# MATHS

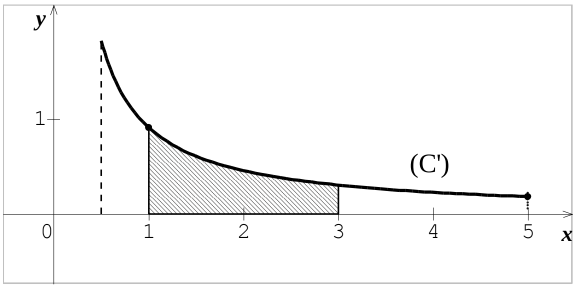
## Section : Mathématiques

## $1^{\text{ère}}$ Session

### Exercice 1

Le plan est muni d'un repère orthonormé.

Soit f une fonction définie et dérivable sur $[\frac{1}{2}, 5]$ telle que sa courbe représentative (C) passe par les points A(1,0) et B(3, 1). Dans la figure ci-contre, on a représenté la courbe (C') de la dérivée f ' de la fonction f.




Répondre par vrai ou faux en justifiant la réponse.

1) (C) admet une tangente de coefficient directeur -1.
2) L'aire de la partie hachurée est égale à 1.
3) (C) admet une tangente de coefficient directeur $\frac{1}{2}$ .
4) Pour tous a et b de [1,3], $|f(b)-f(a)| \leq |b-a|$ .

### Contenu

- *Tangente à une courbe*
- *. ÏÔÉÏÎ ÄõÁÉÒÅÓ*
- *Inégalités des accroissements finis*

### Solutions

**1.** Faux., car Pour $x \in \left[\frac{1}{2},5\right]$, $f'(x) > 0$. Par suite $f'(x) \neq -1$ pour tout $x \in \left[\frac{1}{2},5\right]$.

**2.** Vrai. En effet : La fonction $f'$ est continue et positive sur $[1,3]$ donc l'aire de la partie hachurée est égale à :

$$\int_1^3 f'(x)\,dx = f(3) - f(1) = 1 - 0 = 1.$$

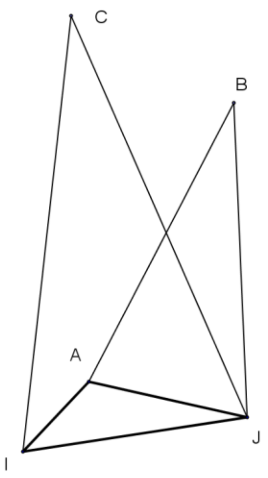
**3.** Vrai. En effet : La fonction $f'$ est continue sur $\left[\frac{1}{2},5\right]$ et $\frac{1}{2} \in f'\left(\left[\frac{1}{2},5\right]\right)$ donc il existe $c \in \left[\frac{1}{2},5\right]$ tel que $f'(c) = \frac{1}{2}$.

**4.** Vrai. En effet : La fonction f est dérivable sur $[1,3]$ et pour $x \in [1,3]$, $|f'(x)| \leq 1$.

D'après l'inégalité des accroissements finis, pour tous a et b de $[1,3]$, $|f(b) - f(a)| \leq |b-a|$.

**Exercice 2**

Dans le plan orienté, AIJ est un triangle quelconque, BAJ et CIJ sont deux triangles isocèles respectivement en B et C tels que $(\overrightarrow{BA},\overrightarrow{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$ et $(\overrightarrow{CI},\overrightarrow{CJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.




On désigne par t la translation de vecteur $\overrightarrow{IA}$ et par $r_B$ et $r_C$ les rotations de même angle $\frac{\pi}{6}$ et de centres respectifs B et C.

1) a) Déterminer $r_C$ (I).
   b) Montrer que $r_B \circ t(I) = J$.
   c) En déduire que $r_B \circ t = r_C$.
2) Soit K = t (C).

