FONCTIONS

2

Résoudre une (in)équation... ou pas !

Connaissances du collège nécessaires à ce chapitre

- Vérifier qu'un nombre est solution d'une équation
- Vérifier qu'un nombre est solution d'une inéquation
- Résoudre des équations simples
- Résoudre des inéquations simples

Auto-évaluation

Des ressources numériques pour préparer le chapitre sur manuel.sesamath.net

1 5 est-il solution des égalités suivantes ?

1) $-16+3x=-2x+9$

2) $x^2+5=0$

3) $(x-5)(x+7)=0$

4) $-2x^2+5x+25=0$

2 -2 est-il solution des inégalités suivantes ?

1) $9x-7<0$

2) $-5+x>-16$

3) $-2x+8<9x-3$

3 Résoudre les équations suivantes.

1) $-3x+5=9-5x$

2) $x^2-3=6$

3) $(2x-5)(x+3)=0$

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

4 Résoudre les inéquations suivantes.

1) $-5x\geqslant 4$

2) $x-7<9$

3) $18<-x$

Voir solutions p. 115

Activités d'approche

DÉBAT 1 Kader et Sophie

1) Le professeur donne des programmes de calculs à étudier à ses élèves puis leur demande de tester des nombres mais Kader et Sophie n'en font qu'à leur tête !

Pour Kader :	Pour Sophie :
a) choisir un nombre ;	**a)** choisir un nombre ;
b) calculer son double ;	**b)** calculer son triple ;
c) additionner 4.	**c)** soustraire 7.

a) Ils veulent choisir des nombres opposés mais obtenir le même résultat.
Quel(s) nombre(s) peuvent-ils choisir ?

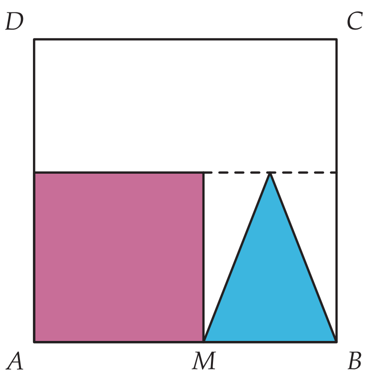
b) Ils veulent choisir le même nombre et que le produit de leurs résultats soit nul.
Quel(s) nombre(s) peuvent-ils choisir ?

c) Ils veulent choisir le même nombre et que les résultats de leurs programmes aient le même carré. Quels nombres peuvent-ils choisir ?

2) Kader veut offrir un pendentif en forme de cœur à Sophie. Le prix affiché est de 125 € mais Kader n'a que 80 €. Les soldes débutent mercredi prochain.
À partir de quelle réduction en pourcentage Kader pourra-t-il acheter le bijou ?

3) Au premier contrôle de Mathématiques, Kader a obtenu 12 et Sophie 13. Il n'y a que deux notes ce trimestre. Quelles notes devront-ils avoir au prochain contrôle pour avoir la même moyenne trimestrielle ? Y a-t-il plusieurs possibilités ?

DÉBAT 2 Le carré et le triangle



Le carré $ABCD$, ci-contre, a un côté de longueur 8 cm.
M est un point, placé au hasard sur le segment $[AB]$.
Dans le carré $ABCD$, on construit :

- un **carré de côté** $[AM]$;
- un **triangle isocèle de base** $[MB]$ et dont la hauteur a même mesure que le côté $[AM]$ du carré.

On s'intéresse aux aires du **carré**, du **triangle**, au **motif** constitué par le carré et le triangle.

Répondre à chacune des questions suivantes en précisant la position du point M pour lequel ce serait possible.
Préparer un exposé oral pour expliquer le raisonnement et en justifiant la technique utilisée.

1) Est-il possible que l'aire du **triangle** soit égale à l'aire du **carré** ?

2) Est-il possible que l'aire du **triangle** soit supérieure à 5 cm^2 ?

3) Est-il possible que l'aire du **triangle** soit supérieure à l'aire du **carré** ?

4) Est-il possible que l'aire du **motif** soit égale à la moitié de l'aire du carré $ABCD$?

1. Résolution exacte d'(in)équations

La **résolution algébrique** d'une (in)équation permet de trouver la valeur exacte de chacune des solutions.

A. (In)équation du 1er degré

PROPRIÉTÉ : Opérations sur les équations

Les opérations suivantes ne changent pas l'ensemble des solutions d'une **équation** :
- additionner un même nombre aux deux membres d'une équation ;
- multiplier par un même nombre non nul les deux membres d'une équation.

PROPRIÉTÉ : Opérations sur les inéquations

Les opérations suivantes ne changent pas l'ensemble des solutions d'une **inéquation** :
- additionner un même nombre aux deux membres d'une inéquation ;
- multiplier par un **même nombre positif non nul** les deux membres d'une inéquation ;
- multiplier par un **même nombre négatif non nul** les deux membres d'une inéquation *à condition d'inverser le sens de l'inégalité*.

MÉTHODE 1 Résoudre un problème algébriquement

► Ex. 44 p. 106

1) On **détermine** et **dénomme** l'inconnue.
2) On **interprète** les informations sous forme d'une (in)équation.
3) On **résout** l'(in)équation en utilisant les règles précédentes :
   - on regroupe les termes contenant l'inconnue dans le même membre de l'(in)équation ;
   - si nécessaire, on réduit les expressions des deux membres ;
   - on isole l'inconnue dans l'ordre inverse des priorités de calcul.
4) On **répond** au problème posé par une phrase. La résolution de l'(in)équation peut faire apparaître des solutions correctes mathématiquement, mais incohérentes avec le problème.

Exercice d'application

Le cinéma d'art et d'essai de Mathyville propose une carte d'abonnement annuelle à 15 € et la séance coûte alors 6,40 € au lieu de 9 €. Rania hésite à s'abonner.
À combien de séances dans l'année doit-elle assister au minimum pour que l'abonnement devienne intéressant ?

Correction

1) On désigne par x le nombre de séances de cinéma auxquelles Rania ira cette année.
2) Avec l'abonnement cela coûterait : $15 + 6,4x$.
   Sans l'abonnement cela coûterait : $9x$. Pour que l'abonnement soit intéressant, il suffit que
   $15 + 6,4x < 9x$.
3) Lors de la résolution qui suit, chaque étape est équivalente à la précédente.
$$15 + 6,4x - 6,4x < 9x - 6,4x$$
$$15 < 2,6x$$
$$\frac{15}{2,6} < \frac{2,6x}{2,6}$$
$$\frac{15}{2,6} < x$$
   Les solutions de cette inéquation sont les nombres de l'intervalle $\left]\frac{15}{2,6}; +\infty\right[$.
4) Or, $\frac{15}{2,6} \approx 5,8$. Les solutions du problème sont les nombres entiers supérieurs ou égaux à 6. Donc il suffit que Rania aille au cinéma au moins 6 fois dans l'année pour que l'abonnement soit intéressant.

B. Équations-produits

PROPRIÉTÉ

Un produit est nul si et seulement si au moins l'un de ses facteurs est nul.

MÉTHODE 2 Obtenir et résoudre une équation-produit

► Ex. 21 p. 103

Pour résoudre une équation plus complexe, on obtient puis résout une équation-produit.

1) On se ramène à une équation ayant un membre nul.
2) On factorise l'expression littérale.
3) On résout l'équation produit obtenue.

Exercice d'application

Dans un repère, on représente f définie par $f(x) = 3(x-7)^2 - 12$ pour $x \in [-6;6]$.
Combien de fois la courbe coupera-t-elle l'axe des abscisses ?
S'il(s) existe(nt), préciser les coordonnées de ce(s) point(s).

