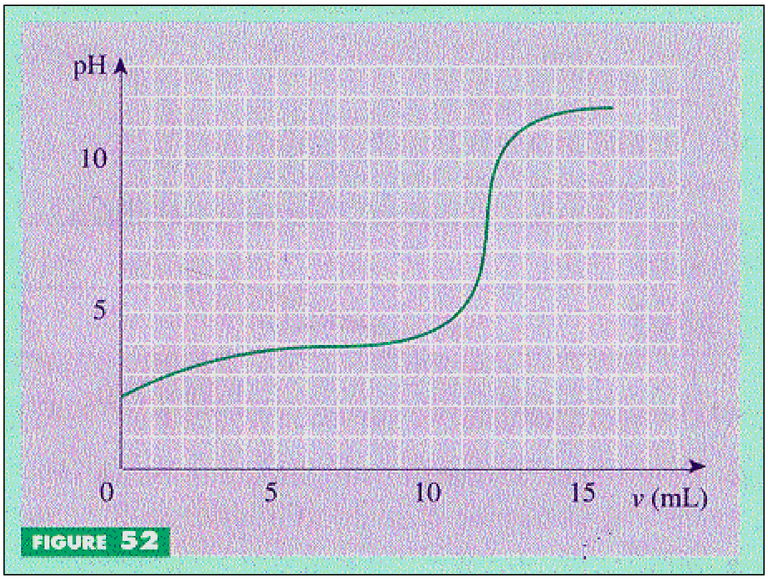
Généralités sur les fonctions

L'acidité du lait augmente par fermentation lactique en cas de mauvaise conservation. Pour apprécier l'état de conservation du lait, on réalise le dosage d'un volume de 20 mL de lait dilué en ajoutant 200 mL d'eau par une solution de soude de concentration connue.

A l'aide d'un pH-mètre, on suit l'évolution du pH de la solution ainsi obtenue en fonction du volume v (en mL) de soude versée. On obtient la courbe représentative tracée ci-dessous :



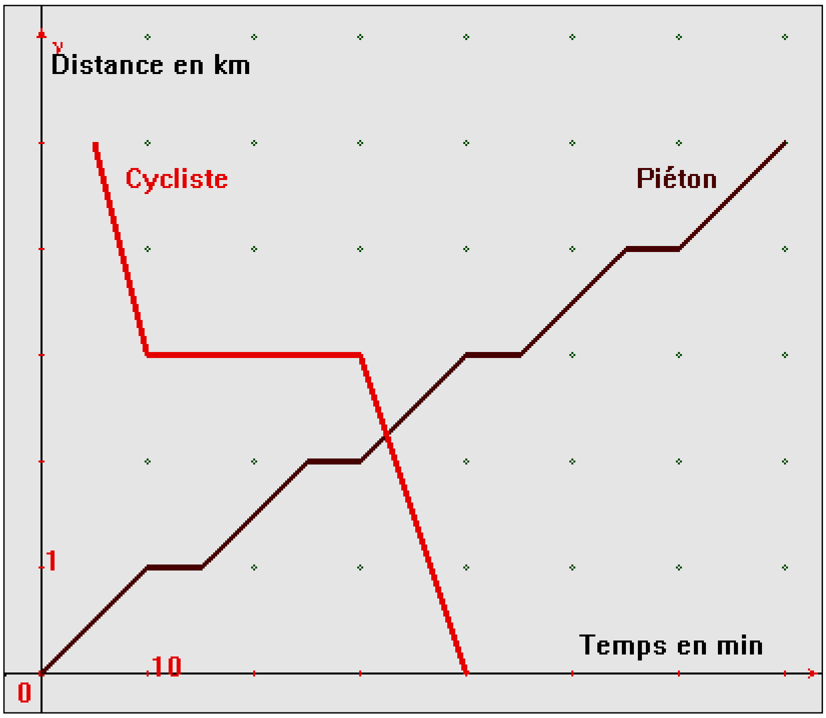
1. Exprimer par une phrase contenant l'expression « …en fonction de… » ce que représente cette courbe. Quel est le pH de la solution avant d'avoir versé la soude ? Quel est le pH de la solution lorsque $v = 11$ mL ?

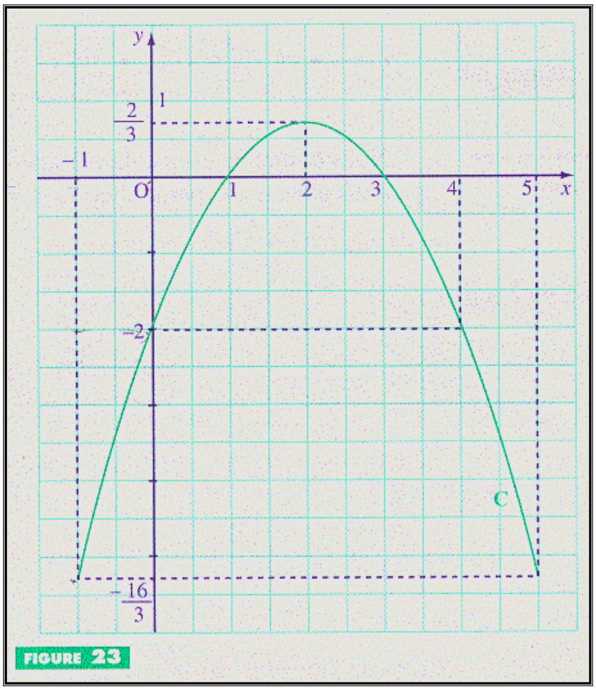
2. Quel est le volume de soude versé lorsque le pH est égal à 9 ? est égal à 11 ?

3. Quel volume de soude faut-il verser pour que le pH passe de 5 à 9 ? et de 9 à 11 ?

Un piéton se dirige de la ville A vers la ville B. Un cycliste se dirige de la ville B vers la ville A. Pour chacun d'eux on a représenté graphiquement la distance exprimée en kilomètres qui, à l'instant t exprimée en minutes le sépare de la ville A. Recopier et compléter le texte suivant :

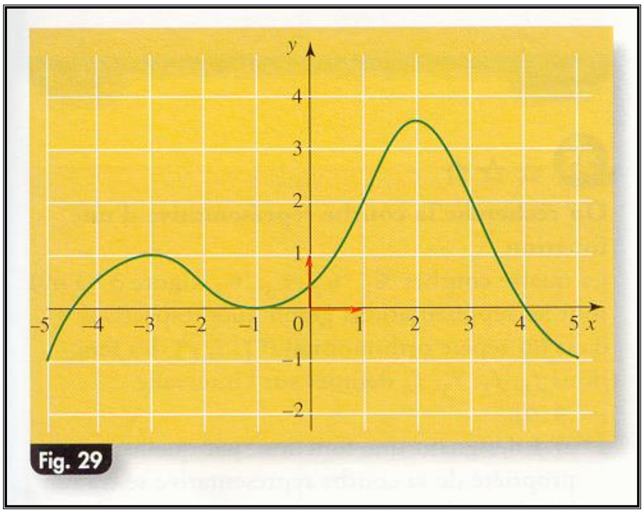
« Deux villes A et B sont distantes de … kilomètres. Un piéton part de A à 10 heures et marche vers B à la vitesse de … kilomètres par heure. En se reposant … fois pendant … minutes tous les kilomètres. Un cycliste part de la ville B à … heures et … minutes et roule dans la direction de A à la vitesse de … kilomètres par heure. Victime d'une crevaison à … heures et … minutes, … minutes lui sont nécessaires pour réparer. Il termine alors le parcours à la vitesse de … kilomètre par heure. »





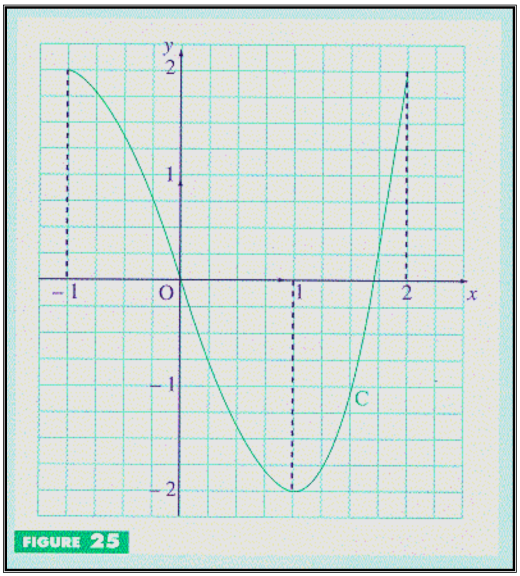
Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction f est définie sur l'intervalle $[-1;5]$. La courbe de la figure 23 est la représentation graphique de la fonction f.

