

PRODUIT SCALAIRE DANS \mathcal{V}_2

Etude analytique (2) -Applications- : cercle

Dans tout ce qui va suivre le plan (\mathcal{P}) est rapporté à un repère $\mathcal{R}(\vec{O}; \vec{i}; \vec{j})$ orthonormé.

1) EQUATION D'UN CERCLE

Définition : Soient Ω un point et r un réel positif, le cercle de centre Ω et de rayon r est l'ensemble des points M dans le plan (\mathcal{P}) qui vérifient : $\Omega M = r$ on le note, $\mathcal{C}(\Omega, r) : \mathcal{C}(\Omega; r) = \{M \in (\mathcal{P}) / \Omega M = r\}$

Remarque :

On peut considérer le point comme étant un cercle de rayon nul.

1) Cercle défini par son centre et son rayon.

Soient $\Omega(a, b)$ un point et r un réel positif,

$$M(x, y) \in \mathcal{C}(\Omega; r) \Leftrightarrow \Omega M = r$$

$$\Leftrightarrow \Omega M^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow (x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

Exemple : déterminer l'équation cartésienne du cercle de centre $\Omega(-1; 2)$ et de rayon $r = 3$

Solution : l'équation cartésienne du cercle est :

$$\mathcal{C}(\Omega, r): (x+1)^2 + (y-2)^2 = 3^2$$

$$\text{C a d : } x^2 + y^2 + 2x - 4y - 4 = 0$$

Propriété : Soient $\Omega(a, b)$ un point et r un réel positif, le cercle $\mathcal{C}(\Omega, r)$ à une équation cartésienne de la

$$\text{forme : } \mathcal{C}(\Omega, r): (x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

2) Equation réduite d'un cercle

$$\text{On a : } M(x, y) \in \mathcal{C}(\Omega, r) \Leftrightarrow (x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 2ax + a^2 + y^2 - 2by + b^2 - r^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow x^2 + y^2 + \alpha x + \beta y + \gamma = 0 \text{ où : } \alpha = -2a ; \beta = -2b \text{ et } \gamma = a^2 + b^2 - r^2$$

Propriété1 : Tout cercle dans le plan à une équation de la forme : $x^2 + y^2 + \alpha x + \beta y + \gamma = 0$ où α , β et γ sont des réels.

Propriété2 : Soit (C) L'ensemble des points

$M(x, y)$ du plan tel que :

$$x^2 + y^2 - 2ax - 2by + c = 0$$

avec a ; b ; c des réelles

• Si : $a^2 + b^2 - c > 0$

alors (C) est une cercle de centre

$$\Omega(a; b) \text{ et de rayon } R = \sqrt{a^2 + b^2 - c}$$

• Si : $a^2 + b^2 - c = 0$ alors $(C) = \{\Omega(a; b)\}$

• Si : $a^2 + b^2 - c < 0$ alors $(C) = \emptyset$

PREUVE : $M(x; y) \in (C) \Leftrightarrow$

$$\Leftrightarrow x^2 + y^2 - 2ax - 2by + c = 0$$

$$\Leftrightarrow x^2 - 2ax + a^2 + y^2 - 2by + b^2 + c - a^2 - b^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow (x-a)^2 + (y-b)^2 = a^2 + b^2 - c = 0$$

• Si : $a^2 + b^2 - c > 0$ alors (C) est une cercle de

$$\text{centre } \Omega(a; b) \text{ et de rayon } R = \sqrt{a^2 + b^2 - c}$$

• Si : $a^2 + b^2 - c = 0$ alors $(C) = \{\Omega(a; b)\}$

• Si : $a^2 + b^2 - c < 0$ alors $(C) = \emptyset$

Exemples : Déterminer L'ensemble (E) dans les cas suivants :

1) $(E): x^2 + y^2 - x + 3y - 4 = 0$

2) $(E): x^2 + y^2 - 6x + 2y + 10 = 0$

3) $(E): x^2 + y^2 - 4x + 5 = 0$

Solutions : 1) $a = \frac{1}{2}; b = -\frac{3}{2}; c = -4$

$$\text{On a : } a^2 + b^2 - c = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(-\frac{3}{2}\right)^2 - (-4) = \frac{1}{4} + \frac{9}{4} + 4 = \frac{13}{2} > 0$$

$$\text{Donc : } \Omega\left(\frac{-a}{2}; \frac{-b}{2}\right) \text{ donc } \Omega\left(\frac{1}{2}; \frac{-3}{2}\right)$$

$$R = \sqrt{a^2 + b^2 - c} = \frac{\sqrt{26}}{2}$$

alors (E) : est une cercle de centre

$$\Omega\left(\frac{1}{2}; \frac{-3}{2}\right) \text{ et de rayon } \frac{\sqrt{26}}{2}$$

2) $a = 3; b = -1; c = 10$ $a^2 + b^2 - c = 3^2 + (-1)^2 - 10 = 9 + 1 - 10 = 0$

$$\text{alors } (E) = \{\Omega(3; -1)\}$$

3) $a = 2; b = 0; c = 5$

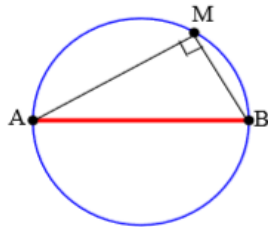
$$a^2 + b^2 - c = 4 - 5 = -1 < 0 \text{ alors } (E) = \emptyset$$

3) Cercle définie par son diamètre.