Correction

Les points d'intersection d'une courbe avec l'axe des abscisses sont les points de la courbe d'ordonnée nulle. On note x l'abscisse des points d'intersection. Ce sont donc les antécédents de 0 et il suffit de résoudre l'équation $3(x-7)^2 - 12 = 0$ dans $[-6;6]$ pour les trouver.
Lors de la résolution, chaque étape est équivalente à la précédente.

1) *On obtient et on simplifie une équation ayant un membre nul.*
$3(x-7)^2 - 12 = 0$
$(x-7)^2 - 4 = 0$
2) *On factorise en reconnaissant l'identité remarquable :* $a^2 - b^2 = (a+b)(a-b)$.
$(x-7)^2 - 2^2 = 0$
$(x-7+2)(x-7-2) = 0$
$(x-5)(x-9) = 0$
3) *On résout l'équation produit obtenu.*
$x - 5 = 0$ ou $x - 9 = 0$
$x = 5$ ou $x = 9$
4) *On répond au problème posé.*
Cette équation a deux solutions : 5 et 9.
Or, $9 \notin [-6;6]$. La courbe représentative de la fonction f dans un repère pour $x \in [-6;6]$, coupe l'axe des abscisses au point de coordonnées $(5;0)$.

REMARQUES :

- Certaines équations ne se factorisent pas dans $\mathbb{R}$.
Par exemple $x^2 + 3 = 0$ n'admet pas de solution réelle.
- Des logiciels de calculs formels peuvent aider à la résolution d'équation.

2. Résolution approchée d'(in)équations

Quand la résolution algébrique d'une (in)équation n'est pas possible, on peut cependant **localiser et estimer des valeurs approchées**.

MÉTHODE 3 Estimer graphiquement une solution

► Ex. 29 p. 104

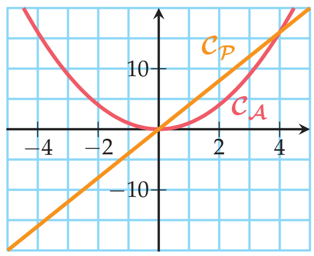
1) On trouve deux fonctions f et g telles que l'(in)équation puisse s'écrire sous la forme $f(x) = g(x)$ ou $f(x) < g(x)$.
2) On trace les courbes représentatives de f et g dans un même repère.
3) On cherche les abscisses
   - des points d'intersection des deux courbes pour résoudre $f(x) = g(x)$;
   - des points de $\mathcal{C}_f$ au-dessous (au-dessus) de $\mathcal{C}_g$ pour $f(x) < g(x)$ $(f(x) > g(x))$.

Exercice d'application

Jacques a dit que le périmètre d'un carré est toujours inférieur à son aire. A-t-il raison ?

Correction

1) On note x le côté d'un carré. Le périmètre est définie par $\mathcal{P}(x) = 4x$ et l'aire par $\mathcal{A}(x) = x^2$. Répondre à la question revient à étudier l'inéquation $\mathcal{P}(x) \leqslant \mathcal{A}(x)$.
2) On trace leur courbe représentative $\mathcal{C}_\mathcal{P}$ et $\mathcal{C}_\mathcal{A}$ dans un même repère.
3) Le graphique indique deux zones disjointes pour lesquelles $\mathcal{P}(x) \leqslant \mathcal{A}(x)$: $]-\infty;0]$ et $[4;+\infty[$. Donc, pour des valeurs entre 0 et 4 unités, le périmètre d'un carré est supérieur à son aire. Jacques a tort !



Notation : Les solutions de l'inéquation $\mathcal{P}(x) \leqslant \mathcal{A}(x)$ sont dans $]-\infty;0] \cup [4;+\infty[$.
Le symbole $\cup$ désigne la réunion des deux intervalles ; il indique qu'un nombre dans l'un ou l'autre des deux intervalles est solution de cette inéquation.

MÉTHODE 4 Affiner une solution

► Ex. 39 p. 105

Exercice d'application Voici le graphique obtenu lors de la résolution de $x^2 + (9-x)^2 + 32 = 81$. Donner des valeurs approchées à 10^{-2} près des solutions.

Correction Le graphique met en évidence deux solutions proches l'une de 2,5 et l'autre de 6,5.

On pose $f(x) = x^2 + (9-x)^2 + 32$.

x	$f(x)$	x	$f(x)$
2,41	81,24	6,51	80,58
2,42	81,15	6,52	80,66
2,43	81,07	6,53	80,74
2,44	80,99	6,54	80,82
2,45	80,91	6,55	80,91
2,46	80,82	6,56	80,99
2,47	80,74	6,57	81,07
2,48	80,66	6,58	81,15
2,49	80,58	6,59	80,24

Les deux solutions sont environ 2,44 cm et 6,56 cm.

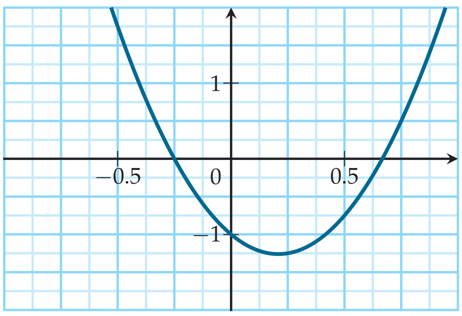
S'entraîner

Activités mentales

1 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes :

1) $5-2x=0$
2) $10x+1=19+x$
3) $(x-3)(x+2)=0$
4) $(x-3)(x-4)=0$
5) $(2x+3)(1-x)=0$
6) $x^2=9$
7) $x^2-16=0$
8) $x^2+4=0$
9) $12-3x^2=0$

2 On a représenté ci-dessous la fonction f définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x)=0,5(3x-2)(4x+1)$.
Estimer graphiquement les solutions de l'équation $0,5(3x-2)(4x+1)=0$.



3 Résoudre dans $\mathbb{R}$:

1) $f(x)=5$ si f est la fonction carrée.
2) $g(x)=1,5$ si g est la fonction inverse.

4 Soit h la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par $h(x)=x^2-6$.
Résoudre dans $\mathbb{R}$: $h(x)=3$.

5 Soit f définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x)=-3x+5$.
Résoudre $f(x)=1$ sur $\mathbb{R}$.

6 Soit f la fonction définie sur $\mathbb{R}^*$ par $f(x)=\dfrac{1}{x}-4$.
Calculer l'abscisse du point d'intersection de la courbe représentant f avec l'axe des abscisses.

7 Soit f la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x)=2x$ et h la fonction définie sur $\mathbb{R}^*$ par $h(x)=\dfrac{8}{x}$.
Calculer les abscisses des points d'intersection des courbes représentant f et h.

8 Soit f la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x)=x^2-4x+4$.
Calculer les coordonnées des points d'intersection de la courbe représentant f avec l'axe des abscisses puis avec l'axe des ordonnées.

