+i)$  et  $B\left(\frac{1}{2}+2i\right)$  et  $C(-1-i)$

Montrer que les les points  $A, B$  et  $C$  sont alignés.

**Solutions :**

$$\frac{z_B - z_A}{z_C - z_A} = \frac{\frac{1}{2} + 2i - i}{-1 - i - i} = \frac{\frac{1}{2} + i}{-1 - 2i} = \frac{\frac{1}{2} + i}{-2\left(\frac{1}{2} + i\right)} = -\frac{1}{2} \in \mathbb{R}$$

Donc : les les points  $A, B$  et  $C$  sont alignés

**Exercice 3 :** soient dans le plan complexe les

points :  $A(2;-3)$  et  $B(1;i)$  et  $C(1;2)$

1) Déterminer les affixes des points  $A$  et  $B$  et  $C$  ?

2) Déterminer l'afixe du vecteur  $\overrightarrow{AB}$

3) Déterminer l'afixe de  $I$ , milieu de  $[AB]$ .

4) Montrer que les points  $A, B$  et  $C$  ne sont pas alignés.

5) Déterminer le barycentre de  $\{(A, 2); (B, -1), (C, 3)\}$

6) Déterminer l'afixe du point  $D$  pour que le quadrilatère  $ABCD$  soit un parallélogramme.

**Solutions :** 1) l'afixe du point  $A$  est  $z_A = 2-3i$

l'afixe du point  $B$  est  $z_B = 1+i$

l'afixe du point  $C$  est  $z_C = 1+2i$

$$2) \operatorname{aff}(\overrightarrow{AB}) = \operatorname{aff}(B) - \operatorname{aff}(A) = z_B - z_A$$

$$z_{\overrightarrow{AB}} = (1+i) - (2-3i) = -1+4i$$

$$3) z_I = \frac{z_A + z_B}{2} = \frac{2-3i+1+i}{2} = \frac{3-2i}{2} = \frac{3}{2} - i$$

$$4) \frac{z_C - z_A}{z_B - z_A} = \frac{(1+2i) - (2-3i)}{(1+i) - (2-3i)} = \frac{-1+5i}{-1+4i}$$

$$= \frac{(-1+5i)(-1-4i)}{(-1-4i)(-1+4i)} = \frac{1+4i-5i+20}{(-1)^2 - (4i)^2}$$

$$\frac{z_C - z_A}{z_B - z_A} = \frac{21-i}{17} = \frac{21}{17} - \frac{1}{17}i \notin \mathbb{R}$$

Donc : les points  $A, B$  et  $C$  ne sont pas alignés.

5) le barycentre de  $\{(A, 2); (B, -1), (C, 3)\}$  ?

$$z_G = \frac{\alpha z_A + \beta z_B + \gamma z_C}{\alpha + \beta + \gamma} = \frac{2z_A - 1z_B + 3z_C}{2 - 1 + 3}$$

$$z_G = \frac{2(2-3i) - 1(1+i) + 3(1+2i)}{2-1+3} = \frac{6-i}{4} = \frac{3}{2} - \frac{1}{4}i$$

6) ABCD est un parallélogramme si et seulement

Si  $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC}$  c'est-à-dire :  $z_B - z_A = z_C - z_D$

$$z_D = z_C + z_A - z_B$$

On en déduit en remplaçant par les données :

$$z_D = 1 + 2i + 2 - 3i - 1 - i = 2 - 2i$$

**Exercice 4 :** soient dans le plan complexe les points : A ; B ; C ; D ; E d'affixes respectivement :

$$z_A = 1 + i \text{ et } z_B = 3 + 2i \text{ et } z_C = 2 - i \text{ et } z_D = -2i$$

$$\text{et } z_E = 2$$

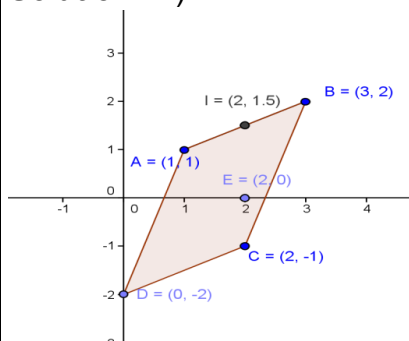
1) Représenter ces points dans le plan complexe

2) Déterminer l'affixe de I milieu de [AB].

3) Déterminer l'affixe du vecteur  $\overrightarrow{AB}$

4) montrer que le quadrilatère ABCD est un parallélogramme

**Solution :** 1)



I milieu de [AB]. Donc :  $\overrightarrow{AI} = \overrightarrow{IB}$  donc  $z_I - z_A = z_B - z_I$

$$\text{Donc : } z_I = \frac{z_B + z_A}{2} \text{ donc : } z_I = \frac{3 + 2i + 1 + i}{2} = 2 + \frac{3}{2}i$$

$$\text{Donc : } I\left(2; \frac{3}{2}\right)$$

$$3) z_{\overrightarrow{AB}} = z_B - z_A = 3 + 2i - (1 + i) = 3 + 2i - 1 - i = 2 + i$$

4) il suffit de montrer que :  $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC}$

$$\text{On a : } z_{\overrightarrow{AB}} = 2 + i$$

$$z_{\overrightarrow{DC}} = z_C - z_D = 2 - i - (-2i) = 2 + i$$

Donc :  $z_{\overrightarrow{AB}} = z_{\overrightarrow{DC}}$  par suite :  $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{DC}$

Donc : le quadrilatère ABCD est un parallélogramme

**Exercice 5 :** Démontrer que  $S = (1+i)^5 + (1-i)^5$  est un nombre réel.

**Solution :** On a :

$$\overline{S} = \overline{(1+i)^5 + (1-i)^5} = \overline{(1+i)^5} + \overline{(1-i)^5} = \overline{(1+i)^5} + (1-i)^5$$

$$\overline{S} = (1-i)^5 + (1+i)^5 = S$$

S est donc bien un nombre réel.

$$\text{Exercice 6 : on pose : } j = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\text{et } S = j^{2n} - j^n \quad n \in \mathbb{Z}$$

1) montrer que :  $j^2 = \overline{j}$

2) Démontrer que :  $S \in i\mathbb{R} \quad \forall n \in \mathbb{Z}$

**Solution :** 1)

$$j^2 = \left(-\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \left(-\frac{1}{2}\right)^2 - 2\frac{1}{2}i\frac{\sqrt{3}}{2} + \left(i\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} - \frac{3}{4} - i\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$j^2 = -\frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2} = \overline{j}$$

2) il suffit de montrer que :  $S + \overline{S} = 0$

$$S + \overline{S} = j^{2n} - j^n + \overline{j^{2n} - j^n} = (j^2)^n - j^n + \overline{(j^2)^n - j^n}$$

$$S + \overline{S} = (\overline{j})^n - j^n + \overline{(j^2)^n - j^n} = (\overline{j})^n - j^n + \overline{(j^2)^n} - \overline{j^n}$$

$$S + \overline{S} = \overline{j}^n - j^n + j^n - \overline{j}^n = 0$$

S est donc bien un imaginaire pur

**Exercice 7 :** soit  $u \in \mathbb{C}$  tel que  $u \notin \mathbb{R}$

Montrer que :  $(\forall z \in \mathbb{C}) |1 + uz| = |1 + \overline{u} \cdot z| \Rightarrow z \in \mathbb{R}$

**Solution :** 1) soit  $z \in \mathbb{C}$  tel que :  $|1 + uz| = |1 + \overline{u} \cdot z|$

$$\text{Donc : } |1 + uz|^2 = |1 + \overline{u} \cdot z|^2$$

$$\text{Donc : } (1 + uz)\overline{(1 + uz)} = (1 + \overline{u} \cdot z)\overline{(1 + \overline{u} \cdot z)}$$

Donc :  $(1+uz)(1+\bar{u}\bar{z}) = (1+\bar{u}\cdot z)(1+u\cdot\bar{z})$  Car :  $\bar{\bar{u}} = u$

Donc :  $1+uz+\bar{u}\bar{z}+u\bar{u}\bar{z}\bar{z} = 1+\bar{u}\bar{z}+\bar{u}z+u\bar{u}\bar{z}\bar{z}$