   Montrer que BC = BK et $(\overrightarrow{BC},\overrightarrow{BK}) \equiv -\frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

3) Soit D le point du plan tel que le triangle DIA est isocèle en D et $(\overrightarrow{DI},\overrightarrow{DA}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

   a) Soit O le milieu de [AC].
      Montrer que l'image du triangle DIA par la symétrie centrale de centre O est le triangle BKC.
   b) Montrer que ABCD est un parallélogramme.

**Contenu**

- *Composée rotation et translation*
- *Configuration de base ( triangle isocèle, parallélogramme)*

**Aptitudes visées :**

- *2ÅÃÏÎÎÁÿÔÒÅ ÌÁ ÃÏÍÐÏÓÏÓÅ ÄÅÕÎÅ ÒÏÔÁÔÉÏÎ ÅÔ ÄÅÕÎÅ ÔÒÁÎÓÌÁÔÉÏÎ*
- *Exploiter une isométrie pour déterminer la nÁÔÕÒÅ ÄÅÕÎ ÑÕÁÄÒÉÌÁÔÅÒÅ8*

**Solutions**

**1. a)** Le triangle CIJ est isocèle en C et $(\overrightarrow{CI},\overrightarrow{CJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$, par suite $CI = CJ$ et $(\overrightarrow{CI},\overrightarrow{CJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

On en déduit que $r_C(I) = J$.

**b)** Le triangle BAJ est isocèle en B et $(\overrightarrow{BA},\overrightarrow{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$, par suite $BA = BJ$ et $(\overrightarrow{BA},\overrightarrow{BJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

On en déduit que $r_B(A) = J$. $\begin{cases} t(I) = A \\ r_B(A) = J \end{cases}$ donc $r_B \circ t(I) = J$.

**c)** $r_B \circ t$ est la composée d'une rotation d'angle $\frac{\pi}{6}$ et d'une translation donc c'est une rotation d'angle $\frac{\pi}{6}$.

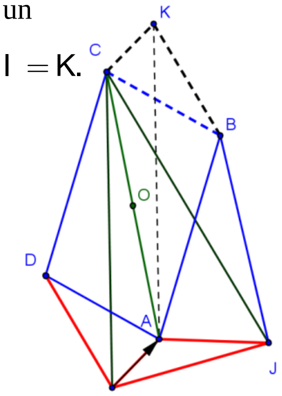
Or $r_B \circ t(I) = J$, $CI = CJ$ et $(\overrightarrow{CI},\overrightarrow{CJ}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$. Il en résulte que C est le centre de $r_B \circ t$.

On en déduit que $r_B \circ t = r_C$.

**2.** Puisque $K = t(C)$ donc $r_B \circ t(C) = r_B(K)$, or $r_B \circ t(C) = r_C(C) = C$. Il en résulte que $r_B(K) = C$ ou encore

$BC = BK$ et $(\overrightarrow{BC},\overrightarrow{BK}) \equiv -\frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

**3.** **a)** On sait que $K = t(C)$ donc $\overrightarrow{CK} = \overrightarrow{IA}$ et les points I, A et C ne sont pas alignés donc IAKC est un parallélogramme. Comme O est le milieu de $[IC]$ donc O est le milieu de $[IK]$. Il en résulte que $S_O(I) = K$.




d'autre part Le point O est le milieu de $[AC]$ donc $S_O(A) = C$.

Le triangle DIA est isocèle de base $[IA]$ tel que $(\overrightarrow{DI},\overrightarrow{DA}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$.

$S_O(I) = K$, $S_O(A) = C$, $(\overrightarrow{BK},\overrightarrow{BC}) \equiv \frac{\pi}{6}\ [2\pi]$ et le triangle BKC est isocèle de base $[KC]$.

On en déduit que l'image du triangle IAD par $S_O$ est le triangle BKC.

**b)** L'image du triangle IAD par $S_O$ est le triangle BKC, $S_O(I) = K$ et $S_O(A) = C$ donc $S_O(D) = B$ ou encore O est le milieu de $[BD]$ de plus O est le milieu de $[AC]$ et les points A, B et C ne sont pas alignés. On en déduit que ABCD est un parallélogramme.

