

CORRIGÉ DES NOTES – FONCTIONS RÉELLES

Page 5

$$\text{Dom } f = \underline{[-7, 7[} \quad \text{et} \quad \text{Codom } f = \underline{]-3, 4]}$$

Ordonnée à l'origine :

Si $x = 0 \Rightarrow f(x) = \underline{4}$

Zéro(s) (abscisses à l'origine) :

Si $f(x) = 0$, alors $x_1 = \underline{-5,8}$; $x_2 = \underline{-2}$; $x_3 = \underline{4}$

Signes :

$$f(x) \geq 0 \quad \forall x \in [-5,8, 4]$$

$$f(x) < 0 \quad \forall x \in [-7, -5,8[\cup]4, 7[$$

Extremums :

La fonction f possède un maximum de 4 ; un minimum de ∅.

Variation :

$$\forall x_1, x_2 \in [-3, -2] \cup [0, 1] \cup [3, 7[: x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$$

$$\forall x_1, x_2 \in [-7, -3] \cup [-2, 0] : x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$$

$$\forall x_1, x_2 \in [1, 3] : x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) = f(x_2)$$

Page 11

Exercice 1

a) $a = 4, b = 0,5, h = 2, k = -7$

d) $a = -\frac{1}{2}, b = 1, h = 16, k = 3$

b) $a = 2, b = 3, h = 1, k = -5$

e) $a = -2, b = \pi, h = 0, k = 0$

c) $a = -1, b = 4, h = -2, k = 1$

f) $a = 3, b = -1, h = 2, k = -4$

Questions quiz...

a) b, h b) a, k c) 1, 1, 0, et 0 d) est le coefficient ; divise

Pages 16 et 17

Exercice 2 : $f^{-1}(0) = \frac{-3}{7}$

Exercice 3 : a) $t = \frac{C-5}{20}$ b) l'axe des ordonnées

Exercice 4 : a) $t = \sqrt{\frac{M-15}{5}}$ b) $15 \leq M \leq 195$

Exercice 5 : a) faux b) faux c) vrai d) faux e) vrai
f) vrai g) faux h) vrai

Page 19

Exercice 1 :

a) $f(x) = -2(x-3)^2 + 8$ b) $g(x) = 3(x+2)^2 + 3$ c) $h(x) = 3(x-4)^2 + 5$
d) $j(x) = 2\left(x - \frac{1}{4}\right)^2 + \frac{7}{8}$ e) $k(x) = \frac{1}{2}(x-1)^2 - 2$ f) $l(x) = -\frac{1}{3}\left(x - \frac{3}{2}\right)^2 + \frac{15}{4}$
g) $m(x) = 3\left(x - \frac{1}{6}\right)^2 + \frac{1}{3}$

Page 21

Exercice 1

Pour f : $x = 3$ et $x = 4$ Pour j : $x = -5$ et $x = -1$

Pour h : $x = -2$ et $x = \frac{1}{2}$ Pour g : $x = -\frac{3}{2}$ et $x = 2$

Page 24

Réponse : La valeur de l'action de la compagnie *EscroTel* a été la même ou supérieure à celle de la compagnie *Réno-Louche* pendant environ 6,12 ans.

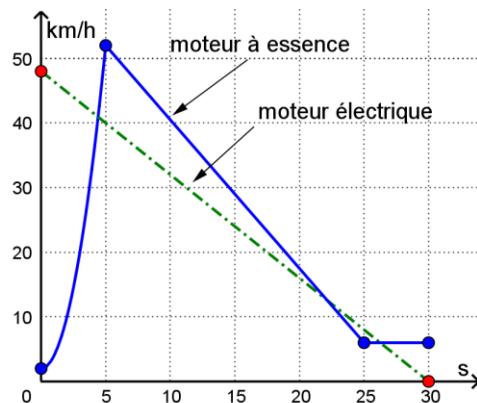
Page 25

- a) $x \in]-\infty, 3 - \sqrt{10}[\cup]3 + \sqrt{10}, \infty[$ i) $x \in]-\infty, -\frac{5}{2}[\cup]2, \infty[$
- b) $x \in]-1, 2[$ j) $x \in]-\infty, -2] \cup \left[\frac{2}{5}, \infty \right[$
- c) $x \in [-1, 5]$ k) $x \in \mathbb{R} \setminus \{1,5\}$ ou $x \in]-\infty, 1,5[\cup]1,5, \infty[$
- d) $x \in \emptyset$ l) $x \in \left\{ \frac{5}{2} \right\}$
- e) $x \in]-5, 2[$ m) $x \in \left[-\frac{1}{5}, 1 \right]$
- f) $x \in \{3\}$ n) $x \in]-\infty, -1] \cup \left[\frac{9}{2}, \infty \right[$
- g) $x \in \mathbb{R}$ o) $x \in \left[-1, \frac{5}{2} \right]$
- h) $x \in \left[\frac{10 - \sqrt{94}}{3}, \frac{10 + \sqrt{94}}{3} \right]$ p) $x \in \emptyset$

Page 28

Exercice : La règle est $f(x) = \begin{cases} -12(x+6)^2 + 104 & (-8 \leq x \leq -4) \\ 56 & (-4 \leq x \leq 4) \\ 12(x-6)^2 + 8 & (4 \leq x \leq 8) \end{cases}$

Page 29



La voiture propulsée par le moteur électrique a été plus lente que l'autre voiture :

- de 4,41 à 22,14 secondes et
- de 26,25 à 30 secondes,

soit pendant un total d'environ 21,48 secondes.

Page 30

1. 3

6. 2,4

2. $\frac{7}{2}$

7. $\frac{2}{5}$

3. 5

8. -2

4. -17

9. -21

5. $\frac{1}{15}$

Page 31

Exercice 1 :

a) $x + 3$

b) $-5 + 3x$ ou $3x - 5$

c) $2(x - 1)$ ou $2x - 2$

d) $x^2 - 4$

Page 34

Exercice 1:

a) $f(x) = 4|x - 3| + 1$

b) $g(x) = 12|x - 3| - 2$

c) $h(x) = -\frac{5}{2}\left|x - \frac{1}{3}\right| - 5$

d) $i(x) = -2|x - 4| + 3$

e) $j(x) = -3|x| + 2$

f) $m(x) = \frac{3}{2}\left|x - \frac{1}{2}\right| + 2$

Page 36

Exercice :

Forme canonique de la fonction : $h(t) = -\frac{6}{5}\left|t + \frac{1}{3}\right| + 2$

Dom $h : \mathbb{R}$

Codom $h :]-\infty, 2]$

Extremum : max de 2 en $t = \frac{-1}{3}$

$$h(0) = \frac{8}{5}$$

Zéros : $t \in \left\{ \frac{4}{3}, -2 \right\}$

Signes : $h(t) \geq 0 \forall t \in \left[-2, \frac{4}{3} \right]$ $h(t) \leq 0 \forall t \in]-\infty, -2] \cup \left[\frac{4}{3}, \infty \right[$

Équation de l'axe de symétrie : $t = \frac{-1}{3}$

Taux de variation des demi-droites : $\frac{\pm 6}{5}$

Page 37

a) $x = -3$ et $x = 13$ i) $x = -4$ et $x = 6$

b) $x = -14$ et $x = -8$ j) $x = 1$

c) $x = -\frac{21}{5}$ et $x = -1$ *k) $x = -2$ et $x = 9$

d) $x = -\frac{7}{2}$ l) $x \in \emptyset$

e) $x = -\frac{3}{2}$ m) $x \in \{5, 7, 9, 11\}$

f) $x \in \emptyset$ n) $x = 4$

g) $x = \frac{15}{2}$ o) $x \in \emptyset$

h) $x \in \{-7, 13\}$ p) $x \in \{-125, 125\}$

Page 42

Exemple 1 : $x \in]-\infty, -4] \cup [14, +\infty[$ (voir démarche dans les notes de cours, p.41)

Exemple 2 : $x \in]-9, 3[$ (voir démarche dans les notes de cours, p.41)

Exemple 3 : $x \in]-\infty, -20] \cup \left[\frac{20}{3}, +\infty \right[$

Exemple 4 : $x \in \left] -\infty, \frac{1}{3} \right]$ (voir démarche dans les notes de cours, p.41)

Page 43

a) $-2 \leq x \leq 2$ ou $x \in [-2, 2]$

i) $x \in \left[\frac{68}{33}, \frac{86}{33} \right]$

b) $x \in \mathbb{R}$

j) $x \in \mathbb{R}$

c) $-54 \leq x \leq 42$ ou $x \in [-54, 42]$

k) $-3 \leq x \leq 17$ ou $x \in [-3, 17]$

d) $x \in \emptyset$

l) $x \in \left[\frac{-34}{11}, \frac{-14}{13} \right]$

e) $x \leq \frac{-7}{3}$

m) $x \in \left[\frac{-44}{3}, 24 \right]$

f) $x \in \left] -\infty, -\frac{32}{3} \right] \cup \left[\frac{32}{5}, \infty \right[$

n) $x \in \emptyset$

g) $x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{7}{2} \right\}$

o) $x \geq \frac{-15}{4}$

h) $x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ -\frac{7}{5} \right\}$

p) $x \in \left] -\infty, \frac{-11}{6} \right[\cup \left] \frac{-1}{6}, \infty \right[$

DÉFI! $x \in]-\infty, 5] \cup [5, 67 ; 6, 34] \cup [7 ; \infty[$

Page 46

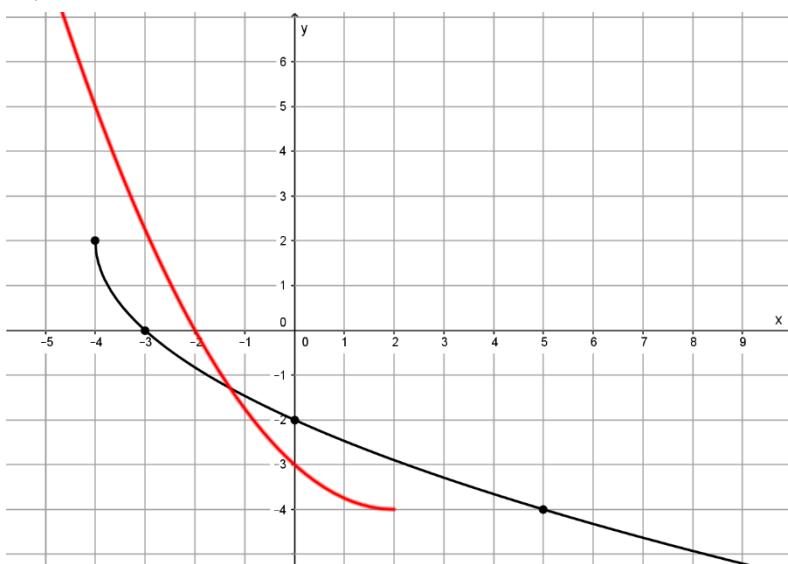
1. $f(x) = \frac{3}{2}|x - 3| + 5$
2. $g(x) = -2|x + 3| + 8$
3. $h(x) = \frac{3}{2}\left|x - \frac{1}{2}\right| - \frac{11}{4}$
4. $f(x) = -2|x + 1| + 1$
5. $f(x) = 0,6|x - 20| + 30$