Intervalles de $\mathbb{R}$

9 Représenter sur une droite graduée et décrire, à l'aide d'intervalles, chacun des ensembles de nombres réels x tels que :

1) $0 \leqslant x \leqslant \sqrt{2}$
2) $-2<x<-1$
3) $x \geqslant \dfrac{7}{3}$
4) $x>-3,5$

10 Recopier et compléter par $\in$ et $\notin$:

1) $1,4\ldots\left[0;\sqrt{2}\right]$
2) $-\pi\ldots]-3;-1[$
3) $6\ldots\left[\dfrac{7}{3};+\infty\right[$
4) $-3\ldots]-\infty;-3,5[$

11 Utiliser les intervalles pour décrire les ensembles de nombres x tels que :

1) $x<1$ et $x \geqslant -3$
2) $x \leqslant -2$ ou $x>1$
3) $x \leqslant 3,5$ ou $x<-1$
4) $x \geqslant \pi$ et $x \leqslant 3$

12 Simplifier, lorsque c'est possible, l'écriture des ensembles ci-dessous.

1) $[-1;3,5]\cap\left[\sqrt{3};7\right]$
2) $]-\infty;-\pi]\cup[-3\pi;\pi[$
3) $[-7,1;2]\cap[2;+\infty[$
4) $[-5;0]\cup[3;+\infty[$

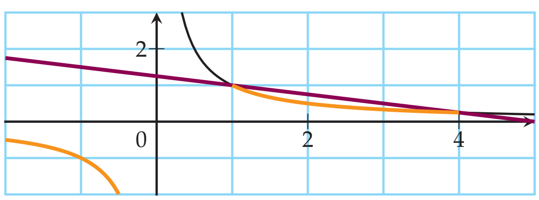
13 Les propositions conditionnelles ci-dessous sont-elle vraies ?

1) **Si** $\dfrac{1}{4}<x$ **alors** $0,2<x$
2) **Si** $x<\sqrt{2}$ **alors** $x<1,4$
3) **Si** $x\in\left[\dfrac{2}{3};1\right]$ **alors** $x\in[0,7;1]$
4) **Si** $x\in\left[\dfrac{1}{3};\dfrac{2}{3}\right]$ **alors** $x\in[0;1]$

14 **Portion d'hyperbole**

Ci-dessous est représentée la fonction inverse ainsi que la fonction f définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x)=-\dfrac{1}{4}x+\dfrac{5}{4}$.

1) Décrire, en notation mathématique, l'ensemble des abscisses des points oranges de la courbe.
2) De quelle inéquation cet ensemble semble-t-il être la solution ?



Résolution algébrique

15 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $x-7=4$ 2) $2x=13$ 3) $9-x=5$ 4) $\frac{4}{x}=\frac{9}{5}$

16 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $3x+5=4x-7$
2) $2x-9=8x+3$
3) $-2x+3=3x-1$
4) $1+\frac{4}{3}x=4-\frac{2}{5}x$

17 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $4x-5=9x+4$
2) $\frac{5x}{4}=\frac{21}{9}$
3) $3-x=10x-7$
4) $\frac{1}{5}+\frac{3}{4}x=\frac{8}{9}-\frac{6}{7}x$
5) $(x-7)^2=(x+4)^2$
6) $\sqrt{5}x(\sqrt{6}x-4)=-2x$

18 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les inéquations suivantes.

1) $x-6>8$
2) $2x<7$
3) $8-x\leqslant 3$
4) $-2x\geqslant 24$

19 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les inéquations suivantes.

1) $4x-7\leqslant 10x+8$
2) $8x+11<3x-4$
3) $2x+9\geqslant 3x-2$
4) $-2x-5<-7x-15$

20 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les inéquations suivantes.

1) $5x+13<8x-2$
2) $9-3x\geqslant -2$
3) $3x^5+2x-7<3x^5-8x-10$
4) $-2x+4>3x-5$

21 ► MÉTHODE 2 p. 100

Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $(x+4)(x-7)=0$
2) $(2x+3)(4x-5)=0$
3) $-x(5-4x)=0$
4) $(-15x+3)(3x+9)=0$

22 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $x^2+4x+4=0$
2) $36x^2-12x+22=21$
3) $5(6x-7)^2=20$
4) $5x^2=8x$

23 Résoudre dans $\mathbb{R}$ les équations suivantes.

1) $(x-2)^2-(x+6)^2=6$
2) $5x+8=9x-7$
3) $(2x+1)(x+4)+(x+4)(3-5x)=0$
4) $(x-7)(3x-5)-(9x-4)(x-7)=0$
5) $(4x-7)(9x+5)=(8x-3)(4x-7)$

24 **La bonne expression**

Soit f la fonction définie sur $\mathbb{R}$ par : $f(x)=x^2+x-2$. A l'aide de **Xcas**, on a factorisé $f(x)$. En utilisant la bonne expression, résoudre les équations suivantes.

1) $f(x)=0$
2) $f(x)=-2$

$factoriser(x\text{^}2+x-2)$
$(x-1)^*(x+2)$

25 **Avec deux fonctions**

On considère les fonctions f et g définies sur $\mathbb{R}$ par : $f(x)=x^3+x^2+x+1$ et $g(x)=(x+1)^3$.
En utilisant les expressions obtenues à l'aide d'**Xcas**, résoudre les équations ci-dessous.

$factoriser(x\text{^}3+x\text{^}2+x+1)$
$(x+1)*(x^2+1)$
$developper((x+1)\text{^}3))$
x^3+3x^2+3x+1

1) $f(x)=x+1$
2) $f(x)=0$
3) $f(x)=g(x)$

26 **En autonomie** INFO

À l'aide de **Xcas**, résoudre les équations suivantes.

1) $x^2+2x-3=0$ 2) $(x+3)^3-4x-12=0$

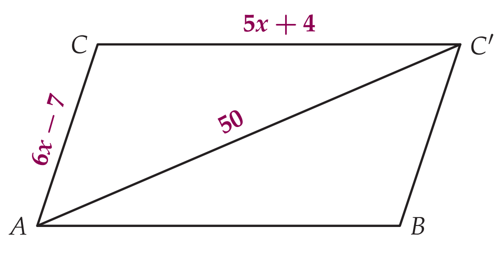
27 Voici un programme de calcul.

- choisir un nombre ;
- calculer son carré ;
- prendre le quadruple du résultat ;
- ajouter -7 au résultat.

1) Vérifier que ce programme donne 9 si le nombre choisi au départ est 2.
2) Quel nombre doit-on choisir pour obtenir 2 ?

28 **Suis-je un rectangle ?**

Pour quelle(s) valeur(s) de x ce parallélogramme est-il un rectangle ?



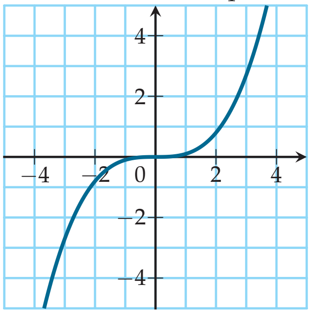
S'entraîner

Estimation graphique

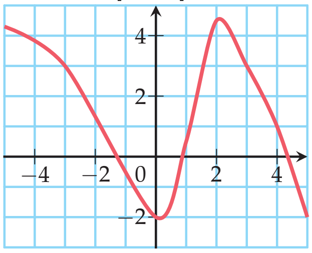
29 ► MÉTHODE 3 p. 101

Voici la courbe représentative d'une fonction f définie sur $[-5;5]$. Estimer les solutions des équations.

1) $f(x) = 2$
2) $f(x) = -3$
3) $f(x) = 4$
4) $f(x) = -1$



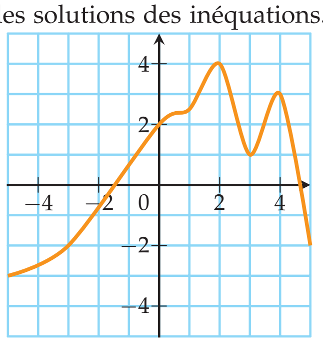
30 Voici la courbe représentative d'une fonction g définie sur $[-5;5]$. Estimer les solutions des équations.



