

# Sommaire

<b>Avant propos .....</b>	<b>11</b>
<b>I. L'informatique.....</b>	<b>13</b>
a. Définition de l'informatique.....	13
b. Codification et système de numération .....	13
1. Comptage, passage de base .....	16
2. Addition binaire.....	18
3. Soustraction binaire .....	19
4. Multiplication binaire .....	21
5. Division binaire .....	22
6. Les opérateurs logiques .....	24
c. Les nombres décimaux .....	25
1. Décimal à virgule fixe .....	26
2. Décimal à virgule flottante .....	27
d. Codification des caractères.....	27
1. Les caractères .....	27
2. Les chaînes de caractères.....	29
e. Introduction aux types de données .....	29
1. Type de donnée non prédéfini .....	29
2. Type de donnée prédéfini .....	32
f. Les variables .....	34
1. Variable, adresse ou contenant .....	34
2. Contenu ou information réelle.....	34
3. Les pointeurs (indicateurs de variables) .....	34
4. Exemples de déclarations de variables .....	34
g. Les constantes .....	35
h. Le système de traitement d'informations .....	35
1. Machine et conception scientifique de l'informatique.....	35
2. Les systèmes d'exploitation (gestion des ressources d'un ordinateur) .....	37
3. Les langages universels .....	38
<b>II. L'analyse fonctionnelle .....</b>	<b>39</b>
a. Introduction .....	39
b. Organisation du milieu .....	39
c. Etablissement des documents de base .....	39
d. Etude des moyens matériels et logiciels adéquats .....	40
1. L'ordinateur .....	40
2. Le système d'exploitation.....	40
3. Le langage de programmation .....	40
e. Les estimations et le cahier de charge .....	40
<b>III. L'analyse organique.....</b>	<b>41</b>
a. Système d'organisation et d'accès des fichiers.....	41
1. Fichier séquentiel.....	41
2. Table d'index et fichier séquentiel indexé.....	42
3. Organisation par Hcode .....	43
b. Dépouillement d'informations et classification en fichier.....	43
c. Détermination des fichiers dans une analyse organique .....	44
1. Les tables de contrôle .....	44
2. Les fichiers de référence.....	45
3. Les fichiers de mouvements .....	45
4. Fichier de paramètres divers.....	46

d. Principe de l'analyse organique .....	46
e. Les traitements.....	46
1. Traitement de gestion de fichier .....	46
2. Les traitements de mise à jour .....	48
3. Préservation des historiques .....	48
<b>IV. Algorithme et programme .....</b>	<b>49</b>
a. Logique des Systèmes Algorithmiques (L.S.A) .....	49
1. Logique d'intégration de parties .....	49
2. Logique déductive du système .....	50
b. Les sous programmes .....	51
c. Le programme .....	52
d. Méthodes d'expression d'un algorithme .....	52
1. Les organigrammes ou ordigrammes.....	52
2. L.C.P. WARNIER .....	68
3. Usage du langage naturel.....	72
e. Contrôle d'un algorithme.....	91
1. Les cas d'erreurs.....	91
2. Les cas exceptionnels .....	92
3. Tourner un programme à la main .....	92
f. Algorithme et programme .....	93
g. Les étapes de la programmation .....	93
1. Le dossier de programmation .....	93
2. La réalisation pratique d'un programme.....	94
h. Le langage de programmation Pascal.....	94
<b>V. Applications pratiques .....</b>	<b>117</b>
a. Traitement des chaînes de caractères.....	117
b. Génération de nombres.....	128
c. Classement.....	148

## Avant propos

Ce livre est destiné aux étudiants en informatique et à tous ceux qui désirent apprendre l'algorithmique. Aucune connaissance n'est nécessaire à son étude. Son but est d'apporter au lecteur la connaissance des principes fondamentaux de l'algorithmique et le conduire à la définition et à la réalisation d'algorithmes.

Il est composé de cinq chapitres qui se suivent logiquement l'un après l'autre.

Le chapitre 1 traite sur la représentation interne des informations. Il s'agit d'étudier et de concevoir les objets utilisés en algorithmique. Le lecteur est conduit à se familiariser à ces objets. Le dernier paragraphe de ce chapitre porte sur les systèmes de traitements d'informations et introduit immédiatement la notion d'algorithme.

Les chapitres 2 et 3 étudient les différentes étapes d'une étude d'informatisation. Tout le processus y est décrit. Par analyse, un projet informatique est scindé en plusieurs programmes. Un programme nécessite un algorithme.

Le chapitre 4 traite sur la méthodologie algorithmique, les différentes méthodes d'expression d'algorithme et le passage nécessaire vers la programmation avec l'étude du langage Pascal. Des exemples et des exercices corrigés sont utilisés pour asseoir les connaissances du lecteur.

Le chapitre 5 est une collection d'exercices avec leur correction et leur programmation en Pascal.



## I. L'information

### a. Définition de l'informatique

L'informatique est la science du traitement automatique des informations à l'aide d'une machine. Cette machine peut, de nos jours, être appelée ordinateur.

