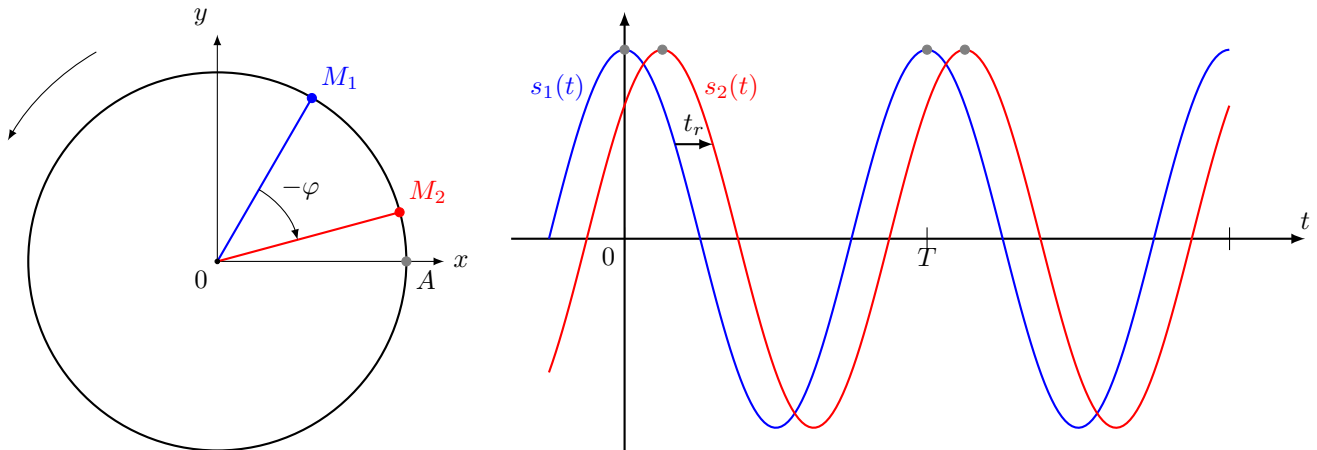


## Déphasage entre deux signaux

Rappel : un signal sinusoïdal  $x(t) = x_m \cos(\omega t + \varphi)$  peut être associé au mouvement du projeté orthogonal sur l'axe  $Ox$  d'un point  $M$  décrivant un mouvement circulaire uniforme, de rayon  $x_m$  et de vitesse angulaire  $\omega$ , tel que  $\widehat{Ox, \vec{OM}} = \varphi$  à  $t = 0$ . La projection sur  $Oy$  donne  $x_m \sin(\omega t + \varphi)$ .

### Retard de phase

$$\begin{cases} s_1(t) = a \cos \omega t \\ s_2(t) = a \cos(\omega t - \varphi) \end{cases} \quad \text{avec } \varphi \in [0, \pi]. \text{ On dit que } s_2 \text{ est en } \mathbf{retard de phase} \text{ de } \varphi \text{ par rapport à } s_1.$$



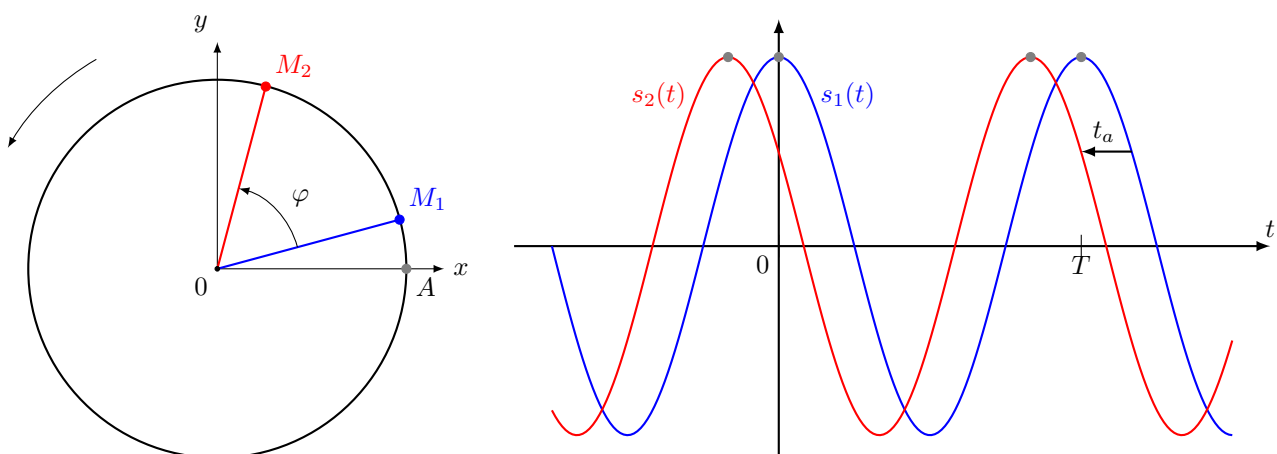
Le maximum d'un signal correspond au passage en  $A$  du point  $M$ . Le point  $M_2$  passe en  $A$  avec un retard  $t_r = \frac{\varphi}{\omega}$  par rapport à  $M_1$  : le signal  $s_2$  est donc décalé vers la droite d'un temps  $t_r$  tel que  $\omega t_r = \varphi$ , soit  $\frac{2\pi}{T} t_r = \varphi$ . On a la relation de proportionnalité

