

Exercices 1.2

Expressions algébriques

- 10
 - 6
 - 2y
 - 2x
 - $x + 2y$
 - $-8x^3y^2 - 4x^4y^2 + 2x^3y - 4x^2y$
- $(7 - a^2)x^3 + (a - 2a^2)x^2 + (3b + 5)x$
 - $(6a - 2)x^3 + (6b - a^2)x^2 + (7b - 2a)x$
- $a/(9b)$
 - $4a^2b^3/3$
- 29/72
 - 13/3
 - 1 427/120
 - $(3bc - 2ac + ab)/abc$
 - $(bc^2 - 2a^3 + ab^3)/(a^2b^2c)$
 - 5x/42
 - $(x^2 - 9)/(3x)$

Exposants et radicaux

- 9
 - 2
 - 1
 - xy
 - 20
 - 9/2
 - 729
 - 1/x³
- 2
 - 9/10
- 2
 - pas défini
 - 3
 - 4
 - 2
- $\sqrt{x}\sqrt[3]{y}$
 - 1/2
 - 1/9
 - 3/2
 - 25/9

- 4/9
- $6\sqrt{2}$
- $7\sqrt{2}$
- 14
- $10\sqrt{5}$
- $3\sqrt{3}$
- $-\sqrt{5}$
- $12\sqrt{10}$
- $6\sqrt{6x}$
- $x^3\sqrt{10}$
- $2\sqrt{3a}/5\sqrt{b}$
- $3a\sqrt[3]{3}$
- $3\sqrt[3]{a^2b}$
- $-2a\sqrt[3]{4a}$
- $3\sqrt[3]{2a^2/b}$
- $6\sqrt{10} - 8\sqrt{15}$
- $\sqrt[6]{200a^2b^3}$
- $a^2\sqrt[6]{108}$
- $5a\sqrt{6}/6$
- $(x\sqrt{15} + \sqrt{10})/5$

Polynômes

- $8x^2y - 2xz + 5y^3 - 4$
 - $3x^2 + 4xz - 2y^3 - 2$
- $p(x) + q(x) = 7x^3 - 3x^2 - x + 13$
- $p(x) - q(x) = 4x^4 - x^3 + 2x^2 - 4x - 4$
- $x^2 - 2x - 24$
 - $2x^2 + 9x - 35$
 - $3x^2 + 16x - 12$
 - $6x^2 - 11x + 4$
 - $3x^3 - 4x^2 - 17x + 6$
 - $12x^4 + 56x^3 - 37x^2 - 91x - 30$
 - $9x^4 - 4y^2$
 - $4x^4 + 12x^2y + 9y^2$
 - $4x^2y^2 - 12x^2y + 9x^2 - 25y^2$
- $6x^4 + 4x^3 - 34x^2 - 16x + 40$
- $p(-1) = -6, p(2) = 9$
 - $p(-1) = -3, p(1) = -3, p(2) = 3$
 - $p(0) = 1, p(1) = -4, p(4) = -43$
- $p(2) = 0, p(-5/2) = 0$ et $p(-3) = 0$
 - $p(-1) = 0, p(1) = 0$ et $p(5/2) = 0$

Factorisation

- $x^2 - b^2 = (x - b)(x + b)$
- $(a^2 - b^2) = (a - b)(a + b)$
- $24x(1 - 2xy)$
 - $a(a - b)(a + b)$
 - $a(2a - 1)(2a + 1)$
 - $x^3 - 5x^2y = x^2(x - 5y)$
 - $12(1 - 2xy)(1 + xy)$
 - $4x(x^2 - 2xy + 4y)$
 - $5x^2y(5x - y + 2x^2y^2)$
 - $(4a - b)(4a^2b^2 + 3)$
 - $(2y - 5x)(3 - 2x)$
 - $2(3 + b)(3a^2 - 5b)$
 - $(x - 1)^2(x + 1)$
 - $(x - 2)(2x^2 + 4)$
 - $(x + 4)(3x^2 - 5)$
 - $(5y^2 - 3x^2)(2x + y)$

- h) $4ab^2(4a^2 - ab + 3b)$ q) $(5x + 8)(2ax + 3)$
 i) $y(x - 1)(x^2 + 4)$ r) $(x^2 + 4)(2y^3 - 5)$
21. a) $(x + 8)(x - 7)$ g) $(x - 4)^2$
 b) $(x + 6)(x + 5)$ h) $(x + 7)^2$
 c) $(x - 6)(x - 7)$ i) $(x - 7)(x + 4)$
 d) $(x - 7)(x + 5)$ j) $(x - 8)(x - 6)$
 e) $(x + 8)(x - 12)$ k) $(x - 11)(x + 7)$
 f) $(x + 6)(x + 15)$ l) $(x + 12)(x - 6)$
22. a) $(x + 7)(2x - 5)$ g) $(x + 8)(5x - 3)$
 b) $(x + 3)(2x - 7)$ h) $2(x + 6)(5x - 7)$
 c) $(x + 9)(3x - 4)$ i) $(x + 4)(6x - 5)$
 d) $(2x - 7)(2x - 5)$ j) $3(x + 2)(2x - 9)$
 e) $(2x + 7)(3x - 11)$ k) $3(2x + 3)(3x + 2)$
 f) $(x - 7)(6x + 11)$ l) $(3x + 8)(2x + 7)$
23. $x^3 - b^3 = (x - b)(x^2 + bx + b^2)$
 24. $x^3 + b^3 = (x + b)(x^2 - bx + b^2)$
 25. $(a^3 - b^3) = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$
 26. $(a^3 + b^3) = (a + b)(a^2 - ab + b^2)$
27. a) $(x + 4)(x - 4)$
 b) $(2x + 7)(2x - 7)$
 c) $(2x + 3y)(4x^2 - 6xy + 9y^2)$
 d) $(3x - 2y)(9x^2 + 6xy + 4y^2)$
 e) $(a - 8)(a + 8)$
 f) $(3a - 4b)(3a + 4b)$
 g) $8x^3y^3(y + 3)(y^2 - 3y + 9)$
 h) $(1 - x)(1 + x + x^2)$
 i) $(a^2 + b^2)(a - b)(a + b)$
 j) $(4a^2 + 9y^2)(2a - 3y)(2a + 3y)$
 k) Indécomposable
 l) $(a^2b^2 + 1)(ab - 1)(ab + 1)$
28. a) $x^2 + 5$ et un reste de 3
 b) $2x^2 - 6x + 12$ et un reste de $-52x + 31$
 c) $x^2 - 4x + 7$ et un reste nul, le diviseur est un facteur.
 d) $x^2 + 7$ et un reste de 9
 e) $x^3 + 4x^2 + 3x - 2$ et un reste nul, le diviseur est un facteur.
 f) $x^2 - 3x + 4$ et un reste nul, le diviseur est un facteur.
 g) $2x^2 - 5x + 4$ et un reste nul, le diviseur est un facteur.
 h) $x^2 - 3x + 9$ et un reste nul, le diviseur est un facteur.
29. a) $(x + 1)(x + 2)(2x - 3)$
 b) $(x - 2)(x + 3)(2x + 1)$
 c) $(x - 1)(x - 2)(x + 2)(3x + 1)$

Exercices 1.4

1. a) $x = 5$ e) $x = 21/5$
 b) $x = -4$ f) $x = -9/26$
 c) $x = 13$ g) $x = 1$ (si $ab + cd \neq 0$)
 d) $x = -25/3$
 h) $x = a$ si $a \neq n$, sinon x quelconque
2. 4 satisfait l'équation
3. a) $x = 7/3$ d) $x = 5$ cm
 b) $x = 4$ cm e) $x = 12,5$
 c) $x = 22$
4. $x \approx 10,67$ L
5. trente minutes, 25 km
6. $l \approx 84$ m et $L \approx 252$ m
7. 2 heures et 24 minutes
8. 4 heures 48 minutes
9. $x = ab/(a + b)$
10. 4 h à 20 km/h et 2 h à 16 km/h.
11. a) 4 ne satisfait pas l'inéquation
 b) 1 est une solution de l'inéquation.
 c) -1 n'est pas une solution de l'inéquation.
12. a) $]3/2; \infty[$ e) $[16/9; \infty[$
 b) $] -\infty; 8/5[$ f) $] -\infty; 247/41[$
 c) $] -\infty; 42/37[$ g) $[6; \infty[$
 d) $] -\infty; 2[$ h) $]31/4; \infty[$
13. a) $[-2; 5]$ b) $[9/8; 4]$
14. a) $[2; 5[$ d) $[2; 4]$
 b) \emptyset e) \mathbb{R}
 c) $] -3; 6[$ f) $] -2; 6[$
16. a) $[-5; 4]$ e) $[-6; 2]$
 b) $] -\infty; -1[\cup [3; \infty[$ f) $[-6; -3[\cup [1; 6[$
 c) $] -1; \infty[$ g) $] -3; 4]$
 d) $] -\infty; 2[$
17. a) $[0; 1[$ c) $]6; \infty[$
 b) $]8; \infty[$ d) $]5; \infty[$
18. $]5; 9[$
- ### Inéquations quadratiques
19. a) $x = \pm 4$ d) $x = 0$ ou $x = -4$
 b) $x = \pm 5$ e) $x = 0$ ou $x = 19/7$
 c) pas de solution f) $x = \pm 2\sqrt{6}/3$
20. a) $x = -9, x = 5$ c) $x = 6, x = 14$
 b) $-3, -17$ d) $x = 6, x = -7/2$
21. a) $x = 5, x = -7$ c) $x = 7, x = -11$
 b) $x = 7, x = -15$ d) $x = 12, x = -6$
22. a) $x = -7, x = 12$ c) pas de racine réelle
 b) $x = -7, x = 3/2$ d) $x = 5/2, x = -4/3$
23. 15 cm
24. 5 cm et 9 cm
25. 16 cm par 48 cm
27. a) 21 cm et 28 cm b) 30 cm et 72 cm

28. environ 4,29 cm
 29. environ 7,02 cm
 30. a) $]-3; 5[$ c) $]-\infty; -3[\cup]2; \infty[$
 b) $[-7; -1]$ d) $]-\infty; 2] \cup [6; \infty[$
 31. Périmètre = $(2 + \sqrt{2})\sqrt{34}$ unités, aire = 17 u^2
 32. La pente est la même, $-2/3$
 33. a) $5x - 4y - 6 = 0, a = 5/4$
 b) $-x + 7y - 9 = 0, a = -1/7$
 34. (6; 4) et (6; -2)
 35. $x^2 + y^2 - 6x + 4y - 12 = 0$

Relations et fonctions

36. a) Relation c) Relation
 b) Relation d) Fonction
 37. a) Fonction c) Relation
 b) Fonction d) Fonction
 38. a) $\text{dom}_f = [-3; 3], \text{codom}_f = [0; 2]$
 b) $\text{dom}_f = \mathbb{R}, \text{codom}_f = \mathbb{R}$
 c) $\text{dom}_f = \mathbb{R}, \text{codom}_f = [0; 4[$
 d) $\text{dom}_f = \mathbb{R}, \text{codom}_f = [-3; 3]$
 39. a) (2/5; 0) et (0; -2) e) $(\pm 4; 0)$ et (0; 4)
 b) $(-3/2; 0)$ et (0; 3) f) pas de zéro et (0; 1/3)
 c) $(-3; 0), (2; 0), (0; -6/5)$ g) (9; 0) et 0; 3)
 d) $(-5; 0), (2; 0)$ et $(0; \sqrt{5})$ h) pas de zéro et (0; -5/2)
 40. a) $x = 4$ et $x = -3$ b) $x = 3$
 41. a) $-13/2$ b) pas de préimage
 c) 4 fait partie du codomaine, mais pas 2.
 d) $x = (1 + 3y)/(2 - y)$ e) $\text{codom}_f = \mathbb{R} \setminus \{2\}$
 42. a) $\text{dom}_f = [2; \infty[$ et $\text{codom}_f = [0; \infty[$
 b) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{2\}$ et $\text{codom}_f = \mathbb{R} \setminus \{1\}$
 43. a) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$ et $\text{codom}_f = \mathbb{R}$
 b) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$ et $\text{codom}_f = [0; \infty[$
 c) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$ et $\text{codom}_f =]0; \infty[$
 d) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$ et $\text{codom}_f = \mathbb{R}$
 e) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$ et $\text{codom}_f = [-9/4; \infty[$
 f) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{2\}$ et $\text{codom}_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$
 g) $\text{dom}_f = [-4; 4]$ et $\text{codom}_f = [0; 4]$
 h) $\text{dom}_f =]-\infty; 14/3]$ et $\text{codom}_f = [0; \infty[$
 i) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$ et $\text{codom}_f =]0; \infty[$
 j) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{5/2\}$ et $\text{codom}_f = \mathbb{R} \setminus \{3/2\}$

Systèmes d'équations

44. a) (2; -3) c) (-2; 5)
 b) (5; -3) d) (6; 3)
 45. a) (-3; -2) c) (6; -2)
 b) (5; 4) d) (7; 2)
 46. (-4; 3) et (3; -4)
 47. (-2; 3) et (3; -2)
 48. (1; 2) et (8; 9)
 49. (-3; -1) et (-11; 7)

Exercices 2.2

1. a) 3 c) 5 e) 4
 b) 3 d) 3 f) 5
 2. a) 0,07; un d) 0,00; aucun
 b) 5,27; trois e) 51,39; quatre
 c) 813,52; cinq f) 2,04; trois
 3. a) 253,6 c) 353,7 e) 532,8
 b) 54,38 d) 357,3 f) 0,1237
 4. a) 279,1 d) 4,0 g) 17,11
 b) 13,48 e) 5,352 h) 36
 c) 239 f) 3,319
 5. 237 cm² 6. 3 050 cm²
 7. $1,6 \times 10^5 \text{ cm}^3$
 8. a) 185,9 d) 345
 b) 55,3 e) 648
 c) 79,8 f) 29,8
 9. a) 840 e) 7,84
 b) -257 f) 6,65
 c) 507 g) 1,72
 d) 158 h) 0,326
 10. a) $1,23 \times 10^4 \text{ cm}^3$ c) $2,31 \times 10^4 \text{ cm}^3$
 b) $1,87 \times 10^4 \text{ cm}^3$
 11. a) $3,864 \times 10^5$ c) $2,5 \times 10^{-4}$
 b) $5,63 \times 10^7$ d) $3,45 \times 10^{-6}$
 12. a) 1 230 000 c) 73 500
 b) 0,003 14 d) 0,000 008 92
 13. a) $8,27 \times 10^2$ d) $7,40 \times 10^6$
 b) $2,56 \times 10^1$ e) $7,98 \times 10^{-2}$
 c) $2,04 \times 10^5$ f) $3,64 \times 10^{-1}$
 14. a) 27 MHz c) 280 pF e) 225 kV
 b) 53 k Ω d) 1,8 kW f) 152 km
 15. a) 0,034 s e) 235 000 m
 b) 0,048 m f) 0,000 000 000 233 F
 c) 2 340 W g) 0,0246 A
 d) 456 000 V h) 0,000 027 F
 16. 159 ml
 17. a) La valeur de r est comprise entre 215,9 et 215,6.
 b) La valeur de V est comprise entre 47,60 et 47,50.
 18. a) $18,75 \pm 0,27 \%$ c) $213,5 \pm 0,23 \%$
 b) $315,55 \pm 0,02 \%$ d) $24,5 \pm 2,0 \%$
 19. a) a c) b
 b) a d) même précision
 20. a) $58,9 \pm 0,6, [58,3; 59,5]$
 b) $27,3 \pm 0,6, [26,7; 27,9]$
 c) $81 \pm 1, [80; 82]$
 d) $27 \pm 1, [26; 28]$
 e) $64,32 \pm 0,06, [64,26; 64,38]$
 f) $7,88 \pm 0,06, [7,82; 7,94]$