1. Déterminer les images de -1, 0, 1, 2, 3, 4 et 5 par la fonction.
2. Rechercher le(s) antécédent(s) de -2, 0 et $\frac{2}{3}$ par la fonction.
3. Déterminer le tableau des variations f sur $[-1;5]$.



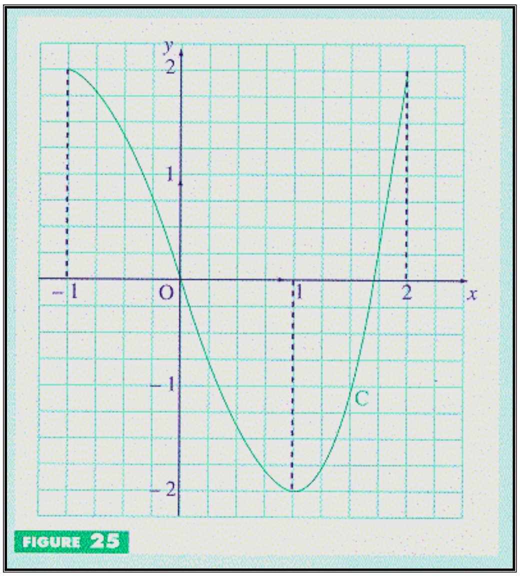
Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction g est définie sur l'intervalle $[-5;5]$. La courbe de la figure 29 est la représentation graphique de la fonction g.

1. Déterminer les images de -5, -3, -1, 1, 3 et 5 par la fonction g.
2. Rechercher le(s) antécédent(s) de -1, 1, et 3 par la fonction g ?
3. Déterminer le tableau des variations de g sur $[-5;5]$.



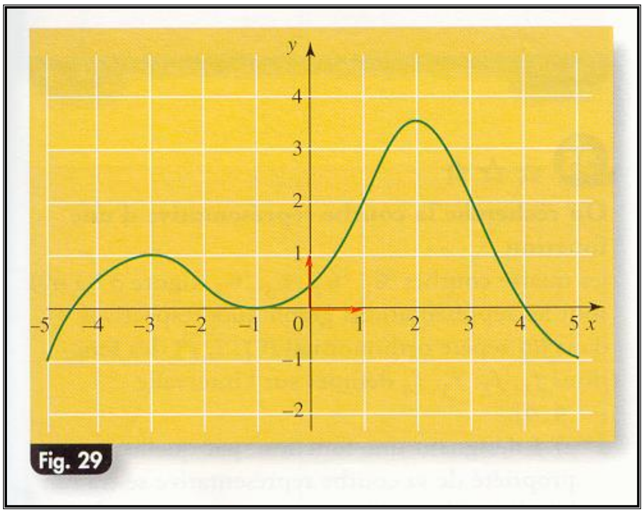
Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction h est définie sur l'intervalle $[-1;2]$. La courbe de la figure 25 est la représentation graphique de la fonction h.

1. Déterminer les images de -1, 0, 1 et 2.
2. Rechercher le(s) antécédent(s) de -2, 0 et 2.
3. Déterminer le tableau des variations de h sur $[-1;2]$.



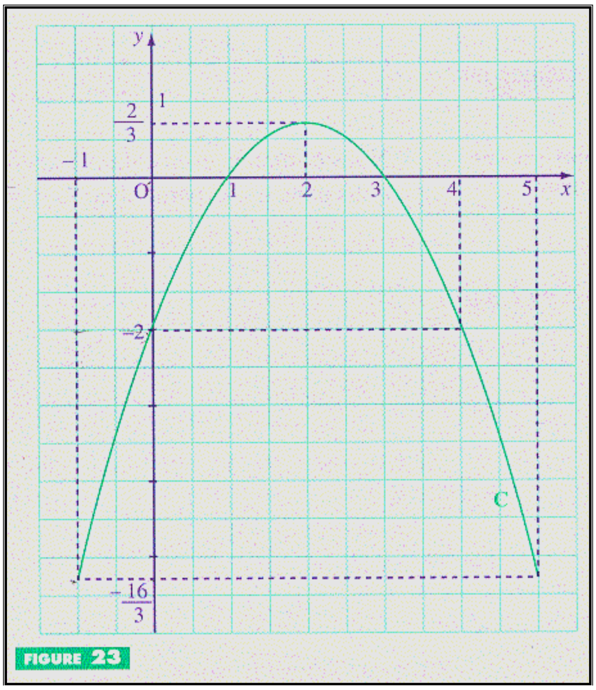
Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction f est définie sur l'intervalle $[-1;2]$. La courbe de la figure 25 est la représentation graphique de la fonction f.

1. Résoudre l'équation $f(x)=2$.
2. Résoudre l'équation $f(x)=-2$.
3. Résoudre l'inéquation $f(x)\leq 0$.
4. Résoudre l'inéquation $f(x)\geq 0$.



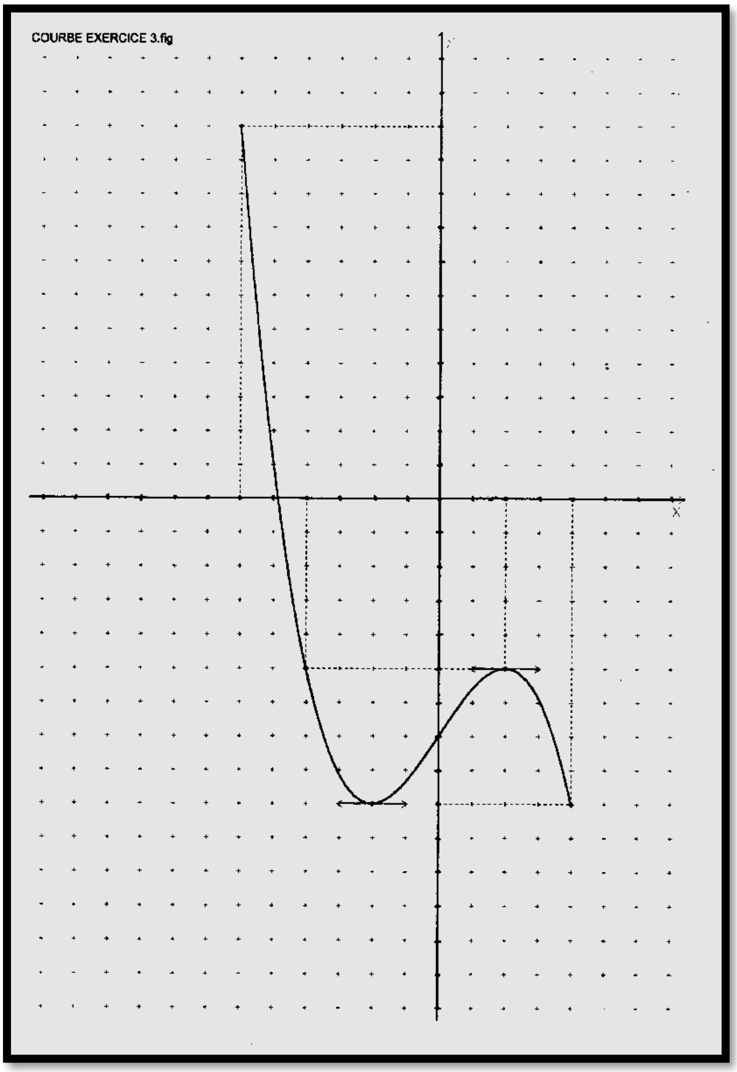
Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction g est définie sur l'intervalle $[-5;5]$. La courbe de la figure 29 est la représentation graphique de la fonction g.

1. Résoudre l'équation $g(x)=2$.
2. Résoudre l'inéquation $g(x)>2$.
3. Résoudre l'inéquation $g(x)<2$



Le plan est muni d'un repère orthonormal. La fonction h est définie sur l'intervalle $[-1;5]$. La courbe de la figure 23 est la représentation graphique de la fonction h.

1. Résoudre l'équation $h(x)=-2$.
2. Résoudre l'équation $h(x)=0$.
3. Résoudre l'équation $h(x)=-\dfrac{16}{3}$.
4. Résoudre l'inéquation $h(x)>0$.
5. Résoudre l'inéquation $h(x)<0$.