## Exercice 3

Le plan est muni d'un repère orthonormé direct $(O, \vec{u}, \vec{v})$.

On désigne par A le point de coordonnées (3 , 2).

Soit N un point de l'axe $(O, \vec{u})$ et P le point de l'axe $(O, \vec{v})$ tel que ANP est un triangle rectangle en A.

1) a) Soit les points E(3 ,0) et F(0,2).

Montrer qu'il existe une unique similitude directe S de centre A qui transforme E en F.

Donner son rapport et son angle.

b) Déterminer l'image de l'axe $(O, \vec{u})$ par S.

c) En déduire que S(N) = P.

d) Soit M un point d'affixe z et M' le point d'affixe z' tel que M' = S(M).

Montrer que $z' = -\frac{3}{2} i z + \frac{13}{2} i$.

2) a) On note x l'abscisse du point N et y l'ordonnée du point P.

Montrer que 3 x + 2 y = 13.

b) Déterminer les points N et P dont les coordonnées sont des entiers.

**Contenu**

- *Similitude directe ¡ ÉÍÁÇÅ ÄöÕÎÅ ÃÏÎÆÇÕÒÁÔÉÏÎ ÄÅ ÂÁÓÅ ÐÁÒ ÕÎÅ ÓÉ ÍÉÌÉÔÕÄÅ ÄÉÒÅÃÔÅ¬ ÅØÐÒÅÓÓÉÏÎ ÃÏÍÐÌÅØÅ ÄöÕÎÅ similitude directe)*

- *Arithmétique*

**Aptitudes visées :**

- *Reconnaître une similitude directe.*
- *2ÅÃÏÎÎÁÿÔÒÅ ÌõÉ ÍÁÇÅ ÄõÕÎÅ ÄÒÏÉÔÅ ÐÁÒ ÕÎÅ ÓÉ ÍÉÌÉÔÕÄÅ ÄÉÒÅÃÔÅ.*
- *)ÄÅÎÔÉÆÉÅÒ ÌõÉ ÍÁÇÅ ÄõÕÎ ÐÏÉÎÔ ÐÁÒ ÕÎÅ ÓÉ ÍÉÌÉÔÕÄÅ ÄÉÒÅÃÔÅ*
- *2ÅÓÏÕÄÒÅ ÕÎ ÐÒÏÂÌÅÍ Å ÄõÁÒÉÔÈ ÍÅÔÉÑÕÅ*

## Solutions

**1.** a) $A \neq E$ et $A \neq F$ donc il existe une unique similitude directe S de centre A qui envoie E en F, son rapport est $k = \frac{AF}{AE} = \frac{3}{2}$ et son angle a pour mesure $\left(\overrightarrow{AE}, \overrightarrow{AF}\right) \equiv -\frac{\pi}{2}\ [2\pi]$.

**b)** $S(E) = F$ et $E \in (O,\vec{u})$ donc $S((O,\vec{u}))$ est la droite passant par F et perpendiculaire à $(O,\vec{u})$.

Il en résulte que $S((O,\vec{u})) = (O,\vec{v})$.

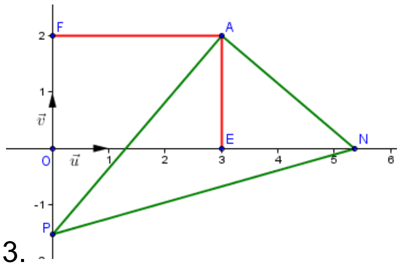
**c)** $S((AN))$ est la droite passant par A et perpendiculaire à $(AN)$, il en résulte que $S((AN)) = (AP)$.

$N \in (AN) \cap (O,\vec{u})$ donc $S(N) \in S((AN)) \cap S((O,\vec{u})) = (AP) \cap (O,\vec{v}) = \{P\}$. D'où $S(N) = P$.

**d)** S est la similitude directe de centre A d'affixe $z_A = 3 + 2i$, de rapport $\frac{3}{2}$ et d'angle $-\frac{\pi}{2}$.

