Algèbre de base

1 Terminologie

Définition. Une **variable** est une lettre représentant un nombre indéterminé.

Une *expression algébrique* est la description d'un calcul où certains nombres sont remplacés par des **variables**.

Exemple 1. Voici quelques expressions algébriques :

$$x+3$$
$$3x-2$$
$$x^2+3y+1$$
$$\frac{x^2}{\sqrt[3]{y+1}}$$
$$3$$

Note. « 3 » est une expression algébrique où il n'y a aucun calcul à faire. Il n'y a aucune variable.

Définition. Une **équation** (algébrique) est une égalité entre deux expressions algébriques.

On appelle **membre de gauche** et **membre de droite** les deux expressions algébriques à gauche et à droite de l'égalité.

Exemple 2. Voici quelques équations.

$$x+3=2x-1$$
$$3x-2=4$$
$$x^2+3x+1=0$$

Question 1
Identifier lesquelles des expressions suivantes sont des équations.

a) $x^2+x+1=0$
b) $4x+1=0$
c) $5x-3$
d) $x=4$
e) $1=4$
f) 4
g) $5x=0$
h) $5\sqrt{3}x^5=\log\left(\frac{1}{x+1}\right)$
i) $\sqrt{\frac{x^2+1}{x+1}}\log\left(3x^2\right)$

Question 2
Décrire les situations géométriques suivantes à l'aide d'équation. Introduire les variables nécessaires.

a) L'aire d'un carré est le carré de son côté.
b) Le volume une boite est le produit de sa hauteur, de la largeur et de sa longueur.
c) L'aire d'un cercle est le produit de π et du carré de son rayon.
d) Le périmètre d'un pentagone est le quintuple de son côté.

1.1 Substitution

Définition. Une **occurence** d'une variable dans une expression algébrique est une utilisation de cette variable dans l'expression.

Exemple 3. Il y a une seule occurrence de x dans l'expression $5x+2$.

Il y a deux occurrences de x dans l'expression $\frac{3x+2}{5x+4}$.

Il y a quatre occurrences de x dans l'expression $\frac{x^2+x+1}{3x^2+2x+1}$.

Il y a deux occurrences de x et quatre occurrences de y dans l'expression $\frac{xy+y^2+1}{3xy+4y^2-5}$.

Question 3
Dire il y a combien d'occurrence de chacune des variables dans les expressions algébriques suivantes.

a) $4x^2+5x+3$
b) $\sqrt{5x^2+3}$
c) $\frac{x+1}{x^2}$
d) xy^2+3x

Définition. Substituer un nombre à une variable dans une expression algébrique consiste à remplacer chaque occurrence de cette variable par le nombre donné.

Exemple 4. Si on substitue 3 à x dans x^2-2x-1, on obtient
$$(3)^2-2(3)-1$$

Si on substitue -2 à x dans x^2-2x-1, on obtient
$$(-2)^2-2(-2)-1$$

Si on substitue 3 à x dans $xy+2y$, on obtient
$$(3)y+2y$$

Si on substitue -1 à y dans $xy+2y$, on obtient
$$x(-1)+2(-1)$$

Question 4
Substituer 3 à x dans les expressions données et simplifier le résultat obtenu si possible.

a) Substituer 3 à x dans $3x+2$
b) Substituer 3 à x dans $3x^2+2x+1$
c) Substituer 3 à x dans $\frac{x^2+x}{x^2}$
d) Substituer $\sqrt{3}$ à x dans $\frac{x+1}{x-2}$
e) Substituer $1+\sqrt{2}$ à x dans $\frac{x+1}{x-2}$

Question 5
Effectuer les substitutions suivantes dans les expressions données. Il n'est pas nécessaire de simplifier le résultat obtenu.

a) Substituer x^2 à x dans $3x+2$

b) Substituer $2x+1$ à x dans $3x^2+2x+1$

c) Substituer $x+1$ à x dans $\dfrac{x^2+x}{x^2}$

2 Solutions d'une équation

Le problème principal de l'algèbre est de trouver les solutions des équations, ce qu'on appelle **résoudre** les équations.