On a tracé ci-contre le graphe d'une fonction f sur l'intervalle $[-6;4]$.

1. Déterminer les images de nombres -6, -4, -2, 0, 2 et 4 par la fonction f.

2. Déterminer le(s) antécédent(s) du nombre 1. Déterminer le(s) antécédent(s) du nombre -7.

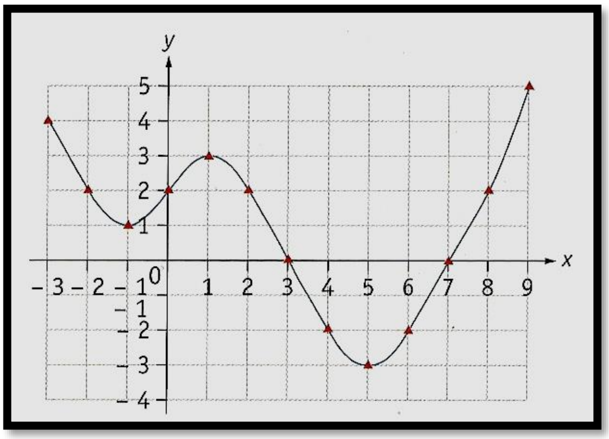
3. Dresser le tableau de variation de la fonction f sur l'intervalle $[-6;4]$.

4. Dresser le tableau de signe de la fonction f sur l'intervalle $[-6;4]$.

5. Résoudre graphiquement l'équation $f(x)=-5$.

6. Résoudre graphiquement l'équation $f(x)=-9$.

On considère la courbe représentative de la fonction f sur l'intervalle $[-3;9]$.



1. Dresser le tableau des variations de cette fonction f sur $[-3;9]$, dresser le tableau de signes et compléter le tableau de valeurs.

2. Déterminer l'image de 8, ainsi que l'image de 5. Déterminer $f(-1)$, puis déterminer $f(-3)$.

3. Déterminer les antécédents de 0, ainsi que les antécédents de -2. Résoudre $f(x)=2$.

x	-3	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	9
$f(x)$	…	2	…	…	…	…	…	…	…	…	…	2	…

Un automobiliste roule à une vitesse v exprimée en km/h ($0 \leq v \leq 130$). Sa distance d'arrêt en mètres, compte tenu de l'efficacité de ses freins et du temps de réaction est donné par la formule :

$$\boxed{d(v) = \frac{v^2}{200} + \frac{v}{5}}$$

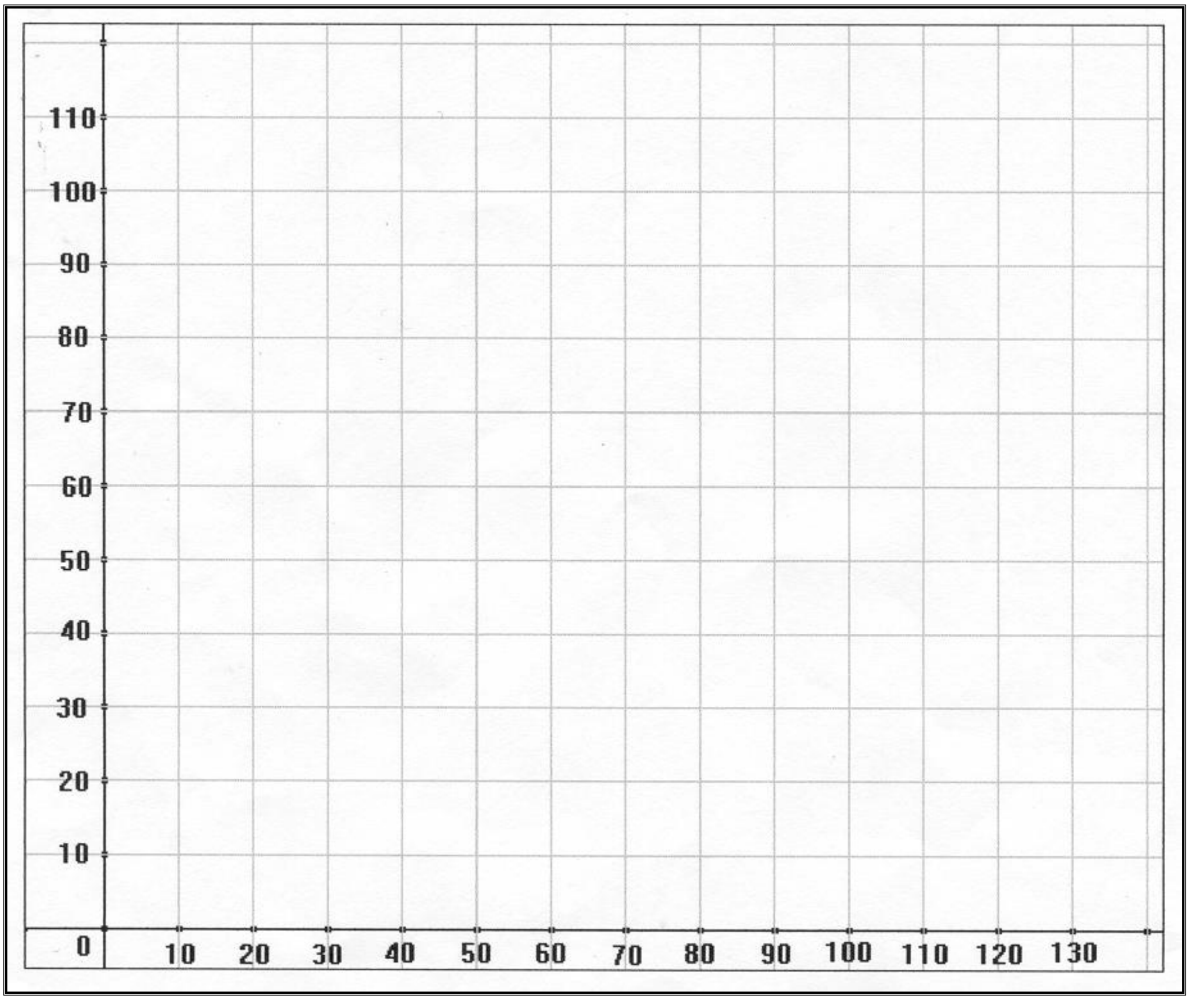
1. Compléter le tableau de valeurs suivant.

v	0	10	30	50	60	80	90	100	120	130
$d(v)$										

2. On note C la courbe représentative de la fonction d définie sur l'intervalle [0 ; 130] par la formule écrite ci-dessus. Construire C et donner un titre au graphique effectué.

3. Un automobiliste roule à 120 km/h. Il freine dès qu'il aperçoit un obstacle situé à 100 mètres devant lui. Evitera-t-il le choc ?

4. Tout à coup, un animal traverse la route 50 mètres devant lui. Estimer à quelle vitesse maximale il doit rouler pour ne pas percuter l'animal.



<u>Représentation graphique de la fonction</u>

A la suite d'une épidémie, on a constaté que le nombre de personnes malades t jours après l'apparition des premiers cas est donné par $f(t)=45t^2-t^3$ pour t appartenant à $[0;45]$.

1. Reproduire et compléter le tableau de valeurs ci-dessous :

t	0	10	20	25	30	35	40	45
$f(t)$								

2. Tracer la courbe représentative de la fonction f. En abscisses, une unité représente 5 jours. En ordonnées, une unité représente 1000 personnes malades. Par une phrase contenant l'expression « …en fonction de… » proposez une légende à votre graphique.

3. Déterminer graphiquement le jour où le nombre de personnes malades est maximal durant cette période de 45 jours et préciser le nombre de personnes malades ce jour-là. Déterminer graphiquement la période durant laquelle le nombre de personnes malades est supérieur ou égal à 10000. Vous ferez apparaître sur le dessin les traits de construction.

Une entreprise fabrique des jouets qu'elle vend par lots. La fabrication peut varier entre 0 et 18 lots. On appelle x le nombre de lots fabriqués et vendus par l'entreprise. **Le coût de fabrication** en euros d'un nombre x de lots, est donné par la fonction f définie par $f(x)=4x^3-96x^2+576x+100$, dont on a tracé ci-dessous la courbe représentative C. Chaque lot fabriqué est vendu 125 euros. **La recette** est donc donnée par la fonction g définie par $g(x)=125x$. Dans cet exercice vous à utiliserez le module « fonctions » de la calculatrice.

