

Table des matières

Remerciements	11
Introduction	13
Partie 1. Emergence et consolidation des outils conceptuels	25
Chapitre 1. Ecriture, écrits et langages	27
1.1. Naissance et diffusion de l'écriture	27
1.1.1. Les écritures non alphabétiques	30
1.1.2. Les écritures alphabétiques	39
1.1.3. Bilan : l'évolution de l'écriture et la théorie de l'information	44
1.2. Supports et transmission des écrits : de la bibliothèque de Ninive à la bibliothèque numérique Gutenberg	45
1.2.1. Les premiers supports	45
1.2.2. La diffusion de l'écriture	47
1.2.3. La sauvegarde et la diffusion des écrits	51
1.2.4. La création et la diffusion des idées	54
1.2.5. De l'imprimerie au numérique	54
1.3. Le langage : structure, redondance et compression	56
1.3.1. Information et quantité d'information	57
1.3.2. Redondance et compression	58
Chapitre 2. Numérations écrites	65
2.1. La Mésopotamie	68
2.1.1. Numération sexagésimale positionnelle	70

2.1.2. La pratique des calculs en positionnel relatif	72
2.2. L'Égypte antique (pré-grecque)	73
2.3. La Chine	76
2.3.1. Les outils du calcul : la numération positionnelle de base dix et les baguettes de comptage sur une surface à calculer	77
2.3.2. Les nombres positifs et négatifs, le nombre zéro : la procédure <i>fangcheng</i>	79
2.4. L'Inde et autour de l'Inde	80
2.5. La Grèce	82
2.6. Rome	83
2.7. Les Méso-Américains précolombiens	85
2.8. Des Indiens et Chinois aux Européens <i>via</i> les Arabo-Musulmans	88
2.9. Le système de numération de base deux	90
2.10. Bilan : les numérations et la théorie de l'information	91

Chapitre 3. Le langage mathématique 93

3.1. Naissance des mathématiques : arithmétique, géométrie et algèbre	93
3.1.1. La Mésopotamie	94
3.1.2. L'Égypte antique (pré-grecque)	98
3.1.3. La Chine	101
3.1.4. Le monde grec antique	110
3.1.5. Le monde arabo-musulman	126
3.1.6. La Renaissance mathématique de l'Occident	128
3.1.7. Commentaire sur la naissance de l'algèbre	130
3.2. Des mathématiques pour le traitement du signal et de l'information, l'analyse des données et la modélisation des systèmes	132
3.2.1. Le calcul intégral-différentiel et la naissance de l'analyse comme branche des mathématiques	133
3.2.2. Modéliser le raisonnement : l'émergence de la logique	137
3.2.3. Les équations différentielles pour modéliser les systèmes physiques dynamiques	139
3.2.4. Probabilités et statistiques	142
3.2.5. La théorie des graphes	144
3.3. Conclusion	145
3.4. Annexes	147
3.4.1. Archimède : quadrature d'une surface délimitée par un arc de parabole et une corde	147
3.4.2. Le théorème de convolution	149

Chapitre 4. Espace et temps	151
4.1. Observer les astres et représenter l'univers	152
4.1.1. Astronomies mésopotamienne, égyptienne, chinoise et maya	153
4.1.2. Astronomie grecque	155
4.1.3. Le Moyen Age en Occident latin, astronomies indienne et du monde musulman	160
4.1.4. La renaissance européenne	162
4.1.5. Du système solaire à la Voie lactée	169
4.2. Mesurer la Terre et se situer sur la Terre.	170
4.2.1. Se situer sur la Terre : latitude et longitude.	170
4.2.2. Cartographie et navigation.	178
4.2.3. La géodésie et la mesure du méridien	186
4.3. Mesure, représentation et fabrication du temps.	187
4.3.1. Le temps long : calendriers et dates	188
4.3.2. Le temps court : divisions et mesures	194
4.3.3. Les échelles de temps	203
4.4. L'espace-temps	205
4.4.1. L'espace et le temps d'Aristote à Newton	205
4.4.2. La relativité restreinte	207
4.4.3. La relativité générale	212
4.4.4. Le GPS et la relativité	213
4.5. Conclusion	215
 Partie 2. Automatisation du contrôle des machines et du traitement de l'information	 217
 Chapitre 5. Machines intelligentes	 219
5.1. Mécanismes, machines, automates et robots	220
5.1.1. Mécanismes et machines : les premiers développements.	220
5.1.2. Les automates, de la Renaissance au XIX ^e siècle.	228
5.1.3. La naissance de l'énergie motrice moderne.	231
5.1.4. Les automates des XX ^e et XXI ^e siècles : les robots et autres systèmes.	232
5.1.5. Naissance de l'automatique : la régulation	238
5.1.6. La rétroaction dans les systèmes électroniques.	241
5.1.7. Les systèmes asservis	243
5.2. Des machines à calculer aux ordinateurs	244