Propriété : (Rappelle)

Soient A et B deux points distincts dans le plan l'ensemble des points M

qui vérifient $\overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB} = 0$ est le cercle de diamètre $[AB]$. Ce qui nous permet d'énoncer la propriété suivante :



Propriété : Soient $A(x_A; y_A)$

et $B(x_B; y_B)$ deux points distincts dans le plan, le cercle de diamètre $[AB]$ à pour équation :

$$(x - x_A)(x - x_B) + (y - y_A)(y - y_B) = 0$$

Exemple : Déterminer une équation du cercle de diamètre $[AB]$ avec $A(1; 2)$ et $B(-3; 1)$

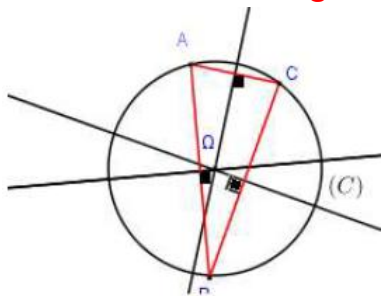
solution : $M(x; y) \in (C) \Leftrightarrow \overrightarrow{MA} \cdot \overrightarrow{MB} = 0$

$$\overrightarrow{MA}(1 - x; 2 - y) \text{ et } \overrightarrow{MB}(-3 - x; 1 - y)$$

$$M(x; y) \in (C) \Leftrightarrow (-3 - x)(1 - x) + (1 - y)(2 - y) = 0$$

$$\text{Donc : } (C) : x^2 + y^2 + 2x - 3y - 1 = 0$$

4) cercle définie par trois points ou Cercle circonscrit à un triangle



Soit ABC un triangle, les médiatrices du triangle ABC se coupent en Ω le Centre du cercle circonscrit du triangle ABC

Exemple : le plan (P) est rapporté à un repère

$\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j})$ orthonormé. Soient les points

$$A(2; 3) \quad B(0; 1); \quad C(-4; 5); \quad E(5; 2) \text{ et } F(2; 4)$$

1) Ecrire l'équation du cercle circonscrit au Triangle ABC .

2) Ecrire l'équation du cercle circonscrit au triangle

OE F . **Solution :** 1) Soient $I(1; 2)$ et $J(-1; 4)$ le

milieu respectivement du segments : $[AB]$ et $[AC]$

Et soit (Δ) la médiatrice de $[AB]$ donc (Δ) passe par

$I(1; 2)$ et \overrightarrow{AB} un vecteur normal a (Δ)

Et on a : $\overrightarrow{AB}(-2; -2)$ donc une équation de (Δ) est :

$$(\Delta) : -2(x - 1) - 2(y - 2) = 0$$

Donc : $(\Delta) : -2x + 2 - 2y + 4 = 0$ donc $(\Delta) : -2x - 2y + 6 = 0$

donc $(\Delta) : x + y - 3 = 0$ (après simplifications)

Et soit (Δ') la médiatrice de $[AC]$ donc (Δ') passe

par $J(-1; 4)$ et \overrightarrow{AC} un vecteur normal a (Δ') et on

a : $\overrightarrow{AC}(-6; 2)$ donc une équation de (Δ') est :

$$(\Delta') : -6(x + 1) + 2(y - 4) = 0 \text{ donc : } (\Delta') : 3x - y + 7 = 0$$

On a Ω est le Centre du cercle circonscrit du triangle

ABC donc le point d'intersection de (Δ) et (Δ') on va

donc résoudre le système :

$$\begin{cases} (\Delta) : x + y - 3 = 0 \\ (\Delta') : 3x - y + 7 = 0 \end{cases}$$

Et la solution de ce système est : $(-1; 4)$ donc

$\Omega(-1; 4)$ est le centre du cercle circonscrit du

triangle ABC et le rayon est :

$$r = A\Omega = \sqrt{(-1 - 2)^2 + (4 - 3)^2} = \sqrt{10}$$

Et l'équation du cercle est : $(x + 1)^2 + (y - 4)^2 = 10$

$$(C) : x^2 + y^2 + 2x - 8y + 7 = 0$$

2) déterminons l'équation du cercle circonscrit au triangle OE F .

On sait que l'équation du cercle s'écrit sous la forme :

$$(C') : x^2 + y^2 - 2ax - 2by + c = 0$$

Et on a : $O \in (C') \Leftrightarrow c = 0$

$$E(5; 2) \in (C') \Leftrightarrow 25 + 4 - 10a - 4b = 0$$

$$F(2; 4) \in (C') \Leftrightarrow 4 + 16 - 4a - 8b = 0$$

on va donc résoudre le système :

$$\begin{cases} 10a + 4b = 29 \\ a + 2b = 5 \\ c = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} a = \frac{19}{8} \\ b = \frac{21}{16} \\ c = 0 \end{cases}$$

Et l'équation du cercle est :

$$(C') : x^2 + y^2 - \frac{19}{4}x - \frac{21}{8}y = 0$$

II) L'INTERIEUR ET L'EXTERIEUR D'UN CERCLE.