Soit M un point d'affixe z et M' le point d'affixe z', image de M par S. L'expression complexe de S est de la forme $z' = az + b$, $a \in \mathbb{C}^*$ et $b \in \mathbb{C}$ avec $a = \frac{3}{2}e^{i\left(-\frac{\pi}{2}\right)} = -\frac{3}{2}i$ et $\frac{b}{1+\frac{3}{2}i} = 3 + 2i$ donc $b = \frac{13}{2}i$.

On en déduit que $z' = -\frac{3}{2}iz + \frac{13}{2}i$.




**2.** **a)** L'affixe de N est $z_N = x$ et l'affixe de P est $z_P = iy$.

$S(N) = P \Leftrightarrow iy = \frac{-3}{2}ix + \frac{13}{2}i = \left(\frac{-3}{2}x + \frac{13}{2}\right)i \Leftrightarrow y = \frac{-3}{2}x + \frac{13}{2} \Leftrightarrow 3x + 2y = 13.$

**b)** $N(x,0)$ et $P(0,y)$. x et y sont des entiers si et seulement si $(x,y)$ est solution de l'équation $3x + 2y = 13$ dans $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$.

Résolvons alors dans $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}$ l'équation $(E): 3x + 2y = 13$.

$(1,5)$ est solution de $(E)$ donc $3x + 2y = 13 \Leftrightarrow 3x + 2y = 3\times1 + 2\times5 \Leftrightarrow 3(x-1) = 2(-y+5)\ (*)$.

3 divise $2(-y+5)$ et $3 \wedge 2 = 1$ donc d'après Gauss 3 divise $(-y+5)$ par suite $-y+5 = 3k$ avec $k \in \mathbb{Z}$ ou encore $y = -3k + 5$. En remplaçant y par sa valeur dans $(*)$, on obtient $x = 2k + 1$ avec $k \in \mathbb{Z}$.

Réciproquement $3(2k+1) + 2(-3k+5) = 3 + 10 = 13$.

On en déduit que $N(2k+1, 0)$, $P(0, -3k+5)$ avec $k \in \mathbb{Z}$.

## Exercice 4

Un laboratoire de sciences physiques dispose d'un ensemble d'oscilloscopes de même modèle. La durée de vie, en nombre d'années, d'un oscilloscope est une variable aléatoire notée X qui suit la loi exponentielle de paramètre 0,125.

Dans tout l'exercice on donnera les résultats à $10^{-3}$ près par défaut.

1) a) Montrer que $p(X > 10) = 0,286$.

b) Calculer la probabilité qu'un oscilloscope ait une durée de vie inférieure à 6 mois.

2) Le responsable du laboratoire veut commander n oscilloscopes ($n \geq 2$).

On suppose que la durée de vie d'un oscilloscope est indépendante de celle des autres.

On note $p_1$ la probabilité qu'au moins un oscilloscope ait une durée de vie supérieure à 10 ans.

a) Exprimer $p_1$ en fonction de n.

b) Combien d'oscilloscopes, au minimum, devrait commander le responsable pour que $p_1$ soit supérieure à 0.999 ?

### Contenu

- *Loi de probabilité continue ( loi exponentielle)*
- *Loi binomiale*

### Aptitudes visées :

- *#ÁÌÃÕÌÅÒ ÌÁ ÐÒÏÂÁÂÉÌÉÔÏ ÄßÕÎ ÏÖÎÅ ÍÅÎÔ ÐÏÕÒ ÕÎÅ ÌÏÉ ÅØÐÏÎÅÎÔÉÅÌÌÅ*
- *Reconnaître une loi binomiale*
- *#ÁÌÃÕÌÅÒ ÌÁ ÐÒÏÂÁÂÉÌÉÔÏ ÄßÕÎ ÏÖÎÅ ÍÅÎÔ ÐÏÕÒ ÕÎÅ ÌÏÉ ÂÉÎÏ ÍÉÁÌÅ*