> **Définition.** Une **solution** d'une équation algébrique est des valeurs pour chacune des variables de l'équation qui donne une égalité vraie si on les substitue aux variables auxquelles elles sont associées.

Exemple 5. $x = -3$ est une solution de $2x+6 = 0$ car

$$2(-3)+6 = 0.$$

$x = \frac{1}{2}$ est une solution de $2x+1 = 2$ car

$$2\left(\frac{1}{2}\right)+1 = 2.$$

Note. Une équation peut avoir plusieurs solutions.

Exemple 6. Les valeurs $x = 1$ et $x = -1$ sont des solutions de l'équation

$$x^2 = 1$$

car $1^2 = 1$ et $(-1)^2 = 1$.

Question 6
Déterminer lesquels des nombres proposés sont des solutions des équations données.

a) $x-2 = \frac{1}{2}$; $x = 0$, $x = \frac{3}{2}$, $x = 2$, $x = \frac{5}{2}$

b) $\frac{x}{3}+\frac{1}{2} = 1$; $x = \frac{1}{2}$, $x = \frac{2}{3}$ $x = 1$, $x = \frac{3}{2}$

c) $(x-2)(x+1) = 0$; $x = -2$, $x = -1$ $x = 1$, $x = 2$

d) $x^2-2 = 0$; $x = -1$, $x = -\sqrt{2}$ $x = \sqrt{2}$, $x = 2$

3 Résolution d'équations

3.1 Principes généraux pour résoudre une équation

3.1.1 Application d'une même opération

> **Proposition 1.** Si $A = B$ est une égalité algébrique, appliquer la même opération sur chaque membre de l'égalité donne une nouvelle égalité.

Exemple 7. Si $x+2 = 3$ et qu'on applique l'opération « soustraire 2 » à chaque membre de l'égalité, on obtient que

$$x+2-2 = 3-2$$

Si $x+2 = 3$ et qu'on applique l'opération « diviser par 3 » à chaque membre de l'égalité, on obtient que

$$\frac{x+2}{3} = \frac{3}{3}$$

Si $x+2 = 3$ et qu'on applique l'opération « racine carrée » à chaque membre de l'égalité, on obtient que

$$\sqrt{x+2} = \sqrt{3}$$

Question 7
Déterminer l'opération permet de passer de la première à la seconde équation.

a) de $x^2-5 = 4$ à $x^2 = 9$

b) de $x+\sqrt{3} = 1$ à $x = 1-\sqrt{3}$

c) de $\frac{x}{5} = 3$ à $x = 15$

d) de $\frac{2x}{3} = 4$ à $x = 6$

e) de $x = 6$ à $x^2 = 36$

f) de $\frac{5}{x} = \frac{3}{4}$ à $\frac{x}{5} = \frac{4}{5}$

g) de $\sqrt{5}x = 3\sqrt{5}$ à $x = 3$

3.1.2 Opérations inverses

Certaines opérations sont inverses l'une de l'autre, c'est à dire q'une opération peut défaire l'effet d'une autre opération. Les opérations et leurs opérations inverses les plus souvent utilisés sont les suivantes.

$$\begin{aligned}
A+C = B &\iff A = B-C && \\
CA = B &\iff A = \frac{1}{C}B && \text{si } C \neq 0 \\
A^n = B &\iff A = \pm\sqrt[n]{B} && \text{si } n \text{ pair} \\
A^n = B &\iff A = \sqrt[n]{B} && \text{si } n \text{ impair} \\
b^A = B &\iff \log_b(B) = A && \text{si } B > 0
\end{aligned}$$

Si on se sert habilement des opérations inverses, on peut **isoler** la variable, c'est à dire obtenir une équation où le membre de droite ou de gauche est l'expression algébrique constitué par la variable seule. L'égalité obtenue donne la solution de l'équation originale.

3.2 Transitivité de l'égalité

> **Proposition 2.** Si $A = B$ et $B = C$ sont vraies, alors $A = C$.

On utilise ce principe quand on transforme un membre d'une équation.

