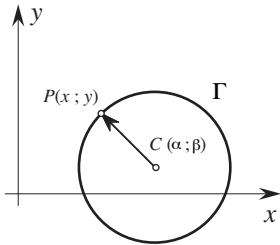


Chapitre 3 : Équation du cercle dans le plan

§ 3.1 Les deux formes d'équations de cercle



- **La forme “centre et rayon”**

Soit Γ un cercle de centre $C(\alpha ; \beta)$ et de rayon R .

$$\begin{aligned} \text{Le point } P(x ; y) \in \Gamma &\Leftrightarrow \|\overline{CP}\| = R \Leftrightarrow \left\| \begin{pmatrix} x - \alpha \\ y - \beta \end{pmatrix} \right\| = R \\ &\Leftrightarrow (x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 = R^2 \end{aligned}$$

Formule : L'équation cartésienne du cercle centré en $C(\alpha ; \beta)$ et de rayon R est donnée par la formule:

$$(x - \alpha)^2 + (y - \beta)^2 = R^2$$

Exemple : $(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$ est l'équation d'un cercle centré en $C(4 ; -1)$ et de rayon 3.

- **La forme développée**

On rencontrera aussi des équations de cercle sous la forme développée : $x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$

Forme centre-rayon :

$$(x - 4)^2 + (y + 1)^2 = 9$$



Forme développée

Forme développée :

$$x^2 + y^2 - 8x + 2y + 8 = 0$$



Forme centre-rayon

Exercice 3.1: Les équations suivantes sont-elles des équations développées de cercle ? Si oui, préciser le centre et le rayon

- a) $x^2 + y^2 - 2x + 4y = 20$ b) $x^2 + y^2 - 2x + 4y + 14 = 0$
 c) $x^2 + y^2 + 4x - 2y + 5 = 0$ d) $x^2 + y^2 + x = 0$

Exercice 3.2: Déterminer l'équation du cercle défini par les conditions suivantes:

- a) le centre est $C(2 ; -3)$ et le rayon vaut 7 ;
 b) le cercle passe par l'origine et son centre est $C(6 ; -8)$;
 c) $[AB]$ est un diamètre du cercle où $A(3 ; 2)$ $B(-1 ; 6)$;
 d) le centre du cercle est $C(1 ; -1)$ et le cercle est tangent à $(d) : 5x + 9 = 12y$;
 e) le cercle passe par $A(3 ; 1)$ et $B(-1 ; 3)$ et est centré sur $(d) : 3x = y + 2$;
 f) le cercle est tangent à $(d) : x + y = 4$ en $T(1 ; 3)$ et est centré sur Ox ;
 g) le cercle passe par $A(-1 ; 5)$ $B(-2 ; -2)$ $C(5 ; 5)$.

Exercice 3.3: Déterminer les équations des cercles qui ont leur centre sur la droite $4x - 5y = 3$ et qui sont tangents aux deux droites :

$$2x = 3y + 10 \text{ et } 2y = 3x + 5.$$

Exercice 3.4: Déterminer les équations des cercles de rayon $\sqrt{5}$ qui sont tangents à la droite $x - 2y = 1$ au point $T(3 ; ?)$.

Exercice 3.5: Déterminer l'équation du cercle qui, ayant son centre sur la droite $2x + y = 0$, est tangent aux droites :

$$3y = 4x + 10 \text{ et } 4x = 3y + 30.$$

Exercice 3.6: Déterminer les équations des cercles tangents aux droites

$$y = 7x - 5 \text{ et } x + y + 13 = 0,$$

l'un des points de contact étant $T(1 ; 2)$.

Exercice 3.7: Déterminer les équations des cercles tangents aux trois droites :

$$3y = 4x - 10 ; 3x = 4y + 5 \text{ et } 3x - 4y = 15.$$

Exercice 3.8: On propose dans cet exercice une autre méthode pour déterminer l'équation d'un cercle passant par trois points

$$A(1 ; 1) \quad B(1 ; -1) \text{ et } C(2 ; 0).$$

Poser que l'équation du cercle est de la forme :

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

et former un système de 3 équations à 3 inconnues.

Exercice 3.9: Soit les points $A(3 ; 3)$ et $B(5 ; 3)$. Déterminer l'ensemble E de tous les points $P(x ; y)$ du plan vérifiant $\overline{AP} \cdot \overline{BP} = 8$. Représenter la situation sur une figure d'étude.

§ 3.2 Intersections et position relative:

Exemple : • Combien y a-t-il de points d'intersection entre Γ et d si:

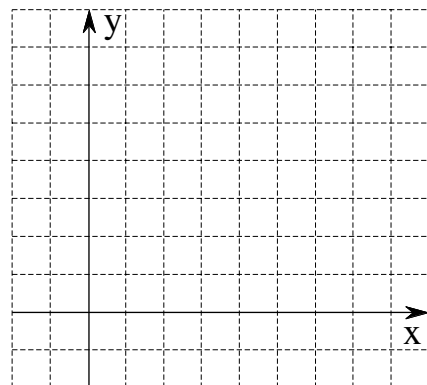
$$(\Gamma) : x^2 + (y + 2)^2 = 25 \quad \text{et} \quad (d) : x - 2y + 1 = 0.$$

- Quelles sont les coordonnées de ces points d'intersection ?