Page 50

a) $Dom(f) = [-4, \infty[$ b) $Codom(f) =]-\infty, 2]$

c) $f(-4) = 2$
 $f(-3) = 0$
 $f(0) = -2$
 $f(5) = -4$

d) et e)



f) $f^{-1}(x) = \frac{1}{4}(x - 2)^2 - 4 \quad (x \leq 2) \quad OU \quad Dom f^{-1} =]-\infty, 2]$ g) $(x \leq 2)$

Page 51 – Exercice

a) $f^{-1}(x) = 9x^2 + 4 \quad (x \geq 0)$

b) $g^{-1}(x) = -(x+10)^2 + 3 \quad (x \leq -10)$

c) $h^{-1}(x) = \frac{-1}{100}(x+50)^2 + 12 \quad (x \geq -50)$

Page 52

a) $x = 1$

i) $x \in \emptyset$

b) $x \in \emptyset$

j) $x = 9,25$ ou $x = \frac{37}{4}$

c) $x = 9$

k) $x = 9$

d) $x \in \{6, 30\}$

l) $x \in \emptyset$

e) $x = -10$

m) $x = -2$

f) $x \in \{10, 22\}$

n) $x \approx 2,37$

g) $x = 6$

o) $x \approx 16,8$

*h) $x = -9$

p) $x \in \{11, 13\}$

Page 56

a) $x \geq 0$

*h) $x \in \left] -7, \frac{-5}{2} \right]$

b) $x < -50$

i) $x \geq 0$

c) $x \in [0, 2] \cup [8, \infty[$

j) $x < 1$

d) $x \in [0, 1]$

k) $x \leq 0$

e) $x \in \emptyset$

l) $x \geq 5$

f) $x \leq -18$

m) $x < -9$

g) $x \in [20 - 8\sqrt{6}, 20 + 8\sqrt{6}]$

n) $x \in \{0\}$

DÉFI ! $x \in [-3,43 ; 5]$

Page 58

Exercice 1 : $f(x) = -8\sqrt{-(x+6)}$

Exercice 2 :

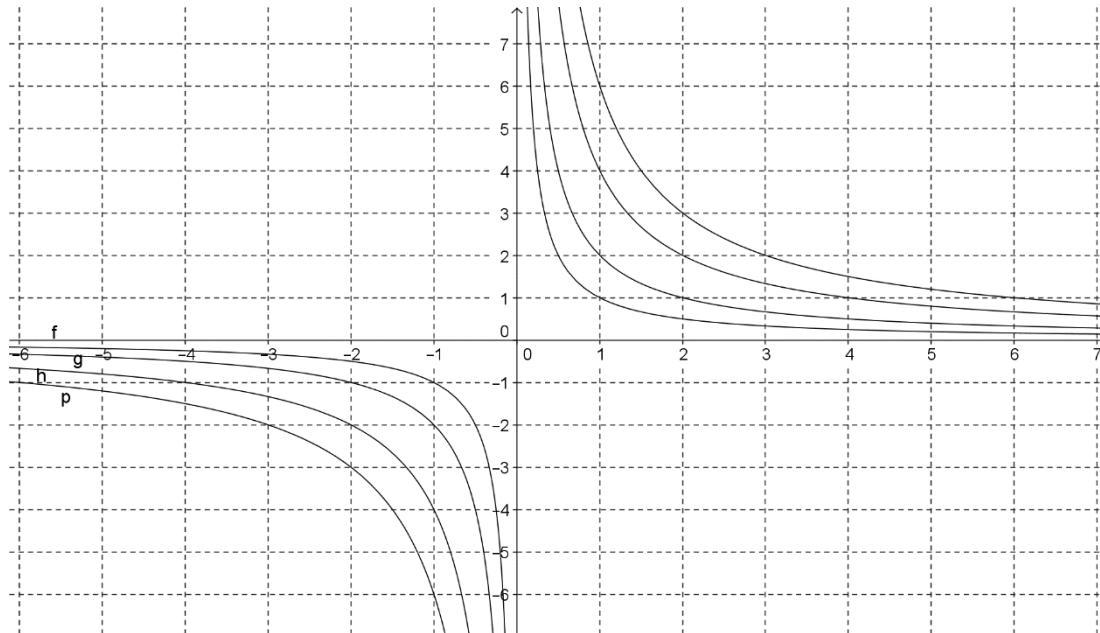
a) $f(x) = \frac{7}{3}\sqrt{x+2} - 3$

b) $f(x) = 4\sqrt{-(x-8)} - 5$

c) $f(x) = 2\sqrt{x+4} - 4$

d) $f(x) = \frac{-4\sqrt{3}}{3}\sqrt{x-2} + 3$

Page 62



- a) On constate que pour les mêmes abscisses, le numérateur **multiplie** les images de la fonction de base $f(x) = \frac{1}{x}$.
- b) Admettons une fonction rationnelle ayant un numérateur **négatif**, quelle transformation géométrique subira la courbe de la fonction de base $f(x) = \frac{1}{x}$ (en plus d'un étirement possible) ? **Une symétrie selon l'axe des abscisses.** Décrire sa variation en un mot : **Croissante**.
- c) La valeur du numérateur de la fonction rationnelle correspond donc au paramètre **a** de la fonction rationnelle transformée.
- d) Non

Page 64

- Son domaine (de manière algébrique) : $\text{Dom } f = \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{-5}{2} \right\}$
- Son codomaine : $\text{Codom } f = \mathbb{R} \setminus \{1,5\}$
- Son zéro : $x = \frac{7}{6}$
- Son ordonnée à l'origine : $f(0) = -0.7$
- Les équations de ses asymptotes : $x = \frac{-5}{2}$ et $y = 1,5$
- Les valeurs d'abscisse pour lesquelles la fonction admet des images inférieures à 3 : $x \in \left] -\infty, \frac{-37}{6} \right[\cup \left] \frac{-5}{2}, \infty \right[$
- La règle de sa réciproque : $f^{-1}(x) = \frac{-5,5}{x-1,5} - \frac{5}{2}$

Page 66

Exercice 1 :

	<i>Forme canonique</i>	<i>Centre</i>	<i>Variation</i>	<i>Domaine</i>	<i>Codomaine</i>
a)	$f(x) = \frac{-7/2}{x-10} - 1$	$(10, -1)$	Croissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \{10\}$	$\mathbb{R} \setminus \{-1\}$
b)	$g(x) = \frac{5/12}{x-4/3}$	$\left(\frac{4}{3}, 0 \right)$	Décroissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{4}{3} \right\}$	\mathbb{R}^*
c)	$h(x) = \frac{19}{x-3} + 6$	$(3, 6)$	Décroissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \{3\}$	$\mathbb{R} \setminus \{6\}$
d)	$j(x) = \frac{-1/16}{x-3/4} + \frac{1}{4}$	$\left(\frac{3}{4}, \frac{1}{4} \right)$	Croissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{3}{4} \right\}$	$\mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{1}{4} \right\}$

Page 67

Exercice 1:

- a) II^e quadrant b) III^e quadrant c) I^{er} quadrant d) IV^e quadrant

Page 68

Exercice :

La règle de la fonction h est $h(x) = \frac{-3x-42}{0,4x-6}$

$Dom h^{-1} : \mathbb{R} \setminus \{-7,5\}$ et $Codom h^{-1} : \mathbb{R} \setminus \{15\}$

Exercice 1 : $x = 9$

Exercice 2 : $x = 34$

Exercice 3 : $f(x) = \frac{-2,4}{x+3} - 6$

Page 70

a) $x \in \left]0, \frac{3}{10}\right]$ ou $0 < x \leq \frac{3}{10}$ h) $x \in \left]-5, 1\right[$ ou $-5 < x < 1$

b) $x \in \left]-\infty, -3\right[\cup \left[4, \infty\right[$ i) $x \in \left]-2, 1\right[\cup \left[\frac{3}{2}, \infty\right[$

c) $x \in \left[-3, -1\right[$ ou $-3 \leq x < -1$ j) $x \in \left]-\infty, 0\right[\cup \left[\frac{5}{2}, \infty\right[$

d) $x \in \left]-\infty, \frac{-6}{5}\right] \cup \left[\frac{2}{5}, \infty\right[$ k) $x \in \left]1, \frac{12}{5}\right[$ ou $1 < x < \frac{12}{5}$

e) $x \in \left]-\infty, -5\right] \cup \left]-1, 1\right]$ l) $x \in \left]-\infty, \frac{-1}{3}\right[\cup \left[\frac{3}{14}, \infty\right[$

f) $x \in \left[-7, -6\right[$ ou $-7 \leq x < -6$ m) $x \geq 1$

g) $x \in \left[\frac{2}{3}, 1\right[$ ou $\frac{2}{3} \leq x < 1$ n) $x \in \left]-\infty, \frac{5}{6}\right[\cup \left]1, \infty\right[$

DÉFI 1 : $x \in \left]-\infty, \frac{-3}{2}\right[\cup \left[-1, 0\right[$ DÉFI 2 : $x \in \left[0, 1\right[\cup \left[7, \infty\right[$

Page 73

Exercice 1 : a) $P = \frac{300m - 150}{m}$ b) Au moins 15 matelas

- c) Il lui serait impossible de réaliser un profit par matelas supérieur ou égal au prix du matelas lui-même à cause du 150\$ de dépenses.

Exercice 2 : a) $P = \frac{500}{n - 10}$ b) $T = \frac{25n + 500}{n - 10}$ ou $T = \frac{750}{n - 10} + 25$

- c) 85 personnes étaient présentes.

Pages 77 à 79

Exercice 1 : a) $(f \circ g)(x) = 2x^2 - 4x + 1$ b) $(g \circ f)(x) = 4x^2 - 1$

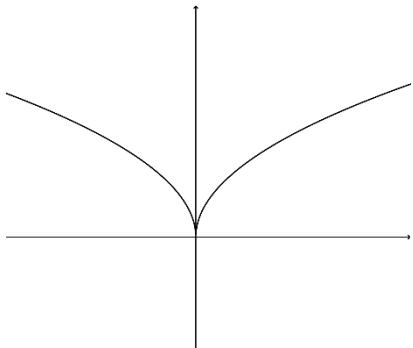
Exercice 2 : $(g \circ f)(-10) = 100$ $(f \circ g)(-10) = 80$

Exercice 3 : $g \circ f(1) = 1$ $f \circ g(1) = 3$ $g \circ f(-1) = 1$ $f \circ g(-1) = -1$

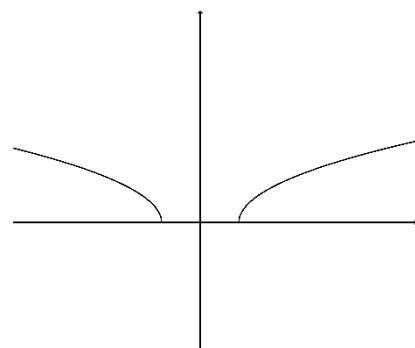
Exercice 4 : Réponse : b)

Exercice 5 :