21. a) $113,2 \pm 0,2$, [113,0; 113,4]
 b) $7,08 \pm 0,01$, [7,07; 7,09]
 c) 4000 ± 2 , [3998; 4002]
 d) $400,0 \pm 0,2$, [399,8; 400,2]
 e) 79 ± 1 , [78; 80]
 f) $13,6 \pm 0,2$, [13,4; 13,8]
 g) 30 ± 2 , [28; 32]
 h) $0,43 \pm 0,03$, [0,40; 0,46]
 i) $7\,310 \pm 3$, [7307; 7313]
 j) $8,725 \pm 0,003$, [8,722; 8,728]
 k) $6\,500 \pm 400$, [6 100; 6 900]
22. a) $663,6 \pm 0,3$ m b) $23\,770 \pm 20$ m²
 22. 182 ± 2 cm²

Exercices 2.4

1. a) proportionnelles c) proportionnelles
 b) proportionnelles
2. a) 20 c) x
 b) y^2 d) $(x + y)^2$
3. a) $\pm\sqrt{276}$ c) $\pm(x + y)\sqrt{xy}$
 b) $\pm 1/8$ d) $\pm(x - 3)$
4. 8/100
5. a) 26 c) 7 et -2
 b) 40 d) 9 et -1/2
6. a) 18 d) $x^2 + 3x - 10$
 b) y^2 e) $x^3 - 5x + 12$
 c) $x^2 + 8x + 16$
7. a) ± 18 d) $\pm 2(x + 4)\sqrt{x}$
 b) ± 25 e) $\pm x^2yz$
 c) ± 42
8. a) 4 b) 2^2
9. a) b^2 b) $(ab)^2$
10. a) 64 b) 4^3
11. a) b^3 b) $(ab)^3$
12. 1 040 kg 13. 514 g
 14. 18,8 cm 15. 42,0 g
16. 4/3 km, distance de l'éclair par seconde
17. 1/6; 2/6; 3/6; 4/6; 5/6; 6/6; 7/6; 8/6; 9/6 m
18. 1/2; 1; 3/2; 2 m
19. 3,0 m 20. 896 kg
21. 5,8 cm
22. a) $9,0 \times 10^3$ kg/m³ c) cuivre
 b) 9
23. dénivellation de 16 m par 100 m horizontaux
24. 0,20 m, 0,20 m, 0,40 m, 0,016 m³
25. 0,40 m, 0,80 m, 0,60 m, 0,19 m³
26. a) ≈ 20 kPa b) $\approx 4,4$ kPa
27. 416 N
28. a) 2,54 cm g) 929,0304 cm²
 b) 30,48 cm h) 8361,2736 cm²
 c) 160 934,4 cm i) 16,387064 cm³
 d) 482 803,2 cm j) 28316,846592 cm³
 e) 579 363, 84 cm k) 764554,857984 cm³
 f) 6,4516 cm²
29. 15 vg³ c) 39 acres
30. a) 43 560 pi² b) 82,5 hectares
 b) 4046,856422 m²
31. a) 119,59990046 vg² b) 82,5 hectares
32. 15,6 kJ 33. 1,95 kN
34. 8,0 MJ 35. $1,0 \times 10^6$ m²
36. $1,0 \times 10^4$ m² 37. 0,529 km²
38. 6,12 C 39. $3,81 \times 10^{-2}$ C
40. $5,64 \times 10^4$ C. 41. 2,5 A
42. 2,35 mA. 43. 20,1 kJ.
44. 1,97 kN. 45. 23,54 J.
46. 34,7 V. 47. 7,5 V.
48. 22 Ω .
49. a) 9,60 C b) $5,99 \times 10^{19}$ e.
 50. 120 V ou 0,12 kV. 51. 0,24 J.
52. $5,72 \times 10^{-1}$ C. 53. $4,64 \times 10^{27}$ e.
 54. 0,06 A 55. 0,521 mA.
56. 6,0 V et 140 J.
57. L'équation définissant la tension est $V = W/Q$. En isolant W , on a $W = VQ$. L'équation définissant R est $R = V/I$. En isolant V , on a $V = RI$, ce qui donne, en substituant, $W = RIQ$. De plus l'équation définissant I est $I = Q/t$. En isolant Q , on a $Q = It$ et en substituant, on obtient $W = RI^2t$.
58. L'équation définissant P est $P = W/t$, or $W = RI^2t$, en vertu du numéro précédent. On a donc
- $$P = \frac{W}{t} = \frac{RI^2t}{t} = RI^2.$$
59. L'équation définissant R est $R = V/I$. En isolant V , on a $V = RI$ et, puisque $P = RI^2$, et par substitution, $P = VI$.
60. L'équation définissant R est $R = V/I$. En isolant I , on a $I = V/R$ et, puisque $P = VI$, par substitution, $P = V^2/R$.
61. En isolant R dans $P = V^2/R$ d'après le numéro précédent, on a $R = V^2/P$.
62. En isolant R dans $P = RI^2$ de l'exercice 58, on obtient $R = P/I^2$.

Exercices 3.2

1. a) $\text{dom}_R = \{2; 3; 5\}$, $\text{codom}_R = \{1; 2; 4\}$
 b) $\text{dom}_f = \{1; 2; 3; 4\}$, $\text{codom}_f = \{2; 4; 6; 8\}$
 c) $\text{dom}_f = \{a; b; c; d\}$, $\text{codom}_f = \{1; 2; 3; 4\}$
2. a) $\text{dom}_R = \{1; 2\}$, $\text{codom}_R = \{a; b; c\}$

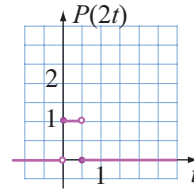
- b) $\text{dom}_f = \{1; 2; 3\}$, $\text{codom}_f = \{a; d\}$
 c) $\text{dom}_f = [-1; 2]$, $\text{codom}_f = [-1; 2]$
 d) $\text{dom}_f =]-1; \infty[$, $\text{codom}_f = [0; \infty[$
 e) $\text{dom}_f = [-1; \infty[$, $\text{dom}_f = \mathbb{R}$
 f) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f = \mathbb{R}$
 g) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $\text{codom}_f =]-\infty; 2[$
 h) $\text{dom}_R = \mathbb{R}$, $\text{codom}_R = [0; 2[$.
3. a) I, (3; 0) et (0; 3)
 b) G, (0; 1)
 c) C, (0; 0)
 d) H, (2; 0), (-2; 0), (0; -2) et (0; 2)
 e) D, (-2; 0), (0; 0) et (4; 0)
 f) A, (3; 0), (-3; 0), (0; -2) et (0; 2)
 g) E, (0; 0)
 h) B, (-1; 0) et (0; 1)
 i) J, (0; 0)
 j) F, (0; 0)
4. a) $y = \frac{-x}{10} + \frac{17}{10}$ b) $y = \frac{-8x}{7} + \frac{27}{7}$ c)
 $y = \frac{-10x}{7} - \frac{9}{7}$
5. a) $y = \frac{-x}{5} + \frac{18}{5}$ b) $y = \frac{3x}{4} + \frac{17}{4}$ c) $y = 4x - 13$
6. a) $y = \frac{x+2}{3}$, fonction e) $y = \frac{4+2x}{x}$, fonction
 b) $y = \frac{-x}{3} + 2$, fonction f) $y = \frac{2x+1}{x-1}$, fonction
 c) $y = \pm\sqrt{x}$, relation g) $y = \sqrt[3]{x}$, fonction
 d) $y = \pm\sqrt{x+2}$, relation h) $y = \frac{1}{x}$, fonction
7. a) (5/2; 0) et (0; -5)
 b) (2/3; 0) et (0; -2)
 c) (-4; 0) et (0; 2)
 d) (4; 0), (-4; 0) et (0; 4)
 e) (0; 1/2)
 f) (4; 0) et (0; 2)
 g) (0; -3)
 h) (2; 0), (-3; 0) et (0; -6/5)
 i) (-2; 0), (-3; 0) et (0; -6)
8. a) \mathbb{R} f) $\mathbb{R} \setminus \{3\}$
 b) \mathbb{R} g) $] -3; 3[$
 c) $\mathbb{R} \setminus \{2\}$ h) $] -3; 2[\cup] 4; \infty[$
 d) $[-4; 4]$ i) $[-2; 1[\cup] 3; \infty[$
 e) $] -\infty; 14/3[$ j) $] -\infty; -1[\cup] 2; 5[$
 k) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{-3; 5\}$ k) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{2\}$
9. a) -2, pas de préimage, (7; 2), (28; 5)
 b) 2 et 5, pas de préimage, (1; -2)
 c) -2 et 5, pas de préimage, $(\pm 2\sqrt{3}; 2)$
 d) -2, pas de préimage, $(\pm 2\sqrt{5}; 2), (\pm\sqrt{41}; 5)$
10. b) $C(x) = 36x + 50$ d) 28,50 \$/m
 c) 1 202 \$; 2 354 \$; 770 \$; 3 074 \$
11. a) $C_1(x) = 7,50x + 200$, $C_2(x) = 7,80x + 80$
 b) $C_1(300) = 2 450$, $C_1(600) = 4 700$
 $C_2(300) = 2 420$, $C_2(600) = 4 760$
 c) $x = 400$
12. a) (2; 0), (3; 0), (5/2; -1/4), (0; 6)
 b) (3; 0), (0; 9)
 c) (2; 0), (-3; 0), (-1/2; 25/4), (0; 6)
 d) (-4; 0), (4; 0), (0; 16)
 e) (0; 0), (4; 0), (2; 4), (0; 0)
 f) (-5; 0), (-3; 0), (-4; -1) (0; 15)
13. a) (-5/2; 0), (4; 0), (3/4; -169/8), (0; -20)
 b) (-1/2; 0), (2/3; 0), (1/12; -49/24), (0; -2)
 c) (-4; 0), (7/2; 0), (-1/4; 225/8), (0; 28)
 d) (-2; 0), (4; 0), (1; -9/4), (0; -2)
 e) pas de zéro réel, (-1; 2), (0; 3)
 f) pas de zéro réel, (1/4; -3/4), (0; -1)
14. a) $A(x) = 27x - 2x^2$ c) 6,75 cm et 91,125 cm²
 b) 10,5 cm ou 3 cm, 9,5 cm ou 4 cm, 8,5 cm ou 5 cm
15. a) $A(r) = 8r - \left(\frac{4+\pi}{2}\right)r^2$ c) $r = 1,12$ m
 b) 2,63 m², 4,43 m², 3,97 m²
16. a) $V(x) = 3x^3 - 4,8x^2 + 1,8x$
 b) 0,192 m³; 0,144 m³
17. $A(x) = x^2 + 400x + 38 400$ b) 80 m
18. a) $A(r) = \pi(2x^2 - 48x + 576)$
 b) 12 cm c) 5,07 cm et 18,93 cm
19. a) $A(x) = 2x^2 + 76x + 480$ b) $x = 10$ m
20. a) $A(x) = (40x - 2x^2)/5$ b) (10; 2)
21. a) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f = [0; \infty[$, (2; 0) (0; 2)
 b) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f =]-\infty; 0]$, (-4; 0), (0; -4), (-5; 0), (-1; 0)
 c) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f =]-\infty; 2]$, (-3; 2), (0; -1)
 d) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f = [-4; \infty[$, (-2; -4), (0; 0), (-4; 0)
22. a) (-1; 3), (5; 3) c) pas de préimage
 b) pas de préimage d) (-11/2; 3), (3/2; 3)
23. a) $\text{dom}_f = \mathbb{R} \setminus \{0\}$, $\text{codom}_f = \{-3; 3\}$
 b) fonction
24. a) $\text{dom}_f = [-6; 6]$, $\text{codom}_f = [-6; 6]$
 b) pas une fonction
25. a) $f(x) = |x+2| - 2$ c) $f(x) = -2|x-2| + 5$
 b) $f(x) = 2|x-3| - 1$

- d) $f(x) = \begin{cases} 2|x+1|-1 & \text{si } x < 2 \\ |x-5|+2 & \text{si } x \geq 2 \end{cases}$
26. b) $V(t) = \begin{cases} 50|t-12|+50 & \text{si } t \in [0; 24] \\ 650 & \text{si } t > 24 \end{cases}$
- c) $t \geq 0$ d) 7 min, 17 min
27. a) $f(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq -3 \\ \frac{2}{3}x+2 & \text{si } -3 < x \leq 3 \\ 4 & \text{si } x > 3 \end{cases}$
- b) $f(x) = \begin{cases} 2 & \text{si } x < -2 \\ -1 & \text{si } -2 \leq x \leq 2 \\ x-1 & \text{si } x > 2 \end{cases}$
- c) $f(x) = \begin{cases} 2 & \text{si } x < -2 \\ \frac{-5x+14}{4} & \text{si } -2 \leq x < 2 \\ 0 & \text{si } x = 2 \\ \frac{2x+1}{3} & \text{si } x \geq 4 \end{cases}$
- d) $f(x) = \begin{cases} -2 & \text{si } x \leq -3 \\ \frac{4}{3}x+4 & \text{si } -3 < x < 0 \\ x^2/4 & \text{si } x \geq 0 \end{cases}$
28. a) Le coût en \$ dépend du nombre de jours et de la consommation moyenne en kWh par jour.
b) 133,92\$ c) 230,33\$
16. 3,4 N b) 2,4 m
17. a) 120 kg/cm² 18.100 W
19. 44 m, 2,5 s 20.819 N, 512 N/m²
21. 124 m
22. a) 100 m b) 1 200 m
23. 256π cm², 1 156π cm² 24.2 304π cm³, 4 500π cm³
25. 0,735 mol 26.0,66 L
27. a) 0,62 mm² b) 0,088 Ω
28. a) résistance divisée par 4, divisée par 9
b) résistance doublée, triplée
c) résistance multipliée par 4, par 9
d) multiplier la résistance par $\sqrt{2}$, par $\sqrt{3}$
e) diviser la longueur par 2, par 3
29. a) 0,32 m b) 0,0080 Ω
30. 23,5 kJ 31. 7,96 \$
32. a) 1 840 N/m
33. a) $k = 49$ N/m, l'élongation est de 0,02 m/N
b) 61,25 N/m et 0,016 m/N.
c) 200 N/m
d) 245 N/m et 0,0204 m/N
34. a) 3 528 J d) $v = 24,25$ m/s.
b) 3 528 J e) $t = 2,47$ s
c) 3 528 J
16. a) $1,18 \times 105$ J c) 59 minutes
b) 147 W
17. a) 3 136 J d) 2 666 J
b) 3 136 J e) 25,81 m/s
c) 3 136 J
18. a) 76,5 m c) 3,2 kJ
b) 81,6 m
19. 28,2 J; 63,5 J
20. 3,63 kW
21. a) 25,5 m b) 22,4 m/s
22. a) 7 056 J b) 8 496 J
23. 24,25 m/s
24. a) 0,62 mm² b) 0,088 Ω
25. a) Si on double la valeur du rayon r en gardant la longueur fixe, la résistance sera divisée par 4. Si on triple la valeur du rayon r en gardant la longueur fixe, la résistance sera divisée par 9.
b) Si on double la valeur de la longueur λ en gardant r fixe, la résistance sera multipliée par 2. Si on triple la valeur de la longueur λ en gardant r fixe, la résistance sera multipliée par 3.
26. a) 0,32 m b) 0,0080 Ω
27. 7,96 \$

Exercices 3.4

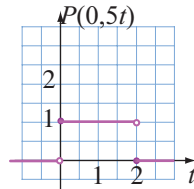
1. a) $C(x) = 11\,500/x$ b) 1 280 kg
2. a) pression d) $V = 2\,240/P$
3. a) courant d) $P(I) = 1,70I^2$
4. a) hauteur d) $v(h) = 4,43h^{1/2}$
5. d) $d = at^2$
6. a) résistance d) $I = 7,32R$
7. a) pression d) $V = 4\,200/P$
8. $y = 8x/5$
9. $y = 20x$, 60 km, 160 km, 6,25 cm, 13,75 cm
10. $y = 11$ t/s
11. a) 0,0129 m³ b) 109 kg
12. 22,5 t/s et 30 t/s
13. a) 80 km/h b) $d(t) = 80t$ c) 6,25 h
14. a) $I(V) = P/V$ c) car inversement proportionnel
b) car inversement proportionnel
15. a) 16 cm
b) diamètre de 32 cm
c) 65 m/min, 40 m/min
d) 12 cm, 20 cm