Définition : Soit $C(\Omega; r)$ un cercle dans le plan.

a) L'ensemble des points M dans le plan qui vérifient $\Omega M \leq r$ s'appelle la boule fermée de centre Ω et de rayon r , il s'appelle aussi l'intérieur du cercle $C(\Omega; r)$

b) L'ensemble des points M dans le plan qui vérifient $\Omega M > r$ s'appelle l'extérieur du cercle $C(\Omega; r)$

Application : La résolution graphique de quelques systèmes d'inéquation

Exemple : Nous allons résoudre graphiquement le système :

$$(S) \begin{cases} x^2 + y^2 - 2x - 4y + \frac{11}{4} < 0 \\ x^2 + y^2 + 2x - 4 > 0 \end{cases}$$

$$x^2 + y^2 - 2x - 4y + \frac{11}{4} = 0$$

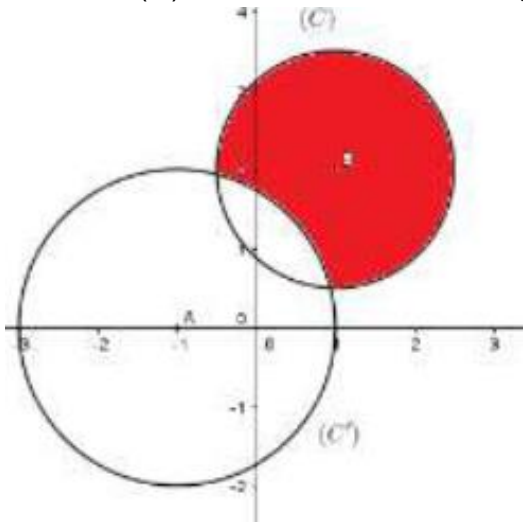
est l'équation du cercle (C)

de centre $B(1,2)$ et de rayon $r = \frac{3}{2}$

$x^2 + y^2 + 2x - 4 = 0$ est l'équation du cercle (C')

de centre $A(-1,0)$ et de rayon $r' = 2$.

L'ensemble des points M qui vérifient (S) est l'extérieur de (C') intersection l'intérieur de (C)



Exercice1 : résoudre graphiquement le système :

$$(S) \begin{cases} (1): x^2 + y^2 - 4x < 0 \\ (2): x - y - 1 > 0 \end{cases}$$

Solution :

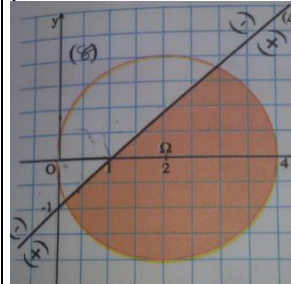
- (1): $x^2 + y^2 - 4x < 0 \Leftrightarrow (x-2)^2 + y^2 < 2^2$

Donc les solutions de cette inéquation c'est les couples $(x; y)$ des points qui se trouvent à l'intérieurs du cercle (C) de centre $\Omega(2;0)$ et de rayon $r = 2$

- (2): $x - y - 1 > 0$: les solutions de cette inéquation c'est les couples $(x; y)$ des points qui se trouvent au-dessous de la droite d'équation : $(\Delta): x^2 + y^2 - 4x = 0$ (demi plan qui contient $\Omega(2;0)$)

Car : $2 - 0 - 1 = 1 > 0$)

Finalement l'ensemble des solutions du système c'est les couples $(x; y)$ des points qui appartiennent à la partie colorée.



Exercice2 : Résoudre graphiquement $(x^2 + y^2 - 4x - 6y + 9) (2x - y + 1) \leq 0$

III) POSITIONS RELATIVES D'UN CERCLE EST D'UNE DROITE.

1) Propriété

Soit $C(O; r)$ un cercle de rayon r strictement positif et (D) une droite dans le plan. Pour étudier les positions relatives du cercle $C(O; r)$ de (D) , il suffit de déterminer la distance de O à (D) . soit H la projection orthogonal de O sur (D)

1) Si $d(O; (D)) = OH > r$

Soit M un point de la droite (D) on a :
 $OM \geq OH > r$ donc tout point de la droite (D) est strictement à l'extérieur du cercle (C)

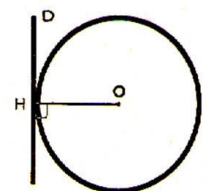
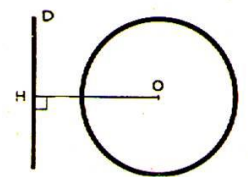
$(C) \cap (D) = \emptyset$

2) $d(O; (D)) = OH = r$

Puisque $OH = r$ alors H est un point commun entre (D) et (C) .