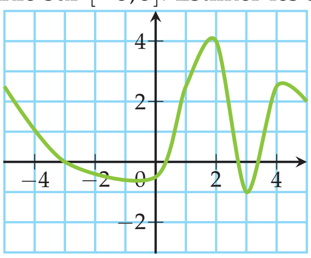
1) $g(x) = 2$
2) $g(x) = -3$
3) $g(x) = 4$
4) $g(x) = -1$

31 Voici la courbe représentative d'une fonction h définie sur $[-5;5]$. Estimer les solutions des inéquations.

1) $h(x) \geqslant 0$
2) $h(x) < -4$
3) $h(x) < -2$
4) $h(x) > 3$



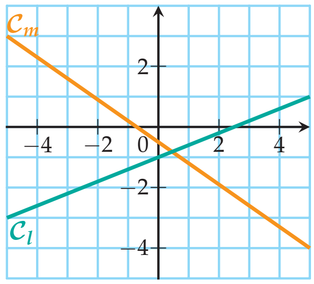
32 Voici la courbe représentative d'une fonction k définie sur $[-5;5]$. Estimer les solutions des inéquations.



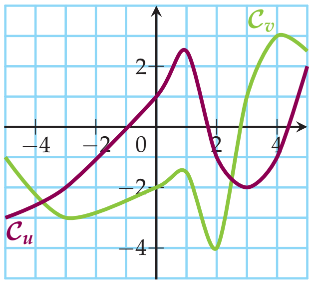
1) $k(x) \geqslant 3$
2) $k(x) \leqslant 1$
3) $k(x) > 0$
4) $k(x) < -1$

33 Voici les courbes représentatives sur $[-5;5]$ de deux fonctions affines l et m. Estimer les solutions des (in)équations ci-dessous.

1) $l(x) = -1$
2) $m(x) > 0$
3) $l(x) = m(x)$
4) $l(x) < m(x)$



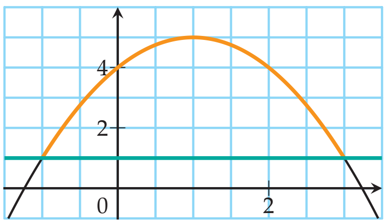
34 Voici les courbes représentatives de deux fonctions u et v définies sur $[-5;5]$. Estimer les solutions des (in)équations ci-dessous.



1) $u(x) = v(x)$
2) $u(x) \leqslant v(x)$

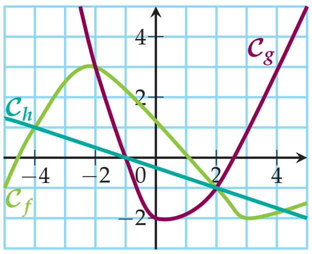
35 Ci-dessous est représentée la fonction f définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x) = -x^2 + 2x + 4$.

1) Décrire, en notation mathématique, l'ensemble des abscisses des points orange de la courbe.
2) De quelle inéquation cet ensemble semble-t-il être la solution ?



36 On a représenté trois fonctions f, g et h. Indiquer à quelles (in)équations les solutions correspondent.

1) 2
2) -4
3) $[-2;2]$
4) $-4 < x < -2$



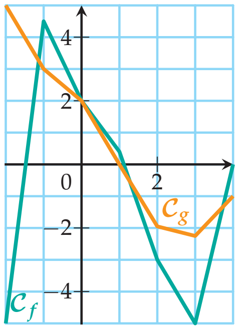
Approximation numérique

37 Table et graphique (1)

Voici une table de valeurs et les courbes représentatives de deux fonctions f et g définies sur $[-2;4]$.
Donner une approximation des solutions des équations suivantes ainsi que la précision de cette approximation.

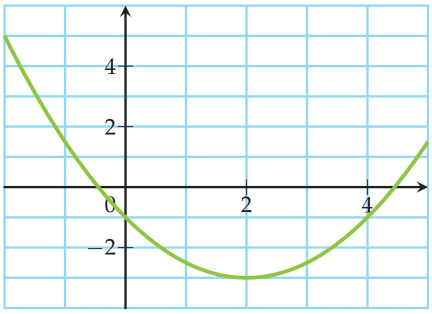
1) $f(x) = 4$
2) $g(x) = -2$
3) $f(x) = g(x)$
4) $f(x) = g(x) - 2$

x	$f(x)$	$g(x)$
-2	-5	5
-1	$4{,}5$	3
0	2	2
1	$0{,}4$	0
2	-3	$-1,95$
3	-5	$-2,25$
4	0	-1



38 Table et graphique (2) INFO

Ci-dessous est représentée la fonction f, définie sur $[-2;5]$, par $f(x) = 0{,}5x^2 - 2x - 1$.



1) Estimer graphiquement les deux solutions de l'équation $f(x) = 1$.
2) Voici une table de valeurs de la fonction f.

x	$4{,}5$	$4{,}6$	$4{,}7$	$4{,}8$	$4{,}9$	$5{,}0$
$f(x)$	$0,13$	$0{,}38$	$0{,}645$	$0{,}92$	$1{,}21$	$1{,}5$

a) Donner une approximation d'une des solutions de l'équation $f(x) = 1$.
b) Quelle est la précision de cette approximation ?

3) À l'aide de votre calculatrice, donner une approximation au dixième près de l'autre solution.

39 ► MÉTHODE 4 p. 101

1) Dresser un tableau de valeurs, entre 0 et 5, avec un pas de $0,25$, de la fonction k définie par $k(x) = (3x+5)^3$.
2) Donner une approximation des solutions sur $[0;5]$ de l'équation $(3x+5)^3 = 5\,000$ au dixième.

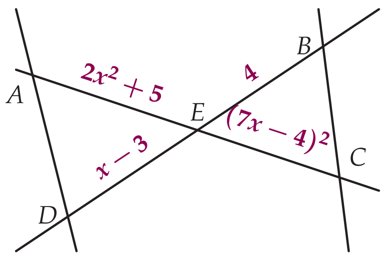
40 Dresser un tableau de valeurs afin de donner une approximation au centième des solutions de $\left(\dfrac{x}{1000} + 5\right)^2 < 25 + \dfrac{1}{x+6}$.

41 Vers la valeur exacte...

On considère l'équation $-2x^3 + 5x^2 - 1 = 0$.

1) Donner une approximation de ses solutions au millième.
2) Quelle semble être leur valeur exacte ?

42 Donner une approximation des valeurs de x pour lesquelles les droites (AD) et (BC) sont parallèles.



43 Exacte ou approchée ?

On appelle respectivement $\mathcal{C}_f$ et de $\mathcal{C}_g$ les représentations graphiques des fonctions f et g définies sur $\mathbb{R}$ par $f(x) = -2x^2 + 4x + 16$ et $g(x) = -x + 7$.

1) Quelle équation résoudre pour déterminer les abscisses des points d'intersection de $\mathcal{C}_f$ et de $\mathcal{C}_g$?
2) Estimer les solutions de l'équation du 1.
3) Renée s'aide de **Xcas** pour trouver les valeurs exactes des solutions de l'équation. Elle écrit :

$factoriser(-2x^2 + 4x + 16)$
$-2*(x+2)^*(x-4)$

Le calcul proposé par Renée est-il vraiment utile ? Si non, modifier l'instruction pour répondre au problème posé.

S'entraîner

Problèmes

Pour les problèmes **44** et **49**, choisir parmi les trois méthodes étudiées dans ce chapitre, celle qui s'adapte le mieux.

44 ► MÉTHODE 1 p. 99

Les légionnaires romains, sur le champ de bataille, se disposaient en carré pour une plus grande efficacité. La compagnie de Brutus était telle que si elle avait comporté 36 hommes de plus, le carré ainsi formé aurait eu 2 rangées de plus. Combien d'hommes comporte cette compagnie ?

