

JE ME TROMPE
DONC J'APPRENDS !

Maths



Christine Amory
Françoise Bastin
Jacqueline Crasborn
Christophe Dozot

DUNOD

© Dunod, 2020

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff
www.dunod.com

ISBN 978-2-10-081851-8

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Table des matières

Problèmes élémentaires

Fiche 1	Longueur et aire	1
Fiche 2	Longueur et volume	3
Fiche 3	Longueur, aire et volume	5
Fiche 4	Fractions	7
Fiche 5	Multiplication et division par des nombres décimaux, pourcentage	9
Fiche 6	Facture d'électricité	11
Fiche 7	Un sac de billes	13

Algèbre, logique et géométrie de base

Fiche 8	Manipulation de réels	15
Fiche 9	Racine carrée	17
Fiche 10	Valeur absolue	19
Fiche 11	Inégalités et condition nécessaire, condition suffisante	21
Fiche 12	Inégalités et signes d'implication	23
Fiche 13	Inéquation avec module	25
Fiche 14	Union et intersection d'ensembles	27
Fiche 15	Manipulation de notations ensemblistes	29
Fiche 16	Un peu de logique	31
Fiche 17	Coniques avec paramètres	33
Fiche 18	Foyers d'une conique	35
Fiche 19	Équations cartésiennes et coniques	37
Fiche 20	Zéros d'un polynôme	39
Fiche 21	Fractions rationnelles	41

Nombres complexes

Fiche 22	Partie imaginaire	43
Fiche 23	Un nombre complexe et son conjugué	45
Fiche 24	Solution d'une équation dans $\mathbb{C}$	47

Table des matières

Fiche 25	Passage aux coordonnées polaires	49
Fiche 26	Puissances d'un nombre complexe	51
Fiche 27	Nombres complexes et carré	53
Fiche 28	Inverse d'un nombre complexe non nul	55

Vecteurs

Fiche 29	Propriétés des vecteurs	57
Fiche 30	Vecteur défini par deux points	59
Fiche 31	Composantes d'un vecteur	61
Fiche 32	Équations d'une droite dans le plan	63
Fiche 33	Relations entre vecteurs	65
Fiche 34	Transformations de composantes de vecteurs	67

Généralités sur les fonctions

Fiche 35	Domaine de définition, racines carrées et quotients	69
Fiche 36	Domaine de définition et racine carrée d'une fraction rationnelle	71
Fiche 37	Domaine de définition, logarithme et racine carrée	73
Fiche 38	Domaine de définition d'une fonction de fonction	75
Fiche 39	Image d'une fonction	77
Fiche 40	Fonctions paires et fonctions impaires	79
Fiche 41	Fonctions périodiques	81
Fiche 42	Produit de fonctions et monotonie	83
Fiche 43	Monotonie	85
Fiche 44	Monotonie et concavité d'une fonction de fonction	87
Fiche 45	Concavité, monotonie, graphique	89

Trigonométrie

Fiche 46	Cosinus d'un réel	91
Fiche 47	Sinus d'un entier	93
Fiche 48	Cosinus d'un réel particulier	95
Fiche 49	Sinus d'un cosinus	97
Fiche 50	Calcul d'un sinus à partir de la valeur d'une tangente	99

Fiche 51	Simplification d'une expression trigonométrique avec des produits	101
Fiche 52	Simplification d'une expression trigonométrique avec une somme	103
Fiche 53	Équation avec une seule fonction trigonométrique	105
Fiche 54	Équation avec deux fonctions trigonométriques	107
Fiche 55	Inéquation trigonométrique	109
Fiche 56	Aire d'un triangle	111
Fiche 57	Fonction trigonométrique et son inverse	113
Fiche 58	Fonction trigonométrique et inverse d'une autre	115