29. a) $x(n) = 100 - 12,5n$, $[0; 8]$
 b) 22,5 %
 c) 5,2 m
 d) $I(x) = 0,16x + 4$, $[0; 100]$
 e) 10,4 mA
 f) 3,6 m
 g) $p(I) = 5I$, $[4; 20]$
 h) 42 kPa
 i) $I = 13,6$ mA, $x = 60$ %, $n = 3,2$ m
 j) $p(n) = -10n + 100$, $[0; 8]$
 k) 76 kPa
 l) 3,2 m
 m) 38 kPa



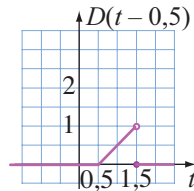
- b) Pour $\alpha = 0,5$, on a

$$P(0,5t) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq 0,5t < 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq t < 2 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$



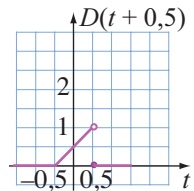
- c) La valeur de α change la longueur du palier. La longueur est inversement proportionnelle à α .
14. a) La définition de la fonction est

$$D(t-0,5) = \begin{cases} t-0,5 & \text{si } 0 \leq (t-0,5) < 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} = \begin{cases} t-0,5 & \text{si } 0,5 \leq t < 1,5 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

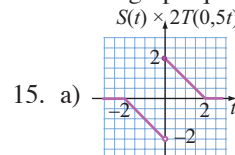


- b) La définition de la fonction est

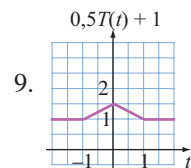
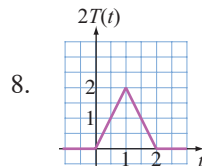
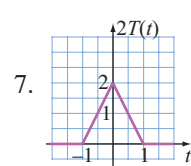
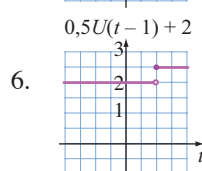
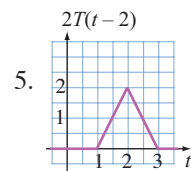
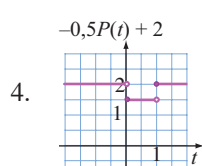
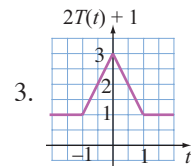
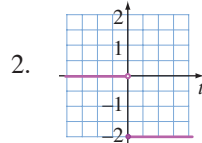
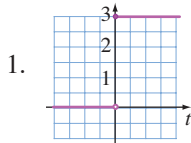
$$D(t+0,5) = \begin{cases} t+0,5 & \text{si } 0 \leq (t+0,5) < 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} = \begin{cases} t+0,5 & \text{si } -0,5 \leq t < 0,5 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$



- c) Le paramètre β a pour effet une translation horizontale du graphique.



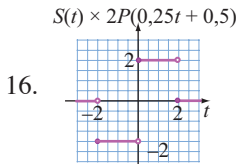
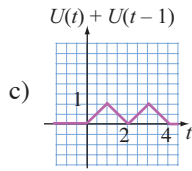
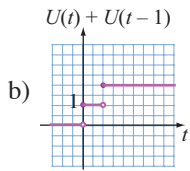
Exercices 4.2



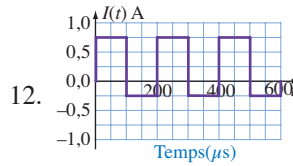
10. $g(t) = 0,5f(t)$.
 11. $g(t) = 2f(t - 0,5)$.
 12. $g(t) = 2f(0,5t - 0,5)$.
 13. a) Pour $\alpha = 2$, on a

$$P(2t) = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq 2t < 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases} = \begin{cases} 1 & \text{si } 0 \leq t < 0,5 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

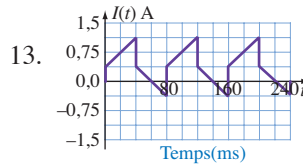
$$f(t) = \begin{cases} -t-2 & \text{si } -2 \leq t < 0 \\ -t+2 & \text{si } 0 \leq t < 2 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$



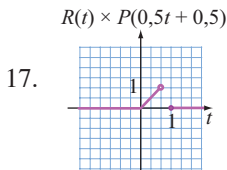
$$f(t) = \begin{cases} -2 & \text{si } -2 \leq t < 0 \\ 2 & \text{si } 0 \leq t < 2 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$



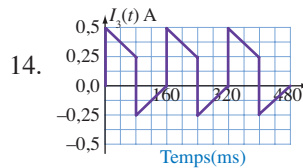
La valeur crête à crête de la première onde est de 0,5 A, celle de la deuxième onde également. La valeur crête à crête de l'onde résultante est de 1 A. La période de chacune des trois ondes est de 200 p.s et la fréquence est de 5 kHz.



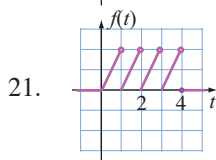
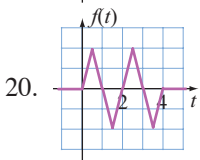
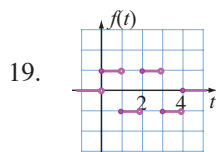
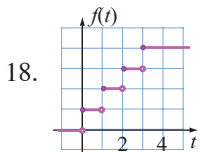
La valeur crête à crête de la première onde est de 0,75 A, celle de la deuxième onde également. La valeur crête à crête de l'onde résultante est de 1,5 A. La période de chacune des trois ondes est de 80 ms et la fréquence est de 12,5 Hz.



$$f(t) = \begin{cases} t & \text{si } 0 \leq t < 1 \\ 0 & \text{ailleurs} \end{cases}$$

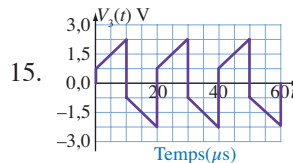
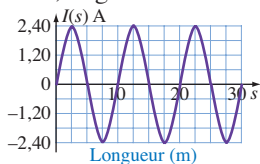


La valeur crête à crête de la première onde est de 0,5 A, celle de la deuxième onde est de 0,25 A. La valeur crête à crête de l'onde résultante est de 0,75 A. La période de chacune des trois ondes est de 160 ms et la fréquence est de 6,25 Hz.



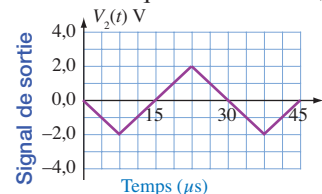
Exercices 4.4

1. $T = 320 \mu\text{s}$ et $3,125 \text{ kHz}$
2. $T = 160 \mu\text{s}$ et $f = 6,25 \text{ kHz}$
3. $T = 80 \text{ ms}$ et $f = 12,5 \text{ Hz}$
4. $T = 40 \text{ ms}$ et $f = 25 \text{ Hz}$
5. $T = 45 \text{ ms}$ et $f = 22,2 \text{ Hz}$
6. $T = 200 \mu\text{s}$ et $f = 5 \text{ kHz}$
7. $T = 120 \text{ ms}$ et $f = 8,33 \text{ Hz}$
8. $T = 240 \mu\text{s}$ et $f = 4,2 \text{ kHz}$
9. $A = 1,2 \text{ A}$, 250 MHz
10. $11,2 \text{ m}$
11. 10 m , la graduation de l'axe horizontal sera alors

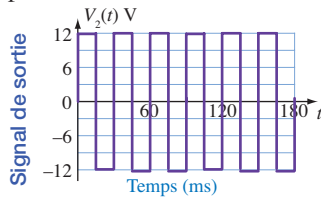


La valeur crête à crête de la première onde est de 1,5 V, celle de la deuxième onde est de 3 V. La valeur crête à crête de l'onde résultante est de 4,5 V. La période de chacune des trois ondes est de 20 JJ.S et la fréquence est de 50 kHz.

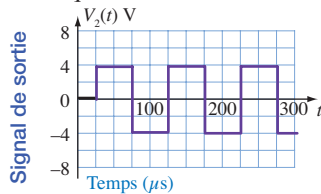
16. L'onde est inversée par rapport à l'horizontale et la valeur crête à crête est multipliée par 0,5. La période et la fréquence sont inchangées. La période est de 30 ms et la fréquence est de 33,3 Hz.



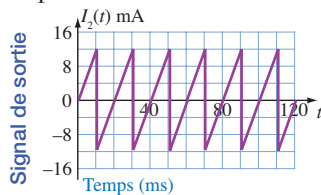
17. La valeur crête à crête est multipliée par 2, la période est divisée par 2 et la fréquence est multipliée par 2. L'amplitude de l'onde de sortie est donc de 12 V, sa période est de 30 ms et sa fréquence est de 33,3 Hz.



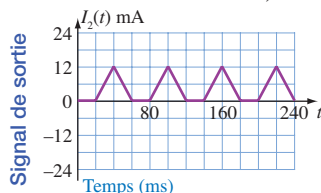
18. L'onde est déphasée de 25 μ s et sa valeur crête à crête est multipliée par 0,5. L'amplitude de l'onde de sortie sera donc de 4 V alors que sa période est de 100 μ s et sa fréquence de 10 kHz.



19. La valeur crête à crête est multipliée par 1,5 et la fréquence est doublée alors que la période est divisée par 2. L'amplitude de l'onde de sortie est donc de 12 mA, sa période est de 20 ms et sa fréquence est de 50 Hz.



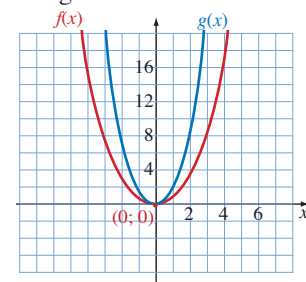
20. La valeur crête à crête est multipliée par 0,5, l'amplitude de l'onde de sortie sera donc de 12 mA puisque celle de l'onde d'entrée est de 24 mA. La période est divisée par 2 et sera donc de 60 ms puisque celle de l'onde d'entrée était de 120 ms. La fréquence d'entrée était de 8,33 Hz, celle de sortie est de 16,7 Hz.



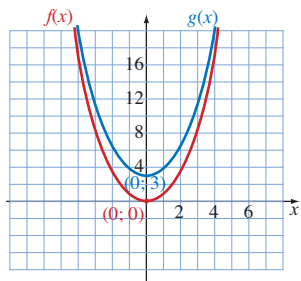
Exercices récapitulatifs

- La valeur crête à crête est la différence entre la valeur maximum et la valeur minimum d'une onde.
- L'amplitude d'une onde est la moitié de la valeur crête à crête.

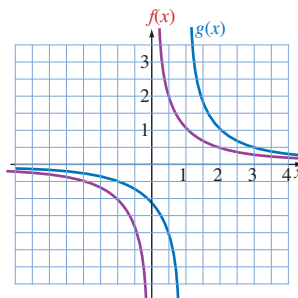
- La période est la durée d'un cycle d'une onde; elle est mesurée en secondes.
- La fréquence est le nombre de cycles par unité de temps, elle est mesurée en hertz (Hz).
- La fréquence est le rapport inverse de la période.
- La longueur d'onde est la distance occupée par un cycle d'une onde.
- La longueur d'onde est le rapport de la vitesse de propagation en mètres par seconde sur la fréquence en hertz ($\text{Hz} = 1/\text{s}$).
- Cette transformation a pour effet d'étirer verticalement le graphique en multipliant chacune des valeurs de la fonction par 3.
- Cette transformation a pour effet de comprimer verticalement le graphique en multipliant chacune des valeurs de la fonction par 0,25.
- Cette transformation a pour effet d'inverser verticalement le graphique et de retirer en multipliant chacune des valeurs de la fonction par -2 .
- Cette transformation a pour effet de déplacer verticalement le graphique vers le haut en additionnant 1 à chacune des valeurs de la fonction.
- Cette transformation a pour effet de déplacer verticalement le graphique vers le bas en additionnant -2 à chacune des valeurs de la fonction.
- Cette transformation a pour effet de comprimer horizontalement le graphique en multipliant chacune des valeurs de la variable indépendante par 2 avant d'en calculer l'image.
- Cette transformation a pour effet d'étirer horizontalement le graphique en multipliant chacune des valeurs de la variable indépendante par 0,5 avant d'en calculer l'image.
- Cette transformation a pour effet d'inverser horizontalement et de comprimer le graphique en multipliant chacune des valeurs de la variable indépendante par -2 avant d'en calculer l'image.
- Cette transformation a pour effet de déplacer horizontalement le graphique vers la droite en additionnant $-1,5$ à chacune des valeurs de la variable indépendante avant d'en calculer l'image.
- Cette transformation a pour effet de déplacer horizontalement le graphique vers la gauche en additionnant 0,5 à chacune des valeurs de la variable indépendante avant d'en calculer l'image.
- a) $g(x) = 2x^2$



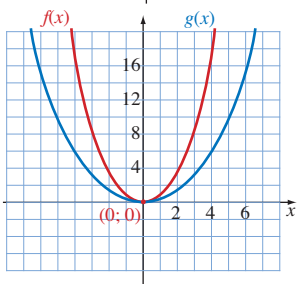
b) $g(x) = x^2 + 3$



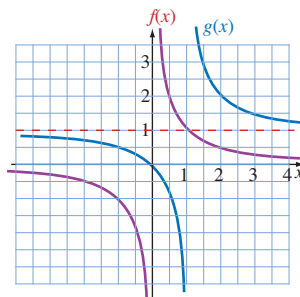
19. a) $g(x) = \frac{1}{x-1}$



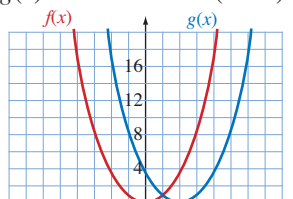
c) $g(x) = 0,25x^2$



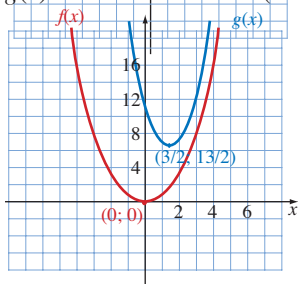
b) $g(x) = \frac{1}{x-1} + 1 = \frac{x}{x-1}$



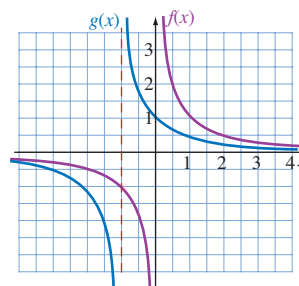
d) $g(x) = x^2 - 4x + 4 = (x-2)^2$



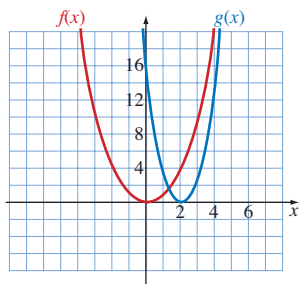
e) $g(x) = 2x^2 - 6x + 11 = 2(x - 3/2)^2 + 13/2$



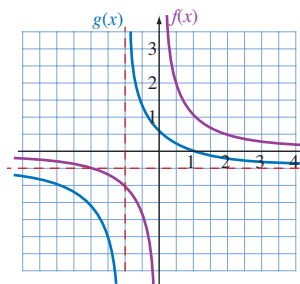
c) $g(x) = \frac{1}{x+1}$



f) $g(x) = 4x^2 - 16x + 16 = 4(x^2 - 4x + 4) = 4(x-2)^2$



d) $g(x) = \frac{1}{x+1} - \frac{1}{2} = \frac{1-x}{2(x+1)}$

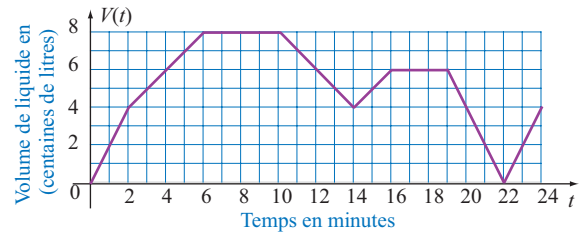


Exercices 5.2

1. a) $C(t) = 45t + 40$ \$
 b) $C(1) = 95$ \$, $C(4) = 220$ \$
2. a) $R(T) = 0,008\ 467T + 1,993$

