

MODULO

2<sup>e</sup> édition

# **Mathématiques appliquées aux technologies du bâtiment et du territoire**

André Ross



Modulo en ligne  
[www.groupemodulo.com](http://www.groupemodulo.com)

# Table des matières

## CHAPITRE 1

<b>NOTIONS D'ALGÈBRE</b> .....	1
<b>1.1 Notions d'algèbre</b> .....	2
<b>Expressions algébriques</b> .....	2
Parenthèses .....	4
Distributivité .....	4
Élimination des parenthèses .....	5
Ajout de parenthèses .....	5
Simplification d'expressions algébriques .....	6
Opérations sur les fractions algébriques .....	6
<b>Polynômes</b> .....	7
<small>Un peu d'histoire</small> Mathématiques de l'Islam .....	8
<small>Un peu d'histoire</small> Notations algébriques .....	10
<b>Multiplication de polynômes</b> .....	11
Produits remarquables .....	11
Carré d'une somme .....	11
<b>Factorisation de trinômes</b> .....	12
<b>Division de polynômes</b> .....	13
Zéros et factorisation .....	14
<b>1.2 Exercices</b> .....	16
<b>1.3 Équations et inéquations</b> .....	19
<b>Équations du premier degré</b> .....	19
<b>Droite réelle</b> .....	20
Intervalles sur la droite réelle .....	21
<b>Équations du second degré</b> .....	22
Complétion du carré .....	23
Solution générale d'une équation quadratique .....	24
<small>Un peu d'histoire</small> Résolution d'équations .....	26
<b>Inéquations quadratiques</b> .....	27
<b>Éléments de géométrie analytique</b> .....	28
Équation d'une droite .....	29
Équation d'un cercle .....	29
<b>Équations à deux inconnues</b> .....	30
Représentations .....	31
<b>Systèmes d'équations</b> .....	32
Résolution par réduction .....	32
Résolution par comparaison .....	33
<b>1.4 Exercices</b> .....	35

## CHAPITRE 2

<b>ARITHMÉTIQUE DES GRANDEURS PHYSIQUES</b> .....	41
<b>2.1 Grandeurs et incertitude</b> .....	42
<b>Le système international (SI)</b> .....	42
<b>Mesure et incertitude</b> .....	44
Chiffres significatifs .....	45
Résultats d'une opération .....	46

# CHAPITRE 3

	<b>Opérations et propagation de l'incertitude</b> .....	48
	Incertitude sur une mesure .....	48
	Incertitude relative .....	51
	<b>Opérations et notation scientifique</b> .....	53
	Produits et quotients .....	54
	Sommes et différences .....	54
	<small>Un peu d'histoire</small> Galilée .....	55
<b>2.2</b>	<b>Exercices</b> .....	56
<b>2.3</b>	<b>Grandeurs et rapports</b> .....	58
	<b>Rapport, proportion et taux</b> .....	58
	Règle de trois .....	59
	<b>Rapports et proportions en géométrie</b> .....	59
	<b>Grandeurs et proportions en physique</b> .....	61
	Force due à l'attraction terrestre .....	62
	<b>Conversion de mesures</b> .....	63
	<small>Un peu d'histoire</small> Systèmes de mesure .....	64
<b>2.4</b>	<b>Exercices</b> .....	65
	<b>FONCTIONS ET MODÉLISATION</b> .....	69
<b>3.1</b>	<b>Fonctions algébriques</b> .....	70
	Mise en situation .....	70
	<b>Modélisation</b> .....	71
	Description et écriture symbolique .....	71
	<b>Fonctions polynomiales</b> .....	72
	<b>Fonctions rationnelles</b> .....	77
	<b>Fonctions comportant un radical</b> .....	78
	<b>Fonctions comportant une valeur absolue</b> .....	80
	<b>Fonctions définies par parties</b> .....	81
	<b>Fonction partie entière</b> .....	82
<b>3.2</b>	<b>Exercices</b> .....	83
<b>3.3</b>	<b>Fonction puissance</b> .....	87
	<b>Cas particuliers de la fonction puissance</b> .....	87
	Règle de trois .....	88
	<b>Variations mixtes</b> .....	93
	Contraintes dans une poutre .....	94
	Module de Young .....	96
	<small>Un peu d'histoire</small> Charles Augustin de Coulomb .....	97
	<small>Un peu d'histoire</small> La modélisation du xv <sup>e</sup> au xix <sup>e</sup> siècle .....	98
<b>3.4</b>	<b>Exercices</b> .....	99
	<b>FONCTIONS EXPONENTIELLES ET LOGARITHMIQUES</b> .....	105
<b>4.1</b>	<b>Modélisation exponentielle</b> .....	106
	Mise en situation .....	106
	<b>Caractéristique du modèle exponentiel</b> .....	108
	<b>Critère algébrique du modèle</b> .....	110
	<b>Calcul de la valeur initiale</b> .....	113
	<b>Calcul du taux</b> .....	114

