

www.freemaths.fr

# Spé Maths

## Terminale

« exp » : Études de fonctions



# ÉNONCÉ DE L'EXERCICE

# FONCTION

Dans cet exercice, on munit le plan d'un repère orthonormé.

On a représenté ci-dessous la courbe d'équation :

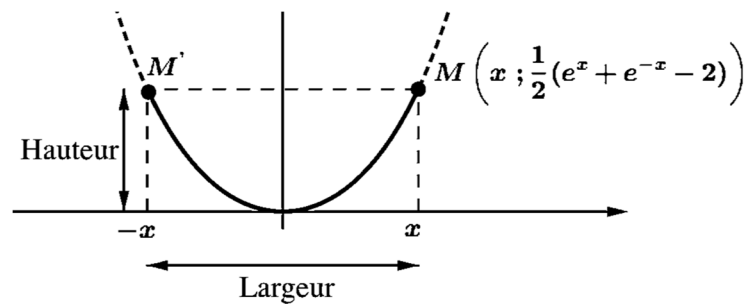
$$y = \frac{1}{2}(e^x + e^{-x} - 2).$$

Cette courbe est appelée une « chaînette ».

On s'intéresse ici aux « arcs de chaînette » délimités par deux points de cette courbe symétriques par rapport à l'axe des ordonnées.

Un tel arc est représenté sur le graphique ci-dessous en trait plein.

On définit la « largeur » et la « hauteur » de l'arc de chaînette délimité par les points  $M$  et  $M'$  comme indiqué sur le graphique.



Le but de l'exercice est d'étudier les positions possibles sur la courbe du point  $M$  d'abscisse  $x$  strictement positive afin que la largeur de l'arc de chaînette soit égale à sa hauteur.

1. Justifier que le problème étudié se ramène à la recherche des solutions strictement positives de l'équation (E) :  $e^x + e^{-x} - 4x - 2 = 0$ .

2. On note  $f$  la fonction définie sur l'intervalle  $[0 ; +\infty[$  par :

$$f(x) = e^x + e^{-x} - 4x - 2.$$

a. Vérifier que pour tout  $x > 0$ ,  $f(x) = x\left(\frac{e^x}{x} - 4\right) + e^{-x} - 2$ .

b. Déterminer  $\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x)$ .

3. a. On note  $f'$  la fonction dérivée de la fonction  $f$ . Calculer  $f'(x)$ , où  $x$  appartient à l'intervalle  $[0 ; +\infty[$ .

b. Montrer que l'équation  $f'(x) = 0$  équivaut à l'équation :  $(e^x)^2 - 4e^x - 1 = 0$ .

c. En posant  $X = e^x$ , montrer que l'équation  $f'(x) = 0$  admet pour unique solution réelle le nombre  $\ln(2 + \sqrt{5})$ .

4. On donne ci-dessous le tableau de signes de la fonction dérivée  $f'$  de  $f$  :

$x$	0	$\ln(2 + \sqrt{5})$	$+\infty$
$f'(x)$	-	0	+

a. Dresser le tableau de variations de la fonction  $f$ .

b. Démontrer que l'équation  $f(x) = 0$  admet une unique solution strictement positive que l'on notera  $\alpha$ .

5. On considère l'algorithme suivant où les variables  $a$ ,  $b$  et  $m$  sont des nombres réels :

Tant que  $b - a > 0,1$  faire :

$m \leftarrow \frac{a+b}{2}$

Si  $e^m + e^{-m} - 4m - 2 > 0$ , alors :

$b \leftarrow m$

Sinon :

$a \leftarrow m$

Fin Si

Fin Tant que

a. Avant l'exécution de cet algorithme, les variables  $a$  et  $b$  contiennent respectivement les valeurs 2 et 3.

Que contiennent-elles à la fin de l'exécution de l'algorithme ?

On justifiera la réponse en reproduisant et en complétant le tableau ci-contre avec les différentes valeurs prises par les variables, à chaque étape de l'algorithme.

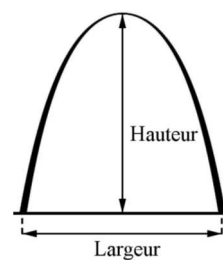
$m$	$a$	$b$	$b - a$
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>2,5</b>			
...	...	...	...

b. Comment peut-on utiliser les valeurs obtenues en fin d'algorithme à la question précédente ?

6.

La *Gateway Arch*, édiflée dans la ville de Saint-Louis aux États-Unis, a l'allure ci-contre.

Son profil peut être approché par un arc de chaînette renversé dont la largeur est égale à la hauteur.



La largeur de cet arc, exprimée en mètre, est égale au double de la solution strictement positive de l'équation :

$$(E') : e^{\frac{t}{39}} + e^{-\frac{t}{39}} - 4\frac{t}{39} - 2 = 0.$$

Donner un encadrement de la hauteur de la *Gateway Arch*.