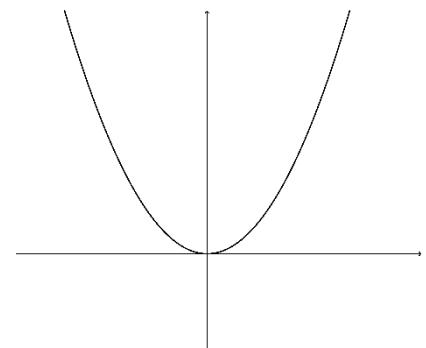
a) $f \circ g(x) = 3\sqrt{|x|}$



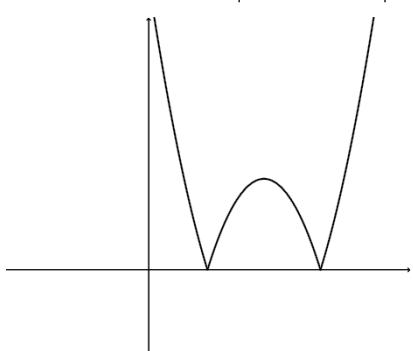
b) $n \circ t(x) = \sqrt{|x| - 5}$



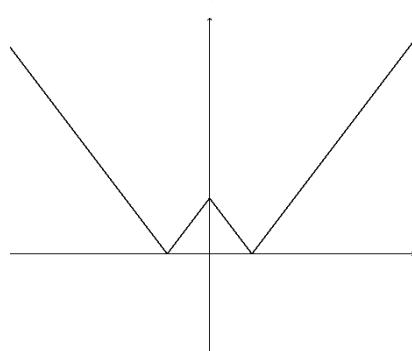
c) $j(x) = |x|^2$



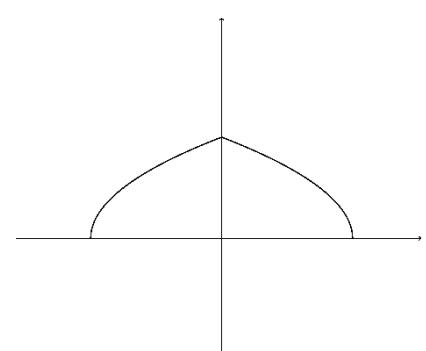
d) $h(x) = |(x - 7)^2 - 6|$



e) $p(x) = |2|x| - 8|$



f) $q(x) = \sqrt{-|x| + 2}$



Page 81

Les moteurs: a) $V = 2\sqrt{T-11}$ b) $\sqrt{316} \approx 17,78$

Vrai ou faux ? Réponse : Vrai !

Page 87

a) $\mathbb{R} \setminus \left\{-\frac{1}{6}\right\}$ b) $\left]-\infty, \frac{3}{4}\right]$ c) $\left[-15, \frac{1}{7}\right] \setminus \{-6\}$

d) $[16, \infty[$ e) \emptyset (le quotient n'est pas défini) f) $]-\infty, 1] \setminus \{-15, -4\}$

Page 88

$$f(x) = -\frac{3}{2} \sqrt{-\left(x - \frac{8}{5}\right)} - \frac{2}{5} \quad \text{et} \quad f^{-1}(x) = -\frac{4}{9} \left(x + \frac{2}{5}\right)^2 + \frac{8}{5} \quad \left(x \leq \frac{-2}{5}\right)$$

Page 89 $f(x) = \frac{-12}{x-4} - 5$

Page 93

1. a)

Variable indépendante : La profondeur à laquelle se trouve un plongeur

Variable dépendante : La pression sous-marine

b)

Variable indépendante : La vitesse du vent

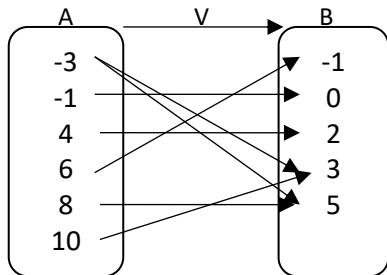
Variable dépendante : La puissance générée par l'éolienne

c)

Variable indépendante : Le nombre de meubles à assembler

Variable dépendante : Son temps de travail

2. a)



b) Non la relation V n'est pas une fonction car il y a 2 éléments de l'ensemble d'arrivée (3 et 5) qui sont associées à l'élément -3 de l'ensemble de départ

3. a) $f(-5) = 24$

b) $x = -4$

4. $r(n) = \frac{2}{3}n - 1$

Page 94

Fonction f

$\text{Dom } f = \mathbb{R}$

$\text{Codom } f = [-4, \infty[$

$f(x) \geq 0 \forall x \in]-\infty, -5] \cup [-1, \infty[$

$f(x) \leq 0 \forall x \in [-5, -1]$

$f(0) = 2$

$f(x) = 0 \Rightarrow x = -5 \text{ ou } x = -1$

$\forall x_1, x_2 \in]-\infty, -3] : x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) > f(x_2)$

$\forall x_1, x_2 \in [-3, \infty[: x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_1) < f(x_2)$

Fonction g

$\text{Dom } g = \mathbb{R}$

$\text{Codom } g =]-\infty, 2]$

$g(x) \geq 0 \forall x \in [-3, 7]$

$g(x) \leq 0 \forall x \in]-\infty, -3] \cup [7, \infty[$

$\text{Si } x = 0, g(x) = 1,2$

$g(x) = 0 \Rightarrow x = -3 \text{ ou } x = 7$

$\forall x_1, x_2 \in [2, \infty[: x_1 < x_2 \Rightarrow g(x_2) > g(x_1)$

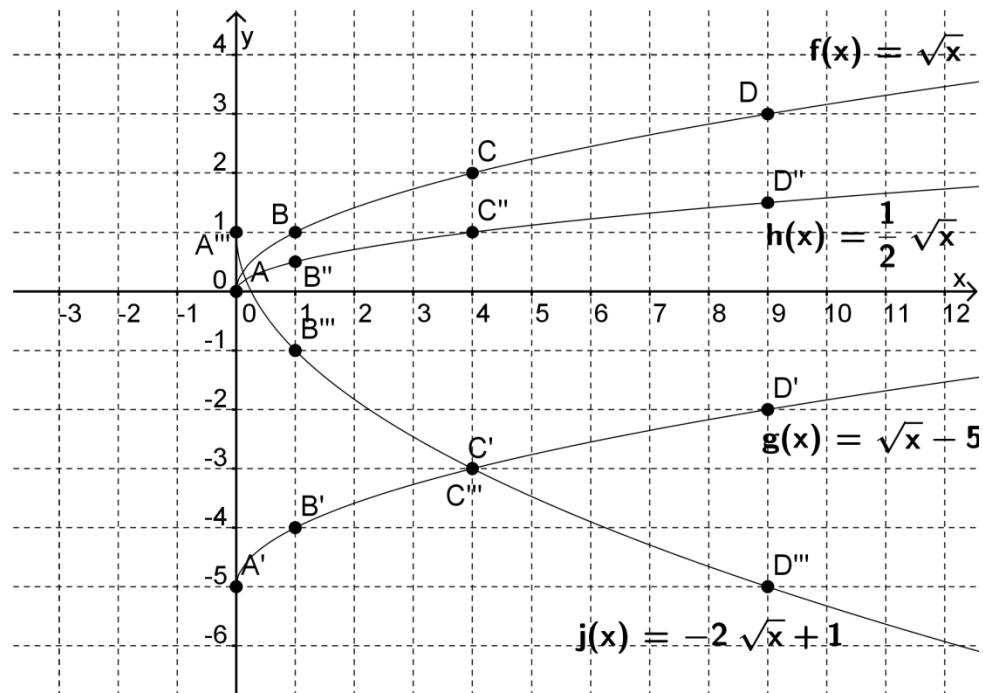
$\forall x_1, x_2 \in]-\infty, 2] : x_1 < x_2 \Rightarrow g(x_1) < g(x_2)$

Extremum : minimum de -4 en $x = -3$

Extremum : maximum de 2 en $x = 2$

Pages 95 à 103

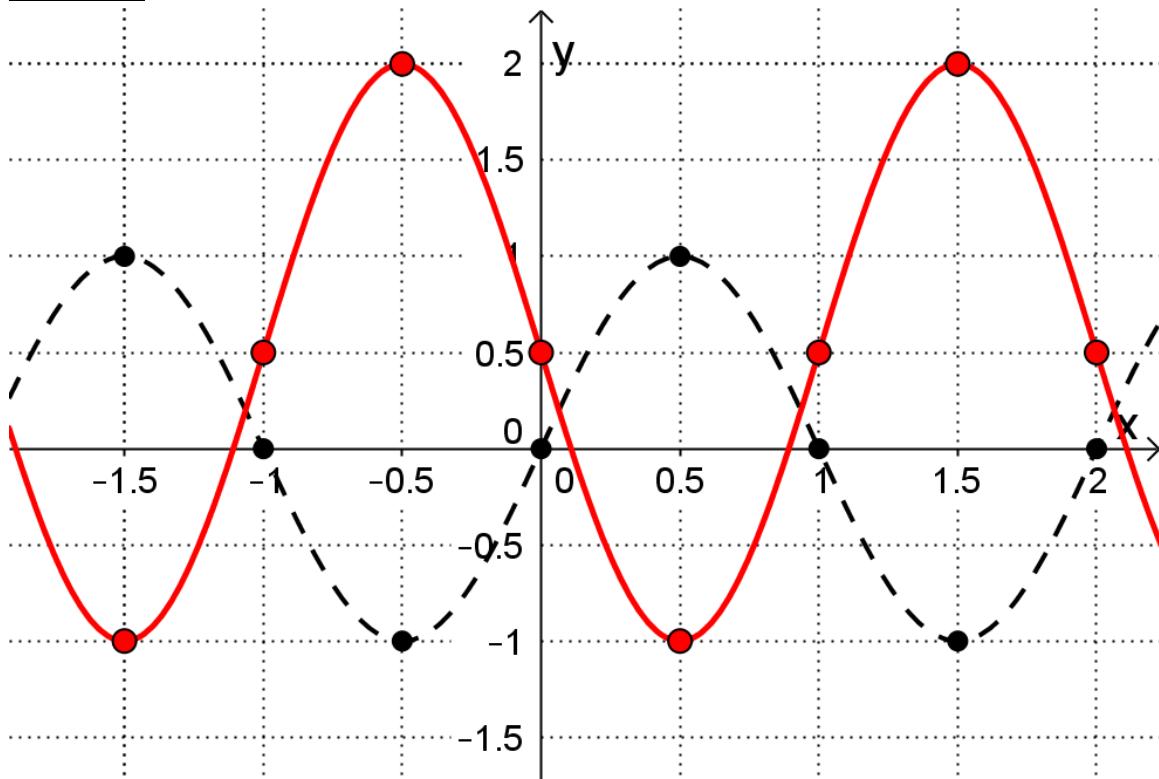
Exercice 1:



Exercice 2: (20, -2)

Exercice 3: A'(1, 0)

Exercice 4:



Exercice 5:

$$c(x) = a|b(x-h)| + k \quad r(x) = a\sqrt{b(x-h)} + k \quad e(x) = a(b(x-h))^2 + k$$

$$l(x) = a[b(x-h)] + k \quad q(x) = a \sin(b(x-h)) + k \quad s(x) = a \cos(b(x-h)) + k$$

$$v(x) = a \log(b(x-h)) + k \quad j(x) = \frac{a}{b(x-h)} + k \quad u(x) = a(b(x-h)) + k$$