# CHAPITRE 4

<b>4.2 Exercices</b> .....	115
<b>4.3 Logarithmes</b> .....	117
Équation exponentielle .....	117
Bases de calcul .....	118
Propriétés des logarithmes .....	119
<small>Un peu d'histoire</small> John Napier .....	122
<small>Un peu d'histoire</small> Henry Briggs .....	123
<small>Un peu d'histoire</small> Leonhard Euler .....	124
Fonction logarithmique .....	125
Paramètres d'une fonction exponentielle .....	126
Décibel .....	127
<small>Un peu d'histoire</small> Alexander Graham Bell .....	128
<b>4.4 Exercices</b> .....	129

**MODÉLISATION ET RÉGRESSION** .....

133

<b>5.1 Modélisation affine</b> .....	134
Modélisation et résolution de problèmes .....	134
Données à pas constant .....	135
Critère algébrique .....	136
Données à pas variable .....	137
Méthode graphique .....	138
Méthode des données groupées .....	138
Méthode des moindres carrés .....	139
Paramètres d'une droite de régression .....	141
Mesures de la précision du modèle .....	142
Calcul des résidus .....	142
Coefficient de corrélation .....	143
Droite de tendance .....	143
Interpolation .....	143
Extrapolation .....	144
<small>Un peu d'histoire</small> Francis Galton .....	144
<b>5.2 Exercices</b> .....	145
<b>5.3 Échelles graphiques</b> .....	148
Échelle linéaire .....	148
Échelle logarithmique .....	148
Échelle logarithmique et modélisation .....	150
Fonction puissance .....	152
Fonction logarithmique .....	153
Paramètres affines et type du modèle .....	155
<small>Un peu d'histoire</small> Carl Friedrich Gauss .....	156
<b>5.4 Exercices</b> .....	157

**FONCTIONS TRIGONOMÉTRIQUES** .....

163

<b>6.1 Angles et arcs</b> .....	164
Mesure d'un angle .....	164
Relation entre les unités de mesure .....	166
Longueur et vitesse .....	167
Vitesse angulaire .....	167

## CHAPITRE 7

<b>Rapports trigonométriques</b> .....	169
<small>Un peu d'histoire</small> Hipparque et Euclide .....	170
<small>Un peu d'histoire</small> Le nombre $\pi$ .....	171
<b>6.2 Exercices</b> .....	171
<b>6.3 Fonctions trigonométriques</b> .....	174
<b>Équations trigonométriques</b> .....	177
Intervalle principal. ....	177
<small>Un peu d'histoire</small> Pythagore de Samos .....	180
<b>Modèle sinusoïdal</b> .....	182
Amplitude .....	182
Fréquence et période .....	182
Déphasage .....	183
Mouvements oscillatoires .....	184
<b>Ondes</b> .....	186
Radiation électromagnétique .....	186
<small>Un peu d'histoire</small> Robert Hooke .....	188
<small>Un peu d'histoire</small> Max Planck .....	188
<b>6.4 Exercices</b> .....	189

## TRIGONOMETRIE DES TRIANGLES .....

<b>7.1 Résolution de triangles</b> .....	195
Triangles rectangles .....	196
Triangles quelconques .....	196
<b>7.2 Exercices</b> .....	200
<b>7.3 Applications en topométrie</b> .....	204
<b>Mesure d'une hauteur</b> .....	207
Mesure d'une hauteur dont le pied est accessible .....	207
Mesure d'une hauteur dont le pied est inaccessible .....	208
<b>Distance entre deux points</b> .....	210
Un point inaccessible .....	210
Deux points inaccessibles .....	210
<b>Jalonnement</b> .....	211
Jalonnement en présence d'un obstacle .....	211
Jalonnement en présence de deux obstacles .....	213
<small>Un peu d'histoire</small> Mesure du méridien .....	216
<b>7.4 Exercices</b> .....	217

## CHAPITRE 8

<b>AIRES ET VOLUMES</b> .....	221
<b>8.1 Calcul d'aires</b> .....	222
Surfaces polygonales .....	222
Cercle et triangle .....	225
Surfaces délimitées par une courbe .....	226
Courbe régulière .....	227
Courbe irrégulière .....	229
<small>Un peu d'histoire</small> Thomas Simpson .....	232
<b>8.2 Exercices</b> .....	233
<b>8.3 Calcul de volumes</b> .....	238