$$\frac{t_r}{T} = \frac{\varphi}{2\pi}$$

Remarque : si on calcule  $\varphi$  en degré, on écrira  $\frac{t_r}{T} = \frac{\varphi(^{\circ})}{360}$ .

### Avance de phase

$$\begin{cases} s_1(t) = a \cos \omega t \\ s_2(t) = a \cos(\omega t + \varphi) \end{cases} \quad \text{avec } \varphi \in [0, \pi]. \text{ On dit que } s_2 \text{ est en } \mathbf{avance de phase} \text{ de } \varphi \text{ par rapport à } s_1.$$



Le point  $M_2$  passe en  $A$  avec une avance  $t_a = \frac{\varphi}{\omega}$  : le signal  $s_2$  est donc décalé vers la gauche d'un temps  $t_a$  tel que  $\omega t_a = \varphi$ . On a la relation de proportionnalité

$$\frac{t_a}{T} = \frac{\varphi}{2\pi}$$

Remarque : si on calcule  $\varphi$  en degré, on écrira  $\frac{t_a}{T} = \frac{\varphi(^{\circ})}{360}$ .

### Mesure d'un déphasage

Soit  $s_1(t) = a \cos \omega t$  le signal de référence.

Si le signal est décalé vers la droite d'une durée  $t_r \leq T/2$  alors  $s_2$  est en retard de phase par rapport à  $s_1$  et

$$s_2(t) = a \cos(\omega t - 2\pi \frac{t_r}{T})$$

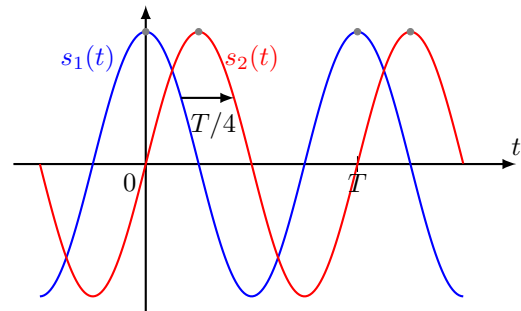
Si le signal est décalé vers la gauche d'une durée  $t_a \leq T/2$  alors  $s_2$  est en avance de phase par rapport à  $s_1$  et

$$s_2(t) = a \cos(\omega t + 2\pi \frac{t_a}{T})$$

### Quelques cas particuliers

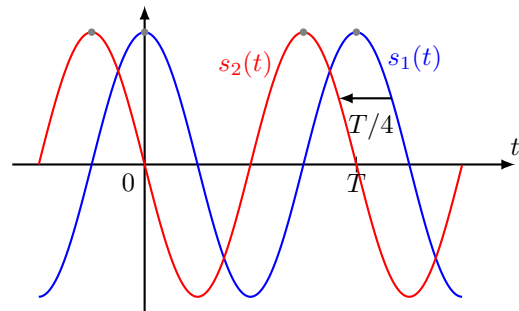
$$\begin{cases} s_1(t) = a \cos \omega t \\ s_2(t) = a \cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

$s_2$  est en quadrature de phase retard par rapport à  $s_1$ .



