Chapitre IV – Les fonctions trigonométriques

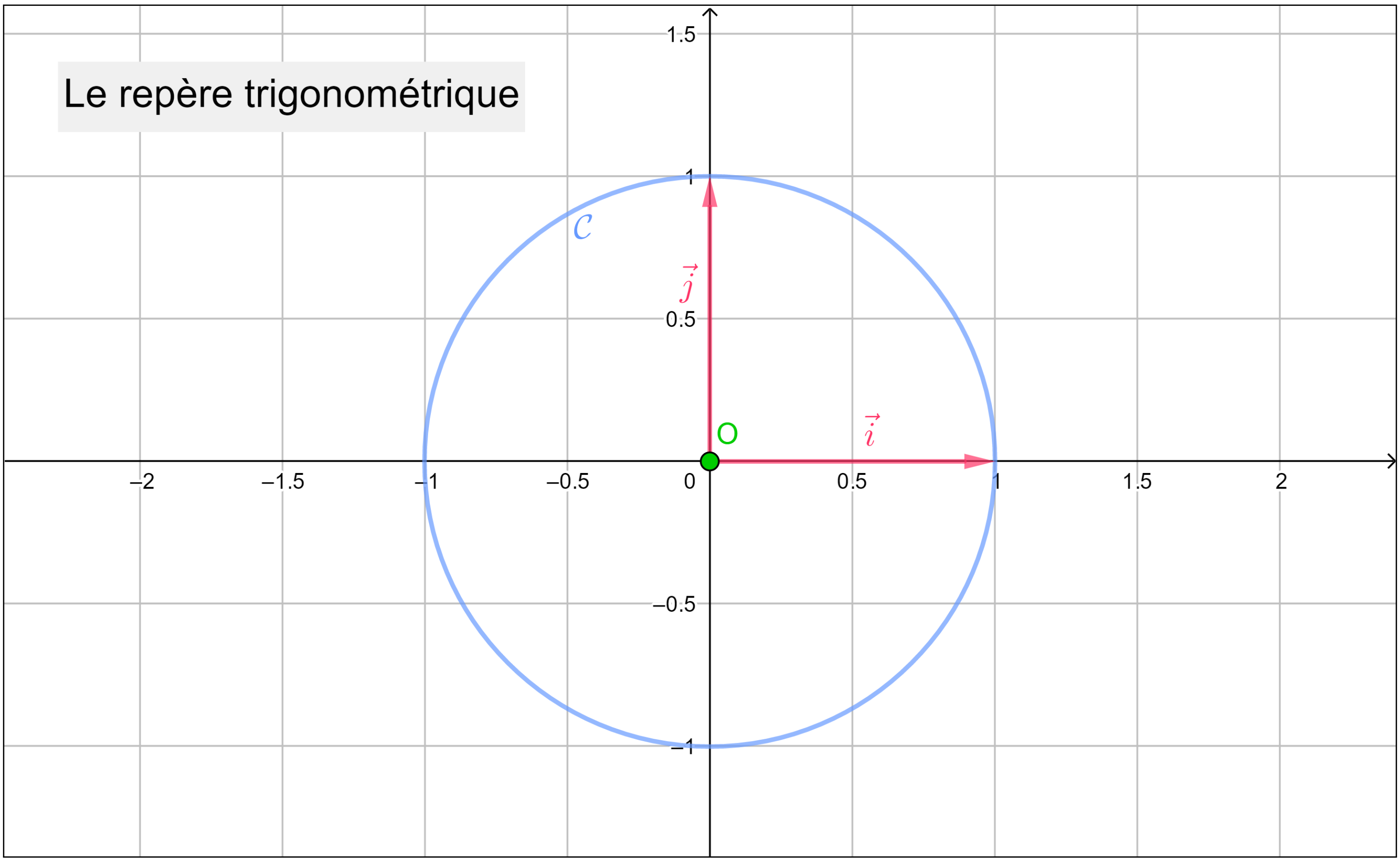
Bacomathiques — https://bacomathiqu.es

TABLE DES MATIÈRES

I - Sinus et cosinus

1. Définition

Dans tout le cours, le plan sera muni d'un repère orthonormé $(O, \vec{i}; \vec{j})$. Il sera également muni d'un cercle $\mathscr{C}$ appelé **cercle trigonométrique** de centre O et de rayon 1 orienté dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (c'est le **sens direct**) :



À RETENIR

Cosinus et sinus

Soit M un point quelconque situé sur le cercle $\mathscr{C}$ faisant un angle x avec l'axe des abscisses. Les coordonnées de M sont :

— L'abscisse de M appelée **cosinus** est notée $\cos(x)$.
— L'ordonnée de M appelée **sinus** est notée $\sin(x)$.
— Pour tout $x \in \mathbb{R}$, on a $-1 \leq \cos(x) \leq 1$ et $-1 \leq \sin(x) \leq 1$.