Limites

Fiche 59	Limite en un réel d'un quotient avec une valeur absolue	117
Fiche 60	Limite en un réel d'une fraction irrationnelle	119
Fiche 61	Limite en un réel d'une fonction irrationnelle	121
Fiche 62	Limite en un réel d'un quotient de fonctions trigonométriques	123
Fiche 63	Limite en l'infini d'une fonction irrationnelle	125
Fiche 64	Limite en l'infini d'une fonction trigonométrique	127
Fiche 65	Limite en l'infini d'un quotient d'exponentielles	129
Fiche 66	Limite d'une fonction comparée à une autre fonction	131
Fiche 67	Recherche d'une asymptote au graphique d'une fonction	133
Fiche 68	Limite en un réel d'un produit de deux fonctions	135
Fiche 69	Limite, condition nécessaire et condition suffisante	137

Dérivées

Fiche 70	Dérivation de base (polynôme)	139
Fiche 71	Dérivée et logarithme	141
Fiche 72	Dérivée et fonctions trigonométriques	143
Fiche 73	Dérivée d'une fonction particulière	145
Fiche 74	Dérivée et valeur absolue	147
Fiche 75	Dérivée et formules trigonométriques	149
Fiche 76	Dérivation et continuité	151
Fiche 77	Dérivée première et dérivée seconde	153
Fiche 78	Comparaison de fonctions	155

Table des matières

Fiche 79	Dérivée et constante	157
Fiche 80	Dérivation et graphique	159
Fiche 81	Application de la dérivation	161

Primitives

Fiche 82	Calcul d'une primitive	163
Fiche 83	Fonction trigonométrique dont on donne une primitive	165
Fiche 84	Fonction dont on donne une primitive avec logarithme	167
Fiche 85	Primitivation et opérations sur les fonctions	169
Fiche 86	Primitive vérifiant une condition	171
Fiche 87	Primitivation d'une fonction non donnée explicitement	173
Fiche 88	Primitivation d'une fraction rationnelle	175
Fiche 89	Primitive d'une fonction avec valeur absolue	177
Fiche 90	Graphique d'une primitive et propriétés de la fonction	179
Fiche 91	Graphique d'une fonction et propriétés d'une primitive	181
Fiche 92	Parité d'une fonction et parité d'une primitive	183

Calcul intégral

Fiche 93	Intégrale	185
Fiche 94	Intégrale d'une fonction trigonométrique	187
Fiche 95	Intégrale d'une somme ou d'un produit	189
Fiche 96	Intégrale d'une somme	191
Fiche 97	Signe d'une intégrale	193
Fiche 98	Calcul d'aire	195
Fiche 99	Intégrabilité	197
Fiche 100	Intégrabilité, limites et dérivation	199
Fiche 101	Intégrale et fonction	201

Équations différentielles

Fiche 102	Équation différentielle	203
Fiche 103	Vérification d'une solution d'une équation différentielle	205
Fiche 104	Combinaisons linéaires et équation différentielle	207

Fiches supplémentaires

Fiche 105	Vecteurs	209
Fiche 106	Centre de gravité d'un triangle	211
Fiche 107	Produit scalaire	213
Fiche 108	Fonction inverse	215
Fiche 109	Définition d'un polynôme	217
Fiche 110	Théorème de l'Hospital	219
Fiche 111	Accroissements finis	221
Fiche 112	Développement de Taylor	223
Fiche 113	Approximation polynomiale	225
Fiche 114	Définition d'une primitive	227
Index		229

Avant-propos

Cet ouvrage est conçu pour apporter une aide à la compréhension de notions mathématiques de base. Il présente tout d'abord des petits problèmes élémentaires faisant notamment appel au système métrique. Ensuite, la matière traitée concerne des manipulations des nombres réels, la logique classique élémentaire, les polynômes, les nombres complexes, les vecteurs, les fonctions et notions associées, la trigonométrie. Enfin, les derniers thèmes abordés sont les limites des valeurs de fonctions, les dérivées, les primitives et les intégrales.