Donc :  $uz+\bar{u}\bar{z} = \bar{u}\bar{z}+\bar{u}z$

Donc :  $(u-\bar{u})z + (\bar{u}-u)\bar{z} = 0$

Donc :  $(u-\bar{u})(z-\bar{z}) = 0$

Et puisque :  $u-\bar{u} \neq 0$  car  $u \notin \mathbb{R}$

Donc :  $z-\bar{z} = 0$  Donc :  $z = \bar{z}$

Donc :  $z \in \mathbb{R}$

**Exercice8:**  $z \in \mathbb{C}$

Ecrire en fonction de  $\bar{z}$  le conjugué des nombres complexes suivants :

1)  $Z_1 = (2+i)(5-i)$     2)  $Z_2 = 2z+5i$     3)  $Z_3 = \frac{z-1}{-3z+i}$

**Solution :**

1)  $\bar{Z}_1 = \overline{(2+i)(5-i)} = \overline{(2+i)} \times \overline{(5-i)} = (2-i)(5+i)$

2)  $\bar{Z}_2 = \overline{2z+5i} = \overline{2z} + \overline{5i} = 2\bar{z} - 5i$

3)  $\bar{Z}_3 = \overline{\left(\frac{z-1}{-3z+i}\right)} = \frac{\overline{z-1}}{\overline{-3z+i}} = \frac{\bar{z}-1}{-3\bar{z}-i}$

**Exercice 9:** Résoudre dans  $\mathbb{C}$  les équations suivantes :

1)  $2z+i\bar{z} = 5-4i$                       2)  $z = 2\bar{z} - 2 + 6i$

**Solution :1)**  $z \in \mathbb{C}$

donc :  $\exists x \in \mathbb{R}$  et  $\exists y \in \mathbb{R} / z = x + yi$

$2z+i\bar{z} = 5-4i \Leftrightarrow 2(x+yi) + i(x-yi) = 5-4i$

$(2x+y) + i(2y+x) = 5-4i \Leftrightarrow \begin{cases} 2x+y=5 \\ 2y+x=-4 \end{cases} \Leftrightarrow$

$\begin{cases} 2x+y=5 \\ -4y-2x=8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2x+y=5 \\ -4y-2x+2x+y=8+5 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2x+y=5 \\ -3y=13 \end{cases} \Leftrightarrow y = -\frac{13}{3}$

Donc :  $x = \frac{14}{3}$  par suite:  $z = \frac{14}{3} - \frac{13}{3}i$

Donc :  $S = \left\{ \frac{14}{3} - \frac{13}{3}i \right\}$

2)  $z \in \mathbb{C}$  donc :  $\exists x \in \mathbb{R}$  et  $\exists y \in \mathbb{R} / z = x + yi$

$z = 2\bar{z} - 2 + 6i \Leftrightarrow x + yi = 2(x - yi) - 2 + 6i$

Donc :  $S = \{2 + 2i\}$

**Exercice10 :** dans le plan complexe on considère le nombre complexe  $U$  et soit  $M$  l'image du nombre complexe  $z$  et on pose :  $U = (z-2i)(\bar{z}-1)$

Et  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

1) écrire en fonction de  $x$  et  $y$  la partie réel et la partie imaginaire de  $U$

2) Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel

3) Déterminer l'ensemble  $(C)$  des points  $M(z)$  tels que :  $U$  est imaginaire pur

**Solution :1)**  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

Donc :  $U = (x + yi - 2i)(x - yi - 1)$

Donc :  $U = (x + i(y-2))((x-1) - yi)$

Donc :  $U = (x^2 + y^2 - x - 2y) + i(-y - 2x + 2)$

Donc :  $\text{Re}(U) = x^2 + y^2 - x - 2y$  et  $\text{Im}(U) = -y - 2x + 2$

2)  $U$  est réel ssi  $\text{Im}(U) = 0 \Leftrightarrow (\Delta) : -y - 2x + 2 = 0$

Donc : l'ensemble  $(\Delta)$  des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel est la droite d'équation :

$(\Delta) : -y - 2x + 2 = 0$

3)  $U$  est imaginaire pur ssi  $\text{Re}(U) = 0$

$\Leftrightarrow x^2 + y^2 - x - 2y = 0$

$\Leftrightarrow x^2 - 2 \times \frac{1}{2}x + \left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 + y^2 - 2 \times 1y + 1^2 - 1^2 = 0$

$$\Leftrightarrow \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + (y-1)^2 = \frac{5}{4} \Leftrightarrow \left(x - \frac{1}{2}\right)^2 + (y-1)^2 = \left(\frac{\sqrt{5}}{2}\right)^2$$

l'ensemble (C) des points  $M(z)$  tels que :  $U$  est imaginaire pur est le cercle de centre :  $\Omega\left(\frac{1}{2}; 1\right)$

et de rayon :  $R = \frac{\sqrt{5}}{2}$

**Exercice11 :**

A) Résoudre dans  $\mathbb{C}$  les équations suivantes :

1)  $2z - 3\bar{z} + 1 + 2i = 0$       2)  $z + (1-i)\bar{z} + 3 - 2i = 0$

3)  $(3+i)z + \bar{z} = -i$

B) Déterminer les ensembles suivants :

1)  $(E1) = \left\{M(z) / \frac{z-2i}{z+i} \in \mathbb{R}\right\}$

2)  $(E2) = \left\{M(z) / \frac{z-2i}{z+i} \in i\mathbb{R}\right\}$

**Exercice12 :** Démontrer que :

$S = (\sqrt{3} + i)^{2n+1} - (i - \sqrt{3})^{2n+1}$  est un nombre réel  $\forall n \in \mathbb{Z}$

**Solution :** On a :

$(i - \sqrt{3})^{2n+1} = (-(\sqrt{3} - i))^{2n+1} = (-1)^{2n+1} \times (\sqrt{3} - i)^{2n+1}$

Donc :  $(i - \sqrt{3})^{2n+1} = -(\sqrt{3} - i)^{2n+1}$  car  $(-1)^{2n+1} = -1$

Donc :  $S = (\sqrt{3} + i)^{2n+1} + (\sqrt{3} - i)^{2n+1}$

$\bar{S} = \overline{(\sqrt{3} + i)^{2n+1} - (i - \sqrt{3})^{2n+1}} = \overline{(\sqrt{3} + i)^{2n+1}} - \overline{(i - \sqrt{3})^{2n+1}}$

$\bar{S} = (\overline{\sqrt{3} + i})^{2n+1} - \overline{(i - \sqrt{3})^{2n+1}} = (\sqrt{3} - i)^{2n+1} + (\sqrt{3} + i)^{2n+1}$

Donc :  $\bar{S} = S$

donc S est bien un nombre réel.

**Exercice13 :** dans le plan complexe on considère le nombre complexe  $U$  et soit  $M$  l'image du nombre

complexe  $z$  et on pose :  $U = 2iz - \bar{z}$

Et  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

1) écrire en fonction de  $x$  et  $y$  la partie réel et la partie imaginaire de  $U$

2) Déterminer l'ensemble ( $\Delta$ ) des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel

**Solution :1)**  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

Donc :  $U = 2i(x + yi) - (x - yi) = 2ix - 2y - x + yi$

Donc :  $U = (-2y - x) + i(y + 2x)$

Donc :  $\text{Re}(U) = -2y - x$  et  $\text{Im}(U) = y + 2x$

2)  $U$  est réel ssi  $\text{Im}(U) = 0 \Leftrightarrow (\Delta) : y + 2x = 0$

Donc : l'ensemble ( $\Delta$ ) des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel est la droite d'équation :

$(\Delta) : y = -2x$

**Exercice 14 :** calculer le module des nombres

complexes suivants : 1)  $z = \frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}$  2)  $z' = 3 - 4i$

**Solution :**

$|z| = \left| \frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2} \right| = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{3}{4}} = \sqrt{1} = 1$

$|z'| = |3 - 4i| = \sqrt{3^2 + (-4)^2} = \sqrt{25} = 5; |-2i| = \sqrt{(-2)^2} = 2$

**Exercice15 :**

A) Déterminer les modules des complexes suivants :

1)  $z_1 = 3 + \sqrt{3}i$       2)  $z_2 = \frac{1}{2} - \sqrt{3}i$       3)  $z_3 = \frac{1}{1+i}$

4)  $z_4 = x$  où  $x \in \mathbb{R}$

B) Ecrire sous la forme algébrique les complexes suivants puis déterminer leurs modules :

1)  $u_1 = \frac{2+5i}{1+3i}$     2)  $u_2 = \frac{1+i}{i-3\sqrt{2}}$     3)  $u_3 = (2-\sqrt{3}i)(\sqrt{2}+i)$

C) Déterminer l'ensemble des points  $M(z)$

tels que :  $A(z)$  ;  $B(\bar{z})$  et  $C(\frac{1}{z})$  soit alignés.