Etude des coûts de fabrication

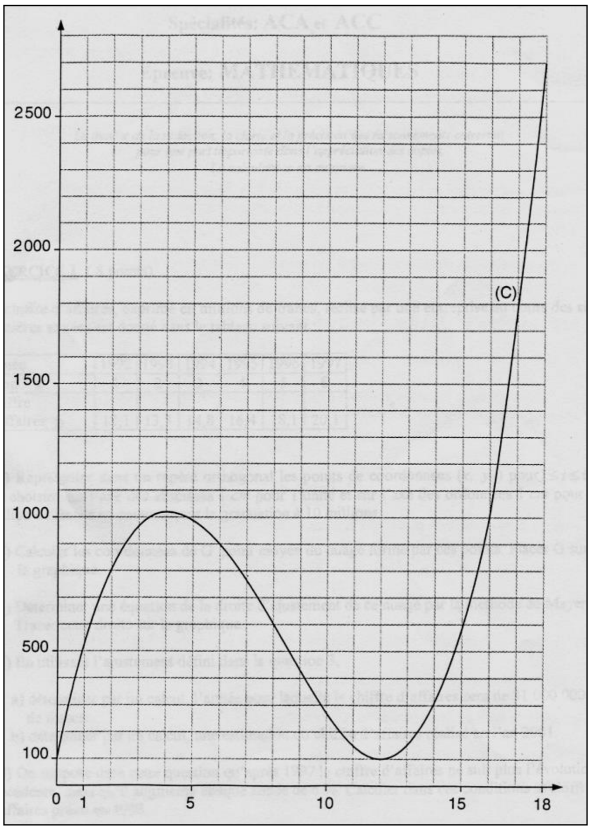
Dresser le tableau de variations de la fonction f sur l'intervalle $[0;18]$ en indiquant les valeurs aux extrémités des flèches.

Etude de la recette

Tracer la droite D d'équation $y=125x$ dans le même repère que la courbe C. Sachant que l'entreprise ne vend que des nombres entiers de lots de jouets, déterminer graphiquement l'intervalle sur lequel l'entreprise réalise un bénéfice. Justifier la réponse.

Etude du bénéfice

On note $h(x)=g(x)-f(x)$. Dresser le tableau de valeurs de la fonction h entre $x=7$ et $x=17$ et indiquer pour quelle valeur de x le bénéfice est le plus grand. Sauriez-vous dresser le tableau de signe de h sur $[0;18]$?



Une entreprise fabrique x dizaines de machines chaque jour, x est compris entre 0 et 12.

- La recette, en euros, qu'elle réalise, est donnée par : $f(x)=180x^2-15x^3$.
- Elle a des frais de fonctionnement quotidiens, dont le montant est : $g(x)=180x+1200$.
- Son bénéfice quotidien, en euros, est donc donné par : $b(x)=f(x)-g(x)$.

Partie A

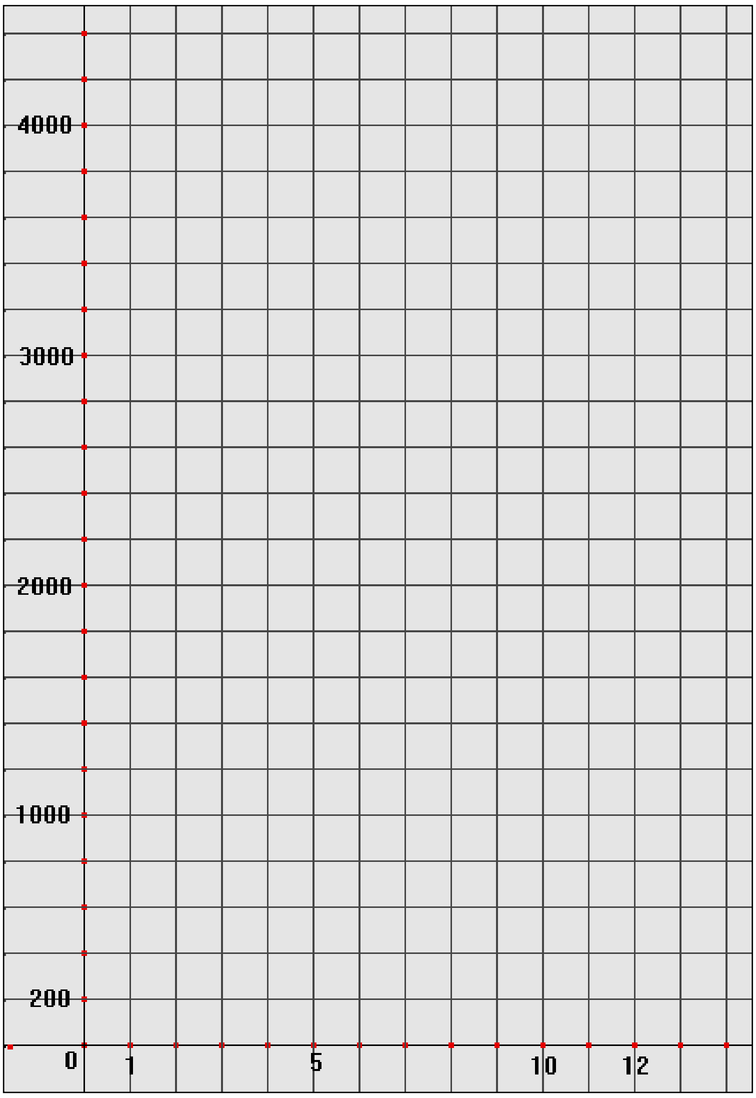
1. Recopier et compléter le tableau de valeurs suivant :

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$f(x)$													

2. Dans le repère ci-dessous, tracer avec précision la courbe C représentative de la fonction f sur $[0;12]$ et établir le tableau de variation de la fonction f sur $[0;12]$.

Partie B

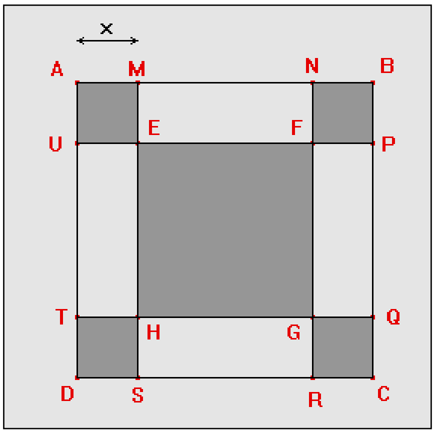
3. Soit D la droite représentant la fonction g. Tracer D sur le même graphique que la courbe C.
4. Lire sur le graphique les coordonnées des points d'intersection de C et D.
5. En déduire la plage de valeurs de x pour lesquelles l'entreprise réalise un bénéfice. Justifier votre réponse.
6. Graphiquement, pour quelle valeur de x l'entreprise semble réaliser un bénéfice maximal ?
7. Dresser le tableau de valeurs et le tableau de variation de la fonction b sur l'intervalle $[0;12]$.
8. Reprendre la question 6.



Maximum, minimum d'une fonction

Une fonction f admet un **maximum** en a sur un intervalle I signifie que pour tout $x \in I$, $f(x) \leq f(a)$. Une fonction f admet un **minimum** en a sur un intervalle I signifie que pour tout $x \in I$, $f(x) \geq f(a)$. Cette notion est importante dans les **problèmes d'optimisation**.

Application dans un problème d'optimisation



Le quadrilatère ABCD est un carré de 4 cm de coté. Les points M, N, P, Q, R, S, T et U sont tels que AM=NB=BP=QC=CR=SD=DT=UA.

Ces longueurs sont égales et valent x avec $0 \leq x \leq 2$. Le but est de déterminer la valeur de x pour laquelle l'aire colorée est minimale.

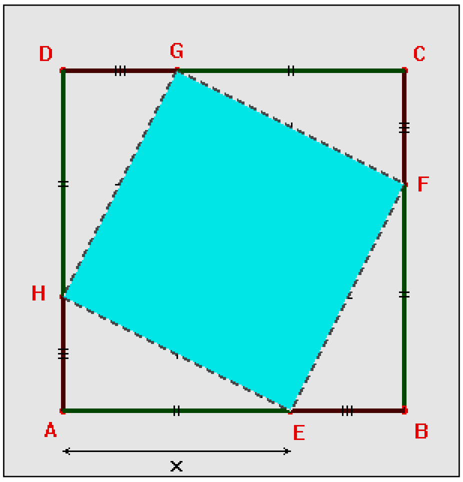
1. Déterminer à quel intervalle appartient le nombre réel x.