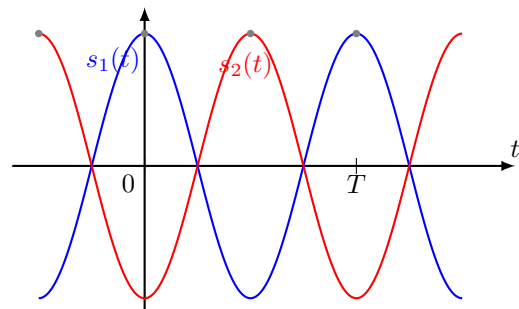
$$\begin{cases} s_1(t) = a \cos \omega t \\ s_2(t) = a \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

$s_2$  est en quadrature de phase avance par rapport à  $s_1$ .



$$\begin{cases} s_1(t) = a \cos \omega t \\ s_2(t) = a \cos(\omega t \pm \pi) = -s_1(t) \end{cases}$$

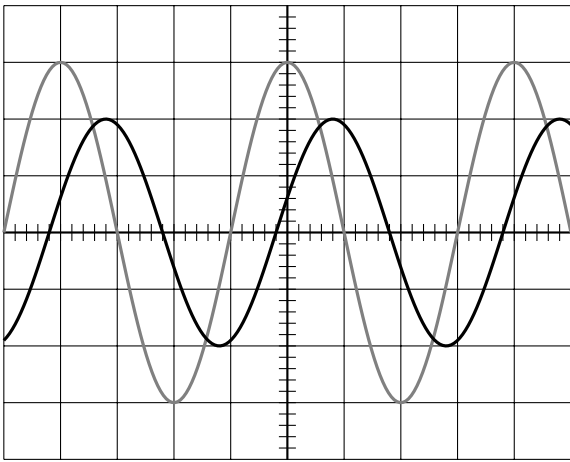
Les deux signaux sont en opposition de phase.



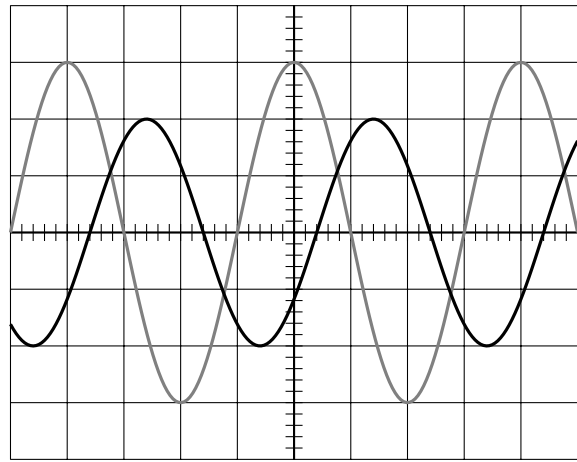
### Application

Soit  $s_1(t) = a \cos \omega t$  le signal de référence indiqué en gris sur les schémas ci-dessous.

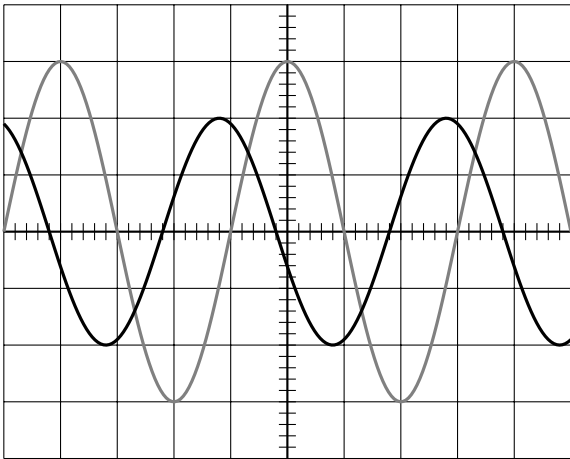
Exprimer dans chaque cas le déphasage du signal  $s_2(t)$  (en noir) par rapport à  $s_1(t)$  en précisant s'il s'agit d'un retard ou d'une avance de phase.



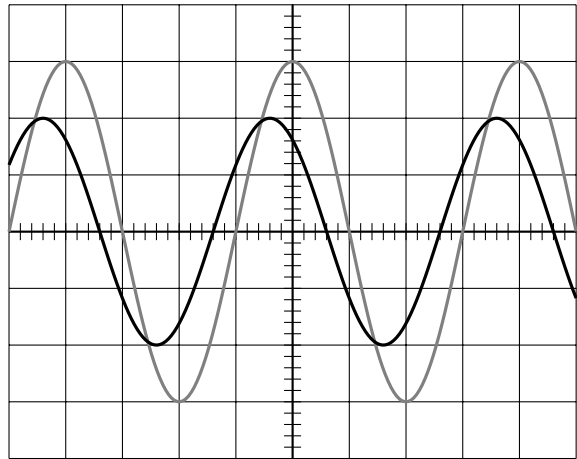
a.



b.



c.



d.