# 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 $\mathcal{R}\left(O;\vec{i};\vec{j}\right)$ orthonormé.

## I) EQUATION D'UN CERCLE

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

**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,

$M(x, y) \in C\left(\Omega;r\right) \Leftrightarrow \Omega M = r$

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

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

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

**Solution** : l'équation cartésienne du cercle est :

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

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

### 2) Equation réduite d'un cercle

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

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

$\Leftrightarrow x^2 + y^2 + \alpha x + \beta y + \gamma = 0$ où : $\alpha = -2a$ ; $\beta = -2b$ 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 $\alpha$ , $\beta$ et $\gamma$ sont des réels.

**Propriété2 :** Soit $(C)$ L'ensemble des points $M\left(x;y\right)$ du plan tel que :

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

avec $a$ ; $b$ ; $c$ des réelles

- Si : $a^2+b^2-c \succ 0$

alors $\left(C\right)$ est une cercle de centre $\Omega\left(a;b\right)$ et de rayon $R=\sqrt{a^2+b^2-c}$

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

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

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

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

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

- Si : $a^2+b^2-c \succ 0$ alors $\left(C\right)$ est une cercle de centre $\Omega\left(a;b\right)$ et de rayon $R=\sqrt{a^2+b^2-c}$
- Si : $a^2+b^2-c=0$ alors $\left(C\right)=\left\{\Omega\left(a;b\right)\right\}$
- Si : $a^2+b^2-c \prec 0$ alors $\left(C\right)=\varnothing$

**Exemples :** Déterminer L'ensemble $\left(E\right)$ dans les cas suivants :

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

**2)** $\left(E\right)$: $x^2+y^2-6x+2y+10=0$

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

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

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

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

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

alors $\left(E\right)$ : est une cercle de centre $\Omega(\frac{1}{2};\frac{-3}{2})$ et de rayon $\frac{\sqrt{26}}{2}$

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

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

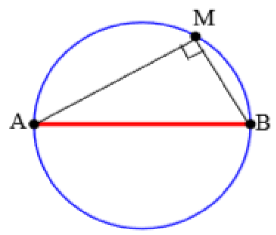
3) $a=2; b=0; c=5$

$a^2+b^2-c=4-5=-1<0$ alors $\left(E\right)=\varnothing$

### 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 $\overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB}=0$ 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 $B(-3;1)$

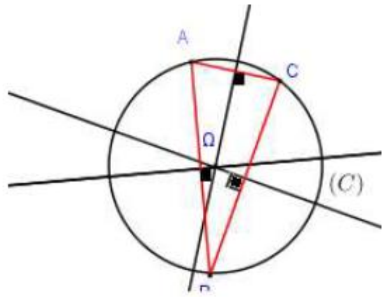
**solution :** $M(x;y)\in(C)\Leftrightarrow \overrightarrow{MA}.\overrightarrow{MB}=0$

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

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

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 $(\mathcal{P})$ est rapporté à un repère $\mathcal{R}(O;\vec{i};\vec{j})$ orthonormé. Soient les points $A(2;3)$ $B(0;1)$; $C(-4;5)$; $E(5;2)$ et $F(2;4)$

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

2)Ecrire l'équation du cercle circonscrit au triangle OEF.

**Solution :** 1)Soient $I(1;2)$ et $J(-1;4)$ le milieu respectivement du segments : $[AB]$ et $[AC]$

Et soit $(\Delta)$ la médiatrice de $[AB]$ donc $(\Delta)$ passe par $I(1;2)$ et $\overrightarrow{AB}$ un vecteur normal a $(\Delta)$

Et on a : $\overrightarrow{AB}(-2;-2)$ donc une équation de $(\Delta)$ 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 $(\Delta')$ la médiatrice de $[AC]$ donc $(\Delta')$ passe par $J(-1;4)$ et $\overrightarrow{AC}$ un vecteur normal a $(\Delta')$ et on a : $\overrightarrow{AC}(-6;2)$ donc une équation de $(\Delta')$ est :

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

On a Ω est le Centre du cercle circonscrit du triangle $ABC$ donc le point d'intersection de $(\Delta)$ et $(\Delta')$ 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 OEF.