**Exercice16** :calculer le module des nombres complexes suivants : 1)  $z_1 = 5(1+i\sqrt{3})$

2)  $z_2 = (1+i)(\sqrt{3}-i)$       3)  $z_3 = \left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^3$

**Solution :**

1)  $|z_1| = |-5(1+i\sqrt{3})| = |-5| |1+i\sqrt{3}| = 5\sqrt{1+3} = 10$

2)  $|z_2| = |(1+i)(\sqrt{3}-i)| = |1+i| \times |\sqrt{3}-i| = \sqrt{2} \times \sqrt{4} = 2\sqrt{2}$

3)  $|z_3| = \left|\left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^3\right| = \left|\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right|^3 = \left(\left|\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right|\right)^3 = \left(\frac{|1+i\sqrt{3}|}{|1-i|}\right)^3$

$|z_3| = \left(\frac{\sqrt{4}}{\sqrt{2}}\right)^3 = (\sqrt{2})^3 = 2\sqrt{2}$

**Exercice17** :Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{u}; \vec{v})$  ; les points A, B et C

ont pour affixes:  $z_A = 2$  et  $z_B = 1 + \sqrt{3}i$  et  $z_C = 3 + i\sqrt{3}$

Montrer que le triangle ABC est équilatéral

**Solution** :il suffit de montrer que :  $AC = AB = BC$

$AB = |z_B - z_A| = |1 + \sqrt{3}i - 2| = |-1 + \sqrt{3}i| = \sqrt{(-1)^2 + \sqrt{3}^2} = \sqrt{4} = 2$

$AC = |z_C - z_A| = |3 + \sqrt{3}i - 2| = |1 + \sqrt{3}i| = \sqrt{(1)^2 + \sqrt{3}^2} = \sqrt{4} = 2$

$BC = |z_C - z_B| = |3 + \sqrt{3}i - 1 - \sqrt{3}i| = |2| = 2$

Donc :  $AC = AB = BC$

**Exercice18** : Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des

points M d'affixe  $z$  tels que :  $|z-1-2i| = |z-7+2i|$

**Solution :**

**Methode1 : Méthode géométrique :**

$|z-1-2i| = |z-7+2i| \Leftrightarrow |z-(1+2i)| = |z-(7-2i)|$

On pose :  $A(z_A = 1+2i)$  et  $B(z_B = 7-2i)$

$\Leftrightarrow |z_M - z_A| = |z_M - z_B| \Leftrightarrow AM = BM$

L'ensemble  $(\Delta)$  cherché est la médiatrice du segment  $[AB]$

**Methode1 : Méthode algébrique :**

$z \in \mathbb{C}$  donc  $\exists x \in \mathbb{R}$  et  $\exists y \in \mathbb{R}$  tel que :  $z = x + yi$

$|z-1-2i| = |z-7+2i| \Leftrightarrow |x+yi-1-2i| = |x+yi-7+2i|$

$\Leftrightarrow |x-1+i(y-2)| = |x-7+i(y+2)|$

$\Leftrightarrow \sqrt{(x-1)^2 + (y-2)^2} = \sqrt{(x-7)^2 + (y+2)^2} \Leftrightarrow (x-1)^2 + (y-2)^2 = (x-7)^2 + (y+2)^2$

$\Leftrightarrow x^2 - 2x + 1 + y^2 - 4y + 4 = x^2 - 14x + 49 + y^2 + 4y + 4$

$\Leftrightarrow 12x - 8y - 48 = 0 \Leftrightarrow (\Delta) : 3x - 2y - 12 = 0$

**Exercice19**:Déterminer l'ensemble des points M

d'affixe  $z$  tels que :a)  $|z-3+i|=5$

b)  $|z-4-5i|=|z+2|$

**Solution :**

a) Soit A le point d'affixe  $3-i$

$|z-3+i|=5 \Leftrightarrow AM = 5$

L'ensemble cherché est le cercle de centre A et de rayon 5.

b) Soient B et C les points d'affixes  $4+5i$  et  $-2$

$|z-4-5i|=|z+2| \Leftrightarrow BM = CM$

L'ensemble cherché est la médiatrice du segment  $[BC]$

**Exercice20** :Déterminer l'ensemble  $(C)$  des points

M d'affixe  $z$  tels que :  $|z-2i|=3$

**Solution :**

**Methode1 : Méthode géométrique :**

$|z-2i|=3$  On pose :  $A(z_A = 2i)$

$\Leftrightarrow |z_M - z_A| = 3 \Leftrightarrow AM = 3$

L'ensemble  $(C)$  cherché est le cercle de centre :

$A(0;2)$  et de rayon :  $R=3$

**Methode1 : Méthode algébrique :**

$z \in \mathbb{C}$  donc  $\exists x \in \mathbb{R}$  et  $\exists y \in \mathbb{R}$  tel que :  $z = x + yi$

$|z-2i|=3 \Leftrightarrow |x+yi-2i|=3 \Leftrightarrow |x+i(y-2)|=3$

$$\Leftrightarrow \sqrt{x^2 + (y-2)^2} = 3 \Leftrightarrow (x-0)^2 + (y-2)^2 = 3^2$$

L'ensemble (C) cherché est le cercle de centre :

A(0;2) et de rayon : R=3

**Exercice21** : Déterminer l'ensemble( $\Delta$ ) des

points M d'affixe z tels que :  $|iz + 3| = \left| \frac{1}{i} z - 4i + 1 \right|$

**Solution :**

**Methode1 : Méthode géométrique :**

$$|iz + 3| = \left| \frac{1}{i} z - 4i + 1 \right| \Leftrightarrow |i(z - 3i)| = \left| \frac{1}{i}(z + 4 + i) \right|$$

$$\Leftrightarrow |z - 3i| = |z + 4 + i| \text{ car } |i| = \left| \frac{1}{i} \right| = 1$$

$$\Leftrightarrow |z - 3i| = |z - (-4 - i)|$$

On pose : A( $z_A = 3i$ ) et B( $z_B = -4 - i$ )

$$\Leftrightarrow |z_M - z_A| = |z_M - z_B| \Leftrightarrow AM = BM$$

L'ensemble ( $\Delta$ ) cherché est la médiatrice du

segment [AB]

**Exercice22** : Le plan complexe est rapporté à un

repère orthonormé ( $O; \vec{u}; \vec{v}$ );

on considère les points A ; B ;C ;D ;E ;F qui ont pour affixes:  $z_A = 2$  et  $z_B = -2i$  et  $z_C = 2 + 2i$  et

$z_D = 3i$  et  $z_E = -3$  et  $z_F = -2 + 2i$

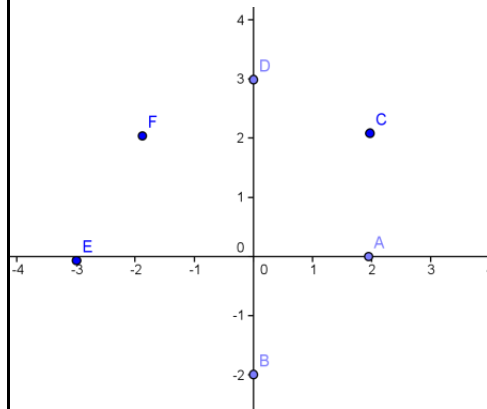
1) Représenter les points A ; B ;C ;D ;E ;F dans Le plan complexe

2) on utilisant la représentations déterminer

l'argument des complexe :  $z_A$  et  $z_B$  et  $z_C$  et  $z_D$  et

$z_E$  et  $z_F$

**Solution :1)**



$$2) \arg z_A = 0[2\pi] \text{ et } \arg z_B = -\frac{\pi}{2}[2\pi]$$

$$\arg z_C = \frac{\pi}{4}[2\pi] \text{ et } \arg z_D = \frac{\pi}{2}[2\pi]$$

$$\arg z_E = \pi[2\pi] \text{ et } \arg z_F = \frac{3\pi}{4}[2\pi]$$

**Exercice23** : Donner la forme trigonométrique du nombre complexe z dans les cas suivants :

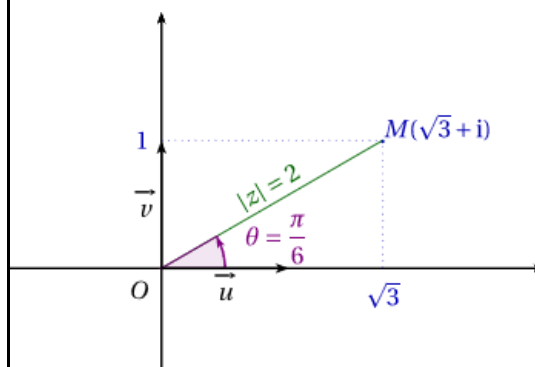
$$1) z_1 = \sqrt{3} + i \quad 2) z_2 = 1 - i \quad 3) z_3 = -\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2}i$$

$$4) z_3 = -1 - \sqrt{3}i \quad 5) z = 7 \quad 6) z = -12$$

$$\text{Solution :1) } |z_1| = \sqrt{1^2 + \sqrt{3}^2} = \sqrt{4} = 2$$

$$z_1 = \sqrt{3} + i = 2 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i \right) = 2 \left( \cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right)$$

$$\arg z_1 \equiv \frac{\pi}{6}[2\pi]$$



$$2) |z_2| = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$$

$$z_2 = 1 - i = \sqrt{2} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - i \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} - i \sin \frac{\pi}{4} \right)$$