45 Donner l'ensemble de définition de ces fonctions.

1) $f(x) = \dfrac{8x-1}{4x+9}$ **2)** $g(x) = \sqrt{-2x+3}$

46 Catherine fabrique des cartes d'anniversaire avec la technique du scrapbooking.

Les perforatrices et les tampons-encreurs pour les papillons et le motif joyeux anniversaire ont coûté 46,70 €. Pour chaque carte, Catherine dépense 1,54 € pour le papier cartonné, les rubans... En supposant qu'elle les vende 4 € pièce, à partir de combien de cartes vendues Catherine dégagera-t-elle un bénéfice ?

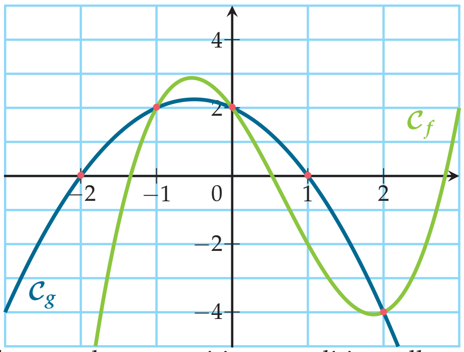
47 **Taximètre**

Ci-dessous sont donnés les tarifs, en euros, des taxis de trois capitales européennes. On supposera que la course se fera sans embouteillage. Comparer les trois tarifs.

	Prise en charge	Prix au km
Paris	3,65	1,00
Madrid	2,30	1,05
Londres	2,80	1,85

48 **Logique**

Voici les courbes représentatives des fonctions f et g définies sur $[-3; 3]$.



Pour chacune des propositions conditionnelles ci-dessous, dire si elle est vraie puis énoncer sa réciproque et dire si cette dernière est vraie.

1) Si $x \in]0; 2[$ alors $f(x) < g(x)$.

2) Si $x = -2$ alors $g(x) = 0$.

3) Si $x \in [1; 2]$ alors $f(x) \times g(x) < 0$.

49 **Tout est-il possible ?** ALGO

Voici un algorithme.

1. *Algorithme :* Programme de calcul
2. *Liste des variables utilisées*
3. `a,b,c,d` : *réels*
4. *Entrées*
5. Demander `a`
6. *Traitements*
7. Donner à `b` la valeur de `3*a+5`
8. Donner à `c` la valeur de `2*a-7`
9. Donner à `d` la valeur de `b*c`
10. *Affichage*
11. Afficher d
12. *Fin de l'algorithme*

1) Quelle est la valeur fournie en sortie par l'algorithme si la valeur entrée pour a est :

a) 5 ? **b)** -2 ? **c)** 3, 5 ? **d)** $\dfrac{2}{3}$?

2) Quelle est l'expression calculée ?

3) Modifier la ligne 9 pour que l'algorithme calcule b/c.

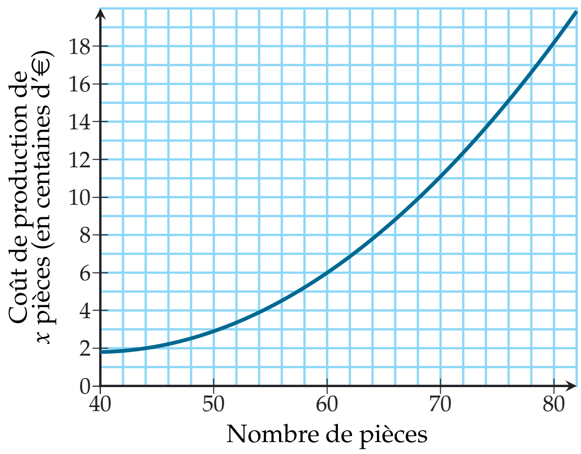
- Ce nouvel algorithme fonctionne-t-il avec toute valeur de a en entrée ?
- Si besoin, le modifier pour qu'il ne calcule rien pour les valeurs "interdites" mais renvoie un message d'erreur.

50 Étude du bénéfice

Une entreprise fabrique des pièces détachées pour automobile.

On note x le nombre de pièces fabriquées au cours d'une journée. Le coût de production, en euros, de x pièces est noté $C(x)$. Ci-dessous est représentée la courbe de la fonction C sur l'intervalle $[40; 80]$.

À l'aide du graphique, répondre aux questions suivantes.



1) Quel est le coût de production de 50 pièces ?
2) Pour un coût de production de 1 400 €, combien l'entreprise va-t-elle fabriquer de pièces ?

On suppose que, sur l'intervalle $[40; 80]$, la fonction C est définie par $C(x) = x^2 - 79x + 1740$.

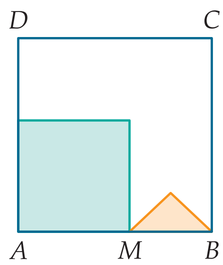
3) Chaque pièce est vendue 20 €. Déterminer la recette $R(x)$ de l'entreprise pour x pièces fabriquées.
4) Représenter graphiquement la fonction R et la fonction C dans un même repère.
5) Le bénéfice réalisé par l'entreprise, en fonction du nombre x de pièces vendues, est la différence entre la recette et le coût de production.
   Quels nombres de pièces l'entreprise doit-elle fabriquer pour réaliser un bénéfice positif ?
6) Combien l'entreprise doit-elle fabriquer de pièces pour avoir un bénéfice maximal ?

51 Carré parfait

Un nombre est un carré parfait s'il est le carré d'un nombre entier.

1) Quels sont les 10 premiers carrés parfaits ?
2) Déterminer cinq entiers naturels n tel que $n^2 + 84n$ soit un carré parfait.

52 Un petit problème



Le carré $ABCD$, ci-contre a un côté de longueur 8 cm. M est un point pris au hasard sur le segment $[AB]$. On construit, à l'intérieur du carré $ABCD$, le carré de côté $[AM]$ et le triangle rectangle isocèle d'hypoténuse $[MB]$.

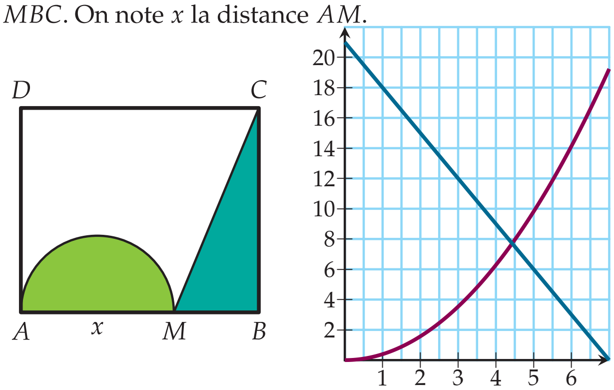
On s'intéresse aux aires du petit carré, du triangle et du motif constitué par le carré et le triangle.

On pose $x = AM$.

1) Donner l'aire $\mathcal{A}_c$ du carré en fonction de x.
2) Montrer que l'aire $\mathcal{A}_t$ du triangle en fonction de x est $\left(4 - \dfrac{x}{2}\right)^2$.
3) Donner l'aire $\mathcal{A}_m$ du motif en fonction de x.
4) Est-il possible de faire en sorte que
   a) l'aire du motif soit de 40 cm^2 ?
   b) L'aire du triangle soit égale à l'aire du carré ?
   c) L'aire du motif soit la plus petite possible ?
5) Donner les solutions exactes (ou à défaut une approximation) de chacun de ces trois problèmes.