Soit M un point de la droite (D) Différent de H on a :

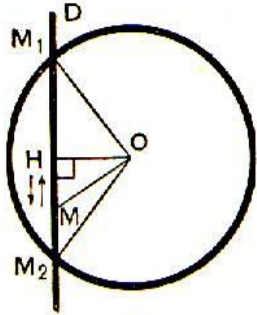
$OM > OH = r$



Donc tout point de la droite (D) différent de H est strictement à l'extérieure du cercle (C).
 $(C) \cap (D) = \{H\}$ Ont dit que la droite (D) est tangente au cercle (C) en H

3) $d(O, (D)) = \Omega H < r$

Dans ce cas le cercle (C) et la droite(D) se coupent en deux points M_1 et M_2 et H est le milieu du segment $[M_1M_2]$



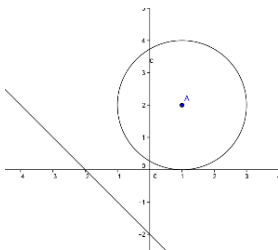
Exemple1 :Etudier la position du cercle de centre $\Omega(1;2)$ et de rayon $R = 2$

avec la droite d'équation (D): $x + y + 2 = 0$

Solution : on calcul $d(\Omega, (P))$?

$$d(\Omega, (P)) = \frac{|1+2+2|}{\sqrt{1^2+1^2}} = \frac{|5|}{\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}}{2} > R=2$$

Donc : droite (D) est à l'extérieure du cercle (C)
 $(C) \cap (D) = \emptyset$



Exemple2 :Etudier la position du cercle (C) de centre $\Omega(1;2)$ et de rayon $R = 2$ avec la droite d'équation

(D): $x - y + 2 = 0$

Solution : on calcul $d(\Omega, (P))$?

$$d(\Omega, (P)) = \frac{|1-2+2|}{\sqrt{1^2+(-1)^2}} = \frac{|1|}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} < R=2$$

Donc : le cercle (C) et la droite (D) se coupent en deux points A et B
 Déterminons les coordonnées des points d'intersections ?

On va résoudre le système suivant :

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (1) (x-1)^2 + (y-2)^2 = 2^2 \\ (2) x - y + 2 = 0 \end{cases}$$

On a : (2) $\Leftrightarrow x + 2 = y$

On remplaçant dans (1) $y = x + 2$

On trouve : (1) $(x-1)^2 + (x+2-2)^2 = (2)^2$

Donc : $(x-1)^2 + (x)^2 = 4 \Leftrightarrow x^2 - 2x + 1 + x^2 = 4$

Donc : $2x^2 - 2x - 3 = 0 \quad \Delta = 28$

Donc : $x_1 = \frac{2+2\sqrt{7}}{4}$ et $x_2 = \frac{2-2\sqrt{7}}{4}$

Donc : $x_1 = \frac{1+\sqrt{7}}{2}$ et $x_2 = \frac{1-\sqrt{7}}{2}$

Si : $x_1 = \frac{1+\sqrt{7}}{2}$ on remplace dans $x+2 = y$

On trouve : $y_1 = \frac{1+\sqrt{7}}{2} + 2 = \frac{5+\sqrt{7}}{2}$

Si : $x_2 = \frac{1-\sqrt{7}}{2}$ on remplace dans $x+2 = y$

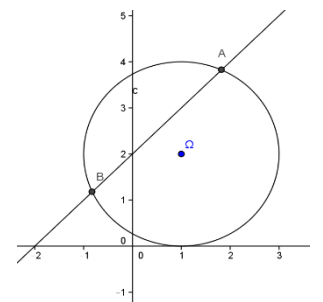
On trouve :

$$y_2 = \frac{1-\sqrt{7}}{2} + 2 = \frac{5-\sqrt{7}}{2}$$

Donc : les points d'intersections sont :

A $\left(\frac{1+\sqrt{7}}{2}; \frac{5+\sqrt{7}}{2}\right)$ et

B $\left(\frac{1-\sqrt{7}}{2}; \frac{5-\sqrt{7}}{2}\right)$



Exemple3 :Etudier la position du cercle (C) de centre $\Omega(1;2)$ et de rayon $R = 1$ avec la droite d'équation

(D): $y = 3$

Solution : on calcul $d(\Omega, (P))$?

(D): $0x + 1y - 3 = 0$

$$d(\Omega, (P)) = \frac{|0+2-3|}{\sqrt{0^2+1^2}} = \frac{|-1|}{\sqrt{1}} = 1 = R$$

Donc : la droite (D) est tangente au cercle (C) en A
 Déterminons les coordonnées du point d'intersection ou point de tangence ?

L'équation de (C) est $(x-1)^2 + (y-2)^2 = 1^2$

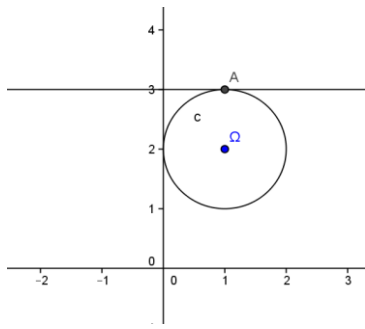
On va résoudre le système suivant :

$$\Leftrightarrow \begin{cases} (1) (x-1)^2 + (y-2)^2 = 1 \\ (2) y = 3 \end{cases}$$

On remplaçant dans $y = 3$ dans (1)

On aura :

$$(1)(x-1)^2 + 1 = 1 \Leftrightarrow (x-1)^2 = 0 \Leftrightarrow x-1 = 0$$



Donc : $x=1$ donc point de tangence est $A(1;3)$

2) Droite tangente à un cercle.

2.1 Définition

Dans tous ce qui suit le rayon du cercle est strictement positif.