Exemple : • Calculer les points d'intersection entre les cercles Γ et Γ' si :

$$(\Gamma) : (x - 1)^2 + y^2 = 4 \quad \text{et} \quad (\Gamma') : (x - 5)^2 + (y - 4)^2 = 20$$

Représenter approximativement la situation :



§ 3.3 Tangentes à un cercle:

Remarque initiale : On sera souvent confronté au problème suivant:
Mener par un point P une tangente à un cercle Γ .

- Ce problème admet deux solutions si
- Ce problème admet une solution si
- Aucune solution si

Pour savoir dans quel cas on se trouve, on compare le rayon du cercle Γ et la distance entre le point P et le centre du cercle.

- **Problème 1** Trouver la tangente à un cercle Γ par un point T du cercle.

Résoudre ce problème si $(\Gamma) : (x - 1)^2 + (y + 3)^2 = 2$ et $T(2 ; -2)$

1^{ère} démarche (analytique):

2^{ème} démarche (vectorielle):

Exercice 3.20: Après avoir vérifié que le point T est sur le cercle Γ , déterminer les équations des tangentes à Γ au point T dans les cas suivants:

- *1^{ère} démarche (analytique):*
 - a) $T(-1 ; 2)$ $(\Gamma) : x^2 + y^2 = 5$
 - b) $T(-5 ; 7)$ $(\Gamma) : (x + 2)^2 + (y - 3)^2 = 25$
- *2^{ème} démarche (vectorielle):*
 - c) $T(0 ; 0)$ $(\Gamma) : x^2 + y^2 = 3x - 7y$
 - d) $T(-1 ; 2)$ $(\Gamma) : x^2 + y^2 - 2x + 6y = 19$
- *démarche libre:*
 - e) $T(2 ; 3)$ $(\Gamma) : 2x^2 + 2y^2 = x + 4y + 12$

- **Problème 2** Trouver les tangentes à un cercle Γ ayant une direction connue.

Trouver les tangentes à $(\Gamma) : (x + 1)^2 + y^2 = 4$ qui sont parallèles à $(d) : 3x + 4y = 2$

Exercice 3.21:

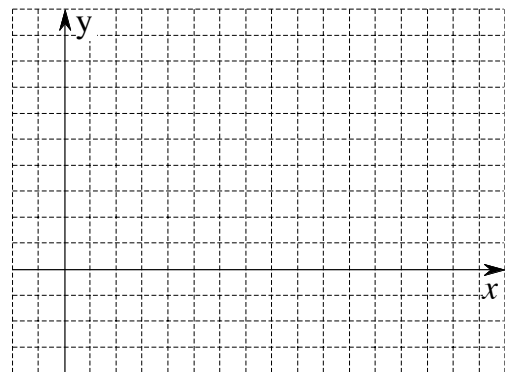
a) Déterminer les équations des tangentes au cercle

$$x^2 + y^2 + 10x = 2y - 6,$$

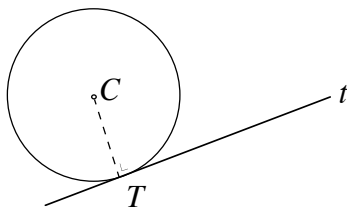
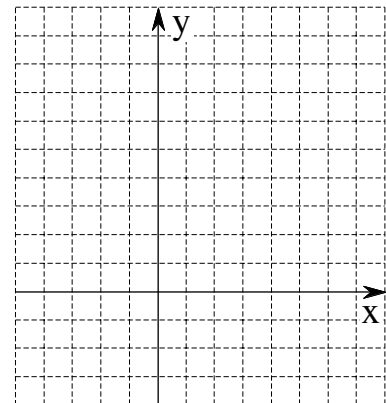
de direction parallèle à la droite $2x + y = 7$.

b) Déterminer les équations des tangentes au cercle

$$x^2 + y^2 - 2x + 4y = 0,$$

de direction perpendiculaire à la droite $x = 2y + 345$.**Exercice 3.22:**On donne une droite (g) : $3x + 4y - 34 = 0$ et un cercle
 $(\Gamma) : (x + 1)^2 + (y - 3)^2 = 25$. Vérifier que g est tangent à Γ et trouver les équations des 3 droites formant avec g un carré circonscrit à Γ .
• **Problème 3**Trouver les tangentes à un cercle Γ issues d'un point extérieur P .Résoudre ce problème si $(\Gamma) : (x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 25$ et $P(16 ; -3)$ 

Résoudre ce problème si $(\Gamma) : (x - 1)^2 + (y - 2)^2 = 25$ et $P(-4 ; 9)$



Remarque finale : Si l'on veut calculer les coordonnées des points de tangence connaissant les équations du cercle et des 2 tangentes, la méthode la plus rapide consiste à utiliser la perpendiculaire à la tangente, passant par le centre du cercle.