53 Dimensions perdues

Soit $ABCD$ un rectangle. On place un point M libre sur le segment $[AB]$. Comme sur la figure ci-dessous, on trace un demi-cercle de diamètre $[AM]$ et le triangle MBC. On note x la distance AM.



Le graphique représente les aires $f(x)$ et $g(x)$ du demi-disque et du triangle.

1) Identifier les courbes de f et de g. Justifier.
2) Retrouver les dimensions du rectangle $ABCD$.
3) Estimer graphiquement la valeur de x pour que le demi-disque et le triangle aient la même aire. Puis, en donner une valeur approchée au centième.

Approfondir

54 Méthode de résolution

INFO ALGO

On veut résoudre l'équation $1,25x^2 - 4x + 16 = 40$ (*)

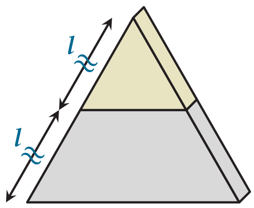
1) Compléter l'algorithme pour qu'il indique si un nombre proposé est solution de l'équation (*).

```
Liste des variables utilisées
   x, calculg : nombre
Entrées
   Demander x
Traitements et affichage
   Donner à calculg la valeur de ...
   Si calculg=... Alors
      Afficher 'oui'
   Sinon
      Afficher 'non'
   Fin Si
Fin de l'algorithme
```

2) À l'aide d'une calculatrice ou d'un tableur, estimer les éventuelles solutions de l'équation (*).

3) Résoudre à l'aide d'un calculateur formel l'équation (*).

55 Le bon prix



Un orfèvre fabrique des boucles d'oreilles en forme de triangle équilatéral d'épaisseur 2 mm. La partie du haut est un triangle équilatéral en or de côté l. La partie du bas est en argent.

- masse volumique de l'or : 19,3 g/cm^3 ;
- masse volumique de l'argent : 10,5 g/cm^3 ;
- prix de l'or : 40 000 € le kilo ;
- prix de l'argent : 700 € le kilo.

1) Exprimer le volume de chaque métal nécessaire à la fabrication de la boucle d'oreille en fonction de l.

2) Estimer la masse de chaque métal nécessaire à la fabrication de la boucle d'oreilles en fonction de l.

3) Estimer le prix de chaque métal nécessaire à la fabrication de la boucle d'oreilles en fonction de l.

4) Quelles valeurs de l choisir pour que le prix des matériaux nécessaires à la fabrication de la paire de boucles d'oreilles ne dépasse pas 30 € ?

56 Logique : négation

Énoncer la négation des propositions ci-dessous.

1) Tous les élèves de la classe vont au Club de Maths.

2) Le nombre a est inférieur ou égal à 2.

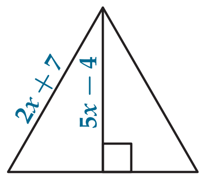
3) Pour tous les nombres x de $[0;3]$, $f(x) < 0$.

4) Il existe une valeur x_0 telle que $f(x_0) \geqslant 0$.

5) n est un nombre pair et supérieur à 100.

57

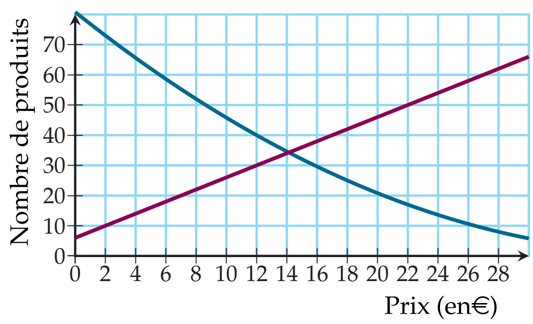
Trouver les valeurs de x pour lesquelles le triangle ci-dessous est équilatéral.



58 Prix d'équilibre

Un étude de marché s'intéresse à l'évolution de l'offre et de la demande d'un produit en fonction de son prix unitaire, exprimé en euros.

Pour un prix unitaire de x €, compris entre 2 et 30, le nombre de produits demandés est modélisé par : $f(x) = 0,05x^2 - 4x + 80,8$. Le nombre de produits offerts est modélisé par la fonction : $g(x) = 2x + 6$.



Sur le graphique ci-dessous sont représentées les courbes des fonctions f et g.

1) Attribuer les courbes aux fonctions f et g.

2) Déterminer le nombre de produits offerts et le nombre de produits demandés lorsque le prix du produit est de 18 €.

On appelle prix d'équilibre d'un produit, le prix pour lequel l'offre et la demande sont égales.

3) Estimer, au centime près, le prix d'équilibre.

4) Quel est alors le nombre de produits demandés (et donc aussi offerts) ?

Je teste mes connaissances

À la fin de ce chapitre, je dois être capable de :

Résoudre algébriquement
- une équation du premier degré à une inconnue
- une inéquation du premier degré à une inconnue
- une équation-produit

À partir de la représentation graphique d'une fonction,
- estimer des valeurs approchées d'une équation
- estimer des valeurs approchées d'une inéquation

À partir d'un tableau de valeur d'une fonction,
- déterminer des valeurs approchées d'une équation
- déterminer des valeurs approchées d'une inéquation

Noter les solutions d'une inéquation sous la forme
- d'un intervalle
- de la réunion de plusieurs intervalles

QCM d'auto-évaluation

Des ressources numériques pour préparer le chapitre sur manuel.sesamath.net

Pour chaque question, plusieurs réponses sont proposées. Déterminer celles qui sont correctes.

59 Lorsque l'on tape « Résoudre[2x-3=-3x+7] » dans la barre de saisie d'un logiciel de calcul formel, que nous renvoie le logiciel ?

ⓐ -4 ⓑ 4 ⓒ 2 ⓓ -2

60 Lorsque l'on tape « Résoudre[(2x-7)*(-3x+6)=0] » dans la barre de saisie d'un logiciel de calcul formel, que nous renvoie le logiciel ?

ⓐ 0 ⓑ pas de solutions ⓒ -6 et 7 ⓓ $\dfrac{7}{2}$ et 2

Pour les trois questions suivantes, on modélise la Terre par une sphère de rayon 6 400 km.

61 Si on entourait la Terre par un câble au niveau de l'équateur, quelle serait la longueur de ce câble ?

ⓐ $\approx$40 212,385 97 km ⓑ $1,28 \times 10^4 \times \pi$ km ⓒ $12\,800\pi$ km

62 On décide maintenant de placer un deuxième câble qui entourerait la Terre, mais à 1 m au dessus du sol. On note a l'augmentation de la longueur du câble en km. Quelle équation vérifierait a ?

ⓐ $2\pi \times a = 6400 + 1$
ⓑ $2\pi \times (6400 + 0,001) = a$
ⓒ $2\pi \times (6400 + 1) = 12800\pi + a$
ⓓ $2\pi \times (6400 + 0,001) = 12800\pi + a$

63 La solution de l'équation précédente est d'environ

ⓐ 6,28 m ⓑ 6 400 km ⓒ pas de solution ⓓ 1 m

64 On considère l'équation $\sqrt{3}(x^2 - x) - 3(x + 1) = 0$. Une solution est :

ⓐ un entier ⓑ un nombre négatif ⓒ environ 1,75

On a mesuré, en continu pendant quatre heures, la concentration $\mathcal{C}$ d'un médicament dans le sang d'un patient. La fonction $\mathcal{C}$ est représentée ci-dessous.

65 Quelle est la concentration du médicament dans le sang au bout de 2 h ?

ⓐ environ 0,5 ⓑ environ 1 ⓒ environ 1,5 ⓓ environ 0,9

66 Laquelle (lesquelles) de(s) (in)équations ci-dessous a pour solution l'intervalle de temps où la concentration du médicament est au plus égale à 1 ?