Définition : Une droite (D) est dite tangente à un cercle (C) s'ils se coupent en un seul point.

Propriété : Une droite (D) est dite tangente au cercle $C(\Omega, r)$ si et seulement si $d(\Omega, (D)) = r$

2.2 Equation de la tangente à un cercle en un de ses points.

Soit $C(\Omega, r)$ un cercle dans le plan où $\Omega(a, b)$ et A l'un de ses points.

Soit la droite (T) la tangente à $C(\Omega, r)$ en A

$$M(x; y) \in (T) \Leftrightarrow \overrightarrow{AM} \cdot \overrightarrow{AO} = 0$$

$$\Leftrightarrow (x - x_A)(y - y_A) + (a - x_A)(b - y_A) = 0$$

Propriété : Soient $\Omega(a, b)$ un point et $C(\Omega, r)$ un cercle dans le plan et A l'un de ses points. La droite (T) tangente à $C(\Omega, r)$ en A a pour équation :

$$(x - x_A)(y - y_A) + (a - x_A)(b - y_A) = 0$$

exemple : Soit (C) le cercle d'équation :

$$x^2 + y^2 - 4x - 2y + 1 = 0 \quad (1)$$

1) Vérifier que $A(0; 1) \in (C)$

2) Ecrire l'équation de la tangente au cercle (C) en A .

Solution : 1) On a : $0^2 + 1^2 - 4 \times 0 - 2 \times 1 + 1 = 0$

Donc $A(0; 1) \in (C)$

2) L'équation de la tangente au cercle (C) en A . ??

$$a = 2; b = 1; c = 1 : a^2 + b^2 - c = 2^2 + 1^2 - 1 = 4 > 0$$

Donc (C) cercle de centre $\Omega(\frac{-a}{2}; \frac{-b}{2})$ cad $\Omega(2; 1)$

$$\overrightarrow{AO}(-2; 0) \text{ et } \overrightarrow{AM}(x-0; y-1)$$

$$M(x; y) \in (D) \Leftrightarrow \overrightarrow{AM} \cdot \overrightarrow{AO} = 0$$

$$-2(x-0) = 0 \Leftrightarrow -2(x-0) + 0(y-1) = 0 \Leftrightarrow M(x; y) \in (D)$$

$$M(x; y) \in (D) \Leftrightarrow x = 0$$

Donc : L'équation de la tangente au cercle (C) en A est $(D): x = 0$

Application : Soit (C) le cercle d'équation :

$$x^2 + y^2 - 2x - 2y - 6 = 0$$

- 1) Vérifier que le point $A(3, -1)$ appartient au cercle
- 2- Ecrire l'équation de la tangente au cercle (C) en A .

2.3 Tangente à un cercle (C) passant par un point à l'extérieure de (C)

Exercice :

Soient le cercle $(C): (x - 2)^2 + (y - 1)^2 = 4$ et $A(5, 6)$

- 1- Vérifier que le point A est à l'extérieure de (C)
- 2- a) Déterminer l'équation de la droite (δ) passant par A et parallèle à l'axe des ordonnées.
b) Vérifier que (δ) n'est pas tangente à (C) .
- 3- Soit (Δ) une droite qui passe par A et qui n'est pas parallèle à l'axe (Oy) et dont l'équation réduite est :

$$(\Delta) y = mx + p$$

a) Déterminer l'équation de (Δ) en fonction de m uniquement.

b) Déterminer m pour que (Δ) soit tangente au cercle (C) .

4- Soit $B(4, 5)$

a) Montrer que la droite passant par B et parallèle à l'axe des ordonnées est tangente au cercle (C) .

b) Soit (Δ') une droite qui passe par A et qui n'est pas parallèle à l'axe (Oy) et dont l'équation réduite est : $(\Delta') y = mx + p$; Déterminer m pour que (Δ) soit tangente au cercle (C) .

2.3 Tangente à un cercle et de direction déterminée.

Soit (C) le cercle de centre $\Omega(-1, 2)$ et de rayon 3.

Déterminer les équations des tangentes à (C) et de vecteur directeur $\vec{u}(-2; 1)$.

3) Equation paramétrique d'un cercle.

le plan (P) est rapporté à un repère $\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j})$

orthonormé.

Considérons (C) le cercle de centre $\Omega(a, b)$ et de rayon r .

$$\text{On a : } \overrightarrow{OM} = \overrightarrow{O\Omega} + \overrightarrow{\Omega M} \quad (1)$$

Si $M(x, y)$ dans \mathcal{R} et $M(X, Y)$ dans \mathcal{R}' où :

$$\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j}) \text{ et } \mathcal{R}'(O; \vec{i}; \vec{j})$$

Alors (1) se traduit analytiquement par :
$$\begin{cases} x = a + X \\ y = b + Y \end{cases}$$

$$\text{or } \begin{cases} X = r \cos \alpha \\ Y = r \sin \alpha \end{cases} \text{ et par suite : } \begin{cases} x = a + r \cos \alpha \\ y = b + r \sin \alpha \end{cases}$$

Réciproquement l'ensemble

$$(C) = \left\{ M(x; y) \in (P) / \begin{cases} x = a + r \cos \alpha \\ y = b + r \sin \alpha \end{cases} \right\}$$

où a et b sont des réels et r un réel positif est le cercle de centre $\Omega(a, b)$ et de rayon r