Et on a :  $\cos(-x) = \cos x$  et  $\sin(-x) = -\sin x$  donc :

$$z_2 = \sqrt{2} \left( \cos \left( -\frac{\pi}{4} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{4} \right) \right) \quad \arg z_2 \equiv -\frac{\pi}{4}[2\pi]$$

$$3) z_3 = -\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2}i \quad |z_3| = \sqrt{\frac{3}{36} + \frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{1}{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$z_3 = -\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2}i = \frac{\sqrt{3}}{3} \left( -\frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \frac{\sqrt{3}}{3} \left( -\cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$$

Et on a :  $\sin(\pi - x) = \sin x$  et  $\cos(\pi - x) = -\cos x$

Donc :

$$z_3 = \frac{\sqrt{3}}{3} \left( \cos \left( \pi - \frac{\pi}{3} \right) + i \sin \left( \pi - \frac{\pi}{3} \right) \right) = \frac{\sqrt{3}}{3} \left( \cos \left( \frac{2\pi}{3} \right) + i \sin \left( \frac{2\pi}{3} \right) \right)$$

$$4) z_3 = -1 - \sqrt{3}i$$

$$|z_3| = \sqrt{(-1)^2 + (-\sqrt{3})^2} = \sqrt{4} = 2$$

$$z_3 = -1 - \sqrt{3}i = 2 \left( -\frac{1}{2} - i \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = 2 \left( -\cos \frac{\pi}{3} - i \sin \frac{\pi}{3} \right)$$

$\sin(\pi + x) = -\sin x$  et  $\cos(\pi + x) = -\cos x$

$$z_4 = 2 \left( \cos \left( \pi + \frac{\pi}{3} \right) + i \sin \left( \pi + \frac{\pi}{3} \right) \right) = 2 \left( \cos \left( \frac{4\pi}{3} \right) + i \sin \left( \frac{4\pi}{3} \right) \right)$$

**Exercice24:** Donner la forme trigonométrique du nombre complexe  $z$  dans les cas suivants avec

$$\theta \in ]-\pi; \pi[ - \{0\}$$

$$1) z_1 = \sin \theta + i \cos \theta \quad 2) z_2 = 1 - \cos \theta - i \sin \theta$$

$$3) z_3 = \sin \theta + 2i \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

**Solution :** 1)

$$z_1 = \sin \theta + i \cos \theta = 1 \left( \cos \left( \frac{\pi}{2} - \theta \right) + i \sin \left( \frac{\pi}{2} - \theta \right) \right)$$

Donc : c'est forme trigonométrique du nombre

complexe  $z_1$  donc  $|z_1| = 1$  et  $\arg z \equiv \frac{\pi}{2} - \theta [2\pi]$

$$2) z_2 = 1 - \cos \theta - i \sin \theta = 2 \sin^2 \frac{\theta}{2} - i 2 \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2}$$

$$z_2 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \sin \frac{\theta}{2} - i \cos \frac{\theta}{2} \right)$$

$$z_2 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} \right) - i \sin \left( \frac{\pi}{2} - \frac{\theta}{2} \right) \right)$$

$$z_2 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

• Si  $\theta \in ]0; \pi[$  alors :  $\frac{\theta}{2} \in ]0; \frac{\pi}{2}[$  donc  $2 \sin \frac{\theta}{2} > 0$

Donc : la forme trigonométrique du nombre

complexe  $z_2$  est :

$$z_2 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

$$|z| = 2 \sin \frac{\theta}{2} \text{ et } \arg z \equiv \frac{\theta - \pi}{2} [2\pi]$$

• Si  $\theta \in ]-\pi; 0[$  alors :  $\frac{\theta}{2} \in ]-\frac{\pi}{2}; 0[$  donc  $2 \sin \frac{\theta}{2} < 0$

$$z_2 = -2 \sin \frac{\theta}{2} \left( -\cos \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) - i \sin \left( \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

$$z_2 = -2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \pi + \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) + i \sin \left( \pi + \frac{\theta}{2} - \frac{\pi}{2} \right) \right)$$

$$z_2 = -2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \frac{\pi + \theta}{2} \right) + i \sin \left( \frac{\pi + \theta}{2} \right) \right)$$

Donc : c'est la forme trigonométrique du nombre

complexe  $z_2$  et on a :

$$|z| = -2 \sin \frac{\theta}{2} \text{ et } \arg z \equiv \frac{\theta + \pi}{2} [2\pi]$$

$$3) z_3 = \sin \theta + 2i \sin^2 \frac{\theta}{2} = 2 \cos \frac{\theta}{2} \sin \frac{\theta}{2} + 2i \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

$$z_3 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \frac{\theta}{2} + i \sin \frac{\theta}{2} \right)$$

• Si  $\theta \in ]0; \pi[$  alors :  $\frac{\theta}{2} \in ]0; \frac{\pi}{2}[$  donc  $2 \sin \frac{\theta}{2} > 0$

Donc : la forme trigonométrique du nombre

complexe  $z_3$  est :  $z_3 = 2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \frac{\theta}{2} + i \sin \frac{\theta}{2} \right)$

$$|z| = 2 \sin \frac{\theta}{2} \text{ et } \arg z \equiv \frac{\theta}{2} [2\pi]$$

• Si  $\theta \in ]-\pi; 0[$  alors :  $\frac{\theta}{2} \in ]-\frac{\pi}{2}; 0[$  donc  $2 \sin \frac{\theta}{2} < 0$

$$z_2 = -2 \sin \frac{\theta}{2} \left( -\cos \left( \frac{\theta}{2} \right) - i \sin \left( \frac{\theta}{2} \right) \right)$$

$$z_2 = -2 \sin \frac{\theta}{2} \left( \cos \left( \pi + \frac{\theta}{2} \right) + i \sin \left( \pi + \frac{\theta}{2} \right) \right)$$

Donc : c'est la forme trigonométrique du nombre complexe  $z_2$  et on a :

$$|z| = -2 \sin \frac{\theta}{2} \text{ et } \arg z \equiv \pi + \frac{\theta}{2} [2\pi]$$

**Exercice 25** : on considère les nombres

complexes :  $z_1 = \sqrt{3} - i$  et  $z_2 = 1 - i$  et  $Z = \frac{z_1}{z_2}$  et

$$U = z_1^6 \times z_2^2$$

1) Ecrivez les nombres complexes  $z_1$  ;  $z_2$  et  $Z$  et

Sous leurs formes trigonométriques.