ⓐ $\mathcal{C}(h) > 1$ ⓑ $\mathcal{C}(h) = 1$ ⓒ $\mathcal{C}(h) < 1$ ⓓ $\mathcal{C}(h) \leqslant 1$

67 Au bout de combien de temps la concentration dans le sang est-elle de 0,5 mg/L ?

ⓐ ≈40 min ⓑ ≈2 h 20 min ⓒ ≈0,667 h

68 Ce médicament est jugé efficace quand la concentration dans le sang dépasse 0,75 mg/L.
Quelle est donc sa période d'efficacité ? (On arrondira grossièrement.)

ⓐ jusqu'à 2 h ⓑ jusqu'à 4 h ⓒ dès 45 min ⓓ entre 0,75 et 2 h

69 Au bout de combien de temps le médicament est-il le plus concentré ?

ⓐ ≈1 h ⓑ ≈1 h 30 min ⓒ ≈1 h 50 min ⓓ ≈6 h

70 Quelle est alors la concentration du médicament dans le sang en mg/L ?

ⓐ ≈1 ⓑ ≈1,2 ⓒ ≈1,25 ⓓ ≈5,8

71 Déterminer la (ou les) solution(s) de l'inéquation $5x + 3 < 3x + 8$.

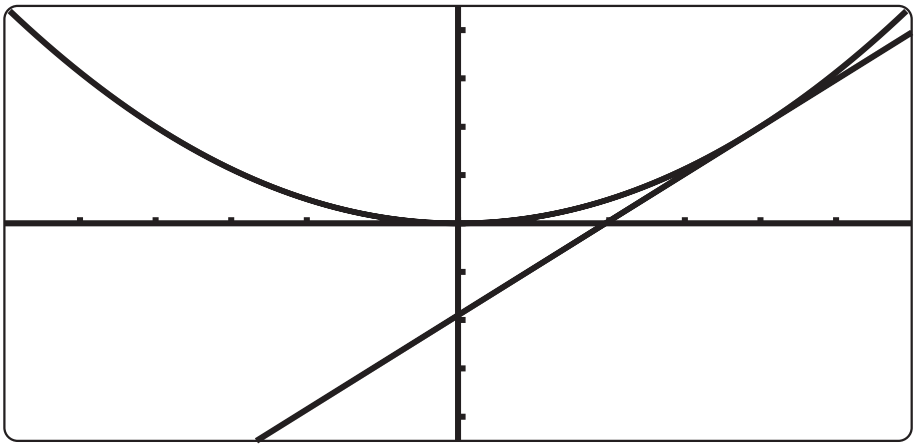
ⓐ $S = \left\{\frac{5}{2}\right\}$ ⓑ $S = \left]-\infty; \frac{5}{2}\right]$ ⓒ $S = \left]-\infty; \frac{5}{2}\right[$ ⓓ $S = \left]\frac{5}{2}; +\infty\right[$

72 Déterminer les solutions de l'inéquation $4x - 5 < 3x + 8$.

ⓐ $S =]-\infty; 13[$ ⓑ $S =]-\infty; 13]$ ⓒ $S =]13; +\infty[$ ⓓ $S = [13; +\infty[$

TP 1 Pixellisation

M. Dirichlet, professeur au Lycée Lejeune, demande à ces élèves de 2eZ de résoudre l'équation suivante : $x^2 = 3,9x - 3,8$.
Enzo, qui dégaine sa calculatrice plus vite que son ombre, fait représenter graphiquement les fonctions f et g définie sur $\mathbb{R}$ par $f(x) = x^2$ et $g(x) = 3,9x - 3,8$.
Une capture d'écran de la calculatrice est donnée ci-dessous.
Enzo en conclut que les solutions de cette équation sont les nombres de l'intervalle $]3,5;4,5[$.
Enzo-t-il raison ? Justifier.



TP 2 Le tennis du futur

Le joueur de tennis Yannick Nada travaille son service contre un mur de briques intelligentes issues de la nano-technologie.
Les briques s'allument en vert quand la vitesse de la balle est suffisante, c'est à dire si l'énergie cinétique de la balle, de vitesse v, est supérieure à $4,6v + 342$. Sinon, les briques deviennent rouges.
L'énergie cinétique, en fonction de la vitesse v et de la masse m, est donnée par la formule $E_c = \frac{1}{2}mv^2$.
La masse d'une balle de tennis est de 0,058 kg.

1) Yannick effectue un premier service à 35 m.s^{-1}. Quelle est la couleur du mur ?
2) Après s'être bien échauffé, il effectue un second service à 45 m.s^{-1}.
Quelle est la couleur du mur ?
3) Quelle inéquation résoudre pour trouver les vitesses pour lesquelles le mur devient vert ?
4) À l'aide du traceur de courbe de votre calculatrice, résoudre cette inéquation.
5) Parmi toutes les vitesses possibles trouvées à la question précédente, laquelle est minimale ? Exprimer le résultat en m.s^{-1} puis en km.h^{-1}.

Travaux pratiques

TP 3 Solutions approchées, une nouvelle méthode

INFO ALGO

1 Jouons...

Ouvrir la séance Labomep préparée qui contient deux exercices.

1) Dans le premier exercice, il s'agit de trouver un nombre choisi par l'ordinateur entre 1 et 1 000. Jouer plusieurs fois de manière à affiner une stratégie pour trouver le nombre le plus rapidement possible.

2) Au bout du temps imparti par le professeur, se regrouper par 2 ou 3 élèves pour confronter vos stratégies.

a) Tester vos stratégies sur l'exercice 2 qui propose de résoudre des équations dans un intervalle donné avec une précision donnée. Garder une trace des essais : noter, à chaque fois, l'intervalle et la précision attendue ainsi que le nombre de coups utilisés.

b) Comparer le nombre de coups utilisés avec le nombre de valeurs nécessaires pour dresser une table de valeurs complète sur l'intervalle donnée avec la précision donnée.

c) Préparer une description pour exposer votre méthode à la classe.

2 Dichotomie

L'algorithme de la dichotomie est utilisé lors de la recherche de solutions d'équation de type $f(x) = k$.

Son principe est le suivant : au lieu d'établir un tableau de valeurs avec un pas fixe sur un intervalle $[a; b]$ qui contient la solution, il s'agit de partager l'intervalle en deux intervalles de moindre amplitude : $[a; c]$ et $[c; b]$, de repérer celui des deux qui contient la solution et d'éliminer l'autre.

L'algorithme est donné ci-contre. Le compléter à chaque question, en fonction de votre expérience acquise dans la partie 1.

1) Comment se calcule le nombre c qui sépare l'intervalle $[a, b]$ en deux intervalles de même amplitude ?
Compléter la ligne 10.

2) Comment choisit-on entre $[a; c]$ et $[c; b]$?
Compléter les lignes 12, 13 et 15.

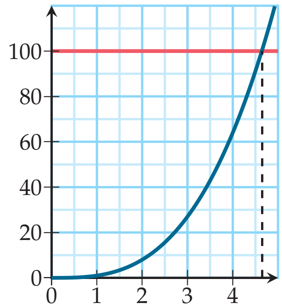
3) Quand arrête-t-on le processus itératif ?
Compléter la ligne 9.