Exemple1 : Déterminer l'équation paramétrique du cercle (C) de centre $\Omega(1; -2)$ et de rayon $r = \sqrt{2}$

Solution : l'équation paramétrique du cercle (C) de centre $\Omega(1; -2)$ et de rayon $r = \sqrt{2}$ est :

$$\begin{cases} x = 1 + \sqrt{2} \cos \theta \\ y = -2 + \sqrt{2} \sin \theta \end{cases} \text{ avec } (\theta \in \mathbb{R})$$

Exemple2 : Déterminer l'ensemble (C) des points

$M(x; y)$ du plan tel que :

$$\begin{cases} x = 3 + \sqrt{3} \cos \theta \\ y = 1 + \sqrt{3} \sin \theta \end{cases} \text{ avec } (\theta \in \mathbb{R})$$

$$\text{Solution : } \begin{cases} x - 3 = \sqrt{3} \cos \theta \\ y - 1 = \sqrt{3} \sin \theta \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 3 + \sqrt{3} \cos \theta \\ y = 1 + \sqrt{3} \sin \theta \end{cases}$$

$$(x-3)^2 + (y-1)^2 = (\sqrt{3} \cos \theta)^2 + (\sqrt{3} \sin \theta)^2 \Leftrightarrow$$

$$(x-3)^2 + (y-1)^2 = 3((\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2) \Leftrightarrow$$

$$(x-3)^2 + (y-1)^2 = \sqrt{3}^2$$

Donc l'ensemble (C) des points $M(x; y)$ du plan est le

cercle (C) de centre $\Omega(3; 1)$ et de rayon $R = \sqrt{3}$

Exercice1 : le plan (P) est rapporté à un repère $\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j})$ orthonormé. (C) l'ensemble des points

$$M(x; y) \text{ du plan tel que : } \begin{cases} x = 2 + 2 \cos \theta \\ y = 2 \sin \theta \end{cases} \text{ avec } (\theta \in \mathbb{R})$$

1) montrer que (C) est le cercle (C) dont on déterminera de centre Ω et de rayon R et une équation cartésienne

2) soit le point $A(-1; 0)$; montrer que A est à

l'extérieur du cercle (C) et déterminer les équations

des deux tangentes au cercle (C) passant par A

3) déterminer les équations des deux tangentes au cercle (C) et qui sont parallèles à la droite :

$$(D) : 3x - 4y = 0$$

4)a) soit la droite (Δ) d'équation : $y = x$

Montrer que (Δ) coupe le cercle (C) en deux points à déterminer

4)b) déterminer graphiquement l'ensemble des points

$$M(x; y) \text{ du plan tel que : } \frac{x^2 + y^2}{4} \leq x \leq y$$

$$\text{Solution : 1) } \begin{cases} x = 2 + 2 \cos \theta \\ y = 2 \sin \theta \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x - 2 = 2 \cos \theta \\ y - 0 = 2 \sin \theta \end{cases}$$

$$(x-2)^2 + (y-0)^2 = (2 \cos \theta)^2 + (2 \sin \theta)^2 \Leftrightarrow$$

$$(x-2)^2 + (y-0)^2 = 4((\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2) \Leftrightarrow$$

$$(x-2)^2 + (y-0)^2 = 2^2$$

Donc l'ensemble (C) des points $M(x; y)$ du plan est le cercle (C) de centre $\Omega(2; 0)$ et de rayon $R = 2$

$$2) A(-1; 0) ; (C) : (x-2)^2 + (y-0)^2 = 2^2$$

On a : $(-1-2)^2 + (0-0)^2 - 4 = 9 - 4 > 0$ donc A est à l'extérieur du cercle (C)

Soit (T) une droite qui passe par A et tangente au cercle (C) et soit : $ax + by + c = 0$ une équation cartésienne de (T) avec $(a; b) \neq (0; 0)$

Puisque (T) est tangente au cercle (C) alors :

$$d(\Omega, (T)) = R \text{ cad } \frac{|2a + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} = 2 :$$

Et on a : $A \in (T)$ donc : $-a + c = 0$ donc on trouve :

$$b = \frac{a\sqrt{5}}{2} \text{ ou } b = -\frac{a\sqrt{5}}{2} \text{ et l'équation cartésienne de}$$

$$(T) \text{ est : } 2x - \sqrt{5}y + 2 = 0 \text{ ou } 2x + \sqrt{5}y + 2 = 0$$

Par suite les équations des deux tangentes au cercle (C) passant par A sont :

$$(T_1) : 2x - \sqrt{5}y + 2 = 0 \text{ ou } (T_2) : 2x + \sqrt{5}y + 2 = 0$$

$$3) (D) : 3x - 4y = 0 \quad \Omega(2; 0)$$

Puisque $(T) \parallel (D)$ donc on pose :

$$(T) : 3x - 4y + c = 0 \text{ et } (T) \text{ tangentes au cercle } (C)$$

$$\text{Donc : } d(\Omega, (T)) = R \Leftrightarrow \text{cad } \frac{|6 + c|}{\sqrt{3^2 + (-4)^2}} = 2 :$$

$$\Leftrightarrow \frac{|6 + c|}{5} = 2 \Leftrightarrow |6 + c| = 10 \Leftrightarrow 6 + c = 10 \text{ Ou } 6 + c = -10$$