2. Montrer que la fonction définie par $f(x) = 8x^2 - 16x + 16$ représente l'aire de la partie colorée en fonction de x.

3. Dresser à l'aide de la calculatrice le tableau de variations de la fonction et en déduire la réponse au problème posé.

4. Montrer que $f(x) = 8(x-1)^2 + 8$ et en en déduire les valeurs de x pour lesquelles l'aire colorée est égale à 10.

Application dans un problème d'optimisation



$ABCD$ est un carré de 6 cm de coté. Le point E appartient à $[AB]$. On note x la longueur AE. Le but est de déterminer la position de E, F, G, H pour laquelle l'aire du carré $EFGH$ est minimale.

1. Déterminer à quel intervalle appartient x.

2. Montrer que la fonction définie par $f(x) = 2x^2 - 12x + 36$ représente l'aire colorée en fonction de x.

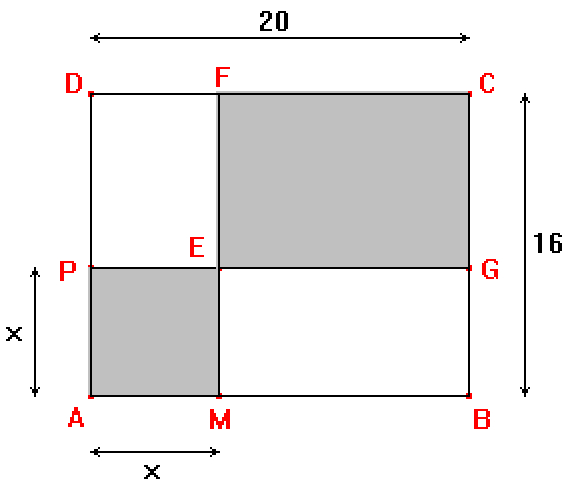
5. Dresser à l'aide de la calculatrice le tableau de variations de la fonction et en déduire la réponse au problème posé.

3. Montrer que $f(x) = 2(x-3)^2 + 18$, en déduire les valeurs de x pour lesquelles l'aire colorée est égale à 26, puis les valeurs de x pour lesquelles l'aire colorée est égale à 20.

Exercice 1

Soit ABCD un rectangle tel que AB= 20 et AD = 16. M étant un point du segment [AB], on construit le carré AMEP et le rectangle EGCF. On note x la longueur du segment [AM].

1. A quel intervalle I appartient x ?

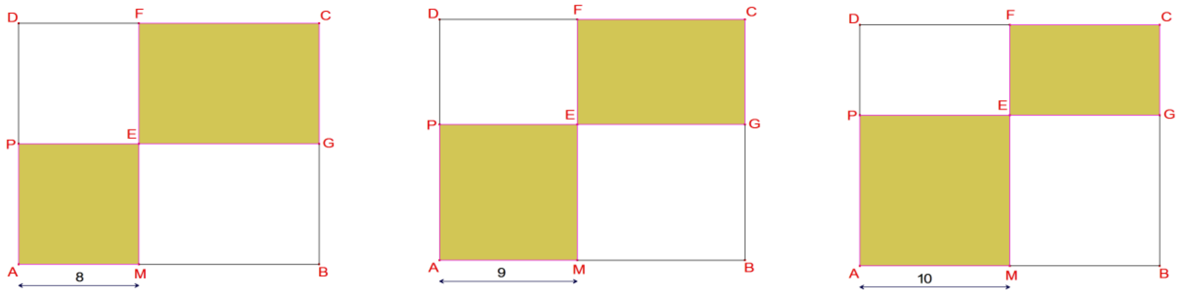


2. On note $f(x)$ l'aire de la partie colorée. Démontrer que la forme développée de l'expression $f(x)$ est $f(x)=2x^2-36x+320$.

3. A l'aide du tableur de votre calculatrice correctement paramétré sur l'intervalle I, dresser le tableau des variations de la fonction f sur cet intervalle.

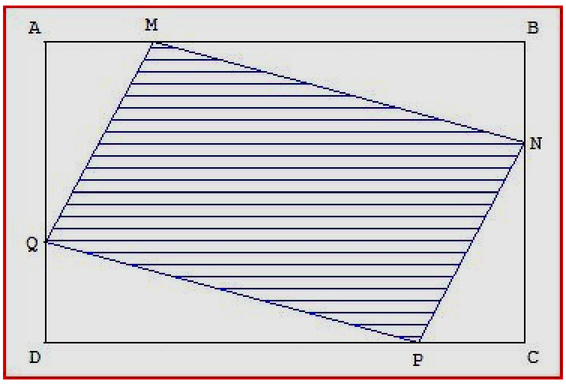
4. Pour quelle valeur de x l'aire colorée est-elle minimale ? Quelle est cette aire minimale ?

5. Montrer que $f(x)=2(x-9)^2+158$ et en déduire pour quelle(s) valeur(s) de x l'aire colorée est-elle égale la moitié de celle du rectangle ABCD.



Exercice 2

ABCD est un rectangle de dimensions 9 et 6. À l'intérieur de ce rectangle on trace le quadrilatère MNPQ de telle sorte que AM=BN=CP=DQ. On admet que ce quadrilatère est un parallélogramme et on s'intéresse à son aire. Le but de l'exercice est de déterminer où placer le point M sur le segment [AB] pour que l'aire du quadrilatère MNPQ soit la plus petite possible. On note $AM = x$.



1. A quel intervalle appartient x ?

2. Démontrer que $A(x)=2x^2-15x+54$ représente l'aire du quadrilatère MNPQ. Dresser à l'aide de la calculatrice le tableau de variations de la fonction et répondre à la question…

Exercice 3

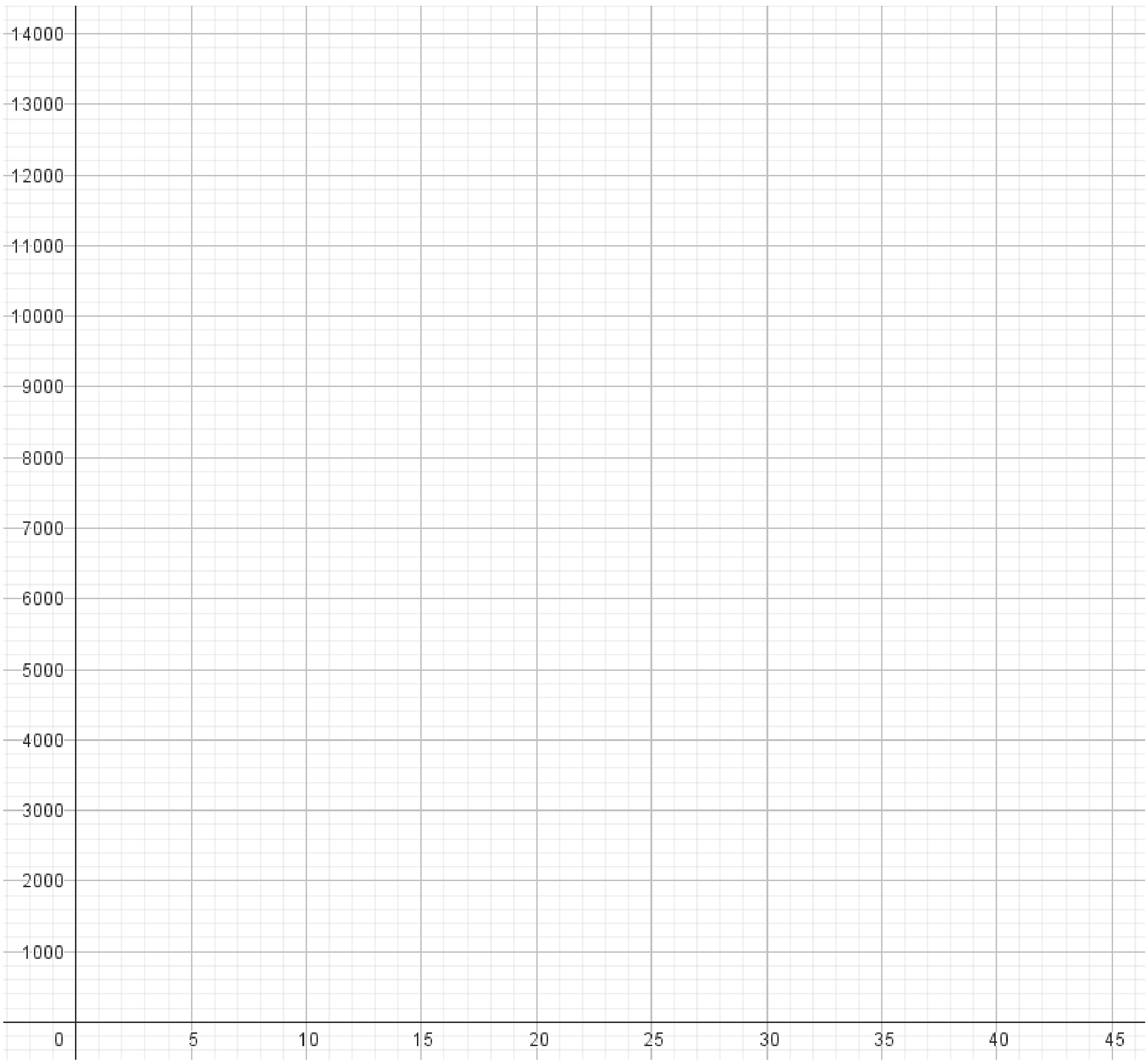
A la suite d'une épidémie, on a constaté que le nombre de personnes malades x jours après l'apparition des premiers cas est donné par $f(x) = 45x^2 - x^3$ pour x appartenant à $[0;45]$. Pendant la même période, on vaccine 200 personnes par jour. Ainsi, le nombre de personnes vaccinées au bout de x jours est donné par $g(x) = 200x$ pour x appartenant à $[0;45]$.