4) Quelle est alors la solution ?
Compléter la ligne 18.

```
1.  Algorithme : Dichotomie
2.  Liste des variables utilisées
3.    a, b, k, pas : réels
4.    f : fonction
5.    s, c : réels
6.  Entrées
7.    Demander a, b, f, k, pas
8.  Traitements
9.    Tant que (...) faire
10.     Calculer ...
11.     Stocker la réponse dans c
12.     Si ... Alors
13.       Donner à ... la valeur de c
14.     Sinon
15.       Donner à ... la valeur de c
16.     Fin Si
17.   Fin Tant que
18.   Calculer ...
19.   Stocker la réponse dans s
20. Affichage
21.   Afficher s
22. Fin de l'algorithme
```

TP 4 À quelle vitesse ?

L'objectif de ce TP est de comparer les deux méthodes de recherche de solutions approchées :
la méthode de balayage et la méthode de dichotomie.
Dans les parties 1 et 2, on cherche une valeur approchée de la solution à l'équation $x^3 = 100$ **(E)**. On admettra que l'unique solution α de l'équation **(E)** se trouve dans l'intervalle $[4;5]$.



1 Méthode par balayage

1) Du tableau de valeurs ci-dessous, quel encadrement déduit-on pour α ?
Quelle est la précision obtenue ?

x	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5
x^3	64	68,92	74,09	79,51	85,18	91,13	97,34	103,82	110,59	117,64	125

2) Réaliser un tableau de valeurs de x^3 sur l'intervalle trouvé au **1** avec un pas de $0,01$.
Quel encadrement de α trouve-t-on ? Quelle est la précision obtenue ?

3) Poursuivre la méthode pour donner un encadrement à 10^{-3} près de α.
Au total, combien de calculs d'images ont-ils été nécessaires ?

2 Méthode par dichotomie

1) On considère l'algorithme de dichotomie ci-contre. Choisir $p = 3$. Faire fonctionner l'algorithme pas à pas et compléter le tableau d'états des variables ci-dessous.

Etape n°	0	1	2	3
a	4	4,5	...	...
b	5	5	...	...
$b-a$	1	0,5	...	...
$\frac{a+b}{2}$	4,5	4,75	...	...
$\left(\frac{a+b}{2}\right)^3$	91,125	...	...	...

```
Liste des variables utilisées
  a, b, p : réels
Entrées
  Demander p
  Donner à a la valeur de 4
  Donner à b la valeur de 5
Traitements
  Tant que (b − a < 10^(−p)) faire
    Si ((a + b)/2)^3 > 100 Alors
      Donner à b la valeur de (a + b)/2
    Sinon
      Donner à a la valeur de (a + b)/2
    Fin Si
  Fin Tant que
Affichage
  Afficher (a,'< α <',b)
```

2) En combien d'étapes a-t-on obtenu un encadrement à 10^{-3} près de α ?

3) Programmer cet algorithme et l'utiliser pour obtenir une valeur approchée de l'équation **(E)** à 10^{-6} près.

3 Résolution de l'équation $x^3 + 2x = 30$

1) Localiser graphiquement sa solution en donnant un intervalle d'amplitude 1 la contenant.

2) Utiliser la méthode par balayage pour en donner une valeur approchée à 10^{-3} près.

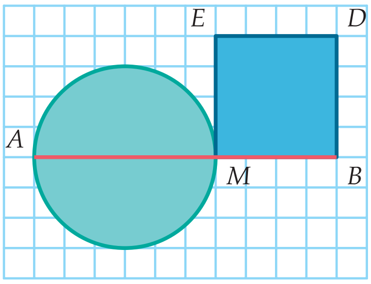
3) En utilisant la méthode par dichotomie, donner une solution approchée à 10^{-6} près de la solution en modifiant le programme précédent.

4) Comparer les deux méthodes.

TP 5 La quadrature du cercle

INFO

L'objet de ce TP est de comparer l'aire d'un disque et celle d'un carré.
On considère la figure ci-contre où $AB = 4\,\text{cm}$.
M est un point libre sur le segment $[AB]$.
Le diamètre du disque est $[AM]$ et $MBDE$ est un carré.
On notera x la longueur AM.



1 Faire des simulations

1) Reproduire la figure sur un logiciel de géométrie dynamique et la présenter au professeur.
2) En déplaçant le point M, expliquer comment varient l'aire du disque et l'aire du carré suivant la position de M.
3) Existe-t-il une valeur de x_0 de x pour laquelle ces deux aires sont égales ? Si oui, en donner une valeur approchée.

2 Obtenir une valeur approchée

1) Déterminer, en fonction de x, l'aire $d(x)$ du disque et l'aire $c(x)$ du carré.
Préciser leur ensemble de définition.
2) Tracer les représentations graphiques de ces deux fonctions.
3) Retrouver une valeur approchée de x_0 et en déterminer un encadrement à 0,001 près.

3 La valeur exacte

1) À l'aide d'un logiciel de calcul formel, résoudre l'équation $d(x) = c(x)$.
2) Déterminer la valeur exacte de x_0.
Vérifier que sa valeur soit cohérente avec l'encadrement trouvé au 2 3.

Récréation, énigmes

Al Khwarizmi

Ce mathématicien perse est né en 789 dans la région du Khwarezm (située dans l'actuel Ouzbekistan) et mort en 850 à Bagdad. Dans un traité, « *Kitâb al-jabr wa al-muqâbala* », il donne des méthodes de résolution d'équations du premier et du deuxième degré. Al-jabr donnera le mot **algèbre**, et le nom de ce mathématicien sera à l'origine du mot algorithme.

Quadrature du cercle

La quadrature du cercle (la construction d'un carré de même aire qu'un disque donné), la duplication du cube et la trisection de l'angle uniquement à l'aide d'une règle (non graduée) et d'un compas, sont trois grands problèmes antiques (environ V^e^šiècle avant J.C.).
Il a été prouvé que ces problèmes sont impossibles à résoudre grâce aux travaux successifs de Descartes, Wantzel et enfin Lindemann en 1882.
La quadrature du cercle, objet du TP 5, a même donné une expression, certes peu utilisée par le grand public, pour indiquer qu'un problème est insoluble.

SOLUTIONS

Chapitre F2

Résoudre une (in)équation... ou pas !

Auto-évaluation

1 1) oui 2) non 3) oui 4) oui

2 1) oui 2) oui 3) non

3 1) 2 2) 3 et -3 3) -3 et $5/2$ 4) $15/2$

4 1) $x \leqslant -\dfrac{4}{5}$ 2) $x < 16$ 3) $x < -18$

S'entraîner

1 1) $5/2$ 2) 2 3) 3 et -2 4) 3 et 4 5) $-3/2$ et 1 6) 3 et -3 7) 4 et -4 8) imp 9) 2 et -2

2 $-0,25$ et $0,66$

3 1) $\sqrt{5}$ et $-\sqrt{5}$ 2) $\dfrac{2}{3}$

4 3 et -3

5 $4/3$

6 $1/4$

7 2 et -2

8 $(2;0)$ et $(0;4)$

21 1) -4 et 7 2) $-3/2$ et $5/4$ 3) 0 et $5/4$ 4) $1/5$ et -3

29 1) $2,6$ 2) $-3,1$ 3) $3,4$ 4) $-2,1$

39 1)

x	$f(x)$
0	125
0,25	190,109375
0,5	274,625
0,75	381,078125
1	512
1,25	669,921875
1,5	857,375
1,75	1076,890625
2	1331
2,25	1622,234375
2,5	1953,125
2,75	2326,203125
3	2744
3,25	3209,046875
3,5	3723,875
3,75	4291,015625
4	4913
4,25	5592,359375
4,5	6331,625
4,75	7133,328125
5	8000

2) $4,1$

44 64

Auto-évaluation QCM

59 c
60 d
61 a b c
62 d
63 a
64 b
65 d
66 d
67 a b c
68 d
69 a
70 b
71 c
72 a