- b) $2,63 \Omega$ c) $-52,3 \text{ }^\circ\text{C}$
3. a) $R(T) = 0,007\,143T + 1,699$
 b) $2,31 \Omega$ c) $203 \text{ }^\circ\text{C}$
4. a) $R(T) = 0,064\,60T + 16,21$
 b) $23,0 \Omega$ c) $-42,0 \text{ }^\circ\text{C}$.
5. a) $R(T) = 0,0439T + 10,37$
 b) $15,9 \Omega$ c) $22,8 \text{ }^\circ\text{C}$
6. a) $R(T) = 0,111T + 22,68$
 b) $32,4 \Omega$ c) $-55,7 \text{ }^\circ\text{C}$
7. a) $p(i) = 3,75i + 25 \text{ kPa}$
 b) $110, \text{ kPa}$ c) 152 kPa
 d) $26,7 \text{ mA}$
8. a) $v(t) = 0,5\pi t \text{ m/min}$
 b) 48 t/min et 286 t/min
9. a) $D(t) = \begin{cases} 4 & \text{si } 0 \leq t < 10 \\ 2 & \text{si } 10 \leq t \leq 25 \end{cases}$
 b) $V(t) = \begin{cases} 4t + 40 & \text{si } 0 \leq t < 10 \\ 2t + 60 & \text{si } 10 \leq t \leq 25 \end{cases}$
 c) 110 L d) 30 min
10. a) $\Delta s = 0,4 \text{ m/s} \times 3 \text{ s} = 1,2 \text{ m}$
 b) $s(t) = 0,4t + 2 \text{ m}$
11. a) $v(3) = 0,2 \text{ m/s}^2 \times 3 \text{ s} = 0,6 \text{ m/s}$
 b) $v(t) = 0,2t \text{ m/s}$
12. a) $v(3) = -29,4 \text{ m/s} + 49 \text{ m/s} = 19,6 \text{ m/s}$
 b) $v(t) = -9,8t + 49 \text{ m/s}$
13. a) $0,048 \text{ C}$ ou 48 mC .
 b) $q(t) = 24t \text{ mC}$, où t est en minutes
14. a) Le débit étant constant, sa représentation graphique est une droite horizontale.
 b) $V(4) = 150 \text{ L/min} \times 4 \text{ min} = 600 \text{ L}$
 c) $V(t) = 150 \text{ L/min} \times t \text{ min} = 150t \text{ L}$
 d) Le volume de liquide étant décrit par une fonction affine, sa représentation graphique est une droite de pente 150 L/min . De plus, cette droite passe à l'origine car initialement le réservoir est vide.

15.a)

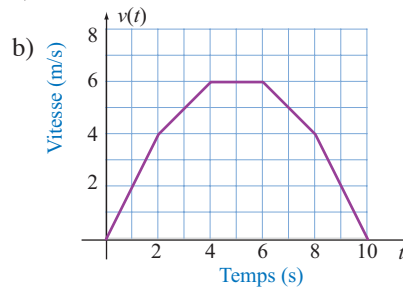


- b) $V(5) = 700 \text{ litres}$, $V(12) = 600 \text{ litres}$,
 $V(24) = 400 \text{ litres}$

$$\text{c) } \frac{\Delta V}{\Delta t} \Big|_{[0; 6]} = \frac{800 \text{ L}}{6 \text{ min}} = 133,3 \text{ L/min,}$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} \Big|_{[0; 12]} = \frac{600 \text{ L}}{12 \text{ min}} = 50 \text{ L/min,}$$

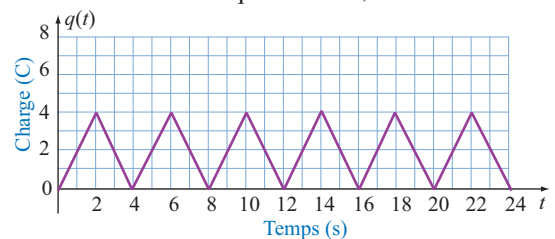
$$\frac{\Delta V}{\Delta t} \Big|_{[0; 24]} = \frac{400 \text{ L}}{24 \text{ min}} = 16,7 \text{ L/min.}$$

16. a) 5 m/s 

$$\text{c) } v(t) = \begin{cases} 2t & \text{si } t \in [0; 2[\\ t+2 & \text{si } t \in [2; 4[\\ 6 & \text{si } t \in [4; 6[\\ -t+12 & \text{si } t \in [6; 8[\\ -2t+20 & \text{si } t \in [8; 10] \end{cases}$$

$$\text{d) } \frac{\Delta v}{\Delta t} \Big|_{[0; 4]} = \frac{6 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = 1,5 \text{ m/s}^2,$$

$$\frac{\Delta v}{\Delta t} \Big|_{[0; 4]} = \frac{2 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = 0,5 \text{ m/s}^2.$$

17. Période de 4 s et fréquence de $0,25 \text{ Hz}$.

18. a) $D(t) = \begin{cases} 40 & \text{si } 0 \leq t \leq 10 \\ 60 & \text{si } 10 < t \end{cases}$

b) Le domaine de cette fonction est $[0; 40]$ puisque le réservoir sera plein après 40 minutes.

c) $V(t) = \begin{cases} 40t & \text{si } 0 \leq t \leq 10 \\ 60t - 200 & \text{si } 10 < t \leq 40 \end{cases}$

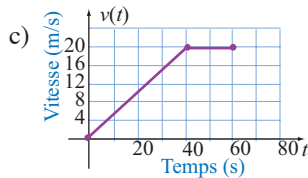
d) $[0; 40]$.

e) La fonction volume au temps t décrit l'aire sous la courbe de la fonction débit au temps t .

f) $V(5) = 200$ L et $V(15) = 700$ L.

19. a) L'accélération étant constante, sa représentation graphique est une droite horizontale.

b) $v(t) = \begin{cases} 0,5t \text{ m/s} & \text{si } 0 \leq t < 40 \\ 20 \text{ m/s} & \text{si } 40 \leq t < 60 \end{cases}$

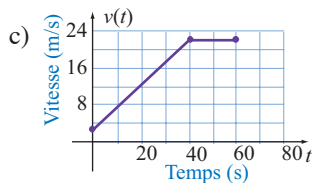


d) Le graphique de la fonction vitesse décrit l'aire sous la courbe de la fonction accélération au temps t .

e) 2,5 m/s; 9,0 m/s.

20. a) L'accélération étant constante, sa représentation graphique est une droite horizontale.

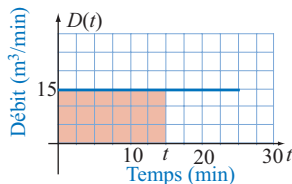
b) $v(t) = \begin{cases} 0,5t + 2 & \text{si } 0 \leq t \leq 40 \\ 22 & \text{si } 40 < t \leq 60 \end{cases}$



d) Le graphique de la fonction vitesse décrit l'aire sous la courbe de la fonction accélération au temps t plus la vitesse initiale.

e) 4,5 m/s; 11,0 m/s.

21. a) $D(t) = 15 \text{ m}^3/\text{min}$, représentée graphiquement par une droite horizontale.

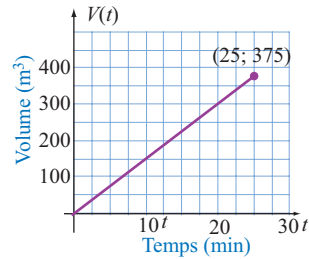


b) $[0; 25]$

c) $V(t) = 15t$ pour $t \in [0; 25]$

d) $[0; 25]$.

e) La fonction volume au temps t décrit l'aire sous la courbe de la fonction débit dans l'intervalle $[0; t]$.

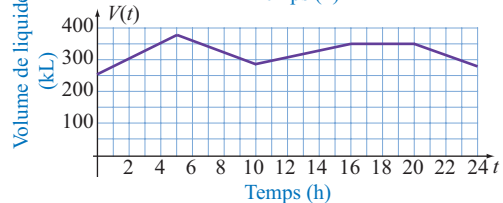
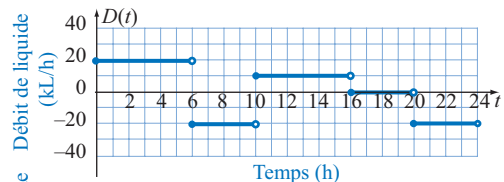


22. $V(t) = \begin{cases} 15t + 300 \text{ L} & \text{si } 0 \leq t \leq 50 \\ 9t + 600 \text{ L} & \text{si } 50 < t \leq 100 \end{cases}$

23. $V(t) = \begin{cases} -23,33t + 3\,000 \text{ L} & \text{si } 0 \leq t \leq 90 \\ -15t + 2\,250 \text{ L} & \text{si } 90 < t \leq 150 \end{cases}$

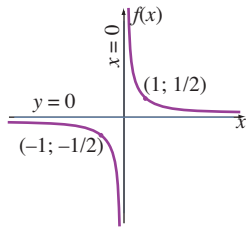
24. a) $D(t) = \begin{cases} 20 \text{ kL/h} & \text{si } 0 \leq t \leq 6 \\ -20 \text{ kL/h} & \text{si } 6 < t \leq 10 \\ 10 \text{ kL/h} & \text{si } 10 < t \leq 16 \\ 0 \text{ kL/h} & \text{si } 16 < t \leq 20 \\ -20 \text{ kL/h} & \text{si } 20 < t \leq 24 \end{cases}$

b) $V(t) = \begin{cases} 20t + 250 \text{ kL} & \text{si } 0 \leq t \leq 6 \\ -20t + 490 \text{ kL} & \text{si } 6 < t \leq 10 \\ 10t + 190 \text{ kL} & \text{si } 10 < t \leq 16 \\ 350 \text{ kL} & \text{si } 16 < t \leq 20 \\ -20t + 750 \text{ kL} & \text{si } 20 < t \leq 24 \end{cases}$

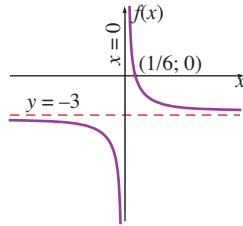


Exercices 5.4

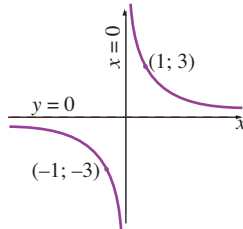
1. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = 0$, pas de zéro ni d'ordonnée à l'origine.



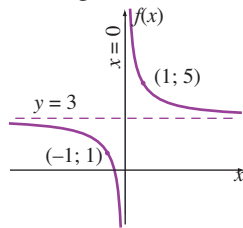
2. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = -3$, zéro à $x = 1/6$, pas d'ordonnée à l'origine.



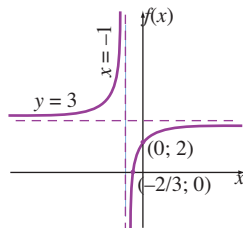
3. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = 0$, pas de zéro ni d'ordonnée à l'origine.



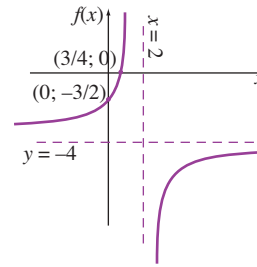
4. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = 3$, zéro à $x = -2/3$, pas d'ordonnée à l'origine.



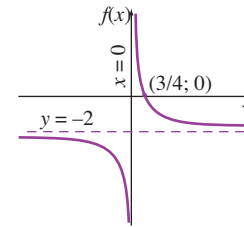
5. Asymptote verticale à $x = -1$, asymptote horizontale à $y = 3$, zéro à $x = -2/3$, ordonnée à l'origine 2.



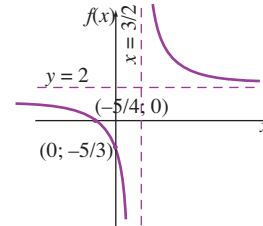
6. Asymptote verticale à $x = 2$, asymptote horizontale à $y = -4$, zéro à $x = 3/4$, ordonnée à l'origine $-3/2$.



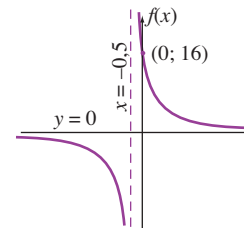
7. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = -2$, zéro à $x = 3/4$, pas d'ordonnée à l'origine.



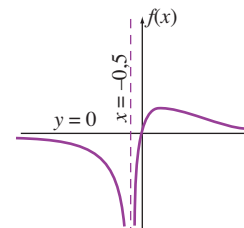
8. Asymptote verticale à $x = 3/2$, asymptote horizontale à $y = 2$, zéro à $x = -5/4$, ordonnée à l'origine est $-5/3$.



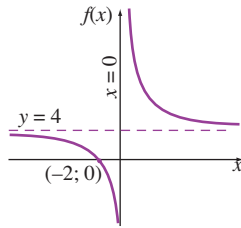
9. Asymptote verticale à $x = -0,5$, asymptote horizontale à $y = 0$, pas de zéro, ordonnée à l'origine 16.



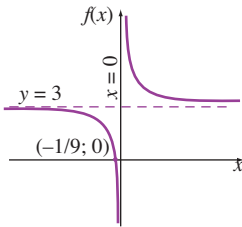
10. Asymptote verticale à $x = -0,5$, asymptote horizontale à $y = 0$, zéro à $x = 0$, ordonnée à l'origine est 0.



11. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = 4$, zéro à $x = -2$, pas d'ordonnée à l'origine.



12. Asymptote verticale à $x = 0$, asymptote horizontale à $y = 3$, zéro à $x = -1/9$, pas d'ordonnée à l'origine.



13. a) $I(R_c) = \frac{16}{R_c + 0,5}$ b) 21,3 A

- c) 16 A d) 1,5 Ω
 e) Asymptote verticale à $R = -0,5$, asymptote horizontale à $y = 0$, pas de zéro, ordonnée à l'origine (0; 32). L'asymptote verticale ne sert que d'indication pour esquisser le graphique, l'asymptote horizontale indique que le courant est de plus en plus faible lorsque la résistance augmente.

14. a) $R_t = \frac{3R}{R+3}$ b) 0,43 Ω

- c) 0,75 Ω d) 1,2 Ω
 e) 6 Ω
 f) Asymptote verticale à $R = -3$, asymptote horizontale à $R_t = 3$, zéro et ordonnée à l'origine à (0; 0). L'asymptote horizontale signifie que lorsque la résistance variable augmente, la résistance totale augmente également pour se stabiliser à 3 Ω .

15. a) $I(R) = \frac{4R+12}{R}$ b) 16 A

- c) 10 A d) 6W
 e) Asymptote verticale à $R = 0$, asymptote horizontale à $I = 4$, pas de zéro ni d'ordonnée à l'origine. L'asymptote horizontale indique que lorsque la résistance variable augmente, le courant diminue et se stabilise à 4 A. L'asymptote verticale décrit le fait que, lorsque la résistance de charge devient négligeable, on a un court-circuit.

16. a) $I(R_c) = \frac{120}{R_c + 6}$ b) 12 A

- c) 8,57 A d) 14 Ω
 e) Asymptote verticale à $R = -6$, asymptote horizontale à $I = 0$, pas de zéro, ordonnée à l'origine (0; 20).

L'asymptote verticale ne sert que d'indication pour esquisser le graphique.

L'asymptote horizontale indique que le courant est de plus en plus faible lorsque la résistance augmente.

- f) $P(I) = 120I - 6I^2$
 g) La puissance est maximale lorsque le courant est de 10 A. La puissance est alors de 600 W et la résistance de charge de 6 Ω .

17. a) Par la loi des tensions, on a $E = V_{\text{int}} + V_c$ et en isolant V_c , on a $V_c = E - V_{\text{int}} = 24 - 1,2I$.

La puissance fournie à la charge est alors $P_c = 24I - 1,2I^2$.