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 :

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

Et l'équation du cercle est :

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

## 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 $\Omega$ 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 :

$$(S)\begin{cases} x^2+y^2-2x-4y+\dfrac{11}{4}\prec 0 \\ x^2+y^2+2x-4\succ 0 \end{cases}$$

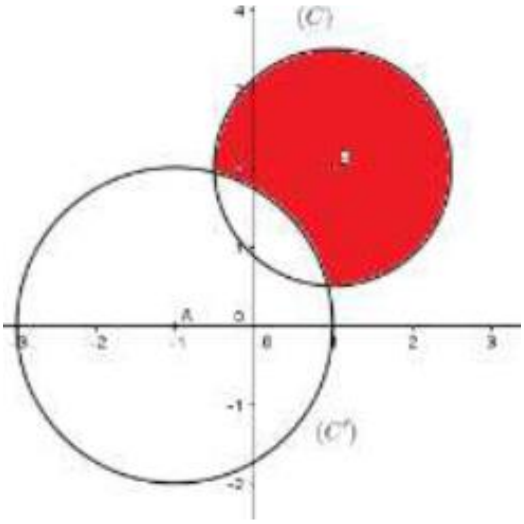
$x^2+y^2-2x-4y+\dfrac{11}{4}=0$

est l'équation du cercle $(\mathcal{C})$

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

$x^2+y^2+2x-4=0$ est l'équation du cercle $(\mathcal{C}')$ de centre $A(-1,0)$ et de rayon $r'=2$.

L'ensemble des points $M$ qui vérifient $(S)$ est l'extérieur de $(\mathcal{C}')$ intersection l'intérieur de $(\mathcal{C})$




**Exercice1 :** résoudre graphiquement le système :

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

Solution :

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

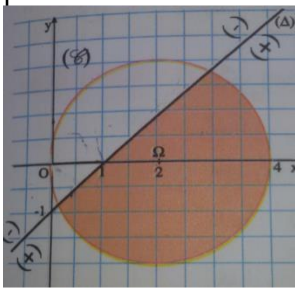
Donc les solutions de cette inéquation c'est les couples $(x;y)$ des points qui se trouvent à l'intérieurs du cercle $(\mathcal{C})$ de centre $\Omega(2;0)$ et de rayon $r=2$

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

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



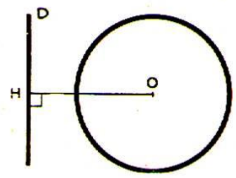

**Exercice2 :**Résoudre graphiquement $(x^2+y^2-4x-6y+9)(2x-y+1)\leq 0$

## *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 $d(O;(D))=OH\succ r$

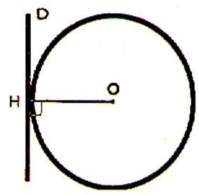



Soit $M$ un point de la droite $(D)$ on a :

$OM \geq OH > r$ donc tout point de la
droite $(D)$ est strictement à
L'extérieure du cercle $(\mathcal{C})$

$(\mathcal{C}) \cap (D) = \emptyset$

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




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

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

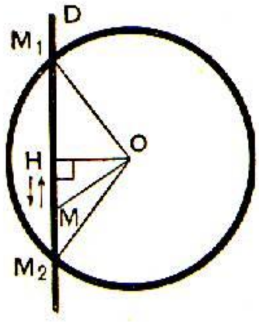
$OM > OH = r$

Donc tout point de la droite $(D)$
différent de $H$ est strictement à
L'extérieure du cercle $(\mathcal{C})$.

$(\mathcal{C}) \cap (D) = \{H\}$ Ont dit que la droite $(D)$ est tangente au cercle $(\mathcal{C})$ en $H$

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

Dans ce cas le cercle $(\mathcal{C})$ et la droite$(D)$ se coupent




en deux points $M_1$ et $M_2$ et $H$ est le milieu du segment $[M_1M_2]$

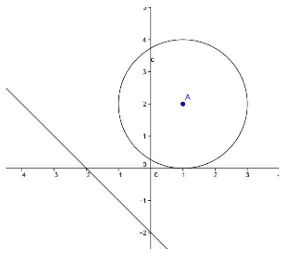
**Exemple1** :Etudier la position du cercle de centre $\Omega(1;2)$ et de rayon $R = 2$ avec la droite d'équation $(D): x+y+2=0$

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 $(\mathcal{C})$

$(\mathcal{C}) \cap (D) = \emptyset$



**Exemple2** :Etudier la position du cercle $(\mathcal{C})$ 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 $(\mathcal{C})$ 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 : $2x^2-2x-3=0 \qquad \Delta=28$

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 $x_2=\frac{1-\sqrt{7}}{2}$

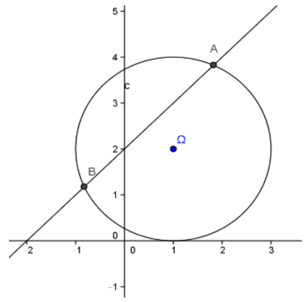
Si : $x_1=\frac{1+\sqrt{7}}{2}$ on remplace dans $x+2=y$

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 $(\mathcal{C})$ 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 $(\mathcal{C})$ en $A$

Déterminons les coordonnées du point d'intersection ou point de tangence ?