2) Ecrire le complexe  $Z$  sous sa forme algébrique

puis en déduire  $\cos \frac{\pi}{12}$  et  $\sin \frac{\pi}{12}$

**Solution** : 1)  $z_1 = \sqrt{3} - i$

$$|z_1| = \sqrt{\sqrt{3}^2 + (-1)^2} = \sqrt{4} = 2$$

$$\text{Donc : } \sqrt{3} - i = 2 \left( \frac{\sqrt{3}}{2} - i \frac{1}{2} \right) = 2 \left( \cos \frac{\pi}{6} - i \sin \frac{\pi}{6} \right)$$

On a :  $\cos(-x) = \cos x$  et  $\sin(-x) = -\sin x$

$$\text{Donc : } z_1 = 2 \left( \cos \left( -\frac{\pi}{6} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{6} \right) \right) = \left[ 2; -\frac{\pi}{6} \right]$$

On a :  $|z_2| = \sqrt{1^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$

$$z_2 = 1 - i = \sqrt{2} \left( \frac{1}{\sqrt{2}} - i \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{4} - i \sin \frac{\pi}{4} \right)$$

$$z_2 = \sqrt{2} \left( \cos \left( -\frac{\pi}{4} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{4} \right) \right) = \left[ \sqrt{2}; -\frac{\pi}{4} \right]$$

$$Z = \frac{z_1}{z_2} = \frac{2}{\sqrt{2}} \left( \cos \left( -\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{4} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{4} \right) \right) = \sqrt{2} \left( \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) + i \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) \right)$$

$$Z = \frac{z_1}{z_2} = \frac{2}{\sqrt{2}} \left( \cos \left( -\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{4} \right) + i \sin \left( -\frac{\pi}{6} + \frac{\pi}{4} \right) \right) = \sqrt{2} \left( \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) + i \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) \right)$$

$$U = z_1^6 \times z_2^2 = \left[ 2; -\frac{\pi}{6} \right]^6 \times \left[ \sqrt{2}; -\frac{\pi}{4} \right]^2$$

$$U = \left[ 2^6; -\pi \right] \times \left[ 2; -\frac{\pi}{2} \right] = \left[ 2^7; -\pi + \left( -\frac{\pi}{2} \right) \right]$$

$$U = 2^7 \left( \cos \left( -\frac{3\pi}{2} \right) + i \sin \left( -\frac{3\pi}{2} \right) \right) = 2^7 (0 + 1i) = 2^7 i$$

2)

$$Z = \frac{\sqrt{3} - i}{1 - i} = \frac{(\sqrt{3} - i)(1 + i)}{(1 - i)(1 + i)} = \frac{\sqrt{3} + \sqrt{3}i - i + 1}{2} = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} + i \frac{\sqrt{3} - 1}{2}$$

$$Z = \sqrt{2} \left( \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) + i \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) \right) = \frac{\sqrt{3} + 1}{2} + i \frac{\sqrt{3} - 1}{2}$$

$$\text{Donc : } \begin{cases} \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{3} + 1}{2\sqrt{2}} \\ \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{3} - 1}{2\sqrt{2}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{3} + 1}{2\sqrt{2}} \\ \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{3} - 1}{2\sqrt{2}} \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \cos \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} \\ \sin \left( \frac{\pi}{12} \right) = \frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} \end{cases}$$

**Exercice 26** : Ecrire le complexe  $Z = \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{6}}{2} \right)^8$

Sous sa forme algébrique

**Solution** : On va d'abord écrire  $u = \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{6}}{2}$

Sous la forme trigonométrique

$$u = \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{6}}{2} = \sqrt{2} \left( \frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2} \right) = \sqrt{2} \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$$

$$\text{Donc : } Z = \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{6}}{2} \right)^8 = \left[ \sqrt{2}; \frac{\pi}{3} \right]^8$$

$$Z = \left[ \sqrt{2^8}; \frac{8\pi}{3} \right] = 16 \left( \cos \frac{8\pi}{3} + i \sin \frac{8\pi}{3} \right)$$

$$Z = 16 \left( \cos \frac{6\pi + 2\pi}{3} + i \sin \frac{6\pi + 2\pi}{3} \right)$$

$$Z = 16 \left( \cos \left( 2\pi + \frac{2\pi}{3} \right) + i \sin \left( 2\pi + \frac{2\pi}{3} \right) \right)$$

$$Z = 16 \left( \cos \left( \frac{2\pi}{3} \right) + i \sin \left( \frac{2\pi}{3} \right) \right) = 16 \left( -\frac{1}{2} + i \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$Z = -8 + 8\sqrt{3}i$$

**Exercice 27 :** Déterminer le module et l'argument du nombre complexe  $z$  dans les cas suivants :

1)  $z = \frac{3}{2} - i \frac{3\sqrt{3}}{2}$     2)  $z = -5 - 5i$     3)  $z = -6 + 6\sqrt{3}i$

4)  $z = (3 - 3i)^4$     5)  $z = -2 - 2\sqrt{3}i$     6)  $z = \sqrt{6} - i\sqrt{2}$

7)  $z = (\sqrt{3} + 3i) \left( -\frac{1}{2} - i \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$     8)  $z = \frac{1}{\sqrt{6} - i\sqrt{2}}$

9)  $z = \frac{-2 - 2\sqrt{3}i}{\sqrt{6} - i\sqrt{2}}$

**Exercice28 :** Déterminer les racines carrées de

$$z = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i \quad \text{Solution :}$$

On a :  $|z| = 1$  et  $\arg z \equiv \frac{\pi}{6} [2\pi]$

Donc les racines carrées de  $z$  sont :

$$u_1 = \left[ 1; \frac{\pi}{12} \right] = \cos \frac{\pi}{12} + i \sin \frac{\pi}{12} \quad \text{et} \quad u_2 = -u_1$$

**Exercice29 :** Soit le complexe :

$$u = (\sqrt{3} - 1) + i(\sqrt{3} + 1)$$

1) Calculer  $u^2$  puis déterminer la forme trigonométrique de  $u^2$

2) En déduire la forme trigonométrique de  $u$

**Exercice30 :** Soient  $A, B$  et  $C$  des points dans le plan complexe d'affixes respectifs  $z_A = 3 + 5i$ ,

$$z_B = 3 - 5i \quad \text{et} \quad z_C = 7 + 3i$$

1) montrer que :  $\frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} = 2i$

2) montrer que  $ABC$  est un triangle rectangle et que :  $BC = 2AC$

**Solution :1)**  $\frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} = \frac{-4 - 8i}{-4 + 2i} = \frac{2i(-4 + 2i)}{-4 + 2i} = 2i$

$$\overline{(\overline{CA}; \overline{CB})} \equiv \arg \left( \frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} \right) [2\pi]$$

$$\overline{(\overline{CA}; \overline{CB})} \equiv \arg (2i) [2\pi]$$

$$\overline{(\overline{CA}; \overline{CB})} \equiv \frac{\pi}{2} [2\pi]$$

Donc :  $ABC$  est un triangle rectangle en  $C$

On a :  $\frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} = 2i$  donc :  $\left| \frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} \right| = |2i|$

Donc :  $\frac{|z_B - z_C|}{|z_A - z_C|} = 2$  donc :  $\frac{BC}{AC} = 2$

Donc :  $BC = 2AC$

**Exercice31 :** Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ ;

Soient  $A, B$  et  $C$  des points dans le plan complexe d'affixes respectifs  $a = 2i$ ,  $b = \sqrt{2}(1+i)$  et

$$c = a + b$$

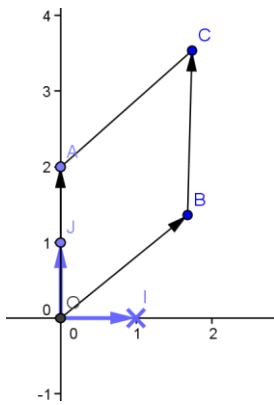
1) Montrer que  $OBCA$  est un losange

2) Montrer que :  $\arg c \equiv \frac{3\pi}{8} [2\pi]$

**Solution :**

1) On a :  $c = a + b$  donc :  $\overline{OC} = \overline{OA} + \overline{OB}$

Donc  $OBCA$  est un parallélogramme



$$\text{on a : } |a-0| = |2i| = 2 = OA$$

$$OB = |b-0| = |\sqrt{2}(1+i)| = |\sqrt{2}||1+i| = \sqrt{2}\sqrt{2} = 2$$

alors :  $OB = OA$

donc OBCA est un losange

$$2) \arg c \equiv (\vec{i}; \overrightarrow{OC}) [2\pi]$$

$$\equiv (\vec{i}; \overrightarrow{OB}) + (\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OC}) [2\pi]$$

$$\equiv (\vec{i}; \overrightarrow{OB}) + \frac{1}{2} (\overrightarrow{OB}; \overrightarrow{OA}) [2\pi] \text{ (OBCA : losange)}$$

$$\equiv \arg b + \frac{1}{2} \arg \frac{a}{b} [2\pi]$$

$$\equiv \arg b + \frac{1}{2} (\arg a - \arg b) [2\pi]$$

$$\text{Donc : } \arg c \equiv \frac{1}{2} (\arg a + \arg b) [2\pi]$$

$$\text{Or : } a = 2i \text{ donc : } \arg a \equiv \frac{\pi}{2} [2\pi]$$

$$\text{Et : } b = \sqrt{2}(1+i) = 2 \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$b = 2 \left( \cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right) \text{ donc } \arg b \equiv \frac{\pi}{4} [2\pi]$$

$$\text{Donc : } \arg c \equiv \frac{1}{2} \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4} \right) [2\pi]$$

$$\text{Donc : } \arg c \equiv \frac{3\pi}{8} [2\pi]$$

**Exercice32** : Soient A, B et C des points dans le plan complexe d'affixes respectifs  $a = 2+i$ ,

$$b = 3+2i \text{ et } c = 5-i$$

Soit  $\alpha$  une mesure de l'angle orienté :  $(\overrightarrow{AB}; \overrightarrow{AC})$