Exemple 8. Lorsqu'on écrit

$$\begin{aligned}
(B) \quad 3x-2x &= 1 \quad (A) \\
(C) \quad x &= 1 \quad (A)
\end{aligned}$$

on fait le raisonnement suivant :

$$\text{Si } (A) = (B) \text{ et } (B) = (C), \text{ alors } (A) = (C).$$

Exemple 9. Isoler x pour résoudre l'équation donnée.

$$\begin{aligned}
\frac{x}{2}+3 &= 4 \\
\frac{x}{2}+3-3 &= 4-3 && \text{(soustraire 3)} \\
\frac{x}{2} &= 1 && \text{(transitivité)} \\
2\left(\frac{x}{2}\right) &= 2\cdot 1 && \text{(multiplier par 2)} \\
x &= 2
\end{aligned}$$

Exemple 10. Isoler x pour résoudre l'équation donnée.

$$\begin{aligned}
\frac{x}{2}+3 &= \frac{x}{3} \\
\frac{x}{2}+3-3 &= \frac{x}{3}-3 && \text{(soustraire 3)} \\
\frac{x}{2} &= \frac{x}{3}-3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{x}{2}-\frac{x}{3} &= \frac{x}{3}-3-\frac{x}{3} && \text{(soustraire } x/3\text{)} \\
\frac{x}{2}-\frac{x}{3} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{3x}{6}-\frac{2x}{6} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{3x-2x}{6} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{(3-2)x}{6} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{x}{6} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
6\cdot\frac{x}{6} &= 6\cdot 3 && \text{(multiplier par 6)} \\
x &= 18 && \text{(simplifier)}
\end{aligned}$$

Exemple 11. Isoler x pour résoudre l'équation donnée. Comme il y a une division par x, on peut supposer que $x \neq 0$.

$$\begin{aligned}
\frac{2}{x}+3 &= \frac{4}{x} \\
\frac{2}{x}+3-3 &= \frac{4}{x}-3 && \text{(soustraire 3)} \\
\frac{2}{x} &= \frac{4}{x}-3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{2}{x}-\frac{4}{x} &= \frac{4}{x}-3-\frac{4}{x} && \text{(soustraire } 4/x\text{)} \\
\frac{2}{x}-\frac{4}{x} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{2-4}{x} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{-2}{x} &= 3 && \text{(transitivité de l'égalité)} \\
\frac{-2}{x}\cdot\frac{x}{3} &= 3\cdot\frac{x}{3} \\
\frac{-2}{3} &= x && \text{(transitivité de l'égalité)}
\end{aligned}$$

3.3 Propriétés des expressions algébriques

Toutes expressions algébriques ont les mêmes propriétés que les nombres. On peut donc transformer les expressions algébriques formant une égalité à l'aide de ces propriétés et utiliser la transitivité de l'égalité.

Exemple 12. Utilisation de la distributivité :

$$3x+2x = (3+2)x = 5x.$$

Exemple 13. Utilisation du dénominateur commun :

$$\frac{x}{3}+\frac{x}{5} = \frac{5x}{15}+\frac{3x}{15} = \frac{8x}{15}.$$

Exemple 14. Utilisation de l'inverse d'une fraction :

$$\frac{1}{2/(x+3)} = \frac{x+3}{2}.$$

Exemple 15. Utilisation de la définition de puissance :

$$\left(\frac{x}{3}+1\right)^3 = \left(\frac{x}{3}+1\right)\left(\frac{x}{3}+1\right)\left(\frac{x}{3}+1\right).$$

Exemple 16. Utilisation des propriétés des racines :

$$\sqrt{4x} = \sqrt{4}\,\sqrt{x} = 2\,\sqrt{x}.$$

Question 8
Déterminer quelle propriété est utilisée pour transformer chacune des expressions algébriques suivantes.

a) $\frac{x}{2}+\frac{5}{2} = \frac{1}{2}(x+5)$

b) $\sqrt{x^4} = x^2$

c) $x^3\cdot x^2 = x^5$

d) $x(x+2) = x^2+2x$

e) $\dfrac{2x}{5}+\dfrac{5}{7} = \dfrac{14x+25}{35}$

Question 9
Identifier à chaque étape des manipulations algébriques suivantes quel principe est utilisé.