2. Périodicité

Les fonctions sinus et cosinus sont périodiques de période 2π.

À RETENIR

Périodicité

Ainsi pour tout x réel et k entier relatif :
- $\cos(x) = \cos(x + 2k\pi)$
- $\sin(x) = \sin(x + 2k\pi)$

À LIRE

Concrètement, cela signifie que $\cos(x) = \cos(x + 2\pi) = \cos(x + 4\pi) = \cdots = \cos(x + 2k\pi)$ et idem pour $\sin(x)$.

3. Formules de trigonométrie

À RETENIR

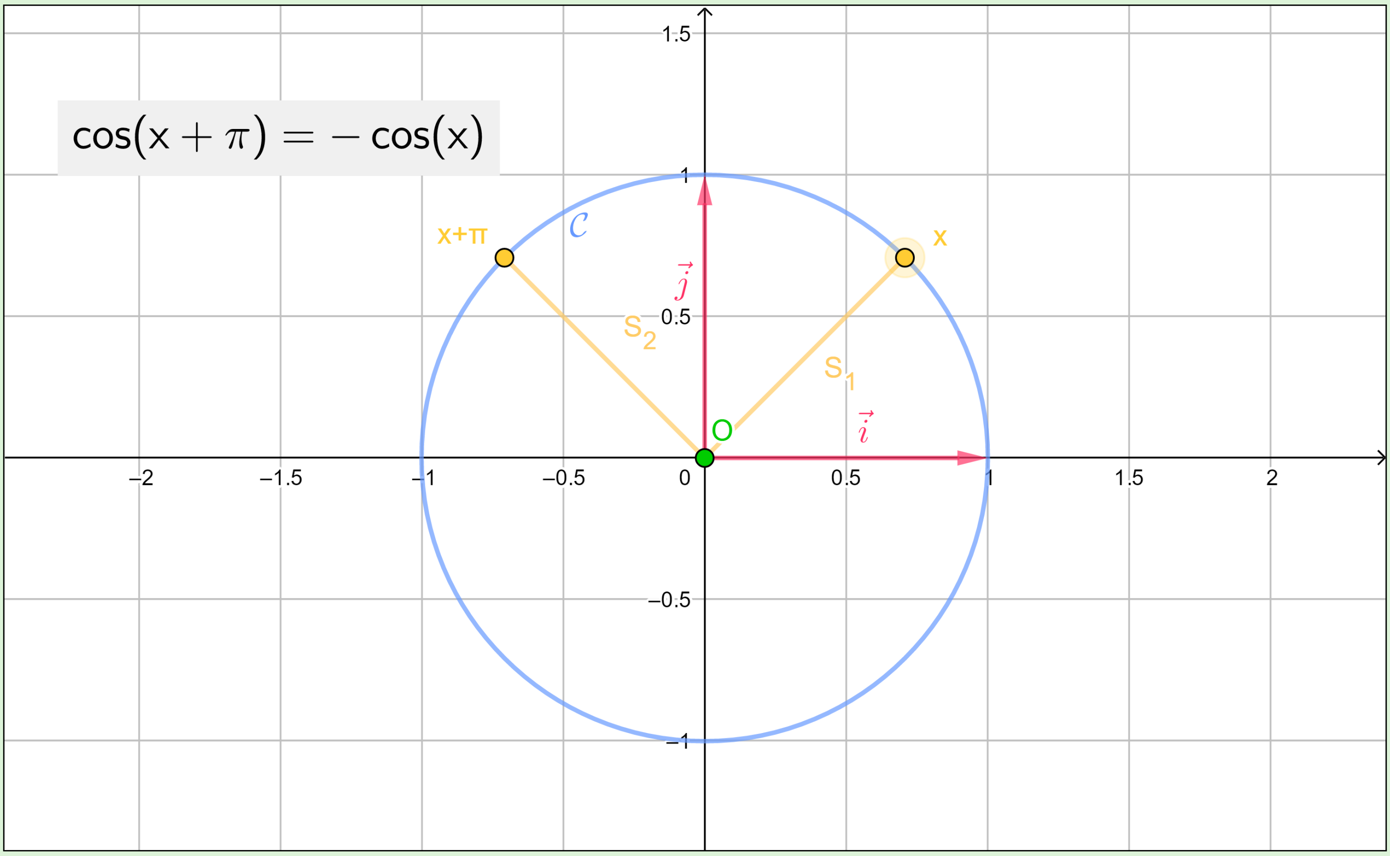
Formules

On a les relations suivantes pour tout $x \in \mathbb{R}$:
- $\cos(-x) = \cos(x)$ (la fonction cosinus est **paire**)
- $\sin(-x) = -\sin(x)$ (la fonction sinus est **impaire**)
- $\cos(\pi + x) = -\cos(x)$
- $\sin(\pi + x) = -\sin(x)$
- $\cos(\pi - x) = -\cos(x)$
- $\sin(\pi - x) = \sin(x)$
- $\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$
- $\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$
- $\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$
- $\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$
- $\cos(x + y) = \cos(x) \times \cos(y) - \sin(x) \times \sin(y)$
- $\sin(x + y) = \sin(x) \times \cos(y) + \cos(x) \times \sin(y)$
- $\cos(x)^2 + \sin(x)^2 = 1$

À LIRE

Retrouver les formules

Il n'est aucunement demandé de mémoriser ces formules (sauf les trois dernières). Cependant, il doit être possible de les retrouver à l'aide du cercle trigonométrique. Ainsi, prenons l'exemple de $\cos(x+\pi)$:



On remarque que l'ordonnée reste la même (le sinus est le même). Cependant, on a bien une abscisse opposée. On a retrouvé la formule $\cos(x+\pi) = -\cos(x)$.

4. Résolution d'équations

Il est possible de résoudre des équations incluant des sinus et des cosinus.

À RETENIR

Résolution d'équations

Soient x et y deux réels. On a les relations suivantes :

— $\cos(x) = \cos(y) \iff$ il existe $k \in \mathbb{Z}$ tel que $\begin{cases} y = x + 2k\pi \\ \text{ou} \\ y = -x + 2k\pi \end{cases}$

— $\sin(x) = \sin(y) \iff$ il existe $k \in \mathbb{Z}$ tel que $\begin{cases} y = x + 2k\pi \\ \text{ou} \\ y = \pi - x + 2k\pi \end{cases}$