### Solutions

**1.** **a)** $p(X > 10) = e^{-0,125\times 10} = e^{-1,25} = 0,286.$

**b)** L'évènement « l'oscilloscope a une durée de vie inférieur à 6 mois » se traduit par $(0 \leq X \leq 0,5)$.

$$p(0 \leq X \leq 0,5) = 1 - e^{-\frac{0,125}{2}} = 1 - e^{-0,0625} = 0,06.$$

**2.** On considère la variable aléatoire Y qui prend pour valeurs, le nombre d'oscilloscopes qui ont une durée de vie supérieure à 10 ans. Y suit une loi binomiale de paramètres $(n, p(X > 10) = 0.286)$.

La loi de Y est donnée par $p(Y = k) = C_n^k (0,286)^k (0.714)^{n-k}, k \in \{0,1,....,n\}$.

**a)** $p_1 = p(\overline{Y = 0}) = 1 - p(Y = 0) = 1 - (0,714)^n$.

**b)** $p_1 \geq 0{,}999 \Leftrightarrow 1-(0{,}714)^n \geq 0{,}999 \Leftrightarrow (0{,}714)^n \leq 0{,}001 \Leftrightarrow n\ln(0{,}714) \leq \ln(0{,}001)$

$\Leftrightarrow n \geq \dfrac{\ln(0{,}001)}{\ln(0{,}714)} = 20.505$. Soit $n = 21$.

**Exercice 5**

I ] On considère la fonction $f_2$ définie sur $]0,+\infty[$ par $f_2(x) = x^2 - \ln x$ et on désigne par (Γ) sa courbe représentative dans un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

1) a) Calculer $\lim\limits_{x\to 0^+} f_2(x)$ et $\lim\limits_{x\to+\infty} f_2(x)$.

b) Calculer $\lim\limits_{x\to+\infty} \dfrac{f_2(x)}{x}$ et interpréter graphiquement le résultat.

c) Dresser le tableau de variation de $f_2$.

2) On a tracé ci-dessous , dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, la courbe (L) de la fonction ln et la courbe (C) d'équation y = x².

a) Soit x > 0. On considère les points M et $M_2$ de même abscisse x et appartenant respectivement à (L) et (C). Vérifier que $MM_2 = f_2(x)$.

b) Construire alors les points de la courbe (Γ) d'abscisses respectives 2, $\dfrac{1}{e}$ et $\sqrt{\dfrac{1}{2}}$.

c) Tracer la courbe (Γ) dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

II ] 1) Soit k un entier supérieur ou égal à 2.

On considère la fonction $f_k$ définie sur $]0,+\infty[$ par $f_k(x) = x^k - \ln x$.

a) Déterminer $f_k'$ la fonction dérivée de $f_k$.

b) Montrer que $f_k$ admet un minimum en $\sqrt[k]{\dfrac{1}{k}}$ égal à $\dfrac{1+\ln k}{k}$.

c) Pour tout réel x > 0, on considère les points $M_k(x,x^k)$ et M (x,ln x).