Exercice 6:

$$\mu(x) = 2 \sin(3(x+1)) - 7$$

Exercice 7:

a) $a = 1$ $b = 1$ $h = -2$ $k = 0$

b) $a = 2$ $b = 2$ $h = -\frac{3}{2}$ $k = 7$

c) $a = -3$ $b = 5$ $h = -\frac{3}{5}$ $k = -1$

d) $a = -8$ $b = -2$ $h = 3$ $k = 9$

e) $a = 3$ $b = \frac{1}{2}$ $h = -12$ $k = -3$

f) $a = \frac{1}{5}$ $b = 1$ $h = -3$ $k = -2$

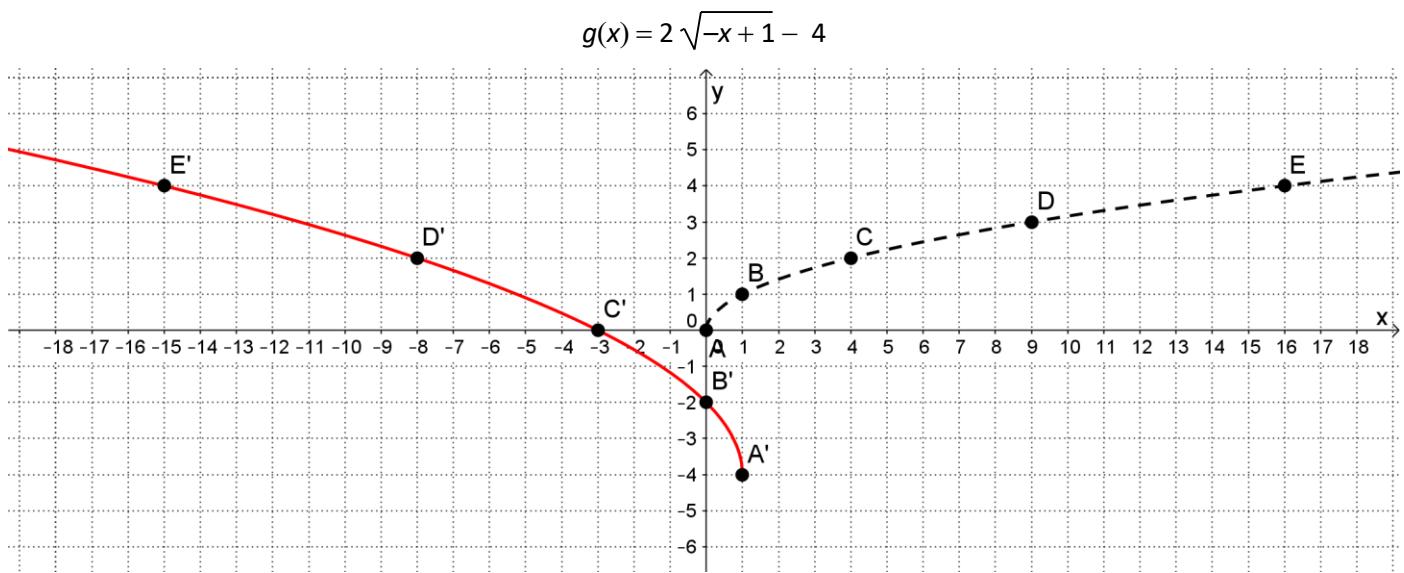
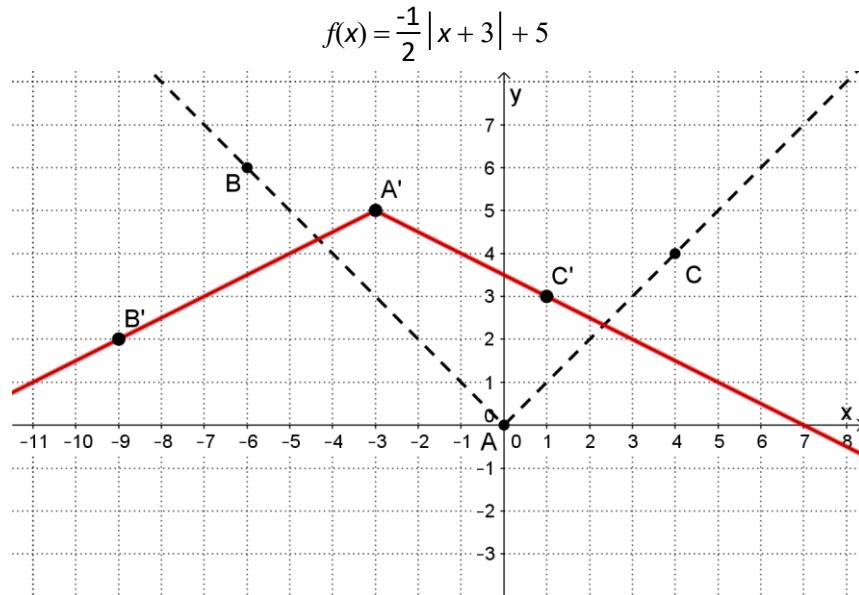
g) $a = 2$ $b = \frac{1}{2}$ $h = 14$ $k = 5$

h) $a = 6$ $b = 3$ $h = \frac{5}{3}$ $k = 18$

i) $a = \frac{\sqrt{3}}{5}$ $b = -1$ $h = 5$ $k = -\frac{1}{5}$

j) $a = 1$ $b = 2$ $h = 3$ $k = 9$

Exercice 8:



Exercice 9: A' (2, -14)

Exercice 10: B' $\left(\frac{m}{\theta} - z, tn - \frac{1}{4} \right)$

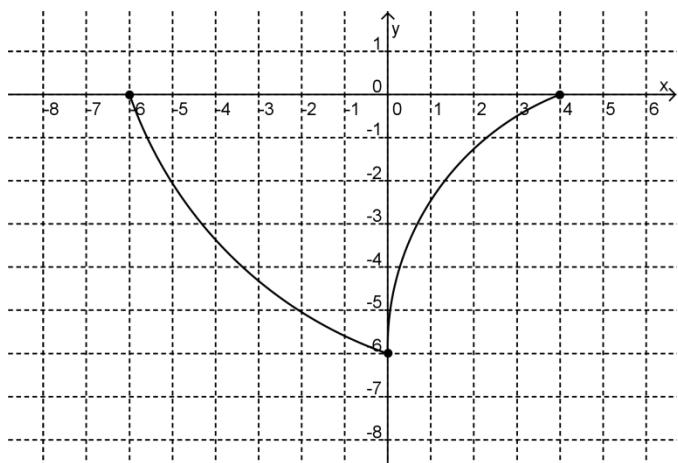
Exercice 11: (2t + 8, 0)

Exercice 12: (12, 5)

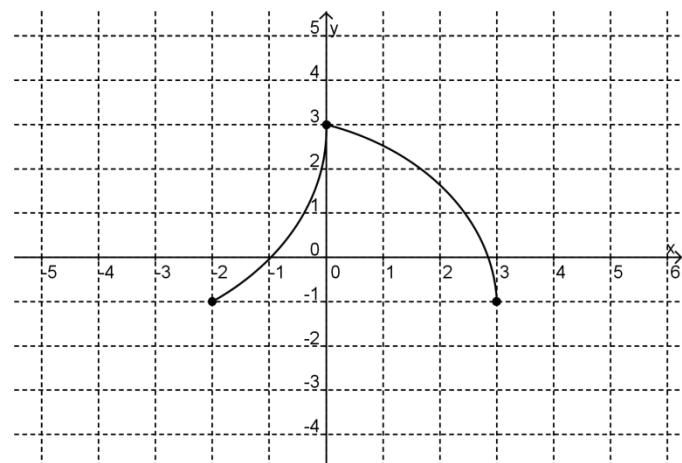
Exercice 13: $a = -3$ et $b = \frac{1}{2}$

Exercice 14:

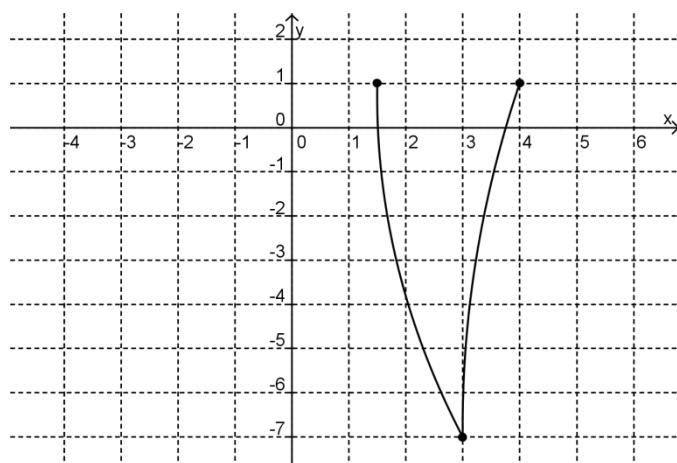
Fonction transformée 1



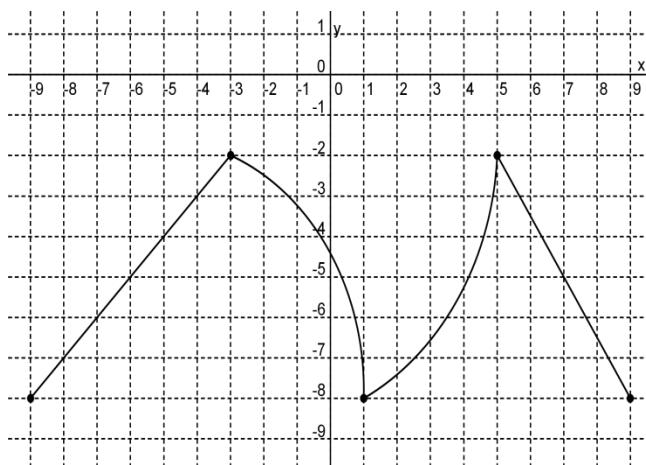
Fonction transformée 2



Fonction transformée 3



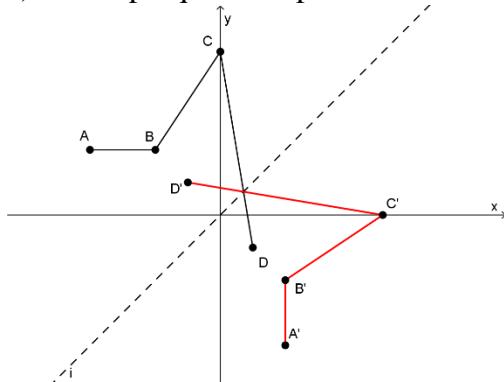
Exercice 15 : Fonction *pic* transformée



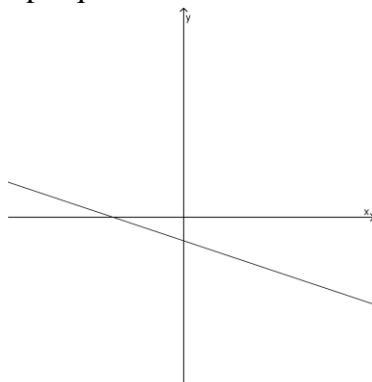
Pages 104 à 107

Exercice 1:

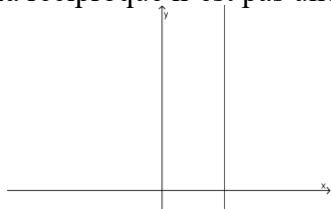
a) La réciproque n'est pas une fonction



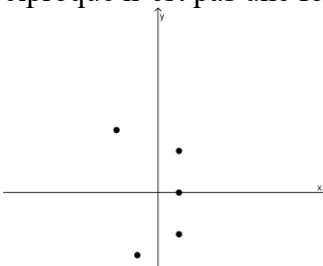
b) La réciproque est une fonction



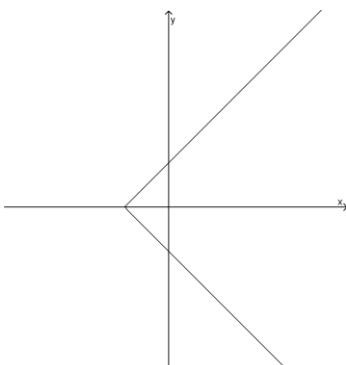
c) La réciproque n'est pas une fonction



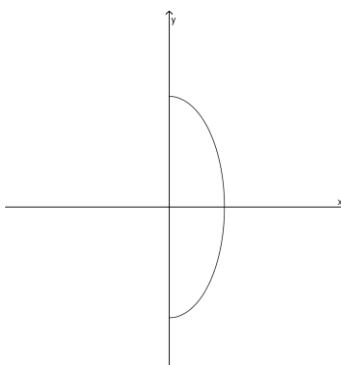
d) La réciproque n'est pas une fonction



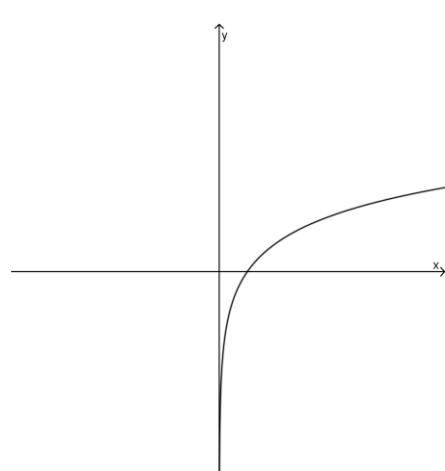
e) La réciproque n'est pas une fonction



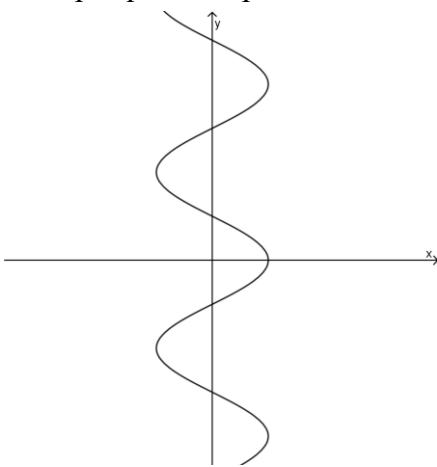
f) La réciproque n'est pas une fonction



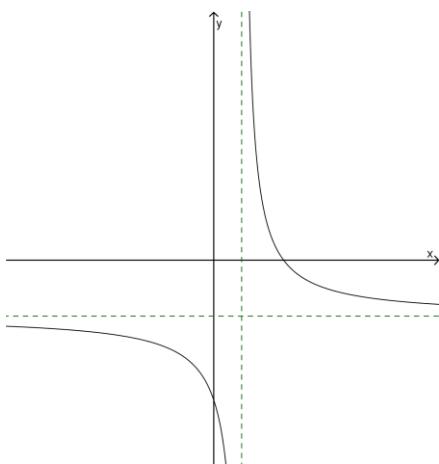
g) La réciproque est une fonction



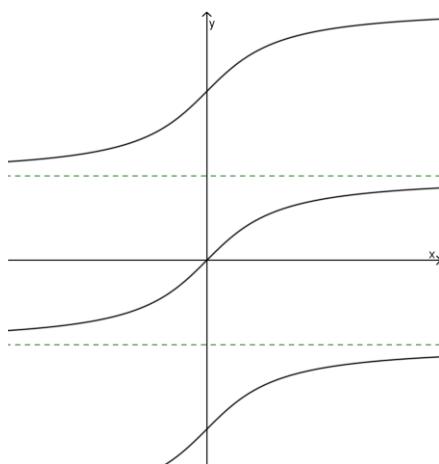
h) La réciproque n'est pas une fonction



i) La réciproque est une fonction



j) La réciproque n'est pas une fonction



Exercice 2:

a) $S = \{(0,1), (1,3), (2,5), (3,7)\}$

b) $S^{-1} = \{(1,0), (3,1), (5,2), (7,3)\}$

c) $y = 2x + 1$ et $y = \frac{x-1}{2}$

Exercice 3:

a) $f^{-1}(x) = \frac{x-2}{3}$

b) $g^{-1}(x) = x^2 - 3 \ (x \geq 0)$

c) $p^{-1}(x) = 6x - 3$

d) $r^{-1}(x) = \frac{1}{x} - 1$

e) $y = \pm \sqrt{\frac{x}{3}}$

f) $s^{-1}(x) = \frac{3x+1}{x-2}$

g) $y = \pm \sqrt{2 - x^2} \ (x \geq 0)$

h) $x = 5$

Pages 108 à 112

Exercice 1:

a) $a > 0, b < 0, h < 0, k > 0$

b) $a < 0, b > 0, h > 0, k < 0$

c) $a > 0, b > 0, h = 0, k > 0$

d) $a < 0, b < 0, h > 0, k < 0$

Exercice 2: $\text{Dom } j^{-1} = [7, \infty[$

Exercice 3: a) Faux b) Vrai c) Faux d) Faux e) Vrai

Exercice 4: $(-2, -4) \in f$

Exercice 5: $g(x) = \left| \frac{-1}{2}(x-6) \right| - 1$

Exercice 6:

- Symétrie selon l'axe des abscisses suivie d'un étirement vertical de facteur 10.
- Translations de 16 unités vers la gauche et de 20 unités vers le haut

Exercice 7:

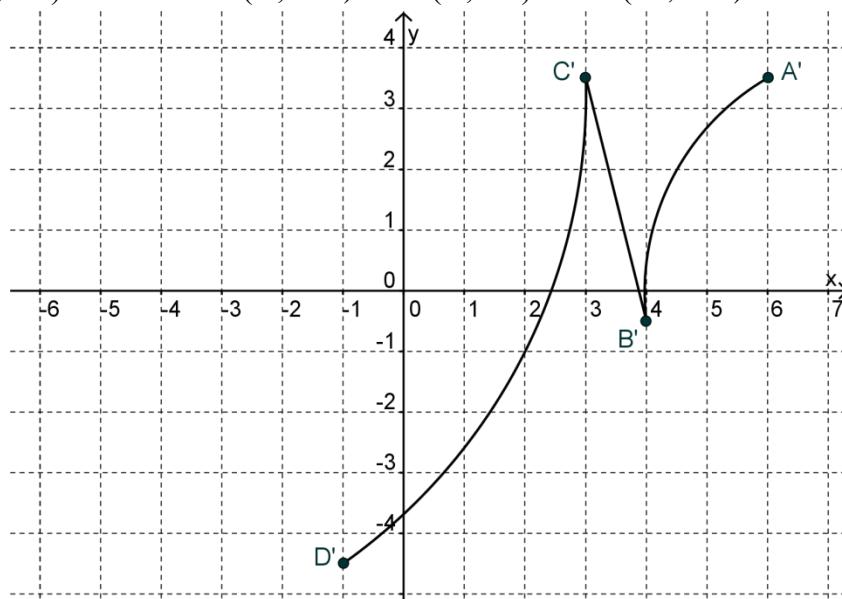
a) $Dom h = \left[\frac{-7}{3}, \infty \right[$

b) $h^{-1}(x) = \frac{1}{3} \left(\frac{x-1}{-50} \right)^2 - \frac{7}{3}$ ou $h^{-1}(x) = \frac{1}{3} \left(\frac{-1}{50}(x-1) \right)^2 - \frac{7}{3}$

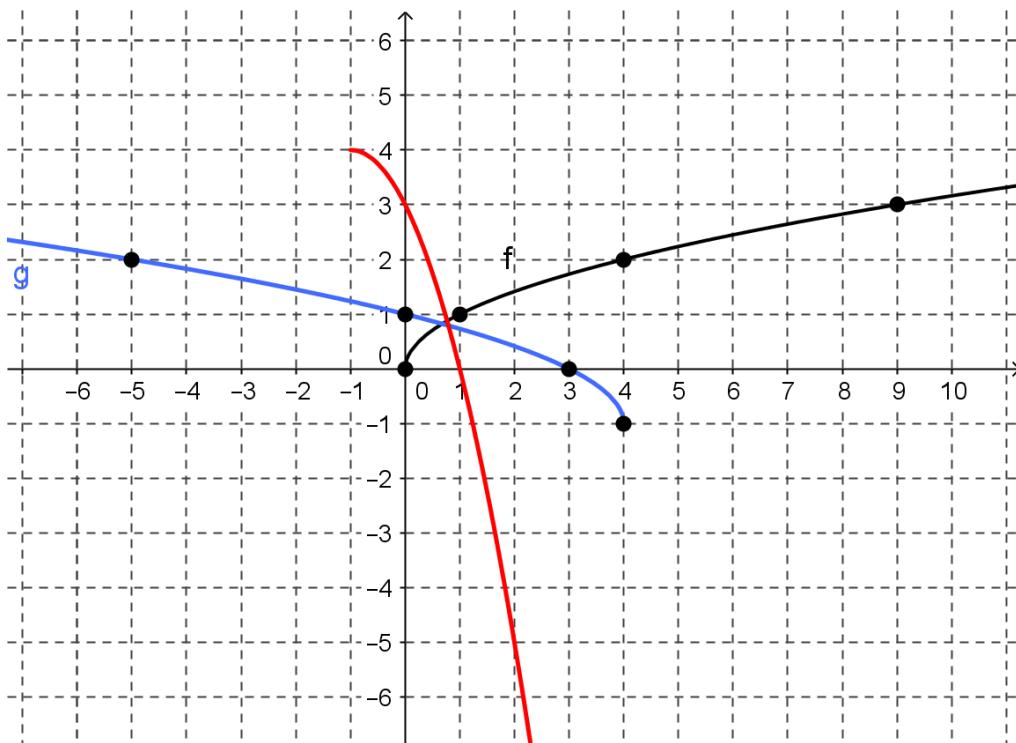
$Codom h^{-1} = Dom h = \left[\frac{-7}{3}, \infty \right[$

Exercice 8:

A'(6, 3.5) B'(4, -0.5) C'(3, 3.5) D'(-1, -4.5)

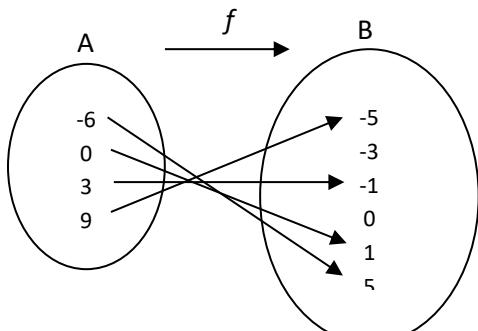


Exercice 9:



Exercice 10:

1. a)