1. Recopier et compléter à l'aide de votre calculatrice le tableau de valeurs suivant :

x	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
$f(x)$										

2. Dresser le tableau de variations et tracer la courbe de la fonction f sur l'intervalle $[0;45]$

3. Tracer la droite représentative de la fonction g . Déterminer sur quelle période le nombre de personnes malades est supérieur au nombre de personnes vaccinées. Déterminer, à l'aide de la calculatrice, le jour où l'écart entre les malades et les vaccinés est le plus grand.



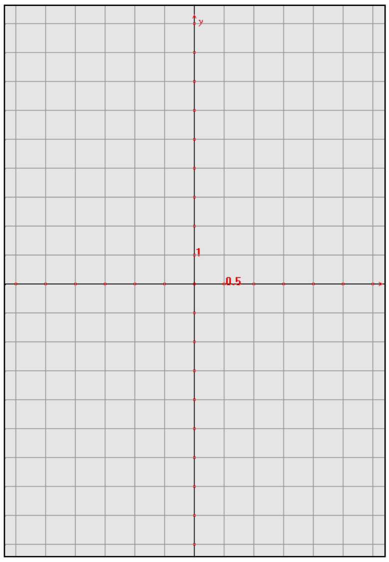
Fonction constante

La fonction f est définie sur l'intervalle $[-3;3]$ par $f(x)=4$.

1. Etablir le tableau des valeurs de la fonction f.

-3	-2	-1	0	1	2	3

2. Que dire de la représentation graphique de f ?
3. Tracer la représentation graphique de la fonction f.



Fonction constante

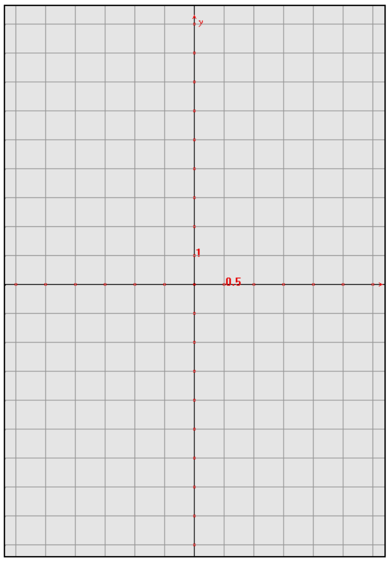
Fonction identité

La fonction g est définie sur l'intervalle $[-3;3]$ par $g(x)=x$.

1. Etablir le tableau des valeurs de la fonction g.

-3	-2	-1	0	1	2	3

2. Quelle est la représentation graphique de g ?
3. Tracer la représentation graphique de la fonction g.



Fonction identité

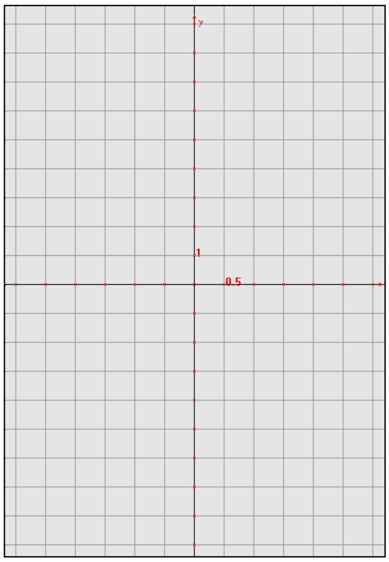
Fonction carrée

La fonction h est définie sur l'intervalle $[-3;3]$ par $h(x)=x^2$.

1. Etablir le tableau des valeurs de la fonction h.

-3	-2	-1	0	1	2	3

2. Quelle est la représentation graphique de h ?
3. Quel est le nom donné à ce type de courbe ?
4. Tracer la représentation graphique de la fonction h.
5. Dresser le tableau de variation de la fonction h.
6. Comment sont placés dans le repère les points de la courbe ayant leurs abscisses opposées ?



Fonction carrée

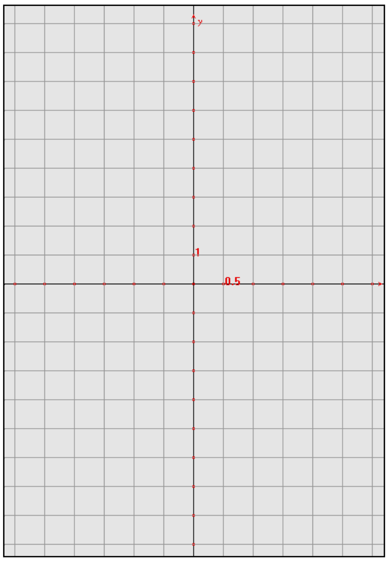
La fonction cube

La fonction f est définie sur $[-2;2]$ par $f(x)=x^3$.

1. Recopier et compléter le tableau de valeurs suivant :

-2	-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2

2. Tracer la courbe représentative de la fonction f.
3. Dresser le tableau de variation de la fonction cube.
4. Comment sont placés les points de la courbe ayant leurs abscisses opposées ?



Fonction cube

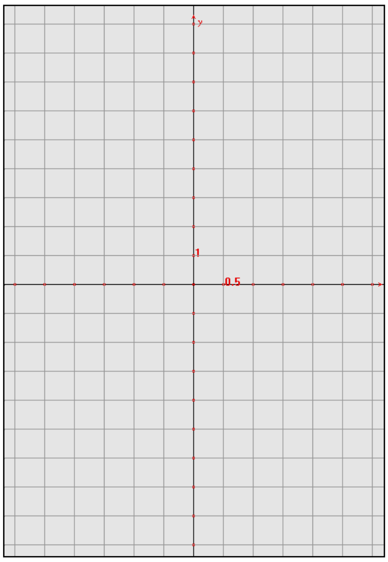
La fonction opposée

La fonction g est définie sur $[-3;3]$ par $g(x)=-x$.

1. Compléter le tableau de valeurs ci-dessous :

-3	-2	-1	0	1	2	3

2. Quelle est la représentation graphique de g ?
3. Tracer la représentation graphique de la fonction g.



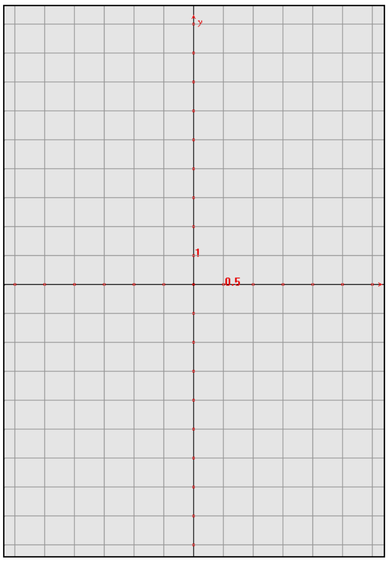
Fonction opposée

La fonction inverse

La fonction h est définie sur $[-3;3]$ par $h(x)=\dfrac{1}{x}$.