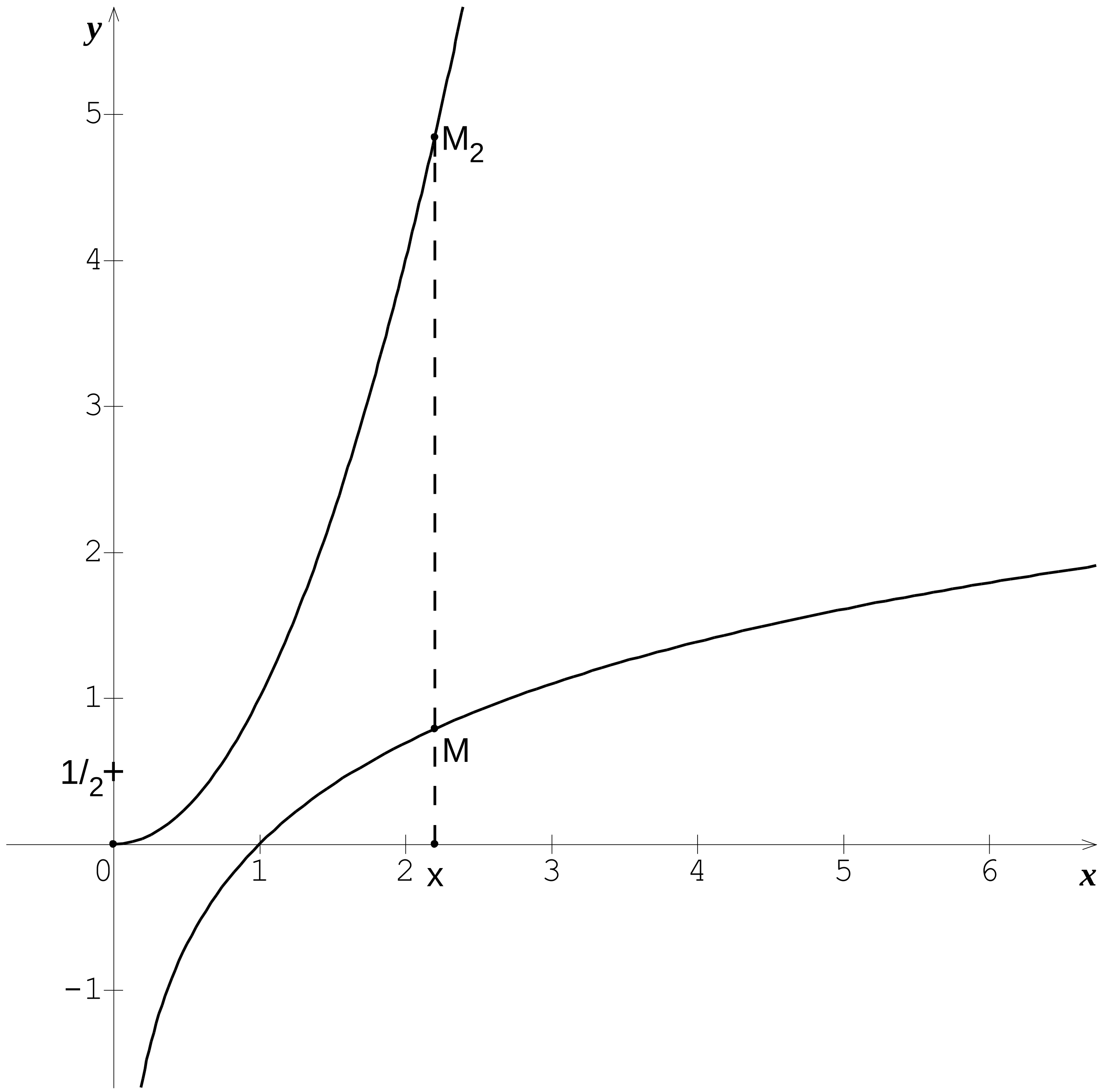
Déterminer la valeur minimale de la distance $MM_k$.

2) Pour tout entier k ≥ 2, on pose $u_k = \sqrt[k]{\dfrac{1}{k}}$ .

a) Vérifier que $\ln u_k = -\dfrac{\ln k}{k}$ et en déduire la limite de $(u_k)$.

b) Soit A(1, 0) et $A_k$ le point de coordonnées $(u_k, f_k(u_k))$.

Calculer la limite de la distance $AA_k$ lorsque k tend vers +∞.