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

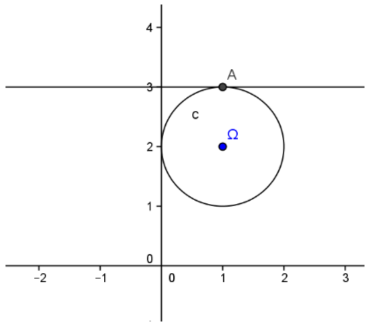
On va résoudre le système suivant :

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

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 $(\mathcal{C})$ s'ils se coupent en un seul point.

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

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

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

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

$M(x;y) \in (T) \Leftrightarrow \overrightarrow{AM}.\overrightarrow{A\Omega}=0$

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

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

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

**exemple :**Soit $(\mathcal{C})$ le cercle d'équation :

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

1)Vérifier que $A(0;1) \in (C)$

2) Ecrire l'équation de la tangente au cercle $(\mathcal{C})$ en $A$.

**Solution :**1)On a : $0^2+1^2-4\times0-2\times1+1=0$

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

2)L'équation de la tangente au cercle $(\mathcal{C})$ en $A$. ??

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

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

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

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

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

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

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

**Application :**Soit $(\mathcal{C})$ 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 $(\mathcal{C})$ en $A$.

### 2.3 Tangente à un cercle $(\mathcal{C})$ passante par un point à l'extérieure de $(\mathcal{C})$

**Exercice :**

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

1- Vérifier que le point $A$ est à l'extérieur de $(\mathcal{C})$

2- a) Déterminer l'équation de la droite $(\delta)$ passante par $A$ et parallèle à l'axe des ordonnées.

b) Vérifier que $(\delta)$ n'est pas tangente à $(\mathcal{C})$.

3- Soit $(\Delta)$ 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 $(\Delta)$ en fonction de $m$ uniquement.

b) Déterminer $m$ pour que $(\Delta)$ soit tangente au cercle $(\mathcal{C})$.

4- Soit $B(4,5)$

a) Montrer que la droite passante par $B$ et parallèle à l'axe des ordonnées est tangente au cercle $(\mathcal{C})$.

b) Soit $(\Delta')$ 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 $(\Delta)$ soit tangente au cercle $(\mathcal{C})$.

### 2.3 Tangente à un cercle et de direction déterminée.

Soit $(\mathcal{C})$ le cercle de centre $\Omega(-1,2)$ et de rayon 3. Déterminer les équations des tangentes à $(\mathcal{C})$ et de vecteur directeur $\vec{u}(-2;1)$.

## 3) Equation paramétrique d'un cercle.

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

Considérons $(\mathcal{C})$ le cercle de centre $\Omega(a, b)$ et de rayon r. On a : $\overrightarrow{OM}=\overrightarrow{O\Omega}+\overrightarrow{\Omega M}$ (1)

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

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

or $\begin{cases} X=r\cos\alpha \\ Y=r\sin\alpha \end{cases}$ 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 :

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

**Exemple2 :** Déterminer l'ensemble$(C)$ des points $M(x;y)$ du plan tel que :

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

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

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

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

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

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 $(\mathcal{P})$ est rapporté à un repère $\mathcal{R}\left(O;\vec{i};\vec{j}\right)$orthonormé. $(C)$ l'ensemble des points $M(x;y)$ du plan tel que : $\begin{cases}x=2+2\cos\theta\\y=2\sin\theta\end{cases}$ avec $(\theta\in\mathbb{R})$

1) montrer que$(C)$ est *le cercle* $(C)$dont on déterminera de centre $\Omega$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 $(\mathcal{C})$ passant par $A$

3) déterminer les équations des deux tangentes au cercle $(\mathcal{C})$ et qui sont parallèles à la droite : $(D)$ : $3x-4y=0$

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

Montrer que $(\Delta)$ coupe le cercle$(C)$ en deux points à déterminer

4)b) déterminer graphiquement l'ensemble des points $M(x;y)$ du plan tel que : $\frac{x^2+y^2}{4}\le x\le y$

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

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

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

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

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 : $(-1-2)^2+(0-0)^2-4=9-4\succ0$ donc $A$ est à l'extérieur du cercle $(C)$

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

Puisque $(T)$est tangente au cercle $(\mathcal{C})$ alors :

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

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

$b=\frac{a\sqrt{5}}{2}$ ou $b=-\frac{a\sqrt{5}}{2}$ et l'équation cartésienne de $(T)$ est : $2x-\sqrt{5}y+2=0$ ou $2x+\sqrt{5}y+2=0$

Par suite les équations des deux tangentes au cercle $(\mathcal{C})$ passant par $A$ sont :