- c) La puissance est maximale à $I = -b/2a = 10$ A.
 d) La puissance est alors de 120W.
 18. a) $V_c = E - V_{\text{int}} = 50 - 2I$ et $P_c = 50I - 2I^2$.
 c) $I = 12,5$ A d) 312,5 W

19. a) $R_t(R) = \frac{5R+6}{R+3}$ b) $I(R) = \frac{16R+48}{5R+6}$

20. $R_t(R) = \frac{4R}{3R+4}$ b) $I(R) = \frac{18R+24}{R}$

21. a) $R_t(R) = \frac{15R}{8R+15}$ b) $I(R) = \frac{288R+540}{15R}$

22. a) $I(R_c) = \frac{24}{R_c + 1,5}$
 b) Valeur maximale à $I = 8$ A. On a alors $P(8) = 96$ W et $R_c = 1,5 \Omega$.

c) $P_c(R_c) = \frac{576R_c}{(R_c + 1,5)^2}$ d) $P_{\text{int}} = R_{\text{int}} I^2 = 1,5 I^2$

e) $P_{\text{int}}(R_c) = \frac{864}{(R_c + 1,5)^2}$ f) $\eta(R_c) = \frac{100R_c}{R_c + 1,5}$

23. a) $P(I) = EI - R_c I^2$ b) $I = \frac{-b}{2a} = \frac{-E}{-2R_c} = \frac{E}{2R_c}$

c) $E = V_c + V_{\text{int}} = R_c I + R_{\text{int}} I$, d'où $I = \frac{E}{R_c + R_{\text{int}}}$

d) $I = \frac{E}{R_c + R_{\text{int}}} = \frac{E}{2R_c}$, d'où $R_c = R_{\text{int}}$.

Puisque $P_c = R_c I^2$, lorsque le courant est $E/2R_c$,

$$P_c = R_c I^2 = R_c \left(\frac{E}{2R_c} \right)^2 = \frac{E^2}{4R_c}.$$

C'est le théorème de transfert maximum de la puissance.

Exercices 6.2

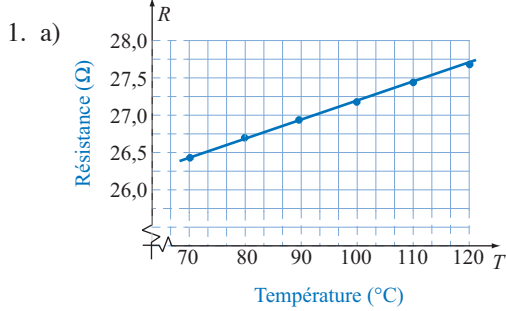
- a) 10 275,65 \$
- a) $I(x) = I_0 \times 0,6^x$
b) absorption est de 83 %
c) absorption est de 88 %
- a) $V(n) = 300\,000(0,983)^n$
b) 198 795\$, 161 826\$, 107 234\$
- a) $Q(t) = Q_0(49/50)^t$ c) 90,39 unités, 81,71 unités
- a) $Q(t) = Q_0(0,8)^t$
- a) $T(d) = 22 \times 0,86^d$ d) 4,9 °C
c) -14%
- a) Exponentiel
b) $N(n) = 130 \times 0,558^n$, $N(t) \approx 130 \times 0,311^t$
- a) $I(x) = 0,85^x I_0$
b) absorption de 39 %, 56 %, 68 %.
- a) Exponentiel b) $P(h) = 101,32 \times 0,884^h$
- a) $V(n) = V_0(0,85)^n$ c) 2 724,91 \$; 1 968,74 \$
- 6%
- $f(6)$ erronée; $y = 5 \times 1,49^{0,5x}$
- a) $V(n) = 140\,000 \times 0,84^n$
b) 59 000 \$
- a) Modèle exponentiel pertinent
b) $y = 35,00 \times 1,0049^x$
c) 42,6
d) Modèle affine plausible
e) $y = 0,7x + 35$ f) 63
- a) $i(t) = 8,00 \times 0,670^t$ mA
b) $i(2,5) = 2,94$ mA
- a) $v_L(t) = 16,00 \times 0,779^t$ V
b) $v_L(10) = 1,32$ V

Exercices 6.4

- a) 3/2 d) 2
b) -2 e) 5
c) 2 f) 4 et -2
- a) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f =]0; \infty[$
- a) $\text{dom}_f = \mathbb{R}$, $\text{codom}_f =]0; \infty[$
- $\text{dom}_f =]0; \infty[$; $\text{codom}_f = \mathbb{R}$; $f^{-1}(x) = \log_b x$
- $\text{dom}_f =]0; \infty[$; $\text{codom}_f = \mathbb{R}$; $f^{-1}(x) = -\log_b x = \log_{1/b} x$
- a) $]8/3; \infty[$ c) $] -7/2; \infty[$
b) $] -\infty; 5/2[$ d) $]4/5; \infty[$
- a) 6 d) -4
b) 3 e) -1/4
c) -5
- $x = a - b^c$
- a) $N = 2^3 = 8$ c) $N = 5^{-2} = 1/25$
b) $N = 3^{-1} = 1/3$
- a) 1/2 b) -1
- a) $N = 6^0 = 1$ c) $N = 1/2$
b) $N = 8$
- a) 16 c) 3
b) 9 d) 2
- a) $3^{1/3}$ b) 2
- a) 5 b) -5
- a) $10^{1,736}$ b) $10^{0,079}$
- a) -0,077 c) -0,903
b) 316,23 d) 0,466
- a) $27,23 = e^{3,3043}$ b) $0,78 = e^{-0,2485}$
- a) -0,43078 c) 4,48169
b) 0,76338 d) -0,69315
- a) 2,2297... c) 6,6438...
b) 2,1910... d) 9,2182...
- a) 0,26966... b) 0,2661...
- a) 12 c) 8
b) 6
- a) $x = 13$ c) $x = 3$
b) $x = 12$ d) $x = 5$ ou $x = -2$.
- a) $t \log_b \alpha + 0,5 \log_b T$ c)
 $\frac{1}{2} \left(\ln V + 3 \ln n - \frac{1}{3} \ln T \right)$
b) $\log[\alpha] - \log R - \log T$
- a) $11,51 \log x + 2$ c) $2,5 \log \beta + 1,34$
b) $9,97 \log t + 4,8$
- 3,56
- a) 14 ans, 69 ans b) 34 ans
- 3 minutes 6 secondes
- 49/32
- a) $2 \log_a x$ c) $\log_a(x-1)$
b) $2 \log_a x - \log_a 2$ d) $2 + 2,5 \log_a x$
- a) $x = 4$ c) $x = 8$
b) $x = 5/2$ d) $x = 4$
- $x = 3,58$
- $x = 5$
- $x = 8$ 33. $x = 20$
- a) $I(x) = I_0 e^{-0,2197x}$ c) $x = -4,5512 \ln(I/I_0)$
- a) 29,92 po c) 91,67 kPa
b) 3,386 kPa d) 7 973 pieds.
- a) $g(P_s) = 10 \log P_s$, où P_s est en mW
b) 31,62 mW et 100 mW
c) $g(20) = 13$ dB et $g(40) = 16$ dB
- a) $g(P_s) = 10 \log(P_s/6)$ où P_s est en mW
b) -1,76 dB ; 32,22 dB et 40 dB
c) 95 mW; 600 mW
- a) $I(P) = 160 + 10 \log P$, où P est en W

- b) $I(50) = 177 \text{ db}$ c) $P = 10^{19} \text{ W}$
 39. a) $I(x) = I_0 e^{-0.2154x}$ b) $5,6 \text{ V}$
 40. a) $V(t) = V_0 0,7^t$ ou t est le temps en années.
 b) 24 % de la valeur d'achat
 41. a) $I(x) = 0,6^x I_0$
 b) deux panneaux de $2,25 \text{ cm}$
 42. a) $V(n) = 123\,000 \times 0,83^n$ b) $33\,400 \text{ \$}$

Exercices 7.2



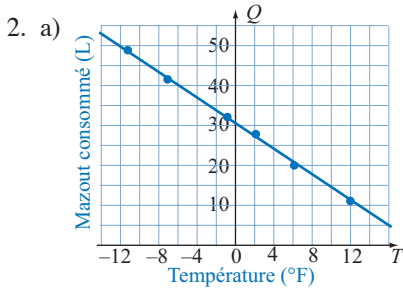
b) $R(T) = 0,026T + 24,58$, résidus 0,0040

c)

T_i	R_i	$T_i R_i$	T_i^2	$R_m(T_i)$	Rés	Rés ²
70	26,4	1 848	4 900	26,4101	0,0101	0,00010
80	26,7	2 136	6 400	26,6644	-0,0356	0,00127
90	26,9	2 421	8 100	26,9187	0,0187	0,00035
100	27,2	2 720	10 000	27,1730	-0,0270	0,00073
110	27,4	3 014	12 100	27,4273	0,0273	0,00075
120	27,7	3 324	14 400	27,6816	-0,0184	0,00034
Σ 570	162,3	15 463	55 900		-0,0249	0,00353

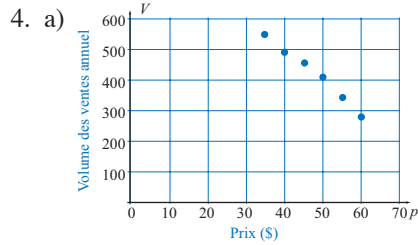
$R(T) = 0,02543T + 24,63$, 0,00353

d) La droite de régression.

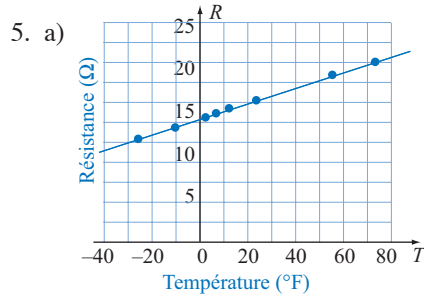


- c) 15,6 L d) 1530 L
 e) 62,3 L

3. a) $C(D) = 0,1794D + 3,049$
 b) 0,002711 c) 11 100 \$

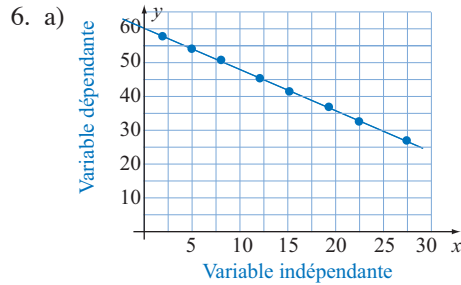


b) $V(p) = -10p + 896$, résidus 400



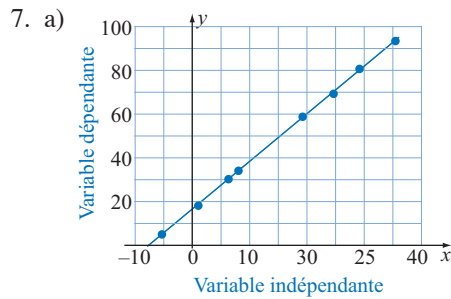
b) $R(T) = 0,090171T + 13,914$

c) 17,971695



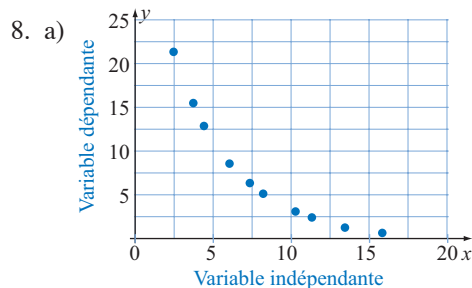
b) $y = f(x) = -1,1262x + 55,463$

- c) 27,70 d) 20,70



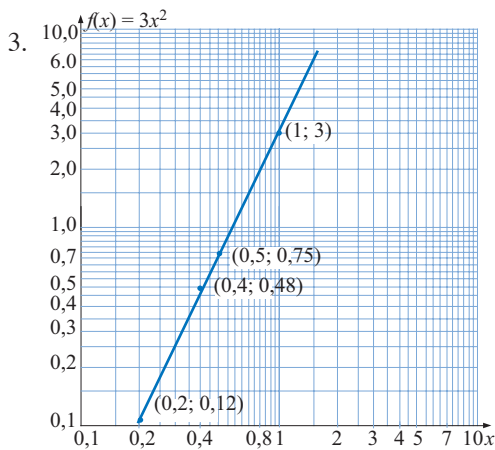
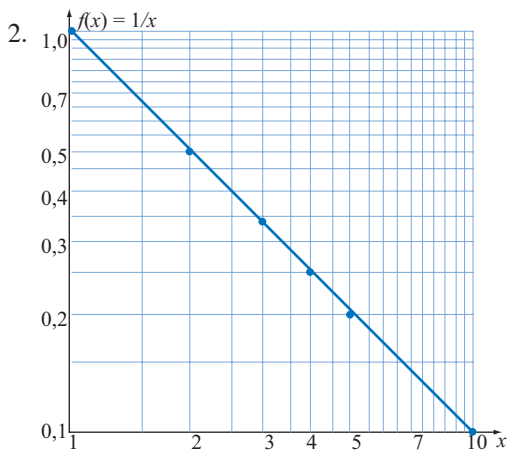
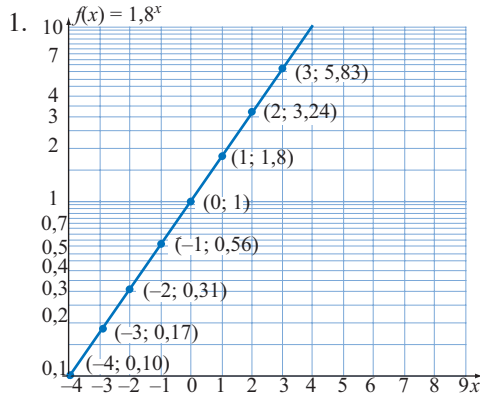
b) $y = f(x) = 2,1324x + 16,372$

- c) 42,80 d) 2,241

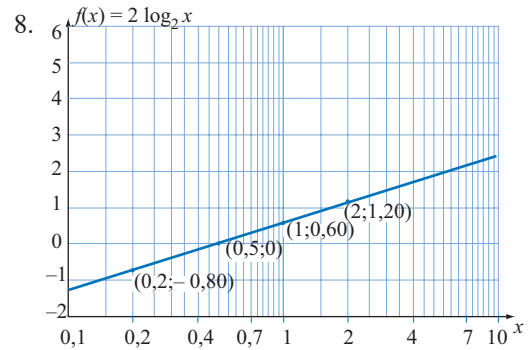
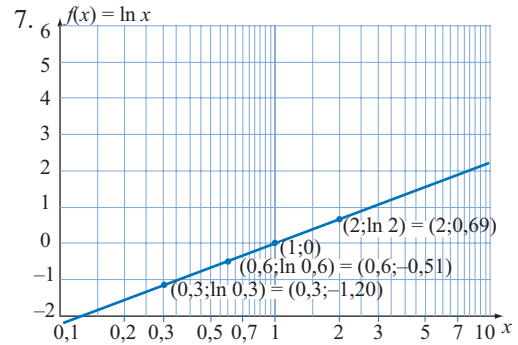


b) L'application aveugle (sans graphique) de la procédure des moindres carrés donne une équation, mais celle-ci comporte une marge d'erreur beaucoup trop grande pour être d'une quelconque utilité.

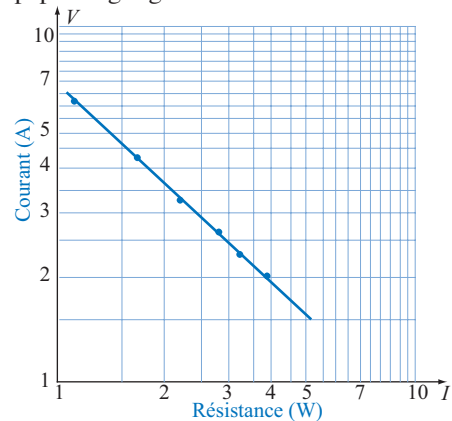
Exercices 7.4



4. a) exponentielle b) $y = 40(10^{-0,49x})$
 5. a) exponentielle b) $p(h) = 101,32 \times 0,882^h$
 6. a) puissance b) $I(E) = 24,7E^{0,601}$

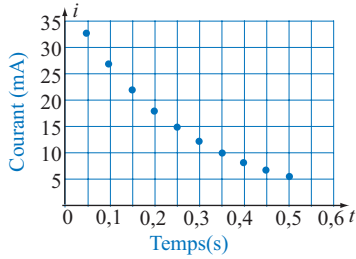


9. $g(P_s) = 10 \log(P_s)$
 10. a) logarithmique
 b) $E = 2,997 \ln c_x + 2,5116$
 11. a) puissance b) $v = 0,5 h^{1/2}$
 12. a) résistance
 b) Fonction puissance puisque la représentation sur papier log-log donne une droite.