# CHAPITRE 9

# CHAPITRE 10

<b>Polyèdre et prisme</b> .....	238
Estimation d'un volume .....	240
<b>Cylindre</b> .....	241
<b>Pyramide et cône</b> .....	241
Pyramide .....	241
Cône .....	245
<small>Un peu d'histoire</small> Archimède .....	248
<b>8.4 Exercices</b> .....	250
<b>VECTEURS ET FORCES</b> .....	<b>255</b>
<b>9.1 Vecteurs géométriques</b> .....	256
Définitions et notation .....	256
Notation .....	256
<b>Opérations sur des vecteurs géométriques</b> .....	257
Parallélisme .....	261
Vecteurs et repères .....	261
Systemes de forces en équilibre .....	262
Polygone des forces .....	263
<small>Un peu d'histoire</small> Héron d'Alexandrie .....	266
<b>9.2 Exercices</b> .....	267
<b>9.3 Vecteurs algébriques</b> .....	270
Notation .....	270
Module d'un vecteur algébrique de $\mathbb{R}^3$ .....	271
Localisation d'un vecteur géométrique .....	272
<b>Équations paramétriques</b> .....	275
Coordonnées polaires et cartésiennes .....	277
Vecteurs algébriques et forces .....	278
<b>9.4 Exercices</b> .....	281
<b>PRODUITS DE VECTEURS</b> .....	<b>285</b>
<b>10.1 Produit scalaire</b> .....	286
<b>Vecteurs géométriques</b> .....	286
Produit scalaire nul .....	286
<b>Vecteurs algébriques</b> .....	287
Interprétation géométrique du produit scalaire .....	288
<b>Éléments de géométrie vectorielle</b> .....	289
Angle entre deux droites .....	289
<b>Équation cartésienne</b> .....	290
<b>Calcul d'une distance</b> .....	294
Distance d'un point à un plan .....	294
<b>Produit scalaire et travail</b> .....	297
Calcul du travail: approche géométrique .....	298
Calcul du travail: approche algébrique .....	298
<small>Un peu d'histoire</small> Jérôme Cardan .....	300
<b>10.2 Exercices</b> .....	301
<b>10.3 Produit vectoriel</b> .....	304
Interprétation géométrique du produit vectoriel .....	304

## CHAPITRE

## 11

## CHAPITRE

## 12

	Produit vectoriel nul .....	305
	Vecteurs algébriques .....	305
	Moment d'une force .....	307
	Résultante de forces coplanaires non concourantes .....	310
	Analyse des forces dans un système en équilibre .....	312
	Équation d'un plan dont trois points sont connus .....	315
	Produit mixte .....	315
	Interprétation géométrique du produit mixte .....	317
10.4	<b>Exercices</b> .....	318
	<b>MATRICES ET DÉTERMINANTS</b> .....	323
11.1	<b>Matrices</b> .....	324
	Mise en situation .....	324
	Notation .....	325
	<b>Opérations sur les matrices</b> .....	326
	Addition de matrices .....	326
	Multiplication d'une matrice par un scalaire .....	326
	Propriétés des opérations .....	327
	Transposition d'une matrice .....	328
	<b>Matrices particulières</b> .....	329
	Multiplication de matrices .....	330
	Propriétés des opérations matricielles .....	332
	Résolution de problèmes .....	333
	<b>Matrices carrées</b> .....	335
	<small>Un peu d'histoire</small> James Joseph Sylvester .....	337
	<small>Un peu d'histoire</small> Arthur Cayley .....	337
11.2	<b>Exercices</b> .....	338
11.3	<b>Déterminant</b> .....	341
	Mise en situation .....	341
	<b>Déterminant d'ordre <math>n</math></b> .....	343
	Développement de Laplace .....	345
	Méthode de Cramer .....	346
	<small>Un peu d'histoire</small> Pierre Simon de Laplace .....	348
	<small>Un peu d'histoire</small> Gabriel Cramer .....	348
11.4	<b>Exercices</b> .....	349
	<b>SYSTÈMES D'ÉQUATIONS</b> .....	351
12.1	<b>Systèmes d'équations</b> .....	352
	Équations linéaires à deux inconnues .....	352
	Équations linéaires à trois inconnues .....	354
	Systèmes d'équations et matrices .....	355
	Méthode de Gauss .....	356
	Méthode de Gauss-Jordan .....	360
	Problème de production et matrices .....	361
	<small>Un peu d'histoire</small> Sofia Kovalevskaja .....	363
	Inversion de matrice .....	364
12.2	<b>Exercices</b> .....	367