$$\begin{aligned}
3x-2 &= 1 \\
3x-2+2 &= 1+2 \\
3x &= 3 \\
\frac{1}{3}(3x) &= \frac{1}{3}3 \\
x &= 1
\end{aligned}$$

3.4 Autres principes algébriques fréquemment utilisés

3.4.1 Produit nul

Proposition 3. Si le produit de plusieurs facteurs est nul, alors un des facteurs doit être nul.

$$AB = 0 \implies A = 0 \text{ ou } B = 0$$

$$ABC = 0 \implies A = 0 \text{ ou } B = 0 \text{ ou } C = 0$$

$$\vdots$$

Exemple 17. Si $x(x-2) = 0$, alors $x = 0$ ou $x-2 = 0$.

On peut se servir de ce principe pour ramener une équation complexe à plusieurs équation plus simples.

Exemple 18. Si $x(x-1)(x+2) = 0$, alors $x = 0$ ou $x-1 = 0$ ou $x+2 = 0$. On trouve donc que $x = 0$, $x = 1$ et $x = -2$ sont les solutions de l'équation donnée.

Proposition 4 (Puissances nulles)**.** Si une puissance est nulle, alors sa base est nulle.

$$B^n = 0 \implies B = 0$$

Exemple 19. Si $x^{10} = 0$, alors $x = 0$.

Exemple 20. Si $(x-2)^3 = 0$, alors $x-2 = 0$ et donc $x = 2$.

Note. Le principe des puissances nulles est vrai pour les exposants fractionnaires. Cela permet d'étendre ce principe à toutes les racines :

$$\sqrt[n]{B} = 0 \implies B = 0.$$

Exemple 21. Si $\sqrt{x-2} = 0$, alors $(x-2)^{1/2} = 0$ et donc $x-2 = 0$ et $x = 2$.

Question 10
Trouver toutes les solutions des équations suivantes.

a) $(x-1)(x+2) = 0$
b) $x(x-2) = 0$
c) $(x-2)(x+1)\left(x-\sqrt{2}\right) = 0$
d) $(x-\frac{2}{3})(3x+4) = 0$
e) $(x-1)^2(x+2)^3 = 0$
f) $(x-1)\sqrt{x+2} = 0$

3.4.2 Quotients

Proposition 5. Un quotient est nul si son numérateur est nul. Son dénominateur ne peut jamais être nul.

$$\frac{A}{B} = 0 \iff A = 0 \text{ et } B \neq 0$$

Exemple 22.

$$\frac{x+2}{x+1} = 0 \iff x+2 = 0$$

La solution de l'équation est dont $x = -2$.

Question 11
Trouver la solution de l'équation

$$\frac{2x-3}{4x+1} = 0$$

Proposition 6 (Règle de trois)**.** Deux quotients sont égaux si et seulement si le produit des moyens est le produit des extrêmes :

$$\frac{A}{B} = \frac{C}{D} \iff AD = BC \text{ et } B, D \neq 0$$

Exemple 23.

$$\frac{x+2}{x+1} = \frac{1}{2} \iff 2(x+2) = 1(x+1) \qquad x+1 \neq 0.$$

Exemple 24. Utiliser la règle de trois pour résoudre l'équation suivante.

$$\frac{5}{3x+4} = \frac{2}{x}$$

$$\begin{aligned}
\frac{5}{3x+4} &= \frac{2}{x} \\
5x &= 2(3x+4) && \text{(Règle de trois)} \\
5x &= 6x+8 \\
5x-6x &= 8 \\
-x &= 8 \\
x &= -8.
\end{aligned}$$

Question 12
Résoudre les équations suivantes.

a) $\frac{5}{x+1} = \frac{3}{4}$ b) $\frac{x}{x+2} = \frac{2}{3}$ c) $\frac{1}{\sqrt{2}x-1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

4 Exercices supplémentaires

Question 13
Résoudre les équations suivantes.

a) $2x-1 = 3$
b) $x+2 = 4$
c) $2x+2 = 6$
d) $x-4 = 3$
e) $2x = 0$
f) $\frac{x}{2} = 0$
g) $x = 2x$
h) $\frac{x-4}{2} = 3$
i) $\frac{x}{2} - \frac{3}{2} = \frac{1}{2}$