- *Fonction ln : continuité, dérivabilité, branches infinies .*
- *. ÏÔÉÏÎ ÄõÅØÔÒÅ ÍÕÍ*
- *Suite réelle.*

**Aptitudes visées :**

- *#ÁÌÃÕÌÅÒ ÌÁ ÌÉÍÉÔÅ ÄõÕÎÅ ÆÏÎÃÔÉÏÎ.*
- *Interpréter graphiquement un résultat.*
- *Etudier les variatioÎÓ ÄõÕÎÅ ÆÏÎÃÔÉÏÎ8*
- *2ÅÃÏÎÎÁÿÔÒÅ ÕÎ ÍÉÎÉÍÕÍ ÄõÕÎÅ ÆÏÎÃÔÉÏÎ.*
- *#ÁÌÃÕÌÅÒ ÌÁ ÌÉÍÉÔÅ ÄõÕÎÅ ÓÕÉÔÅ ÒïÅÌÌÅ8* 

**Solutions**

# I.

**1.** **a)** $\lim\limits_{x\to 0^+} f_2(x) = +\infty$, $\lim\limits_{x\to +\infty} f_2(x) = \lim\limits_{x\to +\infty} x^2\left(1-\dfrac{\ln x}{x^2}\right) = +\infty$.

**b)** $\lim\limits_{x\to +\infty} \dfrac{f_2(x)}{x} = \lim\limits_{x\to +\infty} x - \dfrac{\ln x}{x} = +\infty$ donc $\Gamma$ admet une branche parabolique de direction celle de $(O,\vec{j})$.

**c)** La fonction $f_2$ est dérivable sur $]0,+\infty[$ et pour tout $x \in ]0,+\infty[$, $f_2'(x) = 2x - \dfrac{1}{x} = \dfrac{2x^2-1}{x}$.

Le signe de $f_2'(x)$ est celui de $2x^2-1$. $\begin{cases} 2x^2-1 \\ x \in ]0,+\infty[ \end{cases} \Leftrightarrow x = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$.

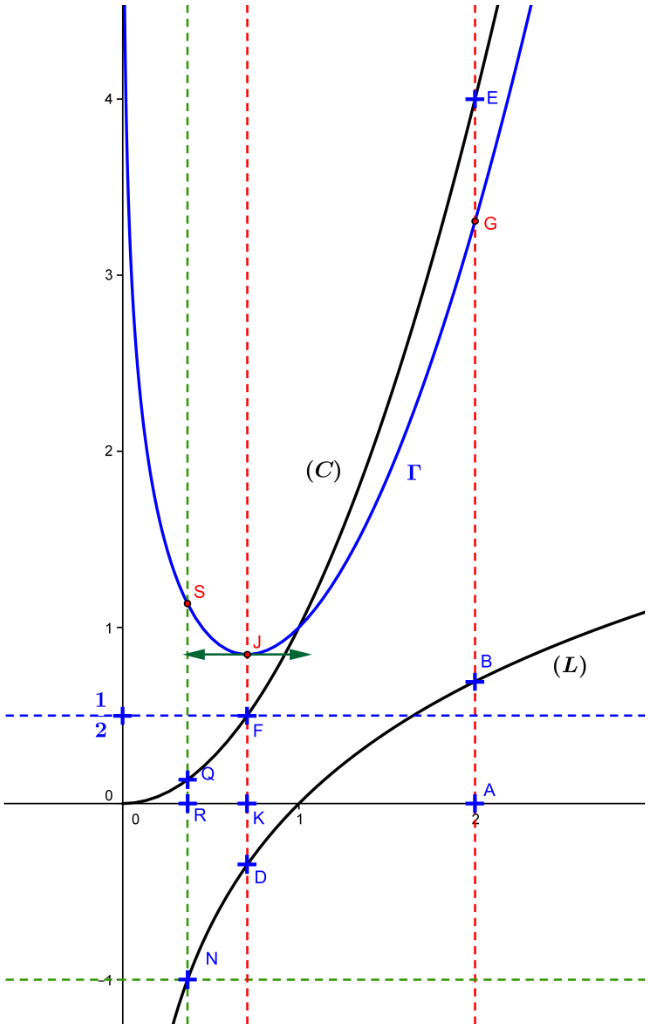
| $x$ | $0$ | | $\frac{1}{\sqrt{2}}$ | | $+\infty$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $f_2'(x)$ | | $-$ | $0$ | $+$ | |
| $f_2$ | $+\infty$ | $\searrow$ | $\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\ln 2$ | $\nearrow$ | $+\infty$ |

**2.** **a)** Pour tout $x \in ]0,+\infty[$, $MM_2 = |x^2 - \ln x| = |f_2(x)| = f_2(x)$ car $f_2$ admet un minimum global strictement positif sur $]0,+\infty[$ donc $f_2(x) > 0$ pour tout $x \in ]0,+\infty[$.