Comme précédemment, ces formules peuvent se retrouver à l'aide du cercle trigonométrique.

5. Fonctions réciproques

À RETENIR

Définition

Soient x et $y \in \mathbb{R}$, on admettra qu'il existe une **fonction réciproque** à cos (notée arccos) et une **fonction réciproque** à sin (notée arcsin). On a les relations suivantes pour tout $x \in [0;2\pi]$ et $y \in [-1;1]$:

— $\cos(x) = y \iff x = \arccos(y)$

— $\sin(x) = y \iff x = \sin(y)$

Cela signifie qu'à tout $x \in [0;2\pi]$, la fonction arccos y associe son **antécédent** y par rapport à cos (pareil pour arcsin avec sin).

À LIRE

Exemple

$\cos(0) = 1$, $\arccos(1) = 0$ et $\sin(\frac{\pi}{2}) = 1$, $\arcsin(1) = \frac{\pi}{2}$.

Ces fonctions (accessibles depuis la calculatrice) peuvent également être utilisées pour résoudre certains types d'équations.

II - Étude des fonctions trigonométriques

1. Dérivée

À RETENIR

Dérivée d'une composée

Soit une fonction u dérivable sur un intervalle I, on a pour tout x appartenant à cet intervalle :

— $\cos'(u(x)) = -u'(x)\sin(u(x))$

— $\sin'(u(x)) = u'(x)\cos(u(x))$

À RETENIR

Dérivée

Ainsi, si pour tout $x \in I$ on a $u(x) = x$, on trouve :

— $\cos'(x) = -\sin(x)$

— $\sin'(x) = \cos(x)$

2. Signe et variations

L'étude du signe des dérivées des fonctions trigonométriques permet d'obtenir les variations de celles-ci. Nous allons donc voir le signe et les variations de ces fonctions.

À RETENIR

Signe et variation de la fonction cosinus

x	$-\pi$		0		π
$x \mapsto \cos'(x)$	0	$+$	0	$-$	0
$x \mapsto \cos(x)$	-1	$\nearrow$	1	$\searrow$	-1

Veuillez noter que ce tableau est périodique de période 2π.

À RETENIR

Signe et variation de la fonction sinus

x	$-\pi$		$-\frac{\pi}{2}$		$\frac{\pi}{2}$		π
$x \mapsto \sin'(x)$		$-$	0	$+$	0	$-$	
$x \mapsto \sin(x)$	0	$\searrow$	-1	$\nearrow$	1	$\searrow$	0

Ce tableau est également périodique de période 2π.