5.2.1. Des instruments ou techniques d'assistance au calcul	244
5.2.2. Des machines à faire les opérations arithmétiques.	248
5.2.3. Des machines à penser	249
5.2.4. Des machines pour le calcul des valeurs d'une fonction	250
5.2.5. Des machines pour résoudre les équations différentielles	252
5.2.6. Des machines mécanographiques pour le traitement des données	259
5.2.7. Les ordinateurs	260
5.3. Conclusion	275
5.4. Annexes	276
5.4.1. Machine, automate, robot : des mots polysémiques	276
5.4.2. La rétroaction (<i>feedback control</i>), systèmes régulés, systèmes asservis	277
5.4.3. Les principaux problèmes et propriétés liés aux systèmes ayant une boucle de rétroaction	280
5.4.4. Equation différentielle, équation d'état, stabilité par analyse temporelle	284

Chapitre 6. Transmission et stockage. 287

6.1. Du télégraphe aux dispositifs de transmission modernes	288
6.1.1. Le télégraphe Chappe	289
6.1.2. Les télégraphes électriques à aiguilles et interprétation visuelle.	291
6.1.3. Le télégraphe Morse	293
6.1.4. Du télégraphe électrique au téléphone à fil	295
6.1.5. De la TSF (télégraphie sans fil) à la TSF (téléphonie sans fil)	297
6.1.6. De la télégraphie des images à la télévision	300
6.1.7. Les canaux physiques de transmission	303
6.2. Le stockage des informations	305
6.2.1. Enregistrement des sons et des images animées	305
6.2.2. Enregistrement des données numériques	307
6.3. La cryptographie.	313
6.3.1. Le chiffrement ou cryptage	313
6.3.2. Codages par substitution de mots.	315
6.3.3. Codages par substitution de lettres	316
6.3.4. Vers les procédés de chiffrement adaptés au numérique	322
6.3.5. Le chiffrement dans les systèmes informatiques et l'Internet	323
6.3.6. La signature électronique et la stéganographie.	325
6.4. Les transmissions numériques.	326
6.4.1. Les travaux des pionniers conduisant aux transmissions numériques	327

6.4.2. Codage source	330
6.4.3. Codage canal.	340
6.5. Les réseaux informatiques et la révolution de l'Internet	345
6.5.1. Le réseau local entre deux ordinateurs, entre un routeur et les ordinateurs desservis	346
6.5.2. Le <i>World Wide Web</i>	346
6.5.3. Les couches de communications	347
6.5.4. Les services liés au <i>World Wide Web</i> et à la téléphonie	348
6.6. Conclusion	349
6.7. Annexes	351
6.7.1. Le code Morse	351
6.7.2. Le code Baudot	352
6.7.3. Bandes de fréquences des liaisons hertziennes	352
6.7.4. Le télégramme Zimmermann	354
6.7.5. Le codage de Huffman	355
6.7.6. La capacité du canal binaire symétrique et le codage optimal	356
Chapitre 7. Le traitement automatisé de l'information	359
7.1. De l'explosion des idées à celle des usages de l'informatique	361
7.1.1. Information, cybernétique, informatique	361
7.1.2. Intelligence et vie artificielles	370
7.1.3. Les intermédiaires numériques entre l'homme et la machine	379
7.2. Des données à l'information	398
7.2.1. Estimation, optimisation, reconnaissance des formes et classification	400
7.2.2. Analyse et extraction d'information dans les signaux et images	409
7.2.3. Fouille de données et de textes	419
7.3. Conclusion	431
Conclusion	435
Bibliographie	441
Index	463