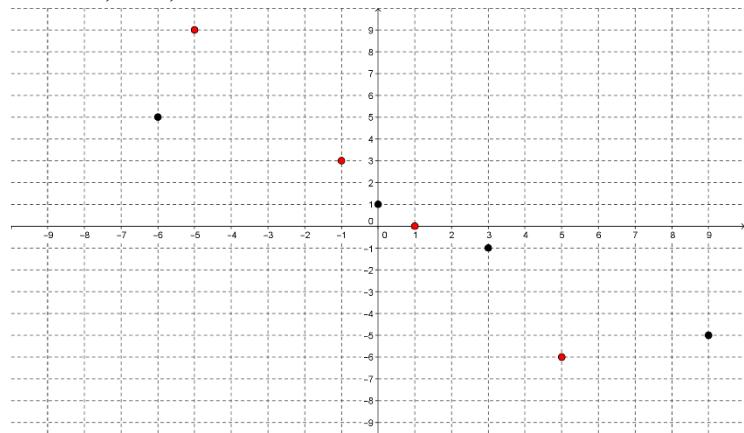


b) $\text{Dom } f: \{-6, 0, 3, 9\}$

fonction

Codom $f: \{-5, -1, 1, 5\}$

c) et e)



d) Oui, la réciproque est une

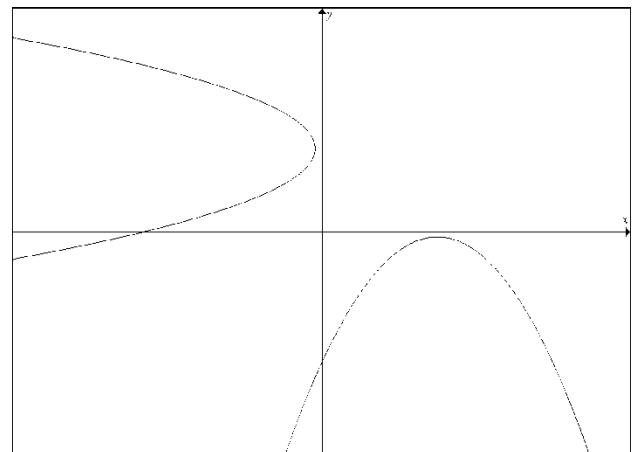
f) $f^{-1}(x) = -\frac{3}{2}x + \frac{3}{2}$ ou $f^{-1}(x) = \frac{-3}{2}(x-1)$ (réponses équivalentes)

Pages 113 et 114

Exercice 1:

b) non, la réciproque n'est pas une fonction

- Dom $g: \mathbb{R}$
- Codom $g: \left] -\infty, -\frac{1}{4} \right]$
- Ordonnée à l'origine: -7
- Zéro: $x \in \emptyset$
- Extremum: maximum: $-\frac{1}{4}$



La fonction g possède un max de $-\frac{1}{4}$ en $x = \underline{9/2}$

• Variation:

Croissante $\forall x \in \left] -\infty, \frac{9}{2} \right]$ Décroissante $\forall x \in \left[\frac{9}{2}, \infty \right[$

$h(x) > g(x) \quad \forall x \in \left] -\infty, 2 \right[\cup \left] 9, \infty \right[$

Exercice 2:

- a) Par M.E.S. $t = 0$ et $t = 3$
b) Par produit-somme. $x = -3$ et $x = -2$
c) Par différence de carrés $a = \pm \frac{5}{2}$
d) Par M.E.S. $x = 0$ et $x = \frac{1}{2}$
e) Par trinôme carré parfait $n = -5$
f) $b = 7$ et $b = \frac{2}{3}$
g) Par produit-somme $x = -3$ et $x = 5$
h) Par trinôme carré parfait $x = \frac{-3}{5}$
i) Par produit-somme $x = -3$ et $x = -7$
j) Par M.E.S. $r = 0$ et $r = 5$
k) Par produit-somme $x = \frac{-1}{3}$ et $x = \frac{3}{2}$
l) Par trinôme carré parfait $x = -2$
m) Par différence de carrés $x = \pm \frac{1}{4}$
n) Par M.E.S. $c = 0$ et $c = \frac{5}{12}$
o) Par produit-somme $x = \frac{2}{5}$ et $x = 5$
p) $a = \pm \sqrt{2}$

Exercice 3:

- a) $x^6 + 3x^3 - 54$ (somme-produit)
 $= (x^3 + 9)(x^3 - 6)$
- b) $9a^6 - b^4c^4$ (différence de carrés)
 $= (3a^3 + b^2c^2)(3a^3 - b^2c^2)$
- c) $a(b - c) - (b - c)^2$ (Mise en évidence double)
 $= (b - c)(a - (b - c))$
 $= (b - c)(a - b + c)$
- d) $12a^2 + a - 1$ (somme-produit)
 $= (4a - 1)(3a + 1)$
- e) $16m^2 - 4m^2n - 20mn^2$ (Mise en évidence simple)
 $= 4m(4m - mn - 5n^2)$
- f) $x^2 + 18x + 81$ (Trinôme carré parfait)
 $= (x + 9)^2$
- g) $3y^2 + 6y - 9$ (somme-produit)
 $= (3y + 9)(y - 1)$
 $= 3(y + 3)(y - 1)$
- h) $a^2 + 2ax - 2ab - 4bx$ (Mise en évidence double)
 $= a(a + 2x) - 2b(a + 2x)$
 $= (a + 2x)(a - 2b)$

i) $2c^3 + 3c^2d - 2cd^2 - 3d^3$ (Mise en évidence double)
 $= (c^2 - d^2)(2c + 3d)$
 $= (c + d)(c - d)(2c + 3d)$

j) $x^3 - 4 - 4x^2 + x$ (Mise en évidence double)
 $= x^2(x - 4) + (x - 4)$
 $= (x - 4)(x^2 + 1)$

k) $8 + 6x - 5x^2$ (somme-produit)
 $= -(5x + 4)(x - 2)$

l) $(x - y)^2 - (x + y)^2$ (différence de carrés)
 $= [(x - y) + (x + y)][(x - y) - (x + y)]$
 $= (2x)(-2y)$
 $= -4xy$

Exercice 4:

$$j^{-1}(x) = \frac{1}{t^2\sigma}(x - \lambda)^2 + \pi$$

Page 117

a)

Réponse : de 0 à 3999 paires et pour 10 001 paires ou plus.

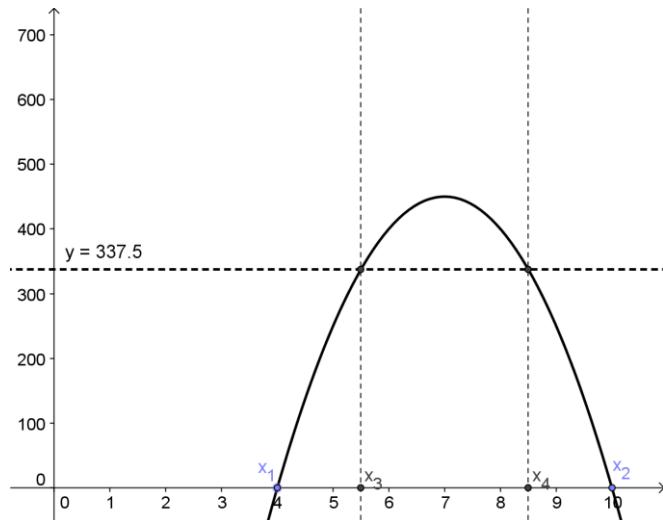
b)

Réponse : de 4001 à 9999 paires de patins.

c)

$$\begin{aligned} -50x^2 + 700x - 2000 &> 337,5 \\ -50x^2 + 700x - 2337,5 &> 0 \\ -50(x^2 - 14x + 46,75) &> 0 \end{aligned}$$

Maintenant, utilisons la formule quadratique EN POSANT L'ÉGALITÉ afin de trouver les zéros x_3 et x_4 :



Réponse : de 5501 à 8499 paires de patins.

Pages 118 à 120

Exercice 1:

a) i) $f(x) = 6|x+2| + 1$

b) i) $g(x) = 6|x-2| - 1$

ii) $\text{Dom } f = \mathbb{R}$ $\text{Codom } f = [1, \infty[$

ii) $\text{Dom } g = \mathbb{R}$ $\text{Codom } g = [-1, \infty[$

iii) Aucun zéro ($a \bullet k > 0$)

iii) $x_1 = \frac{11}{6}$; $x_2 = \frac{13}{6}$

c) i) $h(x) = -2|x+2| + 3$

d) i) $j(x) = -|x-2| + 2$

ii) $\text{Dom } h = \mathbb{R}$ $\text{Codom } h =]-\infty, 3]$

ii) $\text{Dom } j = \mathbb{R}$ $\text{Codom } j =]-\infty, 2]$

iii) $x_1 = \frac{-7}{2}$; $x_2 = \frac{-1}{2}$

iii) $x_1 = 0$; $x_2 = 4$

Exercice 2:

Règle : $g(x) = 2|x+3| - 4$

$\text{Dom } g = \mathbb{R}$ et $\text{Codom } g = [-4, +\infty$

Ordonnée à l'origine : 2

Zéros : $x_1 = -5$ et $x_2 = -1$

Extremum : min de -4 en $x = -3$

Variation : décroissante sur $-\infty, -3]$

et croissante sur $[-3, +\infty$

Signe : positive sur $\mathbb{R} \setminus [-5, -1]$

et négative sur $[-5, -1]$

Axe de symétrie : $x = -3$

Règle : $h(x) = \frac{-2}{5}|x-1| + 2$

$\text{Dom } h = \mathbb{R}$ et $\text{Codom } h = [-\infty, 2]$

Ordonnée à l'origine : 8/5

Zéros : $x_1 = -4$ et $x_2 = 6$

Extremum : max de 2 en $x = 1$

Variation : croissante sur $-\infty, 1]$

et décroissante sur $[1, +\infty$

Signe : négative sur $\mathbb{R} \setminus [-4, 6[$

et positive sur $[-4, 6]$

Axe de symétrie : $x = 1$

Exercice 3:

a) $f(x) = 2|x-1| + 3$

b) $g(x) = \frac{1}{2}|x-2| - 1$

c) $h(x) = -|x-1| + 4$

Exercice 4:

$$f(x) = \frac{-16}{15}|x - 15| + 40$$

Exercice 5:

- a) D (3, -9)
- b) $f_1(x) = -3|x - 3| + 15$ et $f_2(x) = 3|x - 3| - 9$
- c) (0, 0) et (6, 0)
- d) 96 unités carrées

Exercice 6: a) $f(x) = 2|x - 4| - 2$ b) $f(x) = -|x - 0,5| + 3,5$

Exercice 7: a) $x_1 = -6$
 $x_2 = -\frac{14}{5}$ b) $x_1 = -1$
 $x_2 = 3$

Exercice 8: a) V b) F c) F d) V e) V f) F

Exercice 9: $\forall x \in \left] -\infty, \frac{15}{11} \right[\cup \left] \frac{51}{11}, \infty \right[: g > h$

Exercice 10: $x \leq \frac{1}{6}$

Exercice 10: a) $x \in [-4, 4]$ (La restriction n'est pas contredite)

b) $x = 2$ (on rejette $x = -10$)

Exercice 11: (Dans l'ordre où apparaissent les fonctions...)

a) f décroissante, g décroissante, h croissante, j croissante

b) $(3, 2)$; $\left(-\frac{1}{5}, 5\right)$; $(-4, -2)$; $(-3, -4)$

c) (Poser radicande supérieur ou égal à zéro)

$Dom f =]-\infty, 3]$ $Dom g = [-1/5, +\infty[$ $Dom h = [-4, +\infty[$ $Dom j =]-\infty, -3]$

d) (En observant les signes des paramètres a et k)

$Codom f = [2, +\infty[$ $Codom g =]-\infty, 5]$ $Codom h = [-2, +\infty[$ $Codom j =]-\infty, -4]$

e) $f^{-1}(x) = -49(x-2)^2 + 3 \quad (x \geq 2)$

$g^{-1}(x) = \frac{5}{4}(x-5)^2 - \frac{1}{5} \quad (x \leq 5)$

$h^{-1}(x) = \frac{4}{121}(x+2)^2 - 4 \quad (x \geq -2)$

$j^{-1}(x) = -4(x+4)^2 - 3 \quad (x \leq -4)$

f) f n'a pas de zéro, $g(x) = 0$ pour $x = \frac{621}{20}$ $h(x) = 0$ pour $x = -\frac{468}{121}$

j n'a pas de zéro

Exercice 12: $f(x) = -3\sqrt{2}\sqrt{-x} + 12$

Exercice 13:

a) $x = \frac{-17}{25}$

b) $x \approx 0.24$ (on rejette $x = 2.64$)

c) $x_1 = -7$, $x_2 = -3$ et $x_3 = 5$

Exercice 14:

a) 16 minutes b) 2 minutes c) 84°C d) environ $81,35^\circ\text{C}$

e) 9,5 minutes ou 9 minutes 30 sec.