3. Limite

Les fonctions trigonométriques ont pour particularité de **ne pas admettre de limite** en $\pm\infty$. Ceci provenant du fait que ces fonctions sont périodiques et que leur valeur oscille entre -1 et 1.

4. Valeurs remarquables

À RETENIR

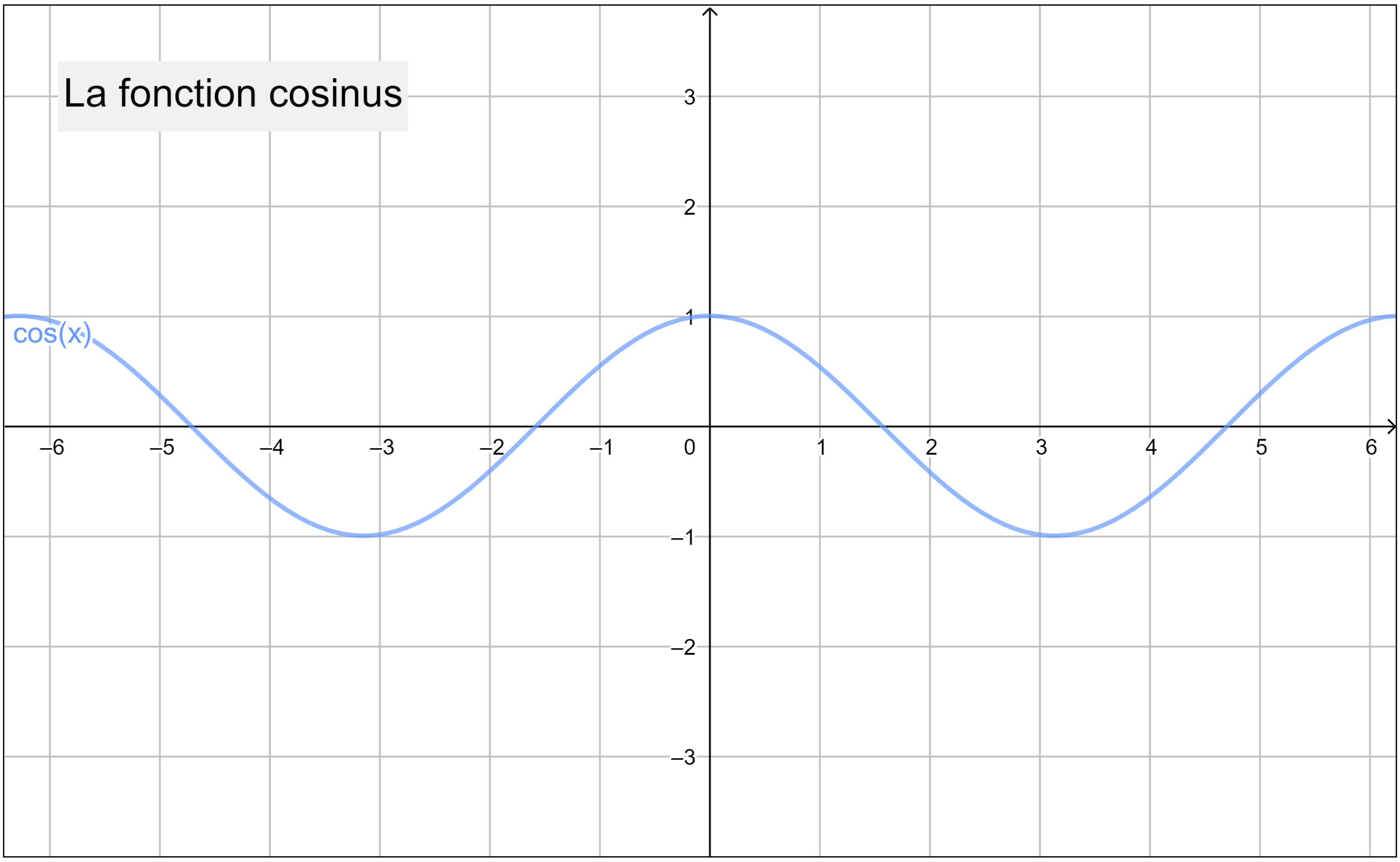
Valeurs remarquables

Voici un tableau regroupant quelques valeurs remarquables de sinus et de cosinus :