Question 14
Résoudre les équations suivantes.

a) $\dfrac{3}{x+1} = \dfrac{2}{x+2}$
b) $\dfrac{2}{x} = 2$
c) $\dfrac{2}{x+1} = 2$
d) $\dfrac{x+2}{3} = \dfrac{4}{5}$
e) $\dfrac{3}{x+2} = \dfrac{5}{4}$
f) $\dfrac{1}{2} - \dfrac{1}{x} = 1$
g) $\dfrac{1}{x+2} = 3$
h) $\dfrac{1}{x+2} = \dfrac{3}{x}$
i) $\dfrac{1/x}{2/x} = \dfrac{3}{x}$
j) $\dfrac{2}{x} + \dfrac{3}{x+1} = 0$
k) $\dfrac{x-2}{x} - \dfrac{1}{7} = 0$
l) $\dfrac{1}{x} + \dfrac{1}{3} = \dfrac{4}{x}$
m) $\dfrac{1}{\frac{1}{3} - \frac{1}{x}} = 1$

Question 15
Résoudre les équations suivantes.

a) $x^3 = 27$
b) $x^3 = -27$
c) $x^2 = 25$
d) $x^2 = -25$
e) $(x-2)^2 = 0$
f) $(x-2)^2 = 9$
g) $(x+3)^3 = 64$
h) $(x+3)^3 = -64$
i) $\dfrac{(x+1)^2}{4} = 9$
j) $x^2 = \dfrac{4}{9}$
k) $x^3 = -\dfrac{8}{27}$
l) $(x-2)^2 = \dfrac{4}{9}$
m) $(x+1)^3 = -\dfrac{64}{27}$

Question 16
Résoudre les équations suivantes.

a) $x - \sqrt{2} = 0$
b) $x + \sqrt{2} = 0$
c) $2x - \sqrt{2} = 0$
d) $\sqrt{2} \cdot x - 1 = 0$
e) $\sqrt{2} \cdot x - \sqrt{2} = 0$
f) $\sqrt{2} \cdot x - \sqrt{6} = 0$

Question 17
Résoudre les équations suivantes.

a) $(x-1)(x-2) = 0$
b) $x(x-2) = 0$
c) $(x-1)(x-2)(x-3) = 0$
d) $(x-1)(x+2) = 0$
e) $(2x-1)(x-2) = 0$
f) $(2x-1)(3x+7) = 0$
g) $(x-1)^3(x-2)^4 = 0$
h) $(2x-1)^3(3x+7)^4 = 0$
i) $\left(x+\sqrt{2}\right)(x - \log_2(3)) = 0$
j) $\left(2x+\sqrt{2}\right)^3(3x - \log_2(3))^4 = 0$
k) $x^2 - 4 = 0$
l) $(x+1)^2 = 0$
m) $(x-1)^2 = 4$
n) $\left(x^2-1\right)^2 = 0$
o) $(x-1)(x+2)(x-3)^2 = 0$

Question 18
Résoudre les équations suivantes.

a) $t^5 = 16t^3$
b) $\sqrt{25y-1} = 0$
c) $\sqrt{25z} - 1 = 0$
d) $x^{1/2} = 3$
e) $2x^{1/3} = 3$
f) $x^{2/3} = 9$
g) $a^{3/5} = \pi^2 + 3$
h) $\dfrac{\sqrt{8}}{x} = \frac{\sqrt{2}}{10}$
i) $\dfrac{\sqrt{32}}{t^2} = \dfrac{\sqrt{2}}{t}$
j) $\dfrac{5}{\sin(13)r+4} = \dfrac{2}{r}$
k) $\dfrac{\frac{1}{2+h} - \frac{1}{2}}{h} = -\frac{1}{4h}$
l) $\dfrac{-1}{R+5} = \frac{2}{R}$
m) $\dfrac{10}{\sin(20)r-1} = \frac{5}{\sin(20)}$
n) $(x-1)^2 = x^2 - 1$
o) $(a-4)^3(a+3)^2 = 0$
p) $\dfrac{x^2-2^2}{2} = 1$
q) $\dfrac{T^2}{4} = T$
r) $\dfrac{x^5}{8} = \dfrac{x^4}{10x}$
s) $\dfrac{\sqrt{5x}}{3} = \dfrac{x}{\sqrt{2}}$
t) $\dfrac{\left(\frac{\sqrt[3]{h}}{8}\right)}{\left(\frac{h}{2}\right)} = \dfrac{1}{4}$
u) $3u^3 - 4u = 0$