Calculer  $\tan \alpha$

$$\text{Solution : On a : } (\overrightarrow{AB}; \overrightarrow{AC}) \equiv \arg \left( \frac{c-a}{b-a} \right) [2\pi]$$

$$\text{Donc : } \alpha = \arg \left( \frac{c-a}{b-a} \right) [2\pi]$$

$$\frac{c-a}{b-a} = \frac{3-2i}{1+i} = \frac{(3-2i)(1-i)}{(1+i)(1-i)} = \frac{1-5i}{2} = \frac{1}{2} - \frac{5}{2}i$$

$$\left| \frac{c-a}{b-a} \right| = \frac{\sqrt{26}}{2}$$

$$\text{Donc : } \frac{c-a}{b-a} = \frac{\sqrt{26}}{2} (\cos \alpha + i \sin \alpha) = \frac{1}{2} - \frac{5}{2}i$$

$$\text{Donc : } \sqrt{26} \cos \alpha = 1 \text{ et } \sqrt{26} \sin \alpha = -5$$

$$\text{Donc : } \cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{26}} \text{ et } \sin \alpha = \frac{-5}{\sqrt{26}}$$

$$\text{Donc : } \tan \alpha = -5$$

**Exercice33** : On considère dans le plan complexe muni d'un repère orthonormé  $\mathcal{R}(O; \vec{e}_1; \vec{e}_2)$  les points

A, B et C d'affixes respectifs :  $z_1 = -\sqrt{2}$  et  $z_2 = 1+i$

et  $z_3 = 1-i$

1) Placer dans le repère  $\mathcal{R}$  les points A, B et C

2) Déterminer le module et l'argument du nombre

complexe  $\frac{z_2 - z_1}{z_3 - z_1}$  et déterminer une mesure de

l'angle  $(\overrightarrow{AC}; \overrightarrow{AB})$

3) Montrer que la droite (OA) est la médiatrice du segment [BC] et en déduire que :

$$(\overrightarrow{AO}; \overrightarrow{AB}) \equiv \frac{\pi}{8} [2\pi]$$

4) Ecrivez le nombre  $\frac{z_1 - z_2}{z_1}$  sous sa forme

algébrique puis en déduire  $\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$  et  $\sin\left(\frac{\pi}{8}\right)$

**Exercice34** : 1° Vérifier que les points  $A(5+3i)$  ;  
 $B(2+i)$  et  $C(-1-i)$  sont alignés

2° Est ce que les points  $M(-2+2i)$ ,  $N(2-i)$  et  
 $O(1-i)$  sont alignés ?

**Exercice35** : Dans le plan complexe, déterminer  
l'ensemble des points M d'affixe z tel que :

$$Z = \frac{5z - 2}{z - 1} \text{ Soit un imaginaire pur.}$$

**Solution** : Pour répondre à cette question, on  
peut écrire Z sous forme algébrique et dire que sa  
partie réelle est nulle ou il suffit de calculer la  
partie réelle.

Il faut que  $z \neq 1$ . On note  $A(1)$

$z \in \mathbb{C}$  donc  $\exists x \in \mathbb{R}$  et  $\exists y \in \mathbb{R}$  tel que :  $z = x + yi$

$$Z = \frac{5z - 2}{z - 1} = \frac{5x - 2 + 5iy}{x - 1 + iy} = \frac{(5x - 2 + 5iy)(x - 1 - iy)}{(x - 1)^2 + y^2}$$

$$Z = \frac{(5x^2 - 5x - 2x + 2 + 5y^2) + i(-5xy + 2y + 5xy - 5y)}{(x - 1)^2 + y^2}$$

$$Z = \frac{(5x^2 - 7x + 2 + 5y^2) - 3iy}{(x - 1)^2 + y^2}$$

Z est un imaginaire pur

$$\Leftrightarrow \begin{cases} \frac{5x^2 + 5y^2 - 7x + 2}{(x - 1)^2 + y^2} = 0 \\ z \neq 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 5x^2 + 5y^2 - 7x + 2 = 0 \\ x \neq 1 \text{ ou } y \neq 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow x^2 + y^2 - \frac{7}{5}x + \frac{2}{5} = 0$$

$$\Leftrightarrow \left(x - \frac{7}{10}\right)^2 + y^2 - \frac{49}{100} + \frac{2}{5} = 0$$

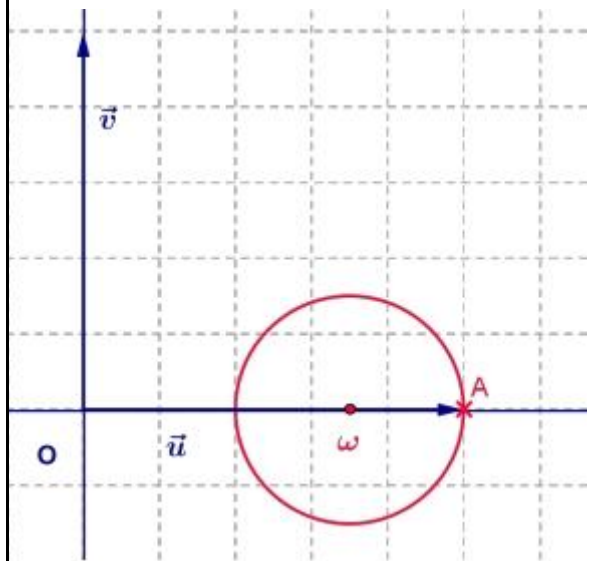
$$\Leftrightarrow \left(x - \frac{7}{10}\right)^2 + y^2 = \frac{9}{100}$$

Il s'agit de l'équation du cercle (C) de centre

$$\omega\left(\frac{7}{10} + 0i\right) \text{ et de rayon } \frac{3}{10}.$$

Le point A(1) appartient à (c).

L'ensemble cherché est donc le cercle (C) privé  
de A.



**Exercices36** :

Déterminer l'ensemble des points M d'affixe z tels

$$\text{que : } \left| \frac{z - 2}{z + 1 - i} \right| = 1$$

**Solution** :

**Première méthode (méthode algébrique)**

$$z = x + yi \text{ avec } x \in \mathbb{R} \text{ et } y \in \mathbb{R}$$

On doit avoir :  $z \neq -1 + i$

$$z - 2 = x - 2 + yi$$

$$z + 1 - i = x + 1 + i(y - 1)$$

$$\left| \frac{z - 2}{z + 1 - i} \right| = 1 \Leftrightarrow \frac{|z - 2|}{|z + 1 - i|} = 1$$

$$\Leftrightarrow |z - 2| = |z + 1 - i|$$

$$\Leftrightarrow (x-2)^2 + y^2 = (x+1)^2 + (y-1)^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 4x + 4 + y^2 = x^2 + 2x + 1 + y^2 - 2y + 1$$

$$\Leftrightarrow -6x + 2y + 2 = 0 \Leftrightarrow y = 3x - 1$$

L'ensemble cherché est la droite (D) d'équation

$$y = 3x - 1$$

**Deuxième méthode (méthode géométrique)**

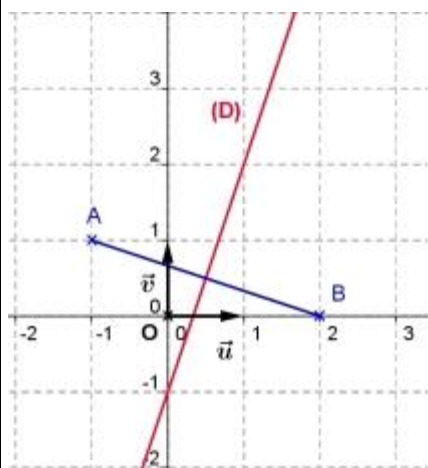
On pose : A(-1+i) et B(2) et M(z)

$$\overrightarrow{AM}(z+1-i) \text{ donc } |z+1-i| = AM$$

$$\overrightarrow{BM}(z-2) \text{ donc } |z-2| = BM$$

$$\frac{|z-2|}{|z+1-i|} = 1 \Leftrightarrow \frac{|z-2|}{|z+1-i|} = 1 \Leftrightarrow \frac{BM}{AM} = 1 \Leftrightarrow BM = AM$$

L'ensemble des points M cherché est la médiatrice du segment [AB].