-3	-2	-1,5	-1	-0,5	-0,25	0	0,25	0,5	1	1,5	2	3

1. Compléter le tableau de valeurs ci-dessous :
2. Tracer la courbe représentative de la fonction h.
3. Quel est le nom donné à ce type de courbe.
4. Dresser le tableau de variations de la fonction h.
5. Que peut-on dire de la valeur $x=0$? Que peut-on dire de l'image d'un nombre positif proche de zéro ? Que peut-on dire de l'image d'un grand nombre ?



Fonction inverse

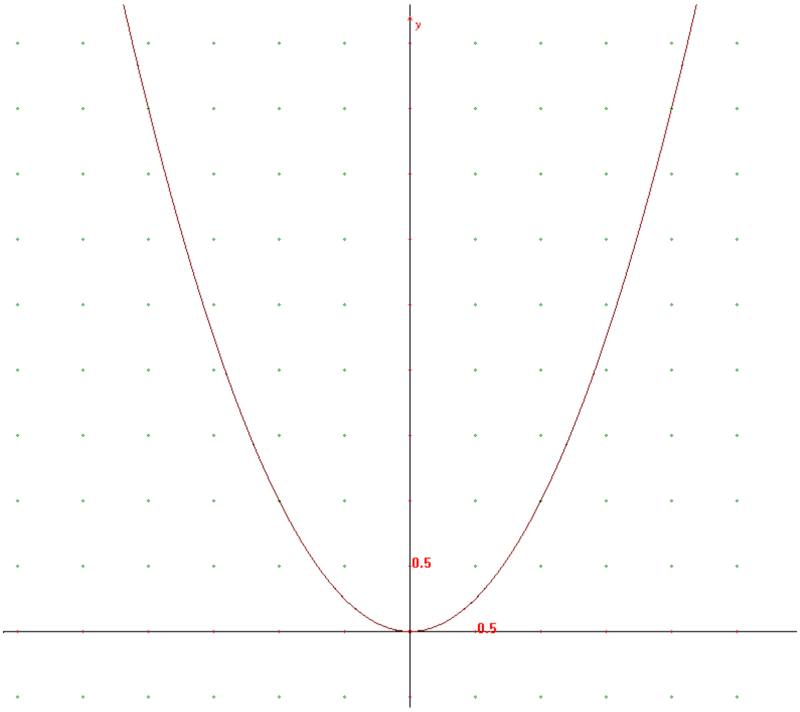
La fonction carrée

On considère la **fonction carrée** $f(x)=x^2$.

1. Dresser les tableaux de variations et de signe de la fonction carrée.

2. Résoudre graphiquement $x^2=1$, $x^2=4$, $x^2\leq 1$, $x^2\leq 4$, $x^2>1$ et $x^2>4$.

3. Si un nombre est compris entre 1 et 2, encadrer son carré.



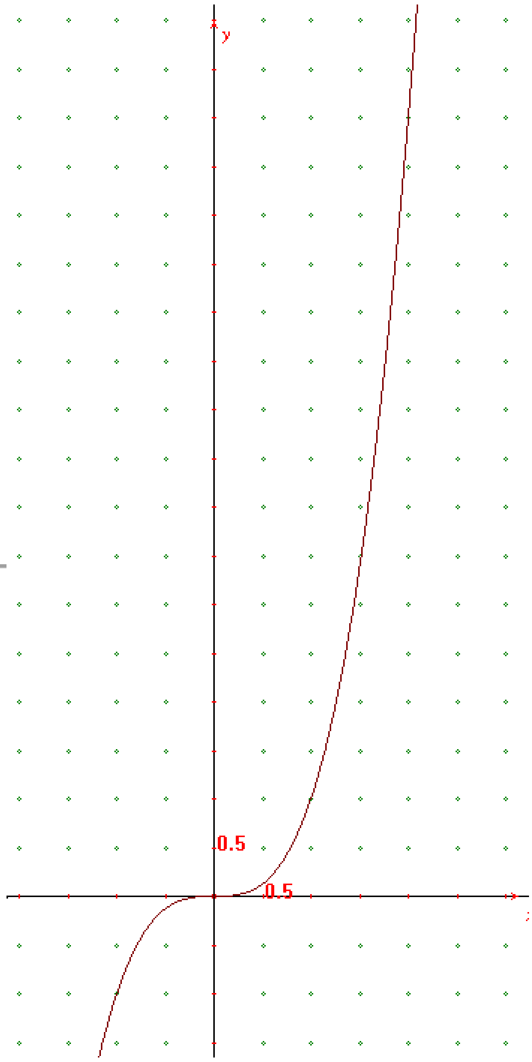
La fonction cube

On considère la **fonction cube** $f(x)=x^3$.

1. Dresser les tableaux de variations et de signe de la fonction cube.

2. Résoudre graphiquement $x^3=1$, $x^3=8$, $x^3=-1$, $x^3\leq 1$, $x^3<8$, $x^3<-1$, $x^3>1$, $x^3\geq 8$ et $x^3\geq -1$.

3. Si un nombre est compris entre 1 et 2, encadrer son cube.



Fonctions paires, fonctions impaires

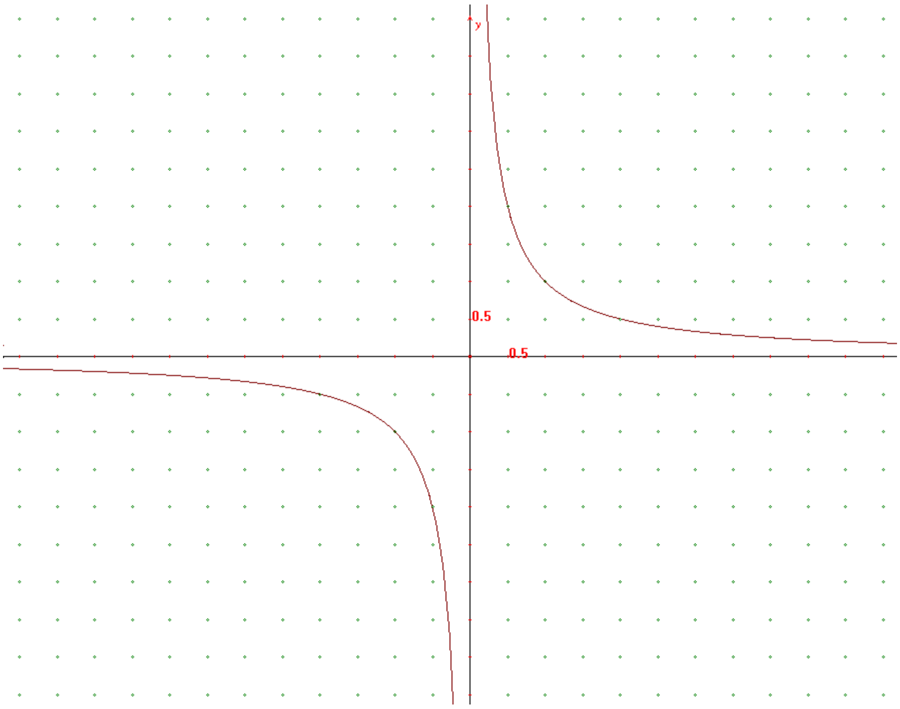
Une fonction est dite « paire » si et seulement si pour tout antécédent x de son ensemble de définition $f(-x)=f(x)$.

Une fonction est dite « impaire » si et seulement si pour tout antécédent x de son ensemble de définition $f(-x)=-f(x)$.

Préciser à l'aide de ces définitions la parité de la fonction carrée et celle de la fonction cube.

La fonction inverse

On considère la **fonction inverse** $f(x)=\dfrac{1}{x}$.