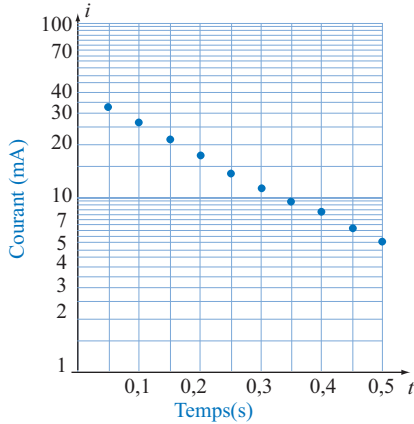


- c) $I = 7,24/R$
 13. a) pression c) $V = 4\ 200/P$
 b) puissance ou logarithmique décroissante
 14. a) $C = 137h^2$ b) 11 100 kg
 15. a) $F = 500e^{-0,6017\theta}$ c) 3,46 tours
 b) 240 N
 16. $C = 25\ 000/d$

17. a)

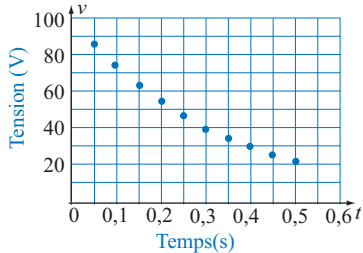


b)

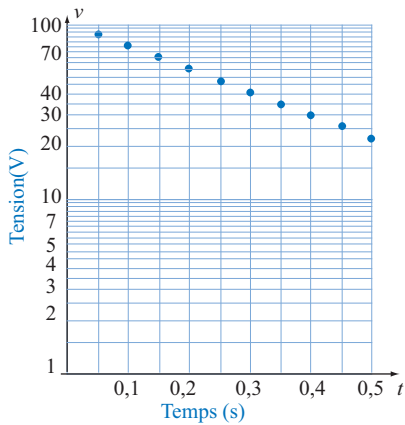


c) $\ln i = -3,998t + 3,685$, d'où $i = 39,8e^{-3,998t}$, on pourrait accepter $i(t) = 40e^{-4t}$ mA, ce sont les valeurs données par Excel.

18. a)

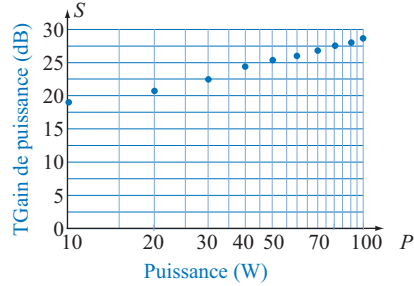


b)



c) $\ln v = -3,998t + 3,685$, d'où $v = 99,999\ 881e^{-2,999\ 997t}$, on pourrait accepter $V(t) = 100e^{-3t}$ V, ce sont les valeurs données par Excel.

19.



$S = 8 + 10 \log P$ comme modèle.

Exercices 8.2

1. a) $137^{\circ}30'36''$ b) $186^{\circ}12'41''$
2. a) 1,25 rad b) 0,686 rad
3. a) 1,571 rad b) 2,598 rad
4. a) $\pi/6$ rad = 0,524 rad e) $2\pi/5$ rad = 1,257 rad
- b) $\pi/4$ rad = 0,785 rad f) $2\pi/3$ rad = 2,094 rad
- c) $\pi/2$ rad = 1,571 rad g) $7\pi/4$ rad = 5,498 rad
- d) $\pi/5$ rad = 0,628 rad h) $4\pi/3$ rad = 4,189 rad
5. a) 180° e) $57^{\circ}17'45''$
- b) 360° f) 150°
- c) 60° g) 240°
- d) 225° h) 315°
6. a) $L = 31,42$ cm b) $L = 18,85$ cm
7. a) 3,183 cm et 20 cm b) 27,5 m et 172,8 m
8. a) 0,4 tours/s c) $4\pi/5$ rad/s
- b) 48π rad/min
9. a) 12,57 cm b) 21,99 cm
10. Environ 3 337 km 11. $3^{\circ}54'07''$
12. 10 rad/s 13. $d = 4,58$ m
14. $24^{\circ}33'19''$
15. a) 38 400 km b) entre 6 109 et 6 113 km
16. 585 t/min 17. $\omega(v) = 2,86v$
19. 31,25 t/min 20. 126 t/min
21. 103 t/min et 223 t/min
27. a) $33,75^{\circ}, 56,25^{\circ}$ b) $66,94^{\circ}, 23,06^{\circ}$
28. a) 11,3, $24,7^{\circ}$ et $65,3^{\circ}$ b) $40,7^{\circ}, 10,5,3^{\circ}, 12,4$
29. a) $\overline{BD} = 12,29, \overline{CB} = 24,59, \overline{AC} = 30,11,$
 $\overline{AD} = \overline{CD} = 21,29$
- b) $\overline{AB} = 18, \overline{AC} = 15,59, \overline{AD} = 24,59, \overline{BD} = 12,73$
- c) $\angle C = 28,55^{\circ}, \angle B = 109,45^{\circ}$ et $b = 9,86$
- d) $a = 11,21$ et $b = 13,17$
- e) $\angle A = 50,70^{\circ}, \angle B = 95,74^{\circ}$ et $\angle C = 33,56^{\circ}$
- f) $a = 5,26, \angle C = 37,62^{\circ}$ et $\angle B = 102,38^{\circ}$
30. 8,66 cm 31. 11,5 cm
32. ≈ 64 m

Exercices 8.4

8. a) 1,571 rad
b) -0,524 rad
c) -0,785 rad
d) -1,57 rad
e) 0,785 rad
f) 2,618 rad
g) 0,909 rad
h) 0,955 rad
9. a) 4,2175 rad
b) 2,1778 rad
10. a) {0,3491}
b) {0,2618}
c) {1,0472, 2,0944}
11. a) 149,04°
b) 225°
c) 201,80°
12. a) $\sin \theta \approx 0,41$, $\cos \theta \approx -0,91$, $\tan \theta \approx -0,45$,
 $\cot \theta \approx -2,25$, $\sec \theta \approx -1,09$, $\operatorname{cosec} \theta \approx 2,46$, $r \approx 3$.
b) $\sin \theta \approx 0,83$, $\cos \theta \approx -0,55$, $\tan \theta \approx -1,51$,
 $\cot \theta \approx -0,66$, $\sec \theta \approx -1,81$, $\operatorname{cosec} \theta \approx 1,20$, $r \approx 6$.
c) $\sin \theta \approx -0,45$, $\cos \theta \approx -0,89$, $\tan \theta \approx 0,51$,
 $\cot \theta \approx 1,96$, $\sec \theta \approx -1,12$, $\operatorname{cosec} \theta \approx -2,20$,
 $r \approx 9,2$.
d) $\sin \theta \approx -0,93$, $\cos \theta \approx 0,36$, $\tan \theta \approx -2,61$,
 $\cot \theta \approx -0,38$, $\sec \theta \approx 2,79$, $\operatorname{cosec} \theta \approx -21,7$, $r \approx 5$.
13. a) 0,98279... rad
b) 0,20135... rad
c) 0,46364... rad
14. a) 60° et 120°
b) 60° et 99,6°
c) -56,3...° ou 53,10...°
d) 75,96...° ou 21,80...°
15. a) $A = 0,715... \text{ rad} = 40,98...^\circ$,
 $C = 0,855... \text{ rad} = 49,01...^\circ$
b) $A = 0,9691... \text{ rad} = 55,52...^\circ$,
 $C = 0,6016... \text{ rad} = 34,47...^\circ$
16. 1490 m
17. 55,72°
18. 45,4 m et 36,1 m
19. 8,75 m
20. 45 m
21. 47,2 m

Exercices 9.2

1. a) $\overline{EH} = \overline{FG}$
b) $\overline{AC} = \overline{FH}$
c) $\overline{FB} = \overline{EC}$
- e) $\overline{EG} = \overline{DB}$
f) $\overline{FB} = \overline{EC}$
g) \overline{FC}

- d) \overline{FC}
2. a) \overline{DE}
b) \overline{CF}
5. a) 11,1; 18,55° et 26,45°
b) 12,71; 9,57° et 15,43°
8. d) $\overline{PQ} = -4\vec{e}_1$
e) $\vec{u} = \vec{e}_1 - \vec{e}_2$, $\vec{v} = -\vec{e}_1 - 2\vec{e}_2$
10. a) $\vec{u} = -\vec{e}_1 + \vec{e}_2 + 2\vec{e}_3$
b) $\vec{v} = \vec{e}_1 + 3\vec{e}_2 - 2\vec{e}_3$
d) $4\vec{e}_2$, $\vec{e}_1 - \vec{e}_2$, $3\vec{e}_1 + \vec{e}_2 - 4\vec{e}_3$
11. 463,5 N et 17,8°
12. 676,6 N et 17,2°
13. b) 1,00 kN et 1,22 kN
14. b) 659 N et 553 N
15. -396 N et -396 N
16. a) 1,31 kN, 1,18 kN; 843 N et 172 N; 842 N et 1 004 N
17. 51,32° et 18,20°
18. 1,14 kN et 0,77 kN
19. 462 N et 426 N
20. a) 1 007 N, 1 566 N, 1 200 N
b) 1 007 N et 1 200 N
21. a) 998 N, 1 407 N, 1 500 N
b) 904 N et 1 078 N
22. a) 2,023 N, 76,11° et 43,89°
b) 4,428 N, 26,33° et 33,67°
23. a) 0,737 N, 119,49° et 23,64°
b) 2,132 N, 10,65° et 42,48°
24. a) 0,911 N, 6,74° et 127,36°
b) 0,965 N, 26,47° et 82,11°.

Exercices 9.4

1. a) 3,16; 71,57°
b) 3,61; 123,69°
2. a) (4;4)
3. a) (-2; 2)
b) (-6; -4)
c) (2; 7)
4. a) $(2/\sqrt{13}; 3/\sqrt{13})$
b) $(-3/5; 4/5)$
5. a) $\vec{v} = \overline{(4; 2)}$, $\overline{(2; 3)(6; 5)}$ et $\overline{(1; 5)(5; 7)}$
b) $\vec{v} = \overline{(4; -3)}$, $\overline{(2; 3)(6; 0)}$ et $\overline{(4; 5)(8; 2)}$
6. a) $\overline{(4; 6)}$; $\overline{(4; 1)(8; 7)}$
8. a) (6; 3; -3)
9. a) (-1; -1, 5)
b) (13; -12; -10)
- c) 4,47; 243,43°
d) 5,10; -11,31°
b) (-4; -4)
d) (31; -9)
e) (0; 0)
f) (-43; -11)
c) $(-5/13; -12/13)$
d) $(-4/5; -3/5)$
c) $(-5/13; -12/13)$
d) $(-4/5; -3/5)$
c) $(1; 3)(7; 0)$
b) (6; -3); (1; 3)(7; 0)
b) (-5; 5; 0)
c) (35; -1; -19)
d) (-28; -7; 17)
10. a) 14,07
d) 9,11

- b) 12 e) 4,58
c) 3 f) 4,69
11. $(2; 5; 3); (1; 3; 3)(3; 8; 6)$ et $(0; 1; 5)(2; 6; 8)$
12. a) $\left(\frac{1}{\sqrt{3}}; \frac{1}{\sqrt{3}}; \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$ d) $\left(\frac{3}{\sqrt{17}}; \frac{2}{\sqrt{17}}; \frac{-2}{\sqrt{17}}\right)$
b) $\left(\frac{2}{3}; \frac{2}{3}; \frac{1}{3}\right)$ e) $\left(\frac{-13}{\sqrt{198}}; \frac{2}{\sqrt{198}}; \frac{5}{\sqrt{198}}\right)$
c) $\left(\frac{-2}{3}; \frac{1}{3}; \frac{-2}{3}\right)$ f) $\left(\frac{7}{\sqrt{62}}; \frac{2}{\sqrt{62}}; \frac{-3}{\sqrt{62}}\right)$
13. a) parallèles, $k = 1$ c) parallèles, $k = -1/3$
b) parallèles, $k = -2$ d) non parallèles
14. a) (5; 3; 12) c) (11; -9; 20)
b) (5; 14; -19)
15. a) $x = 5 + 2t$ et $y = 3 + 5t$, (19/5; 0) et (0; -19/2)
b) $x = 4 - 3t$ et $y = -3 + 6t$, (5/2; 0), (0; 5)
c) $x = -5 + 2t$ et $y = -3 - 5t$, (-31/5; 0), (0; -31/2)
d) $x = 4 - 2t$ et $y = 2 - 3t$, (8/3; 0), (0; -4)
16. a) (0; 0) c) (9/4; 0) et (0; 9)
b) (-10; 0) et (0; 10/3) d) (7; 0) et (0; 7/3)
17. a) $\begin{cases} x = -3 + 4t \\ y = -2 + 2t \end{cases}$ b) $\begin{cases} x = 3 - 2t \\ y = -2 + 4t \end{cases}$
18. a) $\Delta : \begin{cases} x = 2 + t \\ y = -3 + 4t \\ z = 4 - 2t \end{cases}$ b) $\Delta : \begin{cases} x = -3 + 2t \\ y = 5 - 5t \\ z = 2 + 3t \end{cases}$
19. a) $\begin{cases} x = 4 + 2t \\ y = 5 - 5t \\ z = 6t \end{cases}$ b) $\begin{cases} x = 4 \\ y = 5 \\ z = t \end{cases}$
20. a) $\begin{cases} x = 4 - 6t \\ y = 5 + t \\ z = 2 - t \end{cases}$ b) $\begin{cases} x = 5 + 3t \\ y = 2 + 0t \\ z = 8 + 5t \end{cases}$
21. $\begin{cases} x = 3 - 3i \\ y = 4t \\ z = 2 + 3i \end{cases}$
22. (0; 7)
23. 10,42°/94,74°
24. 28,43°/137,57°
25. 100 N et 100 N
26. 2,61 kN et 108,35°
27. 16,4 kN et -88,48°
28. 771 N, 919 N, 1 200 N
29. 1 007 N, 1 566 N, 1 200 N
30. 998 N, 1 407 N, 1 5000 N
31. a) (20,48; 14,34) c) (-38,2; -24,01)
b) (-79,41; 117,72) d) (26,66; -9,18)
32. a) 55,23°/114,94° c) 71,17°/21,84°
b) 34,23°/236,17° d) 73,99°/44,97°
33. a) F(41,28;80,31), C(52,82;46,24), D(117,73;66,88),
E (106,19;100,95)
b) 108,72°
c) 35,98 m sur 68,11 m et 2 450,60 m²
34. 1097°/98,8° 35. 1 178°/141°
36. 501 400 m²
37. 152,8 m et 147,7 m
38. 8,40°/318,5°
39. a) 2,023°/343,10° b) 4,428°/153,67°
40. a) 0,737°/66,32° b) 2,13°/169,35°
41. a) 0,911°/186,74° b) 0,965°/26,49°