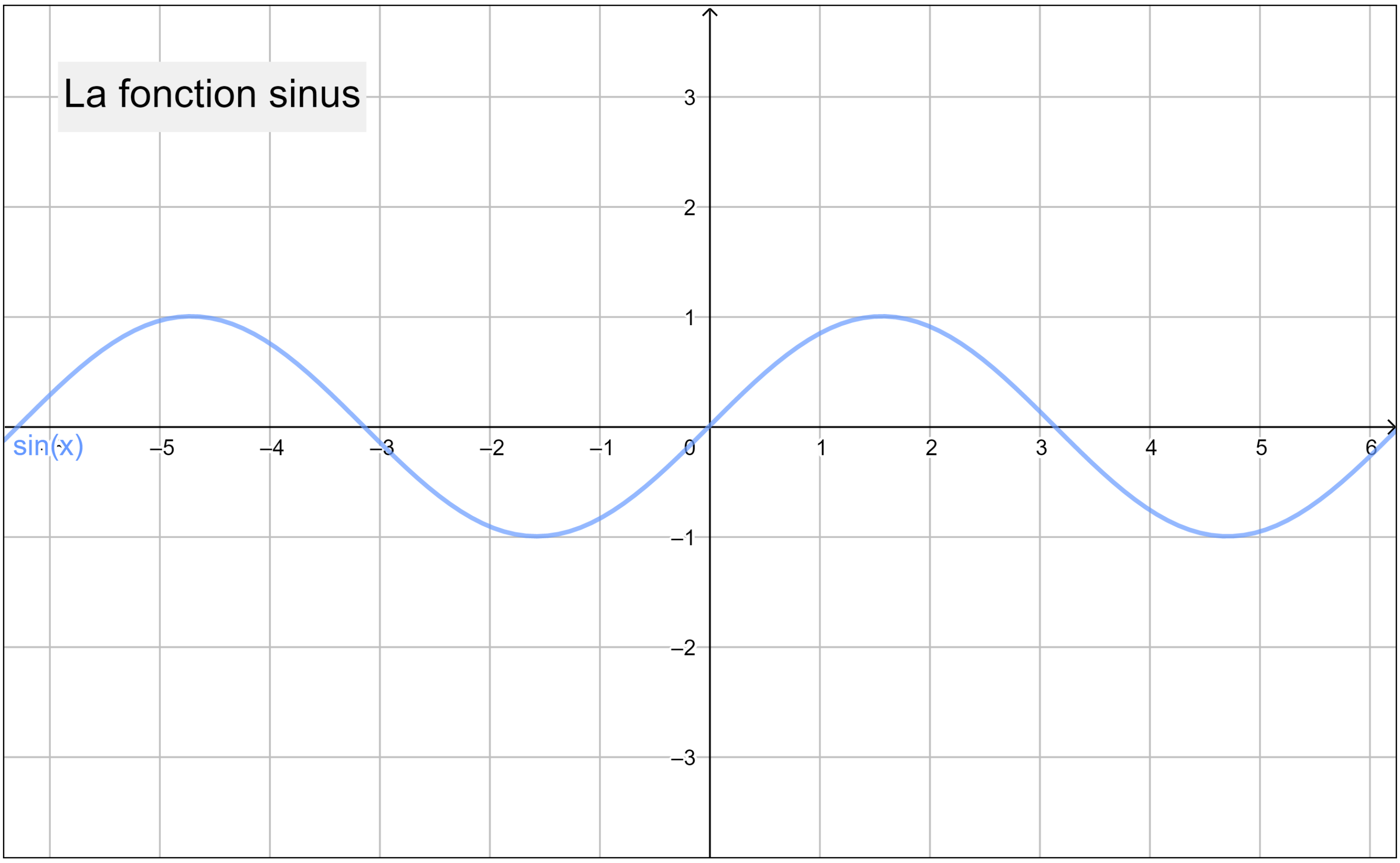
Valeur de x **(à** $2k\pi$ **près,** $k \in \mathbb{Z}$**)**	**Valeur de** $\cos(x)$	**Valeur de** $\sin(x)$
0	1	0
$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\frac{\pi}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\frac{\pi}{2}$	0	1
$\frac{2\pi}{3}$	$-\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$
$\frac{3\pi}{4}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$
$\frac{5\pi}{6}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$
π	-1	0

5. Représentation graphique

À l'aide de toutes les informations et valeurs données précédemment, il est possible d'établir une représentation graphique de la fonction cosinus :



De même pour la fonction sinus :



On remarque sur ces graphiques plusieurs propriétés données : parité, signe, périodicité, etc.