<b>12.3 Applications</b> .....	371
<b>Chaîne de Markov</b> .....	371
Mise en situation .....	371
Mise en situation (suite) .....	373
Recherche du point invariant .....	375
<small>Un peu d'histoire</small> Andreï Andreïevitch Markov .....	375
<b>Position relative de droites et de plans</b> .....	376
Droites de $\mathbb{R}^2$ .....	376
Droites de $\mathbb{R}^3$ .....	377
Droite et plan de l'espace .....	379
<b>Le point de <math>\mathbb{R}^3</math> le plus proche</b> .....	382
Le point d'une droite le plus proche d'un point hors de la droite .....	382
Le point d'un plan le plus proche d'un point Q hors du plan .....	383
Les deux points les plus rapprochés de deux droites gauches .....	383
<small>Un peu d'histoire</small> Emmy Noether .....	385
<b>12.4 Exercices</b> .....	386
<b>PROGRAMMATION LINÉAIRE</b> .....	<b>389</b>
<b>13.1 Notions fondamentales</b> .....	390
<b>Mise en situation</b> .....	390
Identification des variables et des contraintes .....	391
Représentation graphique des droites frontières .....	391
Évaluation de la fonction économique .....	392
Discussion sur les solutions .....	393
<b>Problème de programmation linéaire</b> .....	394
<small>Un peu d'histoire</small> George Bernard Dantzig .....	401
<b>13.2 Exercices</b> .....	402
<b>Réponses aux exercices</b> .....	405
<b>Bibliographie</b> .....	423
<b>Index</b> .....	425



2<sup>e</sup> édition

## Mathématiques appliquées aux technologies du bâtiment et du territoire

Destiné aux clientèles des programmes des technologies du bâtiment, des travaux publics, de l'aménagement du territoire, des mines et des travaux de chantiers, cet ouvrage a été conçu avec le souci particulier de transmettre aux étudiants les concepts mathématiques nécessaires à l'accomplissement de leurs futures tâches. En plus de consolider leurs connaissances acquises au secondaire, cette deuxième édition met notamment l'accent autant sur la modélisation et la résolution de problèmes que sur l'interprétation des résultats.

*Mathématiques appliquées aux technologies du bâtiment et du territoire* comporte de nombreux outils pour favoriser la compréhension et l'intégration de la matière : remarques abondantes, procédures de résolution de problèmes, nombreux exemples résolus en détail, notes historiques illustrées et exercices variés.

Dans Modulo en ligne, les étudiants trouveront également des guides de préparation à l'évaluation, des résumés des chapitres ainsi que des lexiques du vocabulaire introduit dans chaque chapitre. Quant aux professeurs, on a prévu pour eux des tests de dépistage, des activités de laboratoires avec Excel, le solutionnaire détaillé de tous les exercices de l'ouvrage et des vidéos de mise à niveau et de consolidation des connaissances.

Voilà qui fait de cet ouvrage un manuel d'apprentissage efficace et adapté aux attentes particulières de la clientèle étudiante des programmes techniques.

*André Ross est titulaire d'un baccalauréat en pédagogie de l'Université Laval, d'un baccalauréat en mathématiques de l'Université du Québec à Trois-Rivières et d'une maîtrise en mathématiques de l'Université de Sherbrooke. Aujourd'hui retraité, André Ross a enseigné plus de trente ans au Cégep de Lévis-Lauzon et a publié de nombreux ouvrages pour l'enseignement des mathématiques.*



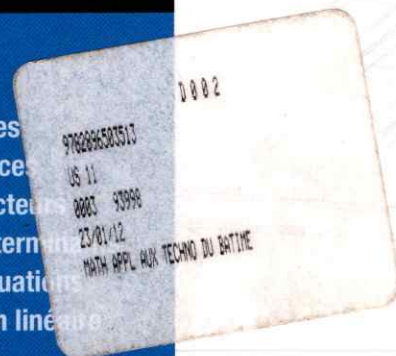
### Sommaire

#### Avant-propos

- CHAPITRE 1 Notions d'algèbre
- CHAPITRE 2 Arithmétique des grandeurs physiques
- CHAPITRE 3 Fonctions et modélisation
- CHAPITRE 4 Fonctions exponentielles et logarithmiques
- CHAPITRE 5 Modalisation et régression
- CHAPITRE 6 Fonctions trigonométriques
- CHAPITRE 7 Trigonométrie des triangles

- CHAPITRE 8 Aires et volumes
- CHAPITRE 9 Vecteurs et forces
- CHAPITRE 10 Produits de vecteurs
- CHAPITRE 11 Matrices et déterminants
- CHAPITRE 12 Systèmes d'équations linéaires
- CHAPITRE 13 Programmation linéaire

- Réponses aux exercices
- Bibliographie
- Index



 **Modulo  
en ligne**  
[www.groupermodulo.com](http://www.groupermodulo.com)

ISBN-13 : 978-2-89650-351-3  
ISBN-10 : 2-89650-351-X



9 782896 503513

**MODULO**

[www.groupermodulo.com](http://www.groupermodulo.com)