L'ouvrage est constitué de fiches de deux pages et l'outil pédagogique qui y est développé entre dans le cadre de l'apprentissage par l'erreur. Il s'inscrit dans la thématique « Je me trompe, je comprends pourquoi, donc j'apprends ». Chaque fiche débute ainsi par un énoncé de question sous forme de QCM (sauf pour une dizaine de fiches en fin d'ouvrage), lequel est immédiatement suivi d'une ou plusieurs réponses erronées rencontrées fréquemment. Viennent alors un guide pour acquérir des réflexes permettant de répondre correctement avec une efficacité maximale, la réponse correcte, une analyse des raisons éventuelles amenant à choisir une réponse incorrecte, à tomber dans un piège. Enfin, la fiche s'achève par des rappels théoriques utiles aux notions qui interviennent dans la réponse à la question posée ou présente des connaissances qui offrent au lecteur la possibilité d'aller plus loin.

Commettre une erreur et y être confronté, comprendre son analyse, le mécanisme qui y conduit, peut se révéler un bon outil pour progresser, acquérir de bons réflexes et un apprentissage solide.

Le succès ne consiste pas à ne jamais faire d'erreur mais à ne jamais faire la même erreur deux fois.

George Bernard Shaw

Apprendre sans réfléchir est vain. Réfléchir sans apprendre est dangereux.

Confucius

If people do not believe that mathematics is simple, it is only because they do not realize how complicated life is.

John von Neumann

Note : cet ouvrage s'est très abondamment inspiré du manuscrit *MATHS, 1350 cm³ d'exercices corrigés pour la licence 1*, Dunod 2019, des mêmes auteurs. Et l'ouvrage *ANALYSE, Premières notions fondamentales*, UCL Presses universitaires de Louvain, 2007, Abdou Kouider Ben-Naoum, a influencé la conception de deux ou trois fiches.

Je me trompe donc j'apprends !

ALGÈBRE, LOGIQUE ET GÉOMÉTRIE DE BASE

13 Inéquation avec module

Énoncé

On considère l'inéquation $x|1-x| \leq 2$ en l'inconnue réelle x . Parmi les affirmations suivantes, laquelle est incorrecte ?

- (a) Tous les réels négatifs sont solutions de l'inéquation.
- (b) L'inéquation possède au moins une solution réelle strictement positive.
- (c) L'inéquation possède au moins une solution réelle strictement positive et une solution réelle strictement négative.
- (d) L'inéquation possède des solutions strictement plus grandes que 1.
- (e) Aucune des propositions précédentes n'est correcte.

Réponse erronée fréquente

(a)

Réflexes pour répondre correctement

Pour répondre, on peut bien sûr tout d'abord résoudre l'inéquation. Lorsque le réel $1-x$ est positif, on a $|1-x| = 1-x$; on doit donc trouver les solutions de l'inéquation $x(1-x) \leq 2$ en tenant compte de $x \leq 1$. On a

$$x(1-x) \leq 2 \Leftrightarrow -x^2 + x - 2 \leq 0.$$

Comme le discriminant du polynôme du second degré du membre de gauche est strictement négatif et que le coefficient du carré de la variable x est négatif, l'inéquation est vérifiée quel que soit le réel x . Les solutions de l'inéquation de départ dans ce cas sont donc les réels de l'intervalle $]-\infty, 1]$.

Lorsque le réel $1-x$ est strictement négatif, on a $|1-x| = x-1$; on doit donc trouver les solutions de l'inéquation $x(x-1) \leq 2$ en tenant compte de $x > 1$. On a

$$x(x-1) \leq 2 \Leftrightarrow x^2 - x - 2 \leq 0.$$

Les zéros du polynôme du second degré du membre de gauche sont -1 et 2 . Comme le coefficient du carré de la variable x est positif, l'inéquation est vérifiée pour $x \in [-1, 2]$. Les solutions de l'inéquation de départ dans ce cas sont donc les réels de l'intervalle $]-\infty, 2]$. En conclusion, les solutions de l'inéquation sont les réels de l'intervalle $]-\infty, 2]$. Les items (a), (b), (c) et (d) sont donc corrects.