Solutions

Question 1

a) L'expression est une équation
b) L'expression est une équation
c) L'expression n'est pas une équation car elle n'est pas une égalité entre deux expressions algébriques
d) L'expression est une équation
e) L'expression est une équation
f) L'expression n'est pas une équation car elle n'est pas une égalité entre deux expressions algébriques
g) L'expression est une équation
h) L'expression est une équation
i) L'expression n'est pas une équation car elle n'est pas une égalité entre deux expressions algébriques

Question 2

a) $A = c^2$ où A est l'aide du carré et c la longueur de son côté.
b) $V = hpl$ où V est le volume de la boîte et h sa hauteur, l sa largeur et L sa longueur.
c) $A = \pi r^2$ où A est l'aide du cercle et r sa rayon.
d) $p = 5c$ où p est le périmètre du pentagone et c son côté

Question 3

a) Il y a deux occurrences de la variable x.
b) Il y a une occurrence de la variable x.
c) Il y a deux occurrences de la variable x.
d) Il y a deux occurrences de la variable x et une occurrence de la variable x.

Question 4

a) $3(3)+2=11$

b) $3(3)^2+2(3)+1=34$

c) $\frac{(3)^2+(3)}{(3)^2}=\frac{12}{9}=\frac{4}{3}$

d) $\frac{(\sqrt{3})+1}{(\sqrt{3})-2}=\frac{\sqrt{3}+1}{\sqrt{3}-2}$

e) $\frac{(1+\sqrt{2})+1}{(1+\sqrt{2})-2}=\frac{\sqrt{2}+2}{\sqrt{2}-1}$

Question 5

a) $3(x^2)+2$

b) $3(2x+1)^2+2(2x+1)+1$

c) $\frac{(x+1)^2+(x+1)}{(x+1)^2}$

Question 6

a) $x=\frac{5}{2}$ car $\left(\frac{5}{2}\right)-2=\frac{1}{2}$

b) $x=\frac{3}{2}$ car $\frac{3/2}{3}+\frac{1}{2}=1$

c) $x=-1$ et $x=2$ car $(2-2)(2+1)=0$ et $(-1-2)(-1+1)=0$

d) $x=-\sqrt{2}$ et $x=\sqrt{2}$ car $\left(\sqrt{2}\right)^2=2$ et $\left(-\sqrt{2}\right)^2=2$

Question 7

a) Addition de 5

b) Addition de $-\sqrt{3}$

c) Multiplication par 5

d) Multiplication par $\frac{3}{2}$

e) Mise au carré

f) Inverse $\left(\frac{1}{A}\right)$

g) division par $\sqrt{5}$

Question 8

a) Distributivité (mise en évidence)

b) Propriétés des exposants : puissances imbriquées

c) Propriétés des exposants : produit de puissances

d) Distributivité

e) Dénominateur commun

Question 9

$$
\begin{aligned}
3x-2 &= 1 \\
3x-2+2 &= 1+2 && \text{(additionner 2)} \\
3x &= 3 && \text{(transitivité)} \\
\frac{1}{3}(3x) &= \frac{1}{3}3 && \text{(multiplier par 1/3)} \\
x &= 1 && \text{(transitivité)}
\end{aligned}
$$

Question 10

a) $x=1$ ou $x=-2$

b) $x=0$ ou $x=2$

c) $x=2$, $x=-1$ ou $x=\sqrt{2}$

d) $x=\frac{2}{3}$ ou $x=-\frac{4}{3}$

e) Rappel : $(x-1)^2=(x-1)(x-1)$ et $(x+2)^3=(x+2)(x+2)(x+2)$.
Les solutions sont $x=1$ et $x=-2$.

f) Les solutions sont $x=1$ et $x=-2$.