**Exercice37** :soit a et b et c des nombres complexes tels que :  $|a|=|b|=|c|=1$  et  $a \neq c$  et  $b \neq c$

1) Montrer que :  $\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 \times \frac{a}{b} \in \mathbb{R}$

2) en déduire que :  $\arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right) \equiv \frac{1}{2} \arg\left(\frac{b}{a}\right) \left[\frac{\pi}{2}\right]$

**Solution** :  $\overline{\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2} \times \frac{a}{b} = \left(\frac{\bar{c}-\bar{b}}{\bar{c}-\bar{a}}\right)^2 \times \frac{\bar{a}}{\bar{b}}$

On a si :  $|z|=1$  alors :  $\bar{z} = \frac{1}{z}$  donc :

$$\overline{\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2} \times \frac{a}{b} = \left(\frac{\frac{1}{c}-\frac{1}{a}}{\frac{1}{c}-\frac{1}{a}}\right)^2 \times \frac{1}{b} = \left(\frac{b-c}{a-c}\right)^2 \times \frac{b}{a}$$

$$\overline{\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2} \times \frac{a}{b} = \left(\frac{\frac{1}{c}-\frac{1}{a}}{\frac{1}{c}-\frac{1}{a}}\right)^2 \times \frac{1}{b} = \left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 \times \frac{b}{a}$$

Donc :  $\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 \times \frac{a}{b} \in \mathbb{R}$

2) puisque :  $\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 \times \frac{a}{b} \in \mathbb{R}$  alors :

$$\arg\left(\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 \times \frac{a}{b}\right) \equiv 0[\pi]$$

Donc :  $\arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right)^2 + \arg\left(\frac{a}{b}\right) \equiv 0[\pi]$

Donc :  $2 \arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right) \equiv -\arg\left(\frac{a}{b}\right) [\pi]$

$$\arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right) \equiv \frac{1}{2} \arg\left(\frac{b}{a}\right) \left[\frac{\pi}{2}\right]$$

« C'est en forgeant que l'on devient forgeron »  
Dit un proverbe.

C'est en s'entraînant régulièrement aux calculs et exercices Que l'on devient un mathématicien



Bon courage

## Exercices d'applications et de réflexions sur les nombres complexes (Partie 1)

2ème BAC Sciences Physiques et Sciences de la Vie et de la Terre (2BAC PC et SVT)

PROF: ATMANI NAJIB

# TD : NOMBRES COMPLEXES (Partie 1)

**Exercice 1 :** Trouver la forme algébrique et déterminer la parties réelles et imaginaires des nombres complexes suivants :

$$z_1 = (2+i)(-1+i) + (1+2i)^2 \quad z_2 = (1+i\sqrt{3})^3$$

$$z_3 = \frac{1-3i}{3-i} \quad z_4 = \frac{1+i}{3-2i} \quad z_5 = (1+i)^{10}$$

**Exercice 2 :** soient dans le plan complexe les points :  $A(1+i)$  et  $B\left(\frac{1}{2}+2i\right)$  et  $C(-1-i)$

Montrer que les points  $A$ ,  $B$  et  $C$  sont alignés.

**Exercice 3 :** soient dans le plan complexe les points :  $A(2;-3)$  et  $B(1;1)$  et  $C(1;2)$

1) Déterminer les affixes des points  $A$  et  $B$  et  $C$  ?

2) Déterminer l'affixe du vecteur  $\overrightarrow{AB}$

3) Déterminer l'affixe de  $I$ , milieu de  $[AB]$ .

4) Montrer que les points  $A$ ,  $B$  et  $C$  ne sont pas alignés.

5) Déterminer le barycentre de  $\{(A, 2); (B, -1), (C, 3)\}$

6) Déterminer l'affixe du point  $D$  pour que le quadrilatère  $ABCD$  soit un parallélogramme.

**Exercice 4 :** soient dans le plan complexe les points :  $A$  ;  $B$  ;  $C$  ;  $D$  ;  $E$  d'affixes respectivement :

$$z_A = 1+i \text{ et } z_B = 3+2i \text{ et } z_C = 2-i \text{ et } z_D = -2i$$

$$\text{et } z_E = 2$$

1) Représenter ces points dans le plan complexe

2) Déterminer l'affixe de  $I$  milieu de  $[AB]$ .

3) Déterminer l'affixe du vecteur  $\overrightarrow{AB}$

4) Montrer que le quadrilatère  $ABCD$  est un parallélogramme

**Exercice 5 :** Démontrer que  $S = (1+i)^5 + (1-i)^5$  est un nombre réel.

**Exercice 6 :** on pose :  $j = -\frac{1}{2} + i\frac{\sqrt{3}}{2}$

et  $S = j^{2n} - j^n \quad n \in \mathbb{Z}$

1) Montrer que :  $j^2 = \bar{j}$

2) Démontrer que :  $S \in i\mathbb{R} \quad \forall n \in \mathbb{Z}$

**Exercice 7 :** soit  $u \in \mathbb{C}$  tel que  $u \notin \mathbb{R}$

Montrer que :  $(\forall z \in \mathbb{C}) \quad |1+uz| = |1+\bar{u} \cdot z| \Rightarrow z \in \mathbb{R}$

**Exercice 8 :**  $z \in \mathbb{C}$

Ecrire en fonction de  $\bar{z}$  le conjugué des nombres complexes suivants :

$$1) Z_1 = (2+i)(5-i) \quad 2) Z_2 = 2z+5i \quad 3) Z_3 = \frac{z-1}{-3z+i}$$

**Exercice 9 :** Résoudre dans  $\mathbb{C}$  les équations suivantes :

$$1) 2z + i\bar{z} = 5 - 4i \quad 2) z = 2\bar{z} - 2 + 6i$$

**Exercice 10 :** dans le plan complexe on considère le nombre complexe  $U$  et soit  $M$  l'image du nombre complexe  $z$  et on pose :  $U = (z-2i)(\bar{z}-1)$

Et  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

1) écrire en fonction de  $x$  et  $y$  la partie réel et la partie imaginaire de  $U$

2) Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel

3) Déterminer l'ensemble  $(C)$  des points  $M(z)$  tels que :  $U$  est imaginaire pur

**Exercice11 :**A) Résoudre dans  $\mathbb{C}$  les équations suivantes :

1)  $2z - 3\bar{z} + 1 + 2i = 0$       2)  $z + (1-i)\bar{z} + 3 - 2i = 0$

3)  $(3+i)z + \bar{z} = -i$

B) Déterminer les ensembles suivants :

1)  $(E1) = \{M(z) / \frac{z-2i}{z+i} \in \mathbb{R}\}$

2)  $(E2) = \{M(z) / \frac{z-2i}{z+i} \in i\mathbb{R}\}$

**Exercice12 :** Démontrer que :

$$S = (\sqrt{3} + i)^{2n+1} - (i - \sqrt{3})^{2n+1}$$
 est un nombre réel  $\forall n \in \mathbb{Z}$

**Exercice13 :** dans le plan complexe on considère le nombre complexe  $U$  et soit  $M$  l'image du nombre

complexe  $z$  et on pose :  $U = 2iz - \bar{z}$

Et  $z = x + yi$  avec  $x \in \mathbb{R}$  et  $y \in \mathbb{R}$

1) écrire en fonction de  $x$  et  $y$  la partie réel et la partie imaginaire de  $U$ 2) Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des points  $M(z)$  du plan tels que :  $U$  est réel**Exercice 14 :** calculer le module des nombres

complexes suivants : 1)  $z = \frac{1}{2} - i\frac{\sqrt{3}}{2}$  2)  $z' = 3 - 4i$

**Exercice15 :**

A) Déterminer les modules des complexes suivants :

1)  $z_1 = 3 + \sqrt{3}i$       2)  $z_2 = \frac{1}{2} - \sqrt{3}i$       3)  $z_3 = \frac{1}{1+i}$

4)  $z_4 = x$  où  $x \in \mathbb{R}$

B) Ecrire sous la forme algébrique les complexes suivants puis déterminer leurs modules :

1)  $u_1 = \frac{2+5i}{1+3i}$       2)  $u_2 = \frac{1+i}{i-3\sqrt{2}}$       3)  $u_3 = (2-\sqrt{3}i)(\sqrt{2}+i)$