La réponse exacte au verso

Les pièges à éviter

Une rubrique

« Pour aller plus loin »

114 fiches de 2 pages, regroupées par thème

1 Chaque fiche commence par l'énoncé d'un exercice ou QCM type d'examen et pour chacun, un seul item est correct

Puis une ou plusieurs réponse(s) fausse(s) « type » est(sont) donnée(s)

2 Des réflexes et des méthodes pour répondre correctement

Réponse exacte

On considère l'inéquation $x|1-x| \leq 2$ en l'inconnue réelle x . Parmi les affirmations suivantes, laquelle est incorrecte ?

- (a) Tous les réels négatifs sont solutions de l'inéquation.
- (b) L'inéquation possède au moins une solution réelle strictement positive.
- (c) L'inéquation possède au moins une solution réelle strictement positive et une solution réelle strictement négative.
- (d) L'inéquation possède des solutions plus grandes que 1.
- (e) Aucune des propositions précédentes n'est correcte.

Ne tombez pas dans le piège

Le piège à éviter ici est essentiellement une lecture trop rapide de la question. Une certaine habitude consiste à croire que l'énoncé demande la réponse correcte... Mais ici on demande la réponse incorrecte ! Ainsi, sachant qu'un seul item doit être choisi chaque fois en guise de réponse et constatant que le premier est correct, on est tenté de choisir l'item (a) ! Mais la question posée consiste à trouver l'item incorrect !

Pour aller plus loin

Avec un peu d'imagination, on peut procéder d'une autre manière. On voit tout de suite que les items (a), (b) et (c) sont corrects.

De fait, comme le membre de gauche de l'inéquation a le signe de x et que 2 est positif, tous les réels négatifs sont solutions. L'item (a) est donc correct. De même, en prenant une valeur particulière pour x , on conclut vite que les items (b) et (c) sont corrects : le membre de gauche est nul pour $x = 1$ et négatif pour $x = -1$.

Enfin, en choisissant judicieusement des valeurs, par exemple $x = 3/2$ et $x = 2$, on a respectivement $x|1-x| = (3/2) \times (1/2) = 3/4 \leq 2$ et $x|1-x| = 2$ et on constate que l'item (d) est également correct. L'item incorrect est donc (e).

Notations, conventions

- La notation $\mathbb{N}$ désigne l'ensemble des naturels (c'est-à-dire l'ensemble des entiers positifs ou nuls) et $\mathbb{N}_0$ désigne l'ensemble des naturels strictement positifs. De même pour l'ensemble des entiers $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}_0$, l'ensemble des réels $\mathbb{R}$, $\mathbb{R}_0$, et l'ensemble des complexes $\mathbb{C}$, $\mathbb{C}_0$.
- Quand il est écrit *naturel*, *réel*, *complexe*, le substantif *nombre* est sous-entendu.
- Quand il est indiqué qu'un nombre est positif (négatif), on sous-entend positif ou nul (négatif ou nul).
- La dérivée première d'une fonction f est notée Df .
- La notation $C_\infty(I)$, où I est un intervalle ouvert de $\mathbb{R}$, désigne l'ensemble des fonctions indéfiniment continûment dérivables sur I .
- Les fonctions arc sinus, arc cosinus, arc tangente et arc cotangente sont respectivement désignées par arcsin, arcos, arctan et arcotan.
- On utilise de façon abrégée *angles associés* à la place de *angles complémentaires*, *angles supplémentaires*.
- Le produit scalaire de deux vecteurs $\vec{u}$, $\vec{v}$ est noté $\vec{u} \bullet \vec{v}$ et leur produit vectoriel $\vec{u} \wedge \vec{v}$.
- La notation $\|\vec{u}\|$ est utilisée pour représenter la norme du vecteur $\vec{u}$ et la notation AB est utilisée pour représenter la longueur du segment AB .
- Un symbole mathématique est considéré du genre masculin.
- Le terme *fonction de fonction* est utilisé à la place du terme *fonction composée* quand on travaille avec des fonctions d'une seule variable réelle.
- C'est le terme *fonction inverse* qui est utilisé à la place de *fonction réciproque*.
- La présence de guillemets dans le texte indique une erreur. Cela a pour but d'éviter de penser lors d'une relecture rapide que la locution ou l'égalité qu'ils entourent est correcte.
- Des caractères gras pour une phrase, une expression ou un mot indiquent que l'on veut attirer l'attention sur ces éléments.
- L'italique est utilisé surtout pour signaler un terme mathématique précis, pour faire ressortir une propriété ou une définition. On le rencontre cependant aussi lorsqu'on est en présence de locutions ou expressions particulières dans une phrase.