$c = 4$ ou $c = -16$

Donc les tangentes au cercle (C) sont :

$(T_1) : 3x - 4y + 4 = 0$ ou $(T_2) : 3x - 4y - 16 = 0$

4)a) on va résoudre le système suivant :

$$\begin{cases} (x-2)^2 + (y-0)^2 = 2^2 \\ y = x \end{cases} \text{ donc : } y = x \text{ et } 2x^2 - 4x = 0$$

donc : $(x = 0$ ou $x = 2)$ et $y = x$

donc : (Δ) coupe le cercle (C) aux points :

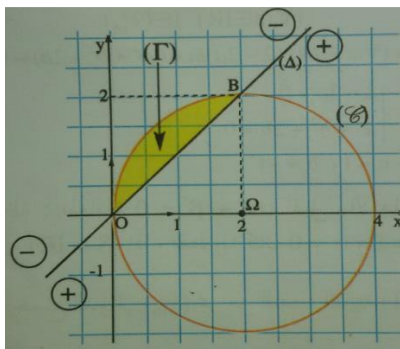
$O(0;0)$ et $B(2;2)$

4)b) $\frac{x^2 + y^2}{4} \leq x \leq y \Leftrightarrow \begin{cases} x - y \leq 0 \\ x^2 + y^2 - 4x \leq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x - y \leq 0 \\ (x-2)^2 + y^2 - 4 \leq 0 \end{cases}$

L'inéquation : $(x-2)^2 + y^2 - 4 \leq 0$ détermine l'ensemble des points $M(x; y)$ du plan qui se trouve à l'intérieur du cercle (C) ou sur le cercle (C)

Et l'inéquation : $x - y \leq 0$ détermine l'ensemble des points $M(x; y)$ du plan qui se trouve au-dessus de la droite (Δ) ou sur la droite (Δ)

Voire la figure ci-dessus :



Exercice2 :le plan (P) est rapporté à un repère

$\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j})$ orthonormé. Soient les points

$A(3;4)$ $B(4;1)$; $C(2;-3)$

1)montrer que les points A ; B et C sont non alignés

2)Ecrire l'équation du cercle (C) passant

par A ; B et C

Solution : 1) on a : $\vec{AB}(1;-3)$ et $\vec{AC}(-1;-7)$

$$\det(\vec{AB}; \vec{AC}) = \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ -3 & -7 \end{vmatrix} = -10 \neq 0$$

Donc les points A ; B et C sont non alignés

1)Soient $I(\frac{7}{2}; \frac{5}{2})$ et $J(3;-1)$ le milieu

respectivement du segments : $[AB]$ et $[BC]$

Et soit (D) la médiatrice de $[AB]$ donc (D) passe par I et \vec{AB} un vecteur normal a (D)

$$M(x; y) \in (D) \Leftrightarrow \vec{IM} \cdot \vec{AB} = 0 \Leftrightarrow (x - \frac{7}{2}) - 3(y - \frac{5}{2}) = 0$$

$$\Leftrightarrow x - 3y + 4 = 0$$

Donc : $(D) : x - 3y + 4 = 0$

Et soit (Δ) la médiatrice de $[BC]$ donc (Δ) passe par J et \vec{BC} un vecteur normal a (Δ)

$$M(x; y) \in (\Delta) \Leftrightarrow \vec{JM} \cdot \vec{BC} = 0 \Leftrightarrow x + 2y - 1 = 0$$

Donc : $(\Delta) : x + 2y - 1 = 0$ (après simplifications)

soit Ω est le Centre du cercle circonscrit du triangle ABC donc le point d'intersection de (Δ) et (D) on va donc résoudre le système :

$$\begin{cases} x - 3y + 4 = 0 \\ x + 2y - 1 = 0 \end{cases}$$

Et la solution de ce système est : $\Omega(-1;1)$ donc

$\Omega(-1;1)$ est le centre du cercle circonscrit du triangle

ABC et le rayon est : $r = A\Omega = \sqrt{(3+1)^2 + (4-1)^2} = 5$

Et l'équation du cercle est : $(x+1)^2 + (y-1)^2 = 25$

$(C) : x^2 + y^2 + 2x - 2y - 23 = 0$

Exercice 3:le plan (P) est rapporté à un repère

$\mathcal{R}(O; \vec{i}; \vec{j})$ orthonormé. (C_m) l'ensemble des points

$M(x; y)$ du plan tel que :

$(C_m) : x^2 + y^2 - 2mx + 2y + 2m = 0$ avec m Paramètre réel

1)déterminer l'ensemble (C_1)

2) a)montrer que $\forall m \in \mathbb{R} - \{1\}$ (C_m) est un cercle dont déterminera le centre Ω_m et de rayon R_m

2) b) déterminer l'ensemble des centres Ω_m lorsque $m \in \mathbb{R} - \{1\}$

2) b) montrer que tous les cercles (C_m) passent par un point fixe I dont déterminera et tracer

$(C_0); (C_2); (C_3)$

3) a) montrer que la droite $(\Delta) : x=1$ est tangente
A toutes les cercles (C_m)