Exercices 10.2

1. a) $\text{Re}(z) = 5, \text{Im}(z) = -2$
b) $\text{Re}(z) = 0, \text{Im}(z) = 8$
c) $\text{Re}(z) = 5, \text{Im}(z) = 0$
d) $\text{Re}(z) = -1, \text{Im}(z) = 3$
e) $\text{Re}(z) = -10, \text{Im}(z) = -10$
f) $\text{Re}(z) = 10, \text{Im}(z) = 6$
2. a) $x_1 = -2 + i$ et $x_2 = -2 - i$
b) $x_1 = \frac{3}{4} + j\frac{\sqrt{23}}{4}$ et $x_2 = \frac{3}{4} - j\frac{\sqrt{23}}{4}$
c) $x_1 = \frac{-4}{3} + j\frac{\sqrt{2}}{3}$ et $x_2 = \frac{-4}{3} - j\frac{\sqrt{2}}{3}$
d) $x_1 = -1 + j\sqrt{\frac{3}{2}}$ et $x_2 = -1 - j\sqrt{\frac{3}{2}}$
3. a) $7 + 2j$ b) $-3 + 4j$
c) $2 + i$ d) -7
e) $6 - 8i$ f) $7 + j$
4. a) $-3 + j$ b) $8 + 4j$
c) $7 - j$ d) $3 + 4j$
e) $-5 - 6j$ f) $-11 + 7j$
g) 10 h) $\frac{4}{13} + \frac{7}{13}j$
i) $\frac{28}{25} + \frac{29}{25}j$ j) $\frac{108}{13} - \frac{58}{13}j$
5. a) $-1 - j$ b) $-7 + 24j$
c) $-j$ d) 0
6. Soit $z = a + bj$ et $u = c + dj$, alors :
a) $\bar{z} = a - bj = a - bj = a + bj = z$

$$\begin{aligned} \text{b) } \overline{z+u} &= \overline{(a+bi)+(c+dj)} = \overline{(a+c)+(b+d)j} \\ &= \overline{(a+c)-(b+d)j} = \overline{(a-bj)+(c-dj)} \\ &= \overline{(a+bj)+(c+dj)} = \overline{z} + \overline{u} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \overline{z-u} &= \overline{(a+bj)-(c+dj)} = \overline{(a-c)+(b-d)j} \\ &= \overline{(a-c)-(b-d)j} = \overline{(a-bj)-(c-dj)} \\ &= \overline{(a+bj)-(c+dj)} = \overline{z} - \overline{u} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } \overline{zu} &= \overline{(a+bj)(c+dj)} = \overline{(ac-bd)+(ad+bc)j} \\ &= \overline{(ac-bd)-(ad+bc)j} = \overline{(ac-bd)+(-ad-bc)j} \\ &= \overline{(a-bj)(c-dj)} = \overline{(a+bj)(c+dj)} = \overline{z} \overline{u} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } \overline{\left(\frac{z}{u}\right)} &= \overline{\left(\frac{a+bj}{c+dj}\right)} = \overline{\left(\frac{a+bj}{c+dj}\right) \times \left(\frac{c-dj}{c-dj}\right)} \\ &= \overline{\left(\frac{ac+bd}{c^2+d^2} + \frac{bc-ad}{c^2+d^2}j\right)} = \overline{\left(\frac{ac+bd}{c^2+d^2} - \frac{bc-ad}{c^2+d^2}j\right)} \\ &= \overline{\left(\frac{ac+bd}{c^2+d^2} + \frac{-bc+ad}{c^2+d^2}j\right)} = \overline{\left(\frac{a-bj}{c-dj} \times \frac{c+dj}{c+dj}\right)} \\ &= \overline{\left(\frac{a-bj}{c-dj}\right)} = \overline{\left(\frac{a+bj}{c+dj}\right)} = \frac{\overline{z}}{\overline{u}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f) } \frac{z+\overline{z}}{z-\overline{z}} &= \frac{(a+bj)+(a+bj)}{(a+bj)-(a+bj)} = \frac{a+bj+a-bj}{a+bj-a-bj} \\ &= \frac{2a}{2bj} = \frac{2a}{2bj} \times \frac{j}{j} = \frac{2aj}{2bj^2} = -\frac{a}{b}j \end{aligned}$$

7. Soit $z = a + bj$, alors :

$$\begin{aligned} \text{a) } z + \overline{z} &= (a+bj) + (a+bj) = (a+bj) + (a-bj) \\ &= 2a = 2\operatorname{Re}(z) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } z - \overline{z} &= (a+bj) - (a+bj) = (a+bj) - (a-bj) \\ &= 2bj = 2\operatorname{Im}(z)j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \frac{z}{\overline{z}} &= \frac{(a+bj)}{(a+bj)} = \frac{(a+bj)}{(a-bj)} = \frac{(a+bj)}{(a-bj)} \times \frac{(a+bj)}{(a+bj)} \\ &= \frac{a^2+2abj+b^2j^2}{a^2+b^2} = \frac{a^2+2abj-b^2}{a^2+b^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } \frac{1}{z} &= \frac{1}{(a+bj)} = \frac{1}{(a+bj)} \times \frac{(a-bj)}{(a-bj)} \\ &= \frac{a-bj}{a^2+b^2} = \frac{a}{a^2+b^2} - \frac{b}{a^2+b^2}j \end{aligned}$$

8. a) Soit $z = a + bj$, un nombre complexe quelconque, alors :

$$\begin{aligned} z^2 &= (a+bj)(a+bj) = a^2 + abj + abj + b^2j^2 \\ &= (a^2 - b^2) + 2abj, \text{ puisque } j^2 = -1 \end{aligned}$$

b) Soit $z = a + bj$ et $u = c + dj$, deux nombres complexes quelconques, alors :

$$\begin{aligned} zu &= (a+bj)(c+dj) = ac + adj + bcj + bdj^2 \\ &= (ac - bd) + (ad + bc)j, \text{ puisque } j^2 = -1 \end{aligned}$$

c) Soit $z = a + bj$ et $u = c + di$, deux nombres complexes quelconques, alors :

$$\begin{aligned} \frac{z}{u} &= \frac{a+bj}{c+dj} = \frac{a+bj}{c+dj} \times \frac{c-dj}{c-dj} \\ &= \frac{(a+bj)(c-dj)}{c^2+d^2} = \frac{ac - adj + bcj - bdj^2}{c^2+d^2} \\ &= \frac{ac+bd}{c^2+d^2} + \frac{bc-ad}{c^2+d^2}j \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } z(1+0j) &= (a+bj)(1+0j) \\ &= (a \cdot 1 + 0 \cdot b) + (a \cdot 0 + 1 \cdot b)j = a + bj = z \end{aligned}$$

$$\text{9. a) } z = \frac{-46}{29} - \frac{204}{29}j \quad \text{b) } z = \frac{96}{37} + \frac{53}{37}j$$

$$\text{c) } z = 6 + 4i$$

$$\text{d) } z_1 = 2 + 2i \text{ et } z_2 = -2 - 2i$$

$$\text{e) } z_1 = 2 - i \text{ et } z_2 = -2 + i$$

$$\text{f) } z_1 = 2 - 5i \text{ et } z_2 = -2 + 5i$$

10. Soit $a + bi$, un nombre complexe.

a) Le module du vecteur est alors la distance de l'extrémité du vecteur à l'origine, soit :

$$\|z\| = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ par Pythagore}$$

b) La pente de la droite support est le rapport b/a , qui est également la direction du vecteur.

11. a) La représentation graphique de $z = 3 + 2i$ est donnée ci-contre.

$$\begin{aligned} \text{b) } jz &= j(3 + 2i) = 3j + 2j^2 \\ &= -2 + 3j \end{aligned}$$

c) La pente de la droite support de z est $m_1 = 2/3$.

La pente de la droite support de iz est $m_2 = -3/2$.

Puisque $m_1 m_2 = -1$, les droites supports sont perpendiculaires, les vecteurs z et iz sont donc également perpendiculaires.

12. a) Soit $z = a + bj$, un nombre complexe quelconque, alors la pente de la droite support de z est $m_1 = b/a$.

Le produit iz donne :

$$iz = j(a + bi) = aj + bj^2 = -b + aj$$

La pente de la droite support de iz est $m_2 = -a/b$.

$$\text{Le produit des pentes est } m_1 m_2 = \frac{b}{a} \times \frac{-a}{b} = -1.$$

Puisque $m_1 m_2 = -1$, les droites supports sont perpendiculaires; les vecteurs z et iz sont donc également perpendiculaires.

b) Soit $z = a + bj$, un nombre complexe quelconque, alors $kz = ka + kbj$ et le module de kz est :

$$\begin{aligned} \|kz\| &= \sqrt{(ka)^2 + (kb)^2} = \sqrt{k^2 a^2 + k^2 b^2} \\ &= \sqrt{k^2(a^2 + b^2)} = |k| \sqrt{a^2 + b^2} = |k| \|z\| \end{aligned}$$

c) Soit $z = a + bj$, un nombre complexe quelconque, alors $jz = aj + bj^2 = -b + aj$, et le module de jz est :

$$\|jz\| = \sqrt{(-b)^2 + (a)^2} = \sqrt{a^2 + b^2} = \|z\|$$

d) Soit $z = a + bj$, un nombre complexe quelconque, alors, $kjz = kaj + kbj^2 = -kb + kaj$ et le module de kjz est :

$$\begin{aligned} \|kjz\| &= \sqrt{(-kb)^2 + (ka)^2} = \sqrt{k^2 b^2 + k^2 a^2} \\ &= \sqrt{k^2(a^2 + b^2)} = |k| \sqrt{a^2 + b^2} = |k| \|z\| \end{aligned}$$

De plus, jz et kjz ont la même droite support et jz est perpendiculaire à z .

Exercices 10.4

1. a) $-2 + 2j = 2\sqrt{2}(\cos 3\pi/4 + j \sin 3\pi/4)$
- b) $1 - j\sqrt{3} = 2(\cos 5\pi/3 + j \sin 5\pi/3)$
- c) $-3 = 3(\cos \pi + j \sin \pi)$
- d) $2j = 2(\cos \pi/2 + j \sin \pi/2)$
- e) $-5j = 5(\cos 3\pi/2 + j \sin 3\pi/2)$
- f) $4 = 4(\cos 0 + j \sin 0)$
- g) $-\sqrt{3} + j\sqrt{21} = 2\sqrt{6}(\cos 1,9322 + j \sin 1,9322)$
- h) $-3 - 3i = 3\sqrt{2}(\cos 5\pi/4 + j \sin 5\pi/4)$

2. a) $2\sqrt{3} + 2j$ b) $-\sqrt{3} + j$
- c) $-5/2 + j5\sqrt{3}/2$ d) $\sqrt{2} + j\sqrt{2}$

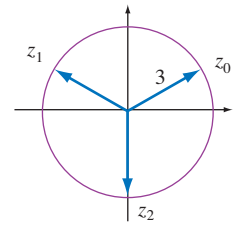
3. a) $2\sqrt{2} \angle -\pi/4$ b) $2 \angle -\pi/6$
- c) $6 \angle 2\pi/3$ d) $4\sqrt{2} \angle 3\pi/4$
- e) $5 \angle \pi$ f) $3 \angle \pi/2$
- g) $2 \angle 3\pi/2$ h) $3\sqrt{2} \angle -\pi/4$

4. a) $\sqrt{3} + j$ b) $\frac{5}{2} + \frac{5\sqrt{3}}{2}j$
- c) $\frac{3\sqrt{2}}{2} - \frac{3\sqrt{2}}{2}j$ d) $-\frac{3\sqrt{2}}{2} + \frac{3\sqrt{2}}{2}j$
- e) $\frac{3}{4} - \frac{3\sqrt{3}}{4}j$ f) 4

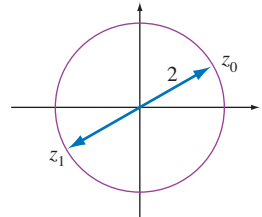
- g) -22 h) $-3i$
5. a) $-4 - 4j$ b) 64
- c) $-1024 - 1024j$ d) $-64\sqrt{3} - 64j$
6. a) $-8 - j8\sqrt{3}$ b) $-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$

- c) $0,183... + j0,683...$ d) $-1 + j$

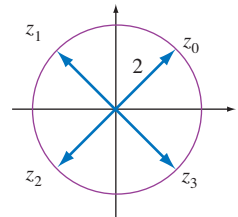
7. a) $z_0 = \frac{3\sqrt{3}}{2} + j\frac{3}{2}$
- $z_1 = -\frac{3\sqrt{3}}{2} + j\frac{3}{2}$
- $z_2 = -3j$



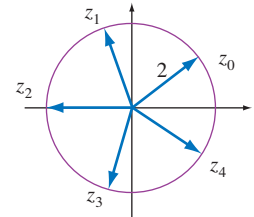
- b) $z_0 = \sqrt{3} + j$
- $z_1 = -\sqrt{3} - j$



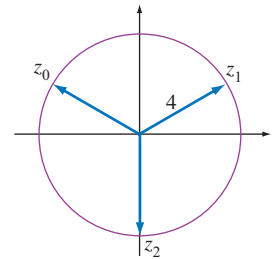
- c) $z_0 = \sqrt{2} + j\sqrt{2}$
- $z_1 = -\sqrt{2} + j\sqrt{2}$
- $z_2 = -\sqrt{2} - j\sqrt{2}$
- $z_3 = \sqrt{2} - j\sqrt{2}$



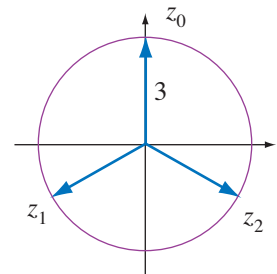
- d) $z_0 = 1,618... + 1,175...j$
- $z_1 = -0,618... + 1,902...j$
- $z_2 = -2$
- $z_3 = -0,618... - 1,902...j$
- $z_4 = 1,618... - 1,175...j$



- e) $z_0 = 2\sqrt{3} + 2j$
- $z_1 = -2\sqrt{3} + 2j$
- $z_2 = -4j$



- f) $z_0 = 3j$
- $z_1 = -\frac{3\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{2}j$
- $z_2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{2}j$



8. a) $z_0 = \frac{\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}, z_1 = -\frac{\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}$
- $z_2 = -\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}, z_3 = \frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}$

- b) $z_0 = 1, z_1 = 0,309... + 0,951...j,$
 $z_2 = -0,809... + 0,587...j, z_3 = -0,809... - 0,587...j,$
 $z_4 = 0,309... - 0,951...j$
- c) $z_0 = 1 + j\sqrt{3}, z_1 = -2, z_2 = 1 - j\sqrt{3}$
- d) $z_0 = 2, z_1 = 2i, z_2 = -2, z_3 = -2i$
- e) $z_0 = 2, z_1 = -1 + j\sqrt{3}, z_2 = -1 - j\sqrt{3}$ et $z_3 = 0$
- f) $z_0 = 4j, z_1 = -2\sqrt{3} - 2j, z_2 = 2\sqrt{3} - 2j$
9. a) $20 \angle 126,87^\circ$ b) $4,472 \angle -63,43^\circ$
 c) $64,078 \angle 202,96^\circ$ d) $728,011 \angle 15,95^\circ$
 e) $1,604 \angle -72,58^\circ$ f) $3,004 \angle 55,3^\circ$
10. a) $112 \angle 61^\circ = 54,30 + j97,96$
 b) $243 \angle 130^\circ = -156,20 + j186,15$
 c) $9,2 \angle 52^\circ = 5,66 + j7,25$
 d) $1,5 \angle 20^\circ = 1,41 + j0,51$
 e) $6,02 + j3,54 = 6,98 \angle 30,46^\circ$
 f) $24,44 \angle 137^\circ = -17,87 + j16,67$
 g) $1,47 + j4,74 = 4,96 \angle 72,77^\circ$
11. a) $j(\sqrt{3} + j)(1 - j\sqrt{3}) = (1 \angle \pi/2)(2 \angle \pi/6)(2 \angle -\pi/3)$
 $= 4 \angle (\pi/2 + \pi/6 - \pi/3)$
 $= 4 \angle 2\pi/6$
 $= 4(\cos \pi/3 + j \sin \pi/3)$
 $= 4\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 2 + j2\sqrt{3}$
- b) $\frac{4j}{2-2j} = \frac{4 \angle \pi/2}{2\sqrt{2} \angle -\pi/4} = \sqrt{2} \angle 3\pi/4$
 $= \sqrt{2}\left(\frac{-\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = -1 + j$
12. a) $r = 2, \theta = 2\pi/3$ b) $r = 1/32, \theta = 5\pi/6$
13. a) Par le théorème de Moivre, on a :
 $(1 \angle \theta)^2 = 1^2 \angle 2\theta = \cos 2\theta + i \sin 2\theta$. De plus :
 $(\cos \theta + i \sin \theta)^2 = (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) + i(2 \sin \theta \cos \theta)$
 D'où :
 $\cos 2\theta + i \sin 2\theta = (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta) + i(2 \sin \theta \cos \theta)$
 On obtient donc : $\cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta$
- b) En égalant les parties imaginaires de l'équation obtenue en a, on a : $\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta$
- c) Par le théorème de Moivre, on a :
 $(1 \angle \theta)^3 = 1^3 \angle 3\theta = \cos 3\theta + i \sin 3\theta$. Par ailleurs,
 $(\cos \theta + i \sin \theta)^3 = (\cos^3 \theta - 3 \cos \theta \sin^2 \theta)$
 $+ i(3 \cos^2 \theta \sin \theta - \sin^3 \theta)$
 D'où : $\cos 3\theta + i \sin 3\theta = (\cos^3 \theta - 3 \cos \theta \sin^2 \theta)$
 $+ i(3 \cos^2 \theta \sin \theta - \sin^3 \theta)$
 On a donc : $\cos 3\theta = \cos^3 \theta - 3 \cos \theta \sin^2 \theta$
- d) En égalant les parties imaginaires de l'équation obtenue en c, on a : $\sin 3\theta = 3 \cos^2 \theta \sin \theta - \sin^3 \theta$