Question 11

$x=\frac{3}{2}$

Question 12

a)
$$
\begin{aligned}
\frac{5}{x+1} &= \frac{3}{4} \\
(5)(4) &= 3(x+1) \\
20 &= 3x+3 \\
17 &= 3x \\
\frac{17}{3} &= x \\
x &= \frac{17}{3}
\end{aligned}
$$

b) Si $x\neq-2$, on a que
$$
\begin{aligned}
\frac{x}{x+2} &= \frac{2}{3} \\
3x &= 2(x+2) \\
3x &= 2x+4 \\
3x-2x &= 4 \\
x &= 4
\end{aligned}
$$

c)
$$
\begin{aligned}
\frac{1}{\sqrt{2}x-1} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \\
\sqrt{2}x-1 &= \sqrt{2} \\
\sqrt{2}x-\sqrt{2} &= 1 \\
\sqrt{2}(x-1) &= 1 \\
x-1 &= \frac{1}{\sqrt{2}} \\
x &= 1+\frac{1}{\sqrt{2}}
\end{aligned}
$$

Question 13

a) $x=2$ d) $x=7$ g) $x=0$

b) $x=2$ e) $x=0$ h) $x=10$

c) $x=2$ f) $x=0$ i) $x=4$

Question 14

a) $x=-4$

b) $x=1$

c) $x=0$

d) $x=\frac{2}{5}$

e) $x=\frac{2}{5}$

f) $x=-2$

g) $x=-\frac{5}{3}$

h) $x=-3$

i) $x=6$

j) $x=-2$

k) $x=\frac{7}{3}$

l) $x=9$

m) $x=-3/2$

Question 15

a) $x=3$

b) $x=-3$

c) $x=5$

d) Aucune solution

e) $x=2$

f) $x=5$

g) $x=1$

h) $x=-7$

i) $x=5$

j) $x=\frac{2}{3}$

k) $x=-\frac{2}{3}$

l) $x=\frac{8}{3}$

m) $x=-\frac{7}{3}$

Question 16

a) $x=\sqrt{2}$

b) $x=-\sqrt{2}$

c) $x=\frac{\sqrt{2}}{2}$

d) $x=\frac{1}{\sqrt{2}}$

e) $x=1$

f) $x=\sqrt{3}$

Question 17

a) $x = 1$ ou $x = 2$

b) $x = 0$ ou $x = 2$

c) $x = 1$ ou $x = 2$ ou $x = 3$

d) $x = 1$ ou $x = -2$

e) $x = 1/2$ ou $x = 2$

f) $x = 1/2$ ou $x = -7/3$

g) $x = 1$ ou $x = 2$

h) $x = 1/2$ ou $x = -7/3$

i) $x = -\sqrt{2}$ ou $x = \log_2(3)$

j) $x = -\frac{\sqrt{2}}{2}$ ou $x = \frac{\log_2(3)}{3}$

k) $x = -2$ ou $x = 2$

l) $x = -1$

m) $x = 3$ ou $x = -1$

n) $x = -1$ ou 1

o) $x = 1, -2$ ou 3

Question 18

a) $t = 0$ ou $t = 4$ ou $t = -4$

b) $y = \frac{1}{25}$

c) $z = \frac{1}{25}$

d) $x = 9$

e) $x = \left(\frac{3}{2}\right)^3 = \frac{27}{8}$

f) $x = \left(\sqrt{9}\right)^3 = 27$

g) $a = \left(\pi^2 + 3\right)^{5/3}$

h) $x = 20$

i) $t = 4$

j) $r = \frac{8}{5 - 2\sin(13)}$

k) $h = 2$

l) $R = -\frac{10}{3}$

m) $r = \frac{2\sin(20) - 1}{\sin(20)}$

n) $x = 1$

o) $a = 4$ ou -3

p) $x = \pm\sqrt{6}$

q) $T = 0$ ou 4

r) $x = \pm\frac{2}{\sqrt{5}}$ ou 0

s) $x = 0$ ou $x = \frac{10}{9}$

t) $h = 1$

u) $u = 0$ ou $\pm\frac{2}{\sqrt{3}}$