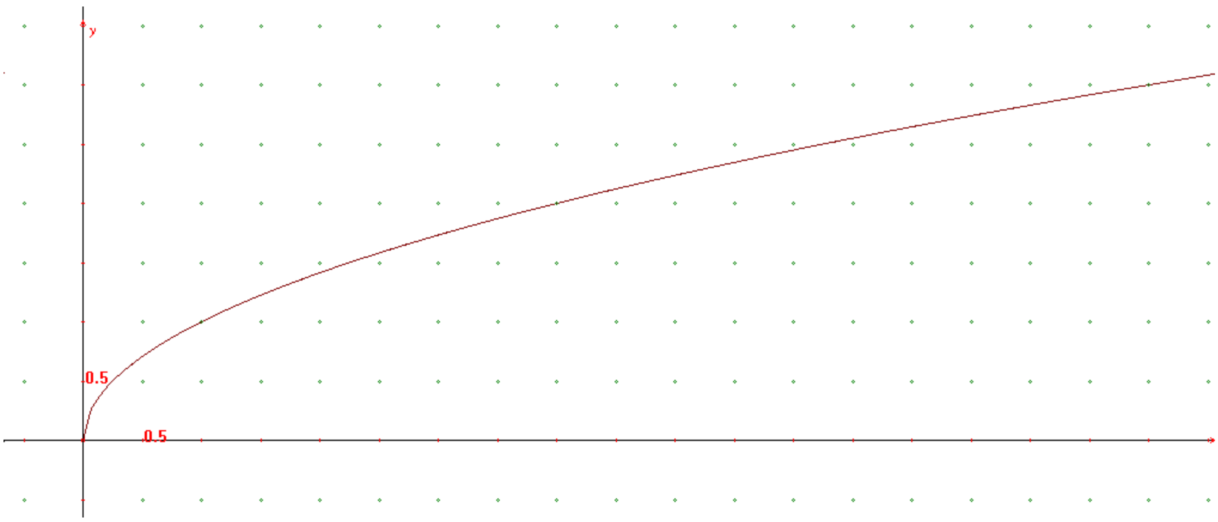


1. Dresser le tableau de variations de la fonction inverse.
2. Dresser le tableau de signe de la fonction inverse.
3. Quelle est la parité de la fonction inverse ?
4. Résoudre graphiquement $\dfrac{1}{x}=1$, $\dfrac{1}{x}\geq 0,5$, $\dfrac{1}{x}<2$, $\dfrac{1}{x}<-0,5$ et $\dfrac{1}{x}\geq -2$.

La fonction racine carrée

On considère la **fonction racine** $f(x)=\sqrt{x}$.

1. Dresser le tableau de variations et le tableau de signe de cette fonction.
2. Résoudre graphiquement $\sqrt{x}=1$, $\sqrt{x}=2$, $\sqrt{x}=3$, $\sqrt{x}\leq 1$, $\sqrt{x}>2$, $\sqrt{x}<3$.
3. Si un nombre est compris entre 1 et 4, encadrer sa racine carrée. Si un nombre est compris entre 4 et 9, encadrer sa racine carrée.



Fonction croissante, fonction décroissante

Une fonction est **croissante** lorsque les antécédents et les images **sont rangées dans le même sens**. Ceci signifie que f est croissante si et seulement si « pour tous les antécédents a et b tels que $a \leq b$, les images $f(a)$ et $f(b)$ vérifient $f(a) \leq f(b)$ ».

Une fonction est **décroissante** lorsque les antécédents et les images **sont rangées dans le sens contraire**. Ceci signifie que f est décroissante si et seulement si « pour tous les antécédents a et b tels que $a \leq b$, les images $f(a)$ et $f(b)$ vérifient $f(a) \geq f(b)$ ».

Quelques rappels sur les règles des signes

1. Compléter les phrases suivantes : « Le signe du produit de deux nombres positifs est … », « Le signe du produit de deux nombres négatifs est … », « Le signe du produit d'un nombre positif par un nombre négatif est … ». Les réponses changent-elles lorsqu'on change le mot « produit de » en « quotient entre » ?

2. Compléter les phrases suivantes : « Le signe de la somme de deux nombres positifs est … », « Le signe de la somme de deux nombres négatifs est … », « Le signe de la somme d'un nombre positif par un nombre négatif est … ». Les réponses changent-elles lorsqu'on change l'expression « somme de » en « différence entre » ?

3. Pour étudier le signe d'une quantité, il est nécessaire qu'elle soit factorisée, pourquoi ?

Croissance de la fonction carrée

On considère la fonction carrée $f(x) = x^2$ en on souhaite démontrer qu'elle est croissante sur l'intervalle $[0;+\infty[$. On prend pour cela deux antécédents a et b tels que $0 \leq a \leq b$ et on souhaite montrer que $a^2 \leq b^2$.

1. Factoriser la quantité $a^2 - b^2$ et en déduire le signe de cette quantité.

2. Que peut-on en conclure pour le sens de variation de la fonction carrée sur $[0;+\infty[$.

Décroissance de la fonction inverse

On considère la fonction carrée $g(x) = \dfrac{1}{x}$ en on souhaite démontrer qu'elle est croissante sur l'intervalle $]0;+\infty[$. On prend pour cela deux antécédents a et b tels que $0 < a \leq b$ et on souhaite montrer que $\dfrac{1}{a} \geq \dfrac{1}{b}$.

1. Factoriser la quantité $\dfrac{1}{a} - \dfrac{1}{b}$ et en déduire le signe de cette quantité.

2. Que peut-on en conclure pour le sens de variation de la fonction inverse sur $]0;+\infty[$.

Croissance de la fonction cube

On considère la fonction carrée $h(x)=x^3$ en on souhaite démontrer qu'elle est croissante sur l'intervalle $[0;+\infty[$. On prend pour cela deux antécédents a et b tels que $0 \leq a \leq b$ et on souhaite montrer que $a^3 \leq b^3$.

1. Montrer que $a^3-b^3=(a-b)\left(a^2+ab+b^2\right)$. En déduire le signe de cette quantité.

2. Que peut-on en conclure pour le sens de variation de la fonction cube sur $[0;+\infty[$.

Croissance de la fonction racine

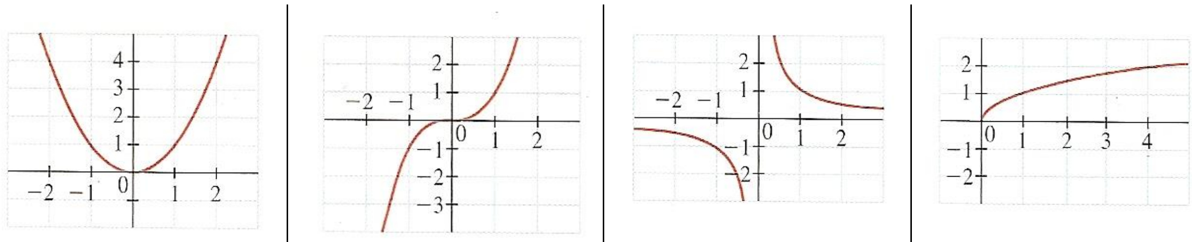
On considère la fonction carrée $k(x)=\sqrt{x}$ en on souhaite démontrer qu'elle est croissante sur l'intervalle $[0;+\infty[$. On prend pour cela deux antécédents a et b tels que $0 \leq a \leq b$ et on souhaite montrer que $\sqrt{a} \leq \sqrt{b}$.

1. Montrer que $\sqrt{a}-\sqrt{b}=\dfrac{a-b}{\sqrt{a}+\sqrt{b}}$. En déduire le signe de cette quantité.

2. Que peut-on en conclure pour le sens de variation de la fonction racine sur $[0;+\infty[$.

Récapitulatif sur quatre fonctions de référence

On rappelle ci-dessous les courbes représentatives de quatre fonctions de référence.



Courbe 1 — *Courbe 2* — *Courbe 3* — *Courbe 4*

1. Donner le nom des quatre fonctions et pour les courbes 1 et 3 le nom de la courbe.
   Dresser dans chaque cas le tableau de variations de la fonction associée à la courbe.

2. Une fonction est paire : laquelle ? Rappeler la définition ainsi que la formule.
   Deux fonctions sont impaires : lesquelles ? Rappeler la définition ainsi que la formule.

3. Si $81 \leq x^2 \leq 121$ que peut-on dire de x ? Si $169 \leq x^2 \leq 289$ que peut-on dire de x ?
   Si $27 \leq x^3 \leq 125$ que peut-on dire de x ? Si $-64 \leq x^3 \leq -8$ que peut-on dire de x ?

4. Si $0,04 \leq \dfrac{1}{x} \leq 0,25$ que peut-on dire de x ? Si $0,1 \leq \dfrac{1}{x} \leq 0,01$ que peut-on dire de x ?
   Si $10 \leq \sqrt{x} \leq 100$ que peut-on dire de x ? Si $7 \leq \sqrt{x} \leq 14$ que peut-on dire de x ?