Exercices récapitulatifs

1. a) 8 b) $2 + 2j$
 2.. a) $19 + 4j$ b) $-6 - 26j$
 c) $36 + 0j$ d) $-7 - 22j$
 e) $120 + 0j$
3. a) $\frac{4}{5} - \frac{j}{10}$ b) $\frac{10}{41} - \frac{33}{10}j$
 c) $\frac{87}{13} - \frac{59}{13}j$ d) $\frac{13}{221} - \frac{52}{221}j$
4. a) $2\sqrt{2} \angle \pi/4$ b) $3\sqrt{2} \angle (-\pi/4)$
 c) $4 \angle 2\pi/3$ d) $8 \angle (-\pi/6)$
5. a) $2\sqrt{3} + 2j$ b) $0 + 5j$
 c) $0 - 3j$ d) $2 - 2\sqrt{3}j$
 e) $-4\sqrt{3} + 4j$ f) $3 + 3\sqrt{3}j$
6. a) $7,73 \angle \pi/4$ b) $1,47 \angle (-36,2^\circ)$
 c) $1 \angle 90^\circ$ d) $10,44 \angle 85,5^\circ$
7. a) $12 + 0j$ b) $24,0 + 7,0j$
 c) $0,75 + 0j$ d) $0,25 - 0,80j$
 e) $-64 + 0j$ f) $-16\sqrt{3} + 16j$
 g) $0 + 2j$ h) $0,48 + 0,13j$
8. a) $z_0 = 3 \angle \pi/2 = 0 + 3j, z_1 = 3 \angle 7\pi/6 = \frac{-3\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{2}j,$
 $z_2 = 3 \angle 11\pi/6 = \frac{3\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{2}j.$
 b) $z_0 = \sqrt{2} + \sqrt{2}j, z_1 = -\sqrt{2} + \sqrt{2}j,$
 $z_2 = -\sqrt{2} - \sqrt{2}j, z_3 = \sqrt{2} - \sqrt{2}j.$
 c) $z_0 = 1,66 + 1,11j, z_1 = -1,11 + 1,66j,$
 $z_2 = -1,66 - 1,11j, z_3 = 1,11 - 1,66j.$

Exercices 11.2

14. a) $T = 2\pi \text{ s}, f = 1/(2\pi) \text{ Hz}, \omega = 1 \text{ rad/s}, \varphi = 0 \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = 0 \text{ s}, |A| = 4, f(t) = 4 \sin t$
 b) $T = 2\pi \text{ s}, f = 1/(2\pi) \text{ Hz}, \omega = 1 \text{ rad/s}, \varphi = \pi/2 \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = -\pi/2 \text{ s}, |A| = 2, f(t) = 2 \sin(t + \pi/2)$
 c) $T = \pi \text{ s}, f = 1/\pi \text{ Hz}, \omega = 2 \text{ rad/s}, \varphi = 0 \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = 0 \text{ s}, |A| = 4, f(t) = 4 \sin(2t)$
 d) $T = \pi/2 \text{ s}, f = 2/\pi \text{ Hz}, \omega = 4 \text{ rad/s}, \varphi = -\pi \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = \pi/4 \text{ s}, |A| = 3, f(t) = 3 \sin(4t - \pi)$
 e) $T = \pi/2 \text{ s}, f = 2/\pi \text{ Hz}, \omega = 4 \text{ rad/s}, \varphi = 0 \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = 0 \text{ s}, |A| = 2, f(t) = 2 \sin(4t)$
 f) $T = 3/4 \text{ s}, f = 4/3 \text{ Hz}, \omega = 8\pi/3 \text{ rad/s}, \varphi = 2\pi/3 \text{ rad},$
 $-\varphi/\omega = -1/4 \text{ s}, |A| = 2, f(t) = 2 \sin(8\pi t/3 + 2\pi/3)$

- g) $T = 1/2$ s, $f = 2$ Hz, $\omega = 4\pi$ rad/s, $\varphi = 0$ rad,
 $-\phi/\omega = 0$ s, $|A| = 3$, $f(t) = 3 \sin(4\pi t)$
- h) $T = 2$ s, $f = 1/2$ Hz, $\omega = \pi$ rad/s, $\varphi = \pi/4$ rad,
 $-\phi/\omega = -1/4$ s, $|A| = 3$, $f(t) = 3 \sin(\pi t + \pi/4)$
15. a) $6,66 \times 10^{14}$ Hz b) $4,41 \times 10^{-19}$ J
 16. a) $3,84 \times 10^{14}$ Hz b) $2,54 \times 10^{-19}$ J/photon
 17. 2,930 m
 18. $7,353 \times 10^{14}$ Hz et $6,879 \times 10^{14}$ Hz
 $4,872 \times 10^{-19}$ J/photon et $4,558 \times 10^{-19}$ J/photon
 $2,934 \times 10^5$ J/mol et $2,745 \times 10^5$ J/mol
 19. a) 0,98279... rad d) 0,15034... rad
 b) 0,20135.. rad e) 0,402902... rad
 c) 0,46364... rad
 20. a) 60° et 120° e) $-48,59...^\circ$ ou 30°
 b) 60° et $99,6^\circ$ f) 90°
 c) $-56,3...^\circ$ ou $53,10...^\circ$ g) $70,52...^\circ$ ou $138,59...^\circ$
 d) $75,96...^\circ$ ou $21,80...^\circ$

Exercices 11.4

1. a) $t = 1/60$ s b) $t = 1/12$ s
 c) $t = 1/120$ s d) $V_0 = 15 \angle(-\pi/6)$
2. a) $t = 7/120$ s b) $t = 1/40$ s
 c) $t = 1/24$ s d) $V_0 = 28 \angle(3\pi/4)$
3. a) $t = 1/360$ s b) $t = 7/360$ s
 c) $1/36$ s d) $V_0 = 17 \angle \pi/3$
4. a) $t = 1/30$ s b) $t = 11/300$ s
 c) $1/75$ s d) $I_0 = 5 \times 10^{-3} \angle(-\pi/3)$
5. a) $t = 1/25$ s b) $t = 2/25$ s
 c) $1/50$ s d) $I_0 = 4 \times 10^{-3} \angle(-\pi/2)$
6. a) $t = 0$ s b) $t = 1/25$ s
 c) $3/50$ s d) $I_0 = 8 \times 10^{-2} \angle \pi/2$
7. $i(t) = 0,5 \sin(60\pi t)$ A
 8. $i(t) = 12 \times 10^{-3} \sin(25\pi t + \pi/6)$ A
 9. $e(t) = 13 \sin(\omega t + 108^\circ)$ V
 10. $e(t) = 23,3 \sin(377t - 89^\circ)$ V
 11. $e(t) = 27 \sin(157t + 86,42^\circ)$ V
 12. $i(t) = 6,80 \times 10^{-2} \sin(157t + 81,55^\circ)$ A
 13. $i(t) = 7,11 \times 10^{-3} \sin(157t - 12,1^\circ)$ A
 14. $i(t) = 7,97 \times 10^{-2} \sin(157t - 16,0^\circ)$ A
 15. a) $1,25 \angle \pi/12$
 b) L'angle de déphasage du circuit est la différence de phase entre le vecteur tension et le vecteur courant. Cet angle est celui de l'impédance, soit $\pi/12$ rad et puisque $\omega = 60\pi$, le temps pour parcourir cet angle est de $1/720$ s.
 16. a) $6 \angle \pi/3$ b) $\pi/3$ rad et $1/90$ s
 17. a) $i(t) = 2,5 \sin(20\pi t - \pi/3)$ A
 b) $\pi/6$ rad et $1/120$ s
 18. a) $i(t) = 16 \sin(120\pi t - \pi/6)$ A
 b) $\pi/2$ et $1/40$ s

19. a) $e(t) = 9 \sin(80\pi t + \pi/2)$ V
 b) $\pi/6$ et $1/480$ s
 20. a) $e(t) = 7,2 \sin(40\pi t + \pi/3)$ V
 b) $\pi/3$ et $1/120$ s
 21. $I_{t0} = 2,95 \angle(-0,28) = 2,95 \angle(-16,3^\circ)$

Exercices 12.2

1. a) $4 + j4$ b) $5,66 \angle \pi/4$
 Le déphasage est de $\pi/4$ rad (45°) et le rapport entre la tension maximum et le courant maximum est de $5,66 \Omega$.
 c) $e(t) = 13,58 \sin(80\pi t + 1,83)$ V
 d) Le courant est en retard sur la tension. Lorsque le coefficient de la partie imaginaire est positif, cela signifie que le circuit est inductif. L'argument de l'impédance, $\pi/4$ dans le cas présent, est le déphasage entre la tension et le courant.
2. a) $2 + j2$ b) $2,83 \angle \pi/4$
 L'angle de déphasage est $\pi/4$ rad et le rapport entre la tension maximum et le courant maximum est $2,83 \Omega$.
 c) $e(t) = 9,02 \sin(40\pi t + \pi/4)$ V
 d) Le courant est en retard sur la tension.
3. a) $3 - j3$ b) $4,24 \angle(-\pi/4)$
 L'angle de déphasage est $-\pi/4$ rad et le rapport entre la tension maximum et le courant maximum est $4,24 \Omega$.
 c) $i(t) = 9,90 \sin(120\pi t + \pi/12)$ A
 d) Le courant est en avance sur la tension.
4. a) $16,0 - j8,0$ b) $17,9 \angle -26,6^\circ$
 L'angle de déphasage est $-26,6^\circ$ et le rapport entre la tension maximum et le courant maximum est $17,9 \Omega$.
 c) $i(t) = 1,56 \sin(120\pi t + 26,6^\circ)$ A.
 d) Le courant est en avance sur la tension.
5. a) $2,92 + j0,49$ b) $2,96 \angle 9,5^\circ$
 c) $e(t) = 19,24 \sin(80\pi t + 54,5^\circ)$ V
 d) Le courant est en retard sur la tension.
6. a) $\frac{5}{4} - j\frac{25}{12}$ b) $2,43 \angle(-59,0^\circ)$
 c) $e(t) = 15,8 \sin(80\pi t - 0,245)$ V
 d) Le courant est en avance sur la tension puisque l'angle de l'impédance est négatif.
7. a) $\frac{1}{4} - j\frac{1}{8}$ b) $3,58 \angle(-26,6^\circ)$
 c) $e(t) = 15,0 \sin(40\pi t - 1,511)$ V
 d) Le courant est en avance sur la tension.

$$8. a) Z_1 = 3\sqrt{2} - 3\sqrt{2}j, Z_2 = \frac{5}{2} + \frac{5\sqrt{3}}{2}j, Z_3 = \frac{3\sqrt{3}}{2} + \frac{3}{2}j.$$

b) La première branche comporte une résistance de $4,24 \Omega$ et une réactance capacitive de $4,24 \Omega$.

La seconde branche comporte une résistance de $4,33 \Omega$ et une réactance inductive de $2,5 \Omega$.

La troisième branche comporte une résistance de $2,60 \Omega$ et une réactance inductive de $1,5 \Omega$.

$$9. \frac{1}{Z_t} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} = \frac{Z_2 + Z_1}{Z_1 Z_2}, \text{ d'où } Z_t = \frac{Z_1 Z_2}{Z_2 + Z_1}.$$

$$10. a) 2,16 \angle (-18,4^\circ) \quad b) 2,25 \angle (-33,3^\circ)$$

Exercices 12.4

1. $3,20 + j1,60$
2. $1,60 + j0,80$
3. $3 + j3$
4. $3 - j3$
5. $R = 10 \Omega$ et $X_L = 5 \Omega$
6. $R = 25 \Omega$ et $X_C = 12,5 \Omega$
7. $R = 5 \Omega$ et $X_C = 10 \Omega$
8. $R = 5 \Omega$ et $X_L = 10 \Omega$
9. $5 - j2,5$
10. $0,77 + j1,38$
11. $7,38 + j0,92$
12. $3,3 - j0,6$
13. a) $5 + j0 = 5 \angle 0$.
b) $X_L = 75,4$, l'impédance est $75,4 \angle \pi/2$.
c) $X_C = 33,15$, l'impédance est $33,15 \angle (-\pi/2)$.
14. $5 + j1,88 = 5,34 \angle 30,6^\circ$
15. $3,15 + j1,64 = 3,53 \angle 27,5^\circ$
16. $4 + j5,08 = 6,47 \angle 51,80^\circ$
17. $5,80 - j0,68 = 5,84 \angle -6,7^\circ$
18. $1,21 + j3,26 = 3,48 \angle 69,6^\circ$
On doit avoir $X_L = 60\pi L = 3,26 \Omega$, d'où $L = 0,017 \text{ H}$.
19. $0,82 - j3,09 = 3,20 \angle -75,1^\circ$
De plus, $X_C = 1/(120\pi C) = 3,09 \Omega$, d'où $C = 858 \mu\text{F}$.
20. $1,08 - j0,43 = 1,16 \angle -21,7^\circ$
 $X_C = 1/(240\pi C) = 0,43 \Omega$, d'où $C = 3084 \mu\text{F}$.
21. $2,04 - j1,42 = 2,49 \angle -34,8^\circ$
 $X_C = 1/(160\pi C) = 1,42 \Omega$, d'où $C = 1400 \mu\text{F}$.
22. $R = 22,8 \Omega$, $X_L = 13,6 \Omega$,
 $X_L = 80\pi L = 13,6 \Omega$, d'où $L = 0,054 \text{ H}$.

$$23. R = 11,0 \Omega, X_C = 8,3 \Omega.$$

$$X_C = 1/(120\pi C) = 8,3 \Omega, \text{ d'où } C = 320 \mu\text{F}.$$

$$24. R = 14,5 \Omega, X_L = 10,5 \Omega$$

$$X_L = 180\pi L = 10,5 \Omega, \text{ d'où } L = 0,0185 \text{ H}.$$

$$25. R = 31,0 \Omega, X_L = 18,3 \Omega$$

$$X_L = 240\pi L = 18,3 \Omega, \text{ d'où } L = 0,024 \text{ H}.$$

$$27. 10,3 \text{ Hz}$$

$$28. 25,2 \text{ Hz}$$

$$29. 3 + 3j = 4,24 \angle 45^\circ$$

Le circuit série équivalent a une résistance de 3Ω et une réactance inductive de 3Ω .

$$30. Z = \frac{26}{5} + \frac{27}{5}j = 7,50 \angle 0,804 = 7,50 \angle 46,1^\circ.$$

Résistance de $5,2 \Omega$, réactance inductive de $5,4 \Omega$.

$$31. 3,44 - j3,92 = 5,22 \angle (-48,73^\circ)$$

Résistance de $3,44 \Omega$, réactance capacitive de $3,92 \Omega$.

$$32. 4 - j4 = 5,66 \angle (-45^\circ)$$

Résistance de 4Ω , réactance capacitive de 4Ω .

$$33. 4,88 + j3,5 = 6,01 \angle (35,62^\circ)$$

Résistance de $4,88 \Omega$, réactance inductive de $3,5 \Omega$.

$$34. 4,6 + j2,4 = 5,19 \angle (27,55^\circ)$$

Résistance de $4,6 \Omega$, réactance inductive de $2,4 \Omega$.