Exercice 15:

a) $f^{-1}(x) = -\frac{1}{16}(x-3)^2 + 1 \quad (x \geq 3)$

b) $h^{-1}(x) = \frac{1}{144}(x-6)^2 - 3 \quad (x \geq 6)$

c) $i^{-1}(x) = -\frac{1}{16}(x+8)^2 + 2 \quad (x \geq -8)$

Exercice 16:

a) 1^{er} quadrant

b) 4^e quadrant

c) 3^e quadrant

d) 2^e quadrant

Exercice 17:

a) $Dom f = [-3, \infty[\quad S(-3, -3)$
 f^{-1} est croissante sur son domaine

b) $Dom g = [-4, \infty[\quad S(-4, -2)$
 g^{-1} est décroissante sur son domaine

Exercice 18:

Pendant 7,91 millisecondes

Exercice 19:

a) $f(x) = \begin{cases} -\frac{2}{3}|x| + 8 & -6 \leq x \leq 6 \\ 0,3\sqrt{5} \bullet \sqrt{-(x-11)} + 2,5 & 6 \leq x \leq 11 \end{cases}$

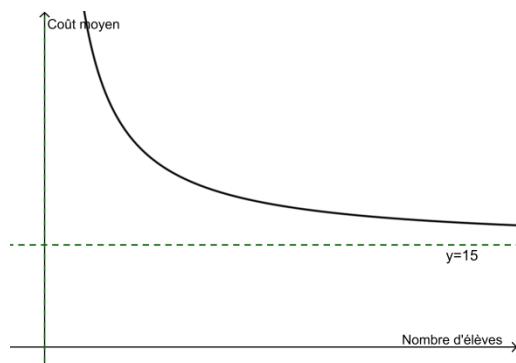
b) Environ 3,56 mètres

c) $\sqrt{13}$ mètres

Pages 132 à 134

Exercice 1:

a) $C = \frac{15x + 200}{x}$ ($x \neq 0$) b)



- c) Au moins 21 élèves d) 40 élèves

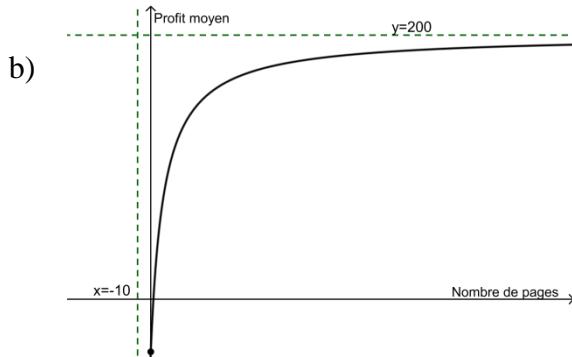
e) non f) $C = \frac{15x + 200}{x - 2}$ ou $C = \frac{230}{x - 2} + 15$

Exercice 2:

a) $x = -10$ et $y = 200$

c) $Dom P = [0, \infty[$
 $Codom P = [-40, 200[$

- d) Plus de 2 (au moins 3)



Exercice 3:

a) $f(x) = \frac{1}{x-5} + 1$ b) $g(x) = \frac{-1}{x-1} + 2$ c) $h(x) = \frac{5}{x+\frac{3}{2}} - 3$ d) $i(x) = \frac{\frac{5}{8}}{x-\frac{3}{4}} + \frac{1}{2}$

Exercice 4:

	<i>Forme canonique</i>	<i>Centre</i>	<i>Variation</i>	<i>Domaine</i>	<i>Codomaine</i>
a)	$f(x) = \frac{-12/5}{x+12} - 10$	$(-12, -10)$	Croissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \{-12\}$	$\mathbb{R} \setminus \{-10\}$
b)	$g(x) = \frac{7}{x+1} - 4$	$(-1, -4)$	Décroissante sur son domaine	$\mathbb{R} \setminus \{-1\}$	$\mathbb{R} \setminus \{-4\}$

Exercice 5:

a) $x = 0$ et $x = 3$ b) $x = \frac{17 \pm \sqrt{757}}{18}$ donc $x \approx -0,58$ ou $x \approx 2,47$

Exercice 6:

a) $x \in \left[-\frac{13}{2}, -6 \right]$ b) $x \in [-1, 1[$ c) $x \in \left] -\infty, \frac{7}{2} - \frac{\sqrt{59}}{2} \right] \cup \left] 0, \frac{7}{2} + \frac{\sqrt{59}}{2} \right]$

Page 136

Durée: $(0,9 - 0) + (233,12 - 131,55) = 102,47$ minutes

Réponse : Pendant 1 heure 42 minutes et 28,2 secondes.

Pages 138 à 140

Exercice 1:

a) $f \circ t(x) = [x+1]$	b) $s \circ t(x) = \frac{1}{x+1}$	c) $r \circ s(x) = \left \frac{1}{x} \right $
d) $f \circ r(x) = [x]$	e) $t \circ r \circ s(x) = \left \frac{1}{x} \right + 1$	f) $t \circ s \circ t(x) = \left \frac{1}{x+1} \right $
g) $r \circ f(x) = [x] $	h) $r \circ s \circ t \circ v(x) = \left \frac{1}{x-1} \right $	i) $s \circ f(x) = \frac{1}{[x]}$
j) $r \circ v \circ s \circ t(x) = \left \frac{1}{x+1} - 2 \right $	k) $r \circ v \circ g \circ t(x) = \left \sqrt{x+1} - 2 \right $	l) $s \circ t \circ t(x) = \frac{1}{x+2}$

Exercice 2:

a)

$$f^{-1}(x) = \frac{x}{2} \quad g^{-1}(x) = x - 1 \quad (g^{-1} \circ f^{-1})(x) = \frac{x}{2} - 1$$

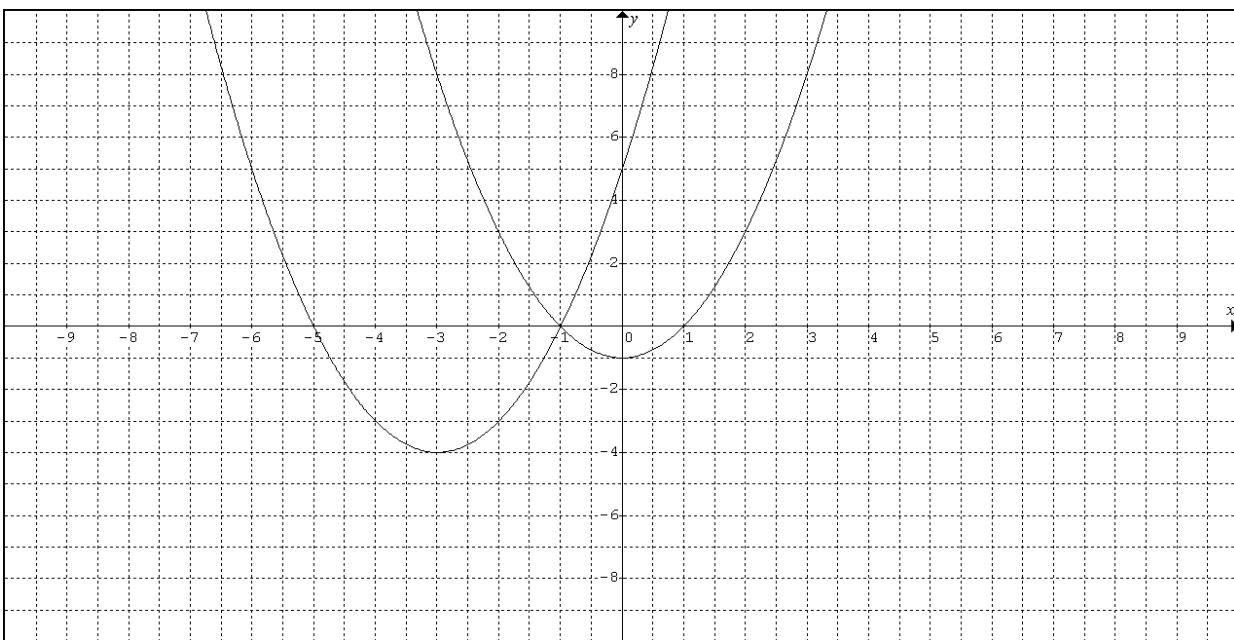
$$(f^{-1} \circ g^{-1})(x) = \frac{x-1}{2} \text{ ou } \frac{1}{2}(x-1)$$

b)

$$(g \circ f)(x) = 2x + 1 \quad (g \circ f)^{-1}(x) = \frac{1}{2}(x-1)$$

$$(f \circ g)(x) = 2x + 2 \quad (f \circ g)^{-1}(x) = \frac{1}{2}(x-2)$$

Exercice 3:



Exercice 4:

$$f \circ g(x) = 2,86x$$

Exercice 5:

La fonction g est la réciproque de f ($g = f^{-1}$)

Exercice 6:

$$g(x) = 3x - 2$$

Pages 142 à 146

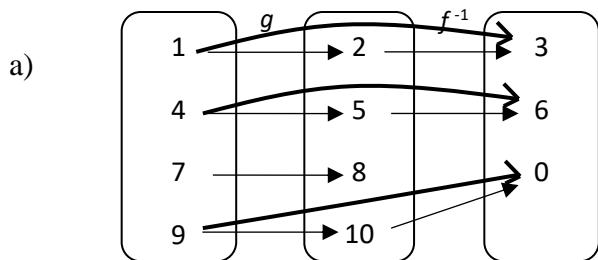
Exercice 1:

a) $g - f(x) = x - 6$ b) $\frac{g}{h}(x) = \frac{1}{x+3}$ où $x \neq -3$ c) $h + j(x) = 4x^2 - x - 23$

Exercice 2:

a) $g \circ f(x) = \sqrt{8x-5}$ b) $h \circ f(x) = 2|6x-2|+8$ c) $k \circ f(x) = 3[12x+7]+2$

Exercice 3:



b) $(f^{-1} \circ g)^{-1} + h = \{(3,1), (0,10)\}$

Exercice 4:

a) $f(x) = 0,26x$ b) $g(x) = 0,23x$ c) $h(x) = f + g(x) = 0,49x$

Exercice 5:

a) $\text{Dom } f : \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{4}{3} \right\}$