C) Déterminer l'ensemble des points  $M(z)$ tels que :  $A(z)$  ;  $B(\bar{z})$  et  $C(\frac{1}{z})$  soit alignés.**Exercice16 :** calculer le module des nombres complexes suivants : 1)  $z_1 = 5(1+i\sqrt{3})$ 

2)  $z_2 = (1+i)(\sqrt{3}-i)$       3)  $z_3 = \left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i}\right)^3$

**Exercice17 :** Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{u}; \vec{v})$  ; les points A, B et C

ont pour affixes:  $z_A = 2$  et  $z_B = 1 + \sqrt{3}i$  et  $z_C = 3 + i\sqrt{3}$

Montrer que le triangle ABC est équilatéral

**Exercice18 :** Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des

points M d'affixe  $z$  tels que :  $|z-1-2i| = |z-7+2i|$

**Exercice19:** Déterminer l'ensemble des points M

d'affixe  $z$  tels que : a)  $|z-3+i| = 5$

b)  $|z-4-5i| = |z+2|$

**Exercice20 :** Déterminer l'ensemble  $(C)$  des points

M d'affixe  $z$  tels que :  $|z-2i| = 3$

**Exercice21 :** Déterminer l'ensemble  $(\Delta)$  des

points M d'affixe  $z$  tels que :  $|iz+3| = \left|\frac{1}{i}z - 4i + 1\right|$

**Exercice22 :** Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{u}; \vec{v})$  ;on considère les points A ; B ; C ; D ; E ; F qui ont pour affixes:  $z_A = 2$  et  $z_B = -2i$  et  $z_C = 2 + 2i$  et

$z_D = 3i$  et  $z_E = -3$  et  $z_F = -2 + 2i$

1) Représenter les points A ; B ; C ; D ; E ; F dans Le plan complexe

2) on utilisant la représentations déterminer

l'argument des complexe :  $z_A$  et  $z_B$  et  $z_C$  et  $z_D$  et

$z_E$  et  $z_F$

**Exercice23** : Donner la forme trigonométrique du nombre complexe  $z$  dans les cas suivants :

1)  $z_1 = \sqrt{3} + i$     2)  $z_2 = 1 - i$     3)  $z_3 = -\frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2}i$

4)  $z_3 = -1 - \sqrt{3}i$     5)  $z = 7$     6)  $z = -12$

**Exercice24**: Donner la forme trigonométrique du nombre complexe  $z$  dans les cas suivants avec

$\theta \in ]-\pi; \pi[ - \{0\}$

1)  $z_1 = \sin \theta + i \cos \theta$     2)  $z_2 = 1 - \cos \theta - i \sin \theta$

3)  $z_3 = \sin \theta + 2i \sin^2 \frac{\theta}{2}$

**Exercice25** : on considère les nombres

complexes :  $z_1 = \sqrt{3} - i$  et  $z_2 = 1 - i$  et  $Z = \frac{z_1}{z_2}$  et

$U = z_1^6 \times z_2^2$

1) Ecrivez les nombres complexe  $z_1$  ;  $z_2$  et  $Z$  et

Sous leurs formes trigonométriques.

2) Ecrire le complexe  $Z$  Sous sa forme algébrique

puis en déduire  $\cos \frac{\pi}{12}$  et  $\sin \frac{\pi}{12}$

**Exercice26** : Ecrire le complexe  $Z = \left( \frac{\sqrt{2}}{2} + i \frac{\sqrt{6}}{2} \right)^8$

Sous sa forme algébrique

**Exercice 27** : Déterminer le module et l'argument du nombre complexe  $z$  dans les cas suivants :

1)  $z = \frac{3}{2} - i \frac{3\sqrt{3}}{2}$     2)  $z = -5 - 5i$     3)  $z = -6 + 6\sqrt{3}i$

4)  $z = (3 - 3i)^4$     5)  $z = -2 - 2\sqrt{3}i$     6)  $z = \sqrt{6} - i\sqrt{2}$

7)  $z = (\sqrt{3} + 3i) \left( -\frac{1}{2} - i \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$     8)  $z = \frac{1}{\sqrt{6} - i\sqrt{2}}$

9)  $z = \frac{-2 - 2\sqrt{3}i}{\sqrt{6} - i\sqrt{2}}$

**Exercice28** : Déterminer les racines carrées de

$z = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$

**Exercice29** : Soit le complexe :

$u = (\sqrt{3} - 1) + i(\sqrt{3} + 1)$

1) Calculer  $u^2$  puis déterminer la forme trigonométrique de  $u^2$

2) En déduire la forme trigonométrique de  $u$

**Exercice30** : Soient  $A$ ,  $B$  et  $C$  des points dans le plan complexe d'affixes respectifs  $z_A = 3 + 5i$ ,

$z_B = 3 - 5i$  et  $z_C = 7 + 3i$

1) montrer que :  $\frac{z_B - z_C}{z_A - z_C} = 2i$

2) montrer que  $ABC$  est un triangle rectangle et que :  $BC = 2AC$

**Exercice31** : Le plan complexe est rapporté à un repère orthonormé  $(O; \vec{i}; \vec{j})$ ;

Soient  $A$ ,  $B$  et  $C$  des points dans le plan complexe

d'affixes respectifs  $a = 2i$ ,  $b = \sqrt{2}(1+i)$  et

$c = a + b$

1) Montrer que  $OBCA$  est un losange

2) Montrer que :  $\arg c \equiv \frac{3\pi}{8} [2\pi]$

**Exercice32** : Soient  $A$ ,  $B$  et  $C$  des points dans le

plan complexe d'affixes respectifs  $a = 2 + i$ ,

$b = 3 + 2i$  et  $c = 5 - i$

Soit  $\alpha$  une mesure de l'angle orienté :  $(\overline{AB}; \overline{AC})$

Calculer  $\tan \alpha$

**Exercice33** : On considère dans le plan complexe muni d'un repère orthonormé  $\mathcal{R}(O; \vec{e}_1; \vec{e}_2)$  les points

$A$ ,  $B$  et  $C$  d'affixes respectifs :  $z_1 = -\sqrt{2}$  et  $z_2 = 1 + i$

et  $z_3 = 1 - i$

1) Placer dans le repère  $\mathcal{R}$  les points  $A$ ,  $B$  et  $C$

2) Déterminer le module et l'argument du nombre

complexe  $\frac{z_2 - z_1}{z_3 - z_1}$  et déterminer une mesure de

l'angle  $(\overrightarrow{AC}; \overrightarrow{AB})$

3) Montrer que la droite  $(OA)$  est la médiatrice du segment  $[BC]$  et en déduire que :

$$(\overrightarrow{AO}; \overrightarrow{AB}) \equiv \frac{\pi}{8} [2\pi]$$

4) Ecrivez le nombre  $\frac{z_1 - z_2}{z_1}$  sous sa forme

algébrique puis en déduire  $\cos\left(\frac{\pi}{8}\right)$  et  $\sin\left(\frac{\pi}{8}\right)$

**Exercice34** : 1° Vérifier que les points  $A(5+3i)$  ;  $B(2+i)$  et  $C(-1-i)$  sont alignés

2° Est ce que les points  $M(-2+2i)$ ,  $N(2-i)$  et  $N(1-i)$  sont alignés ?

**Exercice35** : Dans le plan complexe, déterminer l'ensemble des points M d'affixe z tel que :

$$Z = \frac{5z - 2}{z - 1} \text{ Soit un imaginaire pur.}$$

**Exercices36** :

Déterminer l'ensemble des points M d'affixe z tels

$$\text{que : } \left| \frac{z - 2}{z + 1 - i} \right| = 1$$

**Exercice37** : soit a et b et c des nombres

complexes tels que :  $|a| = |b| = |c| = 1$  et  $a \neq c$  et  $b \neq c$

$$1) \text{ Montrer que : } \left( \frac{c-b}{c-a} \right)^2 \times \frac{a}{b} \in \mathbb{R}$$

$$2) \text{ en déduire que : } \arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right) \equiv \frac{1}{2} \arg\left(\frac{b}{a}\right) \left[ \frac{\pi}{2} \right]$$

$$\arg\left(\frac{c-b}{c-a}\right) \equiv \frac{1}{2} \arg\left(\frac{b}{a}\right) \left[ \frac{\pi}{2} \right]$$

« C'est en forgeant que l'on devient forgeron »  
Dit un proverbe.

C'est en s'entraînant régulièrement aux calculs et  
exercices Que l'on devient un mathématicien



Bon courage