3) b) soit $m > \frac{-3}{2}$ et $m \neq 1$ et le point $A(0;1)$

Vérifier que A est à l'extérieur des cercles (C_m) et
que la droite (AI) n'est pas tangente aux cercles (C_m)

solution : 1) (C_1) ? pour $m=1$ on a :

$$(C_1) : x^2 + y^2 - 2x + 2y + 2 = 0 \Leftrightarrow (x-1)^2 + (y+1)^2 = 0$$

$$\Leftrightarrow x-1=0 \text{ et } y+1=0 \Leftrightarrow x=1 \text{ et } y=-1$$

Donc : (C_1) est le point $E(1;-1)$

2) a) $(C_m) : x^2 + y^2 - 2mx + 2y + 2m = 0 \Leftrightarrow$

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

Donc : (C_m) est un cercle de centre $\Omega_m(m;-1)$ et de
rayon $R_m = |m-1| \quad \forall m \in \mathbb{R} - \{1\}$

2) b) on pose : $x=m$ et $y=-1$ avec $m \in \mathbb{R} - \{1\}$

on a donc : l'ensemble des centres Ω_m lorsque

$m \in \mathbb{R} - \{1\}$ est la droite d'équation : $y=-1$ privé du

Point $E(1;-1)$

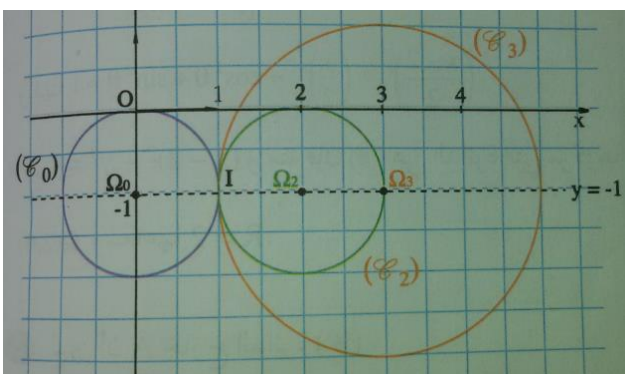
2) b) $I(a;b) \in (C_m) \quad \forall m \in \mathbb{R} - \{1\}$

$$\Leftrightarrow a^2 + b^2 - 2ma + 2b + 2m = 0$$

$$\Leftrightarrow m(2-2a) + a^2 + b^2 + 2b = 0 \quad \forall m \in \mathbb{R} - \{1\}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 2-2a=0 \\ a^2 + b^2 + 2b=0 \end{cases} \Leftrightarrow a=1 \text{ et } b=-1 \text{ Donc : tous les}$$

cercles (C_m) passent par un point fixe $I(1;-1)$



3) a) L'équation de (Δ) est : $x+0y-1=0$

$$\text{Et } d(\Omega_m, (\Delta)) = \frac{|m-1|}{\sqrt{1^2+0^2}} = |m-1| = R_m$$

Donc : la droite (Δ) est tangente à toutes les

cercles (C_m) (on peut montrer que (Δ) coupe en
 (C_m) un point unique)

3) b) on a : $x^2 + y^2 - 2mx + 2y + 2m = 2m + 3$

Et puisque : $m > \frac{-3}{2}$ alors : $x^2 + y^2 - 2mx + 2y + 2m > 0$

donc A est à l'extérieur des cercles (C_m)

$$\text{Montrons que : } d(\Omega_m, (AI)) = \frac{|2m-2|}{\sqrt{5}} = \frac{2}{\sqrt{5}} R_m$$

Donc : (AI) n'est pas tangente aux cercles (C_m)

Car : $\frac{2}{\sqrt{5}} R_m \neq R_m$

Exercice 1 : Déterminer les ensembles :

$$(\Gamma_1) = \{M(x, y) \in (\mathcal{P}) / x^2 + y^2 - 2x + y + 1 = 0\}$$

$$(\Gamma_2) = \{M(x, y) \in (\mathcal{P}) / x^2 + y^2 - x + 2y + 4 = 0\}$$

Exercice 1 :

Soient les points $A(-1,0)$, $B(1,2)$ et $C(5, -2)$

1- Montrer que les points A , B et C ne sont pas alignés

2- Ecrire l'équation du cercle circonscrit au Triangle ABC .

Exercice 2 : Soit l'ensemble :

$$(C_m) = \{M(x, y) \in (\mathcal{P}) / x^2 + y^2 - 2mx + 4my + 4m^2 - 1 = 0\}$$

où m est un réel.

1- Montrer que pour tout m dans \mathbb{R} , l'ensemble (C_m)

est un cercle et déterminer ses éléments.

2- Déterminer l'équation cartésienne du plus petit cercle (C_m) .

3- Déterminer l'ensemble dans lequel varient les centres Ω_m quand m décrit \mathbb{R}

4- a) Déterminer pour quelles valeurs de m le point $A(-1,2)$ appartient-il à (C_m)

b) Soit $M_0(x_0; y_0)$ un point donné dans le plan, existent-ils toujours des réels m

qui vérifient $M_0 \in (C_m)$

5- Déterminer s'il existe l'intersection de tous les cercles (C_m)

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