1

Longueur et aire

Énoncé

Si la circonférence d'un cercle évaluée en décimètres est égale à l'aire de la surface qu'il définit évaluée en mètres carrés, que vaut la longueur du diamètre de ce cercle, exprimée en centimètres ?

- (a) 40 cm
- (b) 4 000 cm
- (c) 40 000 cm
- (d) Il n'y a pas assez de données pour déterminer la longueur du diamètre.
- (e) Aucune des propositions précédentes n'est correcte.

Réponse erronée fréquente 😞

(a)

⚙️ **Réflexes pour répondre correctement**

À priori, sans un examen plus complet du problème posé, tous les items doivent être envisagés.

Le réflexe ici est donc de tenter de résoudre le problème, de le mettre en équation. Alors on verra rapidement si l'item (d) est correct ou non, ce qui sera un premier pas.

Ainsi, soient D et R respectivement la mesure du diamètre et du rayon du cercle exprimée en centimètres. On a alors

$$R \text{ cm} = \frac{D}{2} \text{ cm} = \frac{D}{2} 10^{-1} \text{ dm} = \frac{D}{2} 10^{-2} \text{ m}.$$

Comme la circonférence d'un cercle de rayon R vaut $2\pi R$ et que l'aire qu'il définit vaut πR^2 , la circonférence évaluée en décimètres est égale à $2\pi (D/2) 10^{-1}$, c'est-à-dire à $\pi D 10^{-1}$ décimètres et l'aire évaluée en mètres carrés est égale à $\pi ((D/2) 10^{-2})^2$, c'est-à-dire à $(\pi D^2 10^{-4})/4$ mètres carrés. L'égalité donnée dans l'énoncé, c'est-à-dire celle entre la circonférence du cercle et l'aire du disque qu'il définit, se traduit donc par

$$\pi D 10^{-1} = \frac{\pi D^2 10^{-4}}{4} \text{ ou encore } D = 4 \times 10^3 \text{ cm}.$$

Réponse exacte 😊

Si la circonférence d'un cercle évaluée en décimètres est égale à l'aire de la surface qu'il définit évaluée en mètres carrés, que vaut la longueur du diamètre de ce cercle, exprimée en centimètres?

- (a) 40 cm
- ♣ (b) 4000 cm
- (c) 40000 cm
- (d) Il n'y a pas assez de données pour déterminer la longueur du diamètre.
- (e) Aucune des propositions précédentes n'est correcte.

! Ne tombez pas dans le piège

Il est important d'être attentif aux unités et aux conversions des longueurs et des aires ! Un décimètre est égal à un dixième de mètre et un centimètre est égal à un centième de mètre. Mais pour les aires, il ne faut pas oublier l'élévation au carré ! S'il y a oubli, on obtient alors

$$\ll \pi D 10^{-1} = \frac{\pi D^2 10^{-2}}{4} \gg$$

ce qui donne

$$\ll D = 40 \text{ cm} \gg,$$

c'est-à-dire l'item (a), réponse fausse.

🔍 Pour aller plus loin

Pour passer d'une unité de longueur, de masse ou de capacité à l'unité directement inférieure (respectivement supérieure), on multiplie (respectivement divise) par 10 le nombre exprimé dans l'unité de départ.

Pour passer d'une unité d'aire à l'unité directement inférieure (respectivement supérieure), on multiplie (respectivement divise) par 100 le nombre exprimé dans l'unité de départ.

Rappelons aussi le lien entre les unités agraires et les unités d'aire. Un centiare (ca) est égal à un mètre carré, un are (a) est égal à un décamètre carré et un hectare (ha) est égal à un hectomètre carré.