Exercice 3.23: Déterminer les équations des tangentes au cercle $x^2 + y^2 = 5$ issues du point $A(5/3 ; -5/3)$.

Exercice 3.24: Déterminer les équations des tangentes au cercle $x^2 + y^2 = 19 - 2x$ issues du point $A(1 ; 6)$.
Calculer les coordonnées des points de tangence.

Exercice 3.25: Déterminer les équations des tangentes au cercle $x^2 + y^2 - 2x + 4y = 20$ issues du point $A(6 ; 5)$.

Exercice 3.26: Prouver que les cercles d'équation $x^2 + y^2 = 49$ et $x^2 + y^2 - 6x - 8y + 21 = 0$ sont tangents en un point A à déterminer. Sont-ils tangents intérieurement ou extérieurement ?

Exercice 3.27: Calculer le sommet C du triangle ABC connaissant $A(-15 ; -5)$, $B(1 ; 7)$ et sachant que l'origine est le centre du cercle inscrit au triangle ABC .

Chapitre 3: Solutions des exercices

Exercice 3.1: a) $C(1; -2)$ $R = 5$

b) ce n'est pas un cercle

c) $C(-2; 1)$ $R = 0 \Rightarrow$ cercle = point

d) $C(-1/2; 0)$ $R = 1/2$

Exercice 3.2: a) $(x-2)^2 + (y+3)^2 = 49$

c) $(x-1)^2 + (y-4)^2 = 8$

e) $(x-2)^2 + (y-4)^2 = 10$

g) $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 25$

b) $(x-6)^2 + (y+8)^2 = 100$

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

f) $(x+2)^2 + y^2 = 18$

Exercice 3.3: $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 81/13$ et $(x+8)^2 + (y+7)^2 = 25/13$

Exercice 3.4: $(x-4)^2 + (y+1)^2 = 5$ et $(x-2)^2 + (y-3)^2 = 5$

Exercice 3.5: $(x-1)^2 + (y+2)^2 = 16$

Exercice 3.6: $(x+6)^2 + (y-3)^2 = 50$ et $(x-29)^2 + (y+2)^2 = 800$

Exercice 3.7: $(x+10/7)^2 + (y+25/7)^2 = 1$ et $(x-30/7)^2 + (y-5/7)^2 = 1$

Exercice 3.8: $x^2 + y^2 - 2x = 0$

Exercice 3.9: $\overline{AP} \cdot \overline{BP} = 8 \Leftrightarrow (x-3)(x-5) + (y-3)^2 = 8 \Leftrightarrow (x-4)^2 + (y-3)^2 = 9$

E est l'ensemble des points situés sur le cercle centré en $(4; 3)$ et de rayon 3.

Exercice 3.10: extérieur / 17

Exercice 3.11: a) coupe b) tangente c) extérieure

Exercice 3.12: a) $(0; -5)$ et $(4; 3)$ b) $(5; -1)$

Exercice 3.13: 10

Exercice 3.14: $2x - 5y = -19$

Exercice 3.15: $(-12; 0)$ $(-3; 0)$ $(0; 6)$

Exercice 3.16: $(x-1)^2 + (y-5)^2 = 25$ ou $(x+7)^2 + (y-13)^2 = 169$

Exercice 3.17: $x^2 + y^2 = 50$ ou $(x+10)^2 + (y+30)^2 = 1250$

Exercice 3.18: $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 5$ ou $(x-22/5)^2 + (y+31/5)^2 = 289/5$

Exercice 3.19: $(x-2)^2 + (y-1)^2 = 25$ ou $(x+202/49)^2 + (y-349/49)^2 = (185/49)^2$

Exercice 3.20: a) $x - 2y + 5 = 0$ b) $3x - 4y + 43 = 0$ c) $3x - 7y = 0$

d) $2x - 5y + 12 = 0$ e) $7x + 8y - 38 = 0$

Exercice 3.21: a) $2x + y - 1 = 0$ et $2x + y + 19 = 0$

b) $2x + y = 5$ et $2x + y = -5$

Exercice 3.22: $3x + 4y + 16 = 0$ $4x - 3y + 38 = 0$ $4x - 3y - 12 = 0$

Exercice 3.23: $x - 2y - 5 = 0$ $2x - y - 5 = 0$

Exercice 3.24: $2x + y - 8 = 0$ $x - 2y + 11 = 0$ $T_1(3; 2)$ $T_2(-3; 4)$

Exercice 3.25: $x = 6$ et $12x - 35y + 103 = 0$

Exercice 3.26: $A(21/5; 28/5)$

Exercice 3.27: $C(10; -5)$