**b)** *) La droite passant par le point A de l'axe des abscisses d'abscisse 2 et parallèle à l'axe des ordonnées coupe $(L)$ en B et $(C)$ en E. Ainsi le point de $\Gamma$ d'abscisse 2 est le point G de $[AE)$ tel que $EG = AB$.

**) Du point de l'axe des ordonnées d'ordonnée $-1$, on mène la parallèle à l'axe des abscisses. Elle coupe $(L)$ en N. Du point N on mène la parallèle à l'axes des ordonnées. Elle coupe $(C)$ en Q et l'axes des abscisses en R, le point de $\Gamma$ d'abscisse $\dfrac{1}{e}$ est alors le point S du segment $[RQ]$ tel que $RS = NQ$.

***) Du point de l'axe des ordonnées d'ordonnée $\dfrac{1}{2}$ on mène la parallèle à l'axe des abscisses. Elle coupe $(C)$ en F et de F on mène la parallèle à l'axe des ordonnées elle coupe $(L)$ en H et l'axe des abscisses en K, le point de $\Gamma$ d'abscisse $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$ est alors le point J de la demi-droite $[KF)$ tel que $KJ = HF$.




**II.**

**1.** **a)** La fonction $f_k$ est dérivable sur $]0,+\infty[$ et pour $x \in ]0,+\infty[$ , $f_k'(x) = kx^{k-1} - \frac{1}{x} = \frac{kx^k - 1}{x}$.

**b)** $f_k'(x) = 0 \Leftrightarrow x = \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ de plus $f_k'(x) < 0 \Leftrightarrow 0 < x < \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ et $f_k'(x) > 0 \Leftrightarrow x > \sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ . il en résulte que $f_k'$ s'annule en $\sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ en changeant de signe, d'où $f_k$ admet un minimum en $\sqrt[k]{\frac{1}{k}}$ égal à

$$f_k\left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right) = \left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right)^k - \ln\sqrt[k]{\frac{1}{k}} = \frac{1}{k} + \frac{1}{k}\ln k = \frac{1+\ln k}{k}.$$

**c)** $MM_k = |x^k - \ln x| = |f_k(x)| = f_k(x)$ car le minimum de $f_k$ est $\frac{1+\ln k}{k} > 0$ pour $k \geq 2$ . Donc la valeur minimale de $MM_k$ est la valeur minimale de $f_k$ sur $]0,+\infty[$ qui est égale à $f_k\left(\sqrt[k]{\frac{1}{k}}\right) = \frac{1+\ln k}{k}$..

**2.** **a)** Pour tout $k \geq 2$, $\ln u_k = \ln\sqrt[k]{\frac{1}{k}} = \frac{1}{k}\ln\frac{1}{k} = \frac{-\ln k}{k}$ . $\lim\limits_{k\to+\infty} \ln u_k = \lim\limits_{k\to+\infty} \frac{-\ln k}{k} = 0$ d'où $\lim\limits_{k\to+\infty} u_k = 1$.

**b)** $AA_k = \sqrt{(1-u_k)^2 + (f_k(u_k))^2}$ . Or $\lim\limits_{k\to+\infty} u_k = 1$ et $\lim\limits_{k\to+\infty} f_k(u_k) = \lim\limits_{k\to+\infty} \frac{1+\ln k}{k} = \lim\limits_{k\to+\infty} \frac{1}{k} + \frac{\ln k}{k} = 0$ .

On en déduit que $\lim\limits_{k\to+\infty} AA_k = \lim\limits_{k\to+\infty} \sqrt{(1-u_k)^2 + (f_k(u_k))^2} = 0$.