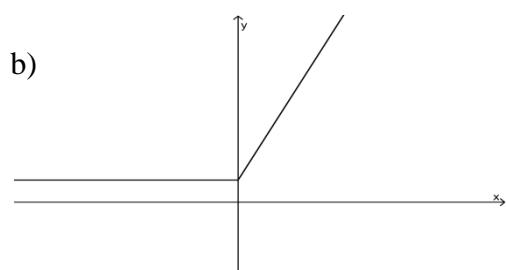
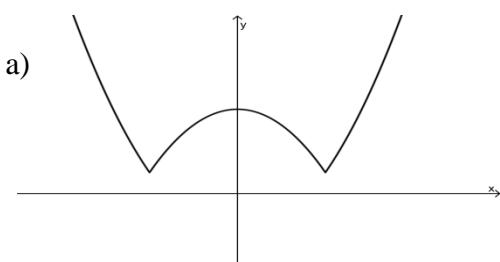
b) $\text{Dom } g : [2, +\infty)$

c) $\text{Dom } h :]3, +\infty)$

d) $\text{Dom } j :]-1, 3]$

e) $\text{Dom } l :]\frac{2}{5}, +\infty)$

Exercice 6:



Exercice 7:

(1) a) $(f + g)(x) = 4x - 1$ Dom : \mathbb{R} b) $(f - g)(x) = 2x + 5$ Dom : \mathbb{R}

c) $(f \bullet g)(x) = 3x^2 - 7x - 6$ Dom : \mathbb{R}

d) $\left(\frac{f}{g}\right)(x) = \frac{11}{x-3} + 3$ Dom : $\mathbb{R} \setminus \{3\}$

(2) a) $(f + g)(x) = 2x^2 + x - 2$ Dom : \mathbb{R} b) $(f - g)(x) = -x + 4$ Dom : \mathbb{R}

c) $(f \bullet g)(x) = x^4 + x^3 - 2x^2 + x - 3$ Dom : \mathbb{R}

d) $\left(\frac{f}{g}\right)(x) = \frac{x^2 + 1}{x^2 + x - 3}$ Dom : $\mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{-1 - \sqrt{13}}{2}, \frac{-1 + \sqrt{13}}{2} \right\}$

(3) a) $(f + g)(x) = 0$ Dom $f + g = \left[\frac{3}{2}, \infty \right[$ OU Dom $f + g = \mathbb{R}$

b) $(f - g)(x) = 2\sqrt{2x-3}$ Dom $f - g = \left[\frac{3}{2}, \infty \right[$

c) $(f \bullet g)(x) = -2x + 3$ Dom : $\left[\frac{3}{2}, \infty \right[$ OU Dom $f \bullet g = \mathbb{R}$

d) $\left(\frac{f}{g}\right)(x) = -1$ Dom : $\left] \frac{3}{2}, \infty \right[$ OU Dom $\frac{f}{g} = \mathbb{R}$

Pour les AS

a) $\left(\frac{f}{g}\right)(x) = 2x - 4$

b) $\left(\frac{f}{g}\right)^{-1}(x) = \frac{1}{2}x + 2$

c) $\forall x \in]-\infty, 2[: h(x) > \left(\frac{f}{g}\right)^{-1}(x)$

Exercice 8:

(1) $f(x) = 3x + 2$ et $g(x) = x - 3$

- | | |
|---|------------------------------------|
| a) $f(x) + g(x) = (3x + 2) + (x - 3) = 4x - 1$ | $x \in \mathbb{R}$ |
| b) $f(x) - g(x) = (3x + 2) - (x - 3) = 2x + 5$ | $x \in \mathbb{R}$ |
| c) $f(x) \times g(x) = (3x + 2)(x - 3) = 3x^2 - 7x - 6$ | $x \in \mathbb{R}$ |
| d) $f(x) \div g(x) = \frac{3x + 2}{x - 3} = \frac{11}{x - 3} + 3$ | $x \in \mathbb{R} \setminus \{3\}$ |

(2) $f(x) = \frac{1}{x}$ et $g(x) = x^2 + x - 3$

- | | |
|--|--|
| a) $f(x) + g(x) = \frac{1}{x} + (x^2 + x - 3) = x^2 + x - 3 + \frac{1}{x}$ | $x \in \mathbb{R}^*$ |
| b) $f(x) - g(x) = \frac{1}{x} - (x^2 + x - 3) = -x^2 - x + 3 + \frac{1}{x}$ | $x \in \mathbb{R}^*$ |
| c) $f(x) \times g(x) = \frac{1}{x} \times (x^2 + x - 3) = x + 1 - \frac{3}{x}$ | $x \in \mathbb{R}^*$ |
| *d) $f(x) \div g(x) = \frac{\frac{1}{x}}{x^2 + x - 3} = \frac{1}{x \left(x + \frac{1 - \sqrt{13}}{2} \right) \left(x + \frac{1 + \sqrt{13}}{2} \right)}$ | $x \in \mathbb{R} \setminus \left\{ \frac{-\sqrt{13} - 1}{2}, 0, \frac{\sqrt{13} - 1}{2} \right\}$ |

(3) $f(x) = \sqrt{16 - x^2}$ et $g(x) = -\sqrt{16 - x^2}$

- | | |
|--|-----------------|
| a) $f(x) + g(x) = \sqrt{16 - x^2} - \sqrt{16 - x^2} = 0$ | $x \in [-4, 4]$ |
| b) $f(x) - g(x) = \sqrt{16 - x^2} + \sqrt{16 - x^2} = 2\sqrt{16 - x^2}$ | $x \in [-4, 4]$ |
| c) $f(x) \times g(x) = \sqrt{16 - x^2} \times (-\sqrt{16 - x^2}) = x^2 - 16$ | $x \in [-4, 4]$ |
| d) $f(x) \div g(x) = \frac{\sqrt{16 - x^2}}{-\sqrt{16 - x^2}} = -1$ | $x \in]-4, 4[$ |

Exercice 9:

- a) $f \times h = \{(0, 9), (3, 0), (4, 5)\}$
- b) $\frac{g}{h} = \left\{(0, \frac{-7}{3}), (4, -1), (5, \frac{-4}{7})\right\}$
- c) $h \circ (f + g) = \{(0, 1), (3, -2), (4, 1), (7, 0)\}$
- d) $f \circ h = \{(3, -3), (4, -1), (5, 11)\}$
- e) $f \circ g^{-1} = \{(-8, 11), (-1, 5), (5, 3), (7, -3)\}$
- f) $f + g + h = \{(0, 1), (3, 8), (4, 5)\}$
- g) $\frac{g}{f \times h} = \left\{(0, \frac{7}{9}), (4, \frac{-1}{5})\right\}$
- h) $\frac{f^{-1} + g}{h} = \{(5, 0)\}$

Pages 148 et 149

Exercice 1:

$$F = \frac{9}{5}K - 459.4$$

Exercice 2:

- a) Couples : (-2 ; -6,5) (3 ; -1,5) (0 ; 1,5) (1 ; 0,5) (2 ; -4,5)
- b) $Dom\left(\frac{f}{g}\right) = \mathbb{R} \setminus \{-2, 2\}$ et $Dom\left(\frac{g}{f}\right) = \mathbb{R}$

Exercice 3:

$$1. \quad a) f(x) = \begin{cases} \left(x + \frac{7}{2}\right)^2 - \frac{9}{4} & \text{si } x \in [-5, -2[\\ \frac{4x}{3} + \frac{8}{3} & \text{si } x \in [-2, 1[\\ -2x + 6 & \text{si } x \in [1, 3] \end{cases}$$

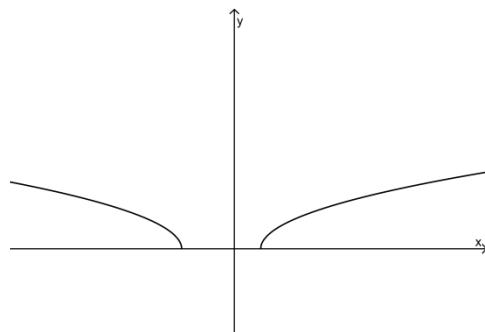
- b) $\text{Dom } f = [-5, 3]$ $\text{Codom } f = [-2,25 ; 4]$
- c) -5, -2 et 3
- d) Minimum : -2,25 Maximum : 4
- e) $[-3,5 ; 1]$
- f) $\frac{-1}{2}$ et 2
- g) $[-5, -4] \cup [-3, 3]$

Exercice 4: $x < 1$

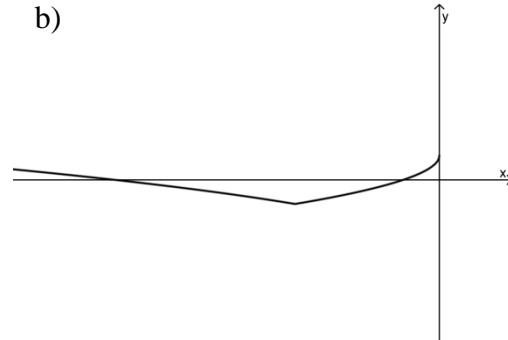
Pages 150 et 151

Exercice 1:

a)



b)

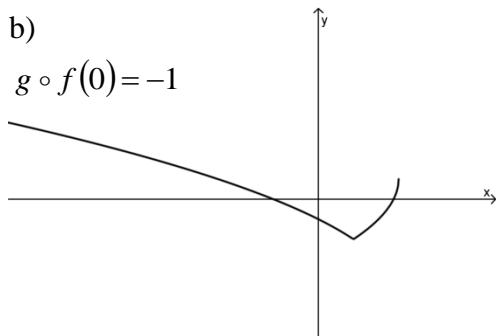


Exercice 2:

a) $(g \circ f)(x) = \left| -2\sqrt{4-x} + 3 \right| - 2$

b)

$g \circ f(0) = -1$



c) $\text{Dom}(g \circ f) =]-\infty, 4]$

d)

Exercice 3:

Les solutions de ce système sont : $(\frac{19}{5}, \frac{-2}{5})$ et $(\frac{3}{5}, \frac{-6}{5})$

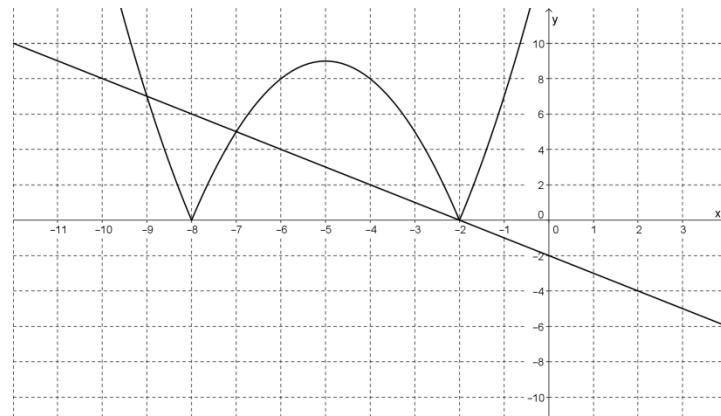
4.

Solutions

$x_1 = -9$

$x_2 = -7$

$x_3 = -2$



DÉFI : $x = \frac{-5 - \sqrt{61}}{-6}$ ou $\frac{5 + \sqrt{61}}{6}$ et $x = 0$