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

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

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

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

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

$\Leftrightarrow\frac{|6+c|}{5}=2\Leftrightarrow|6+c|=10\Leftrightarrow6+c=10$ Ou $6+c=-10$

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

Donc les tangentes au cercle $(\mathcal{C})$ sont :

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

4)a) on va résoudre le système suivant :

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

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

donc : $(\Delta)$ coupe le cercle $(C)$ aux points :

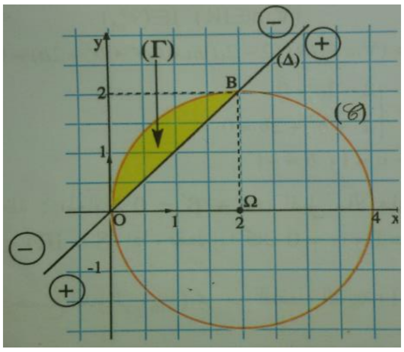
$O(0;0)$ et $B(2;2)$

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

L'inéquation : $(x-2)^2+y^2-4\le 0$ 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 : $x-y\le 0$ détermine l'ensemble des points $M(x;y)$ du plan qui se trouve au-dessus de la droite $(\Delta)$ ou sur la droite $(\Delta)$

Voire la figure ci-dessus :




**Exercice2 :**le plan $(\mathcal{P})$ est rapporté à un repère $\mathcal{R}\left(O;\vec{i};\vec{j}\right)$ 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 : $\overrightarrow{AB}(1;-3)$ et $\overrightarrow{AC}(-1;-7)$

$\det\left(\overrightarrow{AB};\overrightarrow{AC}\right)=\begin{vmatrix}1 & -1\\ -3 & -7\end{vmatrix}=-10\ne 0$

Donc les points $A$ ; $B$ et $C$ sont non alignés

1)Soient $I\left(\frac{7}{2};\frac{5}{2}\right)$ 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 $\overrightarrow{AB}$ un vecteur normal a $(D)$

$M(x;y)\in(D)\Leftrightarrow \overrightarrow{IM}\bullet\overrightarrow{AB}=0\Leftrightarrow\left(x-\frac{7}{2}\right)-3\left(y-\frac{5}{2}\right)=0$

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

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

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

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

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 $(\Delta)$ 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 $(\mathcal{P})$ est rapporté à un repère $\mathcal{R}\left(O;\vec{i};\vec{j}\right)$ 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 $\Omega_m$ et de rayon $R_m$

2) b) déterminer l'ensemble des centres $\Omega_m$ 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 $m\succ\frac{-3}{2}$ et $m\ne 1$ 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 :

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

$\Leftrightarrow x-1=0 \text{ et } y+1=0 \Leftrightarrow x=1$ 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 $m\in\mathbb{R}-\{1\}$

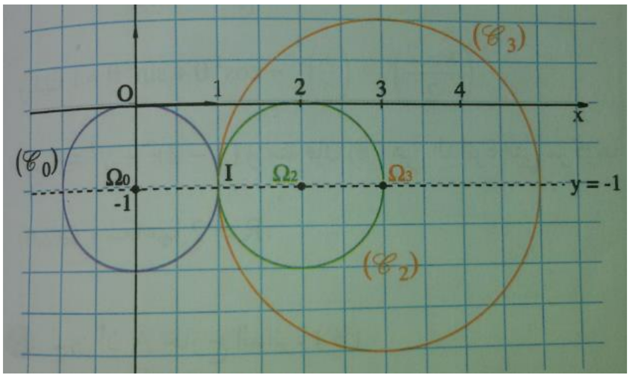
on a donc: l'ensemble des centres $\Omega_m$ lorsque $m\in\mathbb{R}-\{1\}$ est la droite d'équation : $y=-1$ privé du Point $E(1;-1)$

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

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

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

$\Leftrightarrow \begin{cases} 2-2a=0 \\ a^2+b^2+2b=0 \end{cases} \Leftrightarrow a=1$ et $b=-1$ Donc : tous les *cercles* $(C_m)$ passent par un point fixe $I(1;-1)$




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

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

Donc : la droite $(\Delta)$ est tangente a toutes les *cercles* $(C_m)$ (on peut montrer que $(\Delta)$ coupe en $(C_m)$ un point unique)

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

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

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

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

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

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

**Exercice 1 :** Déterminer les ensembles :

$(\Gamma1)=\{M(x,y)\in(\mathcal{P})/x^2+y^2-2x+y+1=0\}$

$(\Gamma2)=\{M(x,y)\in(\mathcal{P})/x^2+y^2-x+2y+4=0\}$

**Exercice1 :**

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 $\Omega_m$ 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**