L'informatique est une science de gestion d'informations et de leurs traitements en vue des résultats recherchés. Cette science intègre notamment la logique philosophique cartésienne et l'algèbre de Boole.

L'ordinateur est la machine de base du traitement des informations. Ses principales caractéristiques datent de 1946, élaborés par Von Neumann, à Princeton, aux Etats-Unis.

### b. Codification et système de numération

Un codage est une convention exprimant un phénomène donné. Une convention est acceptée par toute partie concernée, un code tient donc lieu du phénomène qu'il symbolise.

Si, sur un fil électrique, nous décidons de faire passer deux voltages seulement, nous pouvons codifier ensuite ces voltages. Décidons donc de faire passer zéro volt ou cinq volts sur ce fil. Quelle que soit la tolérance qu'on y admet (entre 0 et 2 volts pour 0 volt et entre 5 et 8 volts pour 5 volts), nous indiquons les codes 0 et 1 pour représenter ces deux états. Ainsi, zéro volt (absence de courant ou voisin de cela) et cinq volts sont compris par 0 et 1.

Dans notre abstraction, nous disposons de l'ensemble  $\{0,1\}$  qui définit le système de numération à base deux : le système binaire. Un chiffre binaire – binary digit – est appelé bit. Nous disposons donc des bits 0 et 1.

Nous aurions pu disposer du système à trois chiffres  $\{0,1,2\}$ , du système à 6 chiffres  $\{0,1,2,3,4,5\}$  ou du système décimal  $\{0,1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ .

Ce sont des systèmes de numération, ou plus exactement des systèmes pour énumérer et représenter les nombres.

Généralement, un système de numération à base  $b$  est défini par les chiffres de 0 à  $b-1$ .

Il est possible, par exemple, de représenter ainsi les nombres de la base 10 :

0	10	20	...	90	100	110	...	990
1	11	21		91	101	111		991
2	12	22		92	102	112		992
3	13	23		93	103	113		993
4	14	.		.	.	.		.
5	15	.		.	.	.		.
6	16	.		.	.	.		.
7	17							
8	18	28		98	108	118		998
9	19	29		99	109	119		999
↑	↑	↑		↑	↑	↑		↑
Report	report	report		report	report	report		report

Le report consiste à ajouter 1 à gauche de la partie du nombre qui est composé d'une série de chiffres maxima de la base, et à passer à 0 les chiffres de cette partie.

Ainsi pour obtenir le nombre suivant 2999, on ajoute un report de 1 au 2 qui est situé à gauche de la série des 9, et on passe les 9 à 0. Ce qui fait 3000. Pour obtenir le successeur de 49399, on ajoute 1 à gauche de la série des 9 située complètement à droite (on ajoute 1 au chiffre 3) et on fait passer les 9 à 0, ce qui fait 49400.

Après un report, quelle que soit la base considérée, les chiffres maxima de la base situés immédiatement à droite du report passent à zéro. On peut continuer à énumérer ainsi et jusqu'à l'infini les nombres de la base concernée. Prenons la base 6, la base 3, la base 2 ou une base quelconque :

**Base 6**

0	10	20	30	40	50	100	110	...	150
1	11	21	31	41	51	101	111		151
2	12	22	32	42	52	102	112		152
3	13	23	33	43	53	103	113		153
4	14	24	34	44	54	104	114		154
5	15	25	35	45	55	105	115		155
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑		↑

**Base 3**

0	10	20	100	110	...	200	210	220	1000	1010
1	11	21	101	111		201	211	221	1001	1011
2	12	22	102	112		202	212	222	1002	1012
↑	↑	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↑	↑

**Base 2**

0	10	100	110	1000	1010	1100	1110	10000	10010	10100
1	11	101	111	1001	1011	1101	1111	10001	10011	10101
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Base quelconque {○, □, △, ☆}

○	□○	△○	☆○	□○○	□□○	□△○	□☆○	△○○	△□○
□	□□	△□	☆□	□□□	□□□	□△□	□☆□	△□□	△□□
△	□△	△△	☆△	□○△	□□△	□△△	□☆△	△○△	△□△
☆	□☆	△☆	☆☆	□○☆	□□☆	□△☆	□☆☆	△○☆	△□☆
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

**Exercices**

a) Indiquez à chaque fois les cinq nombres qui suivent :

Base 6	base 3	base 2	base {○, □, △, ☆}
52155	12021	1010101	□○△△□
42014	20212	1110001	△☆○☆△
54553	10012	1001000	☆△□□□

b) Indiquez, de même, les cinq nombres qui les précèdent.

**Corrections**

a)

Base 6	base 3	base 2	base {O, □, Δ, ☆}
52155	12021	1010101	□OΔΔ□
52200	12022	1010110	□OΔΔΔ
52201	12100	1010111	□OΔΔ☆
52202	12101	1011000	□OΔ☆O
52203	12102	1011001	□OΔ☆□
52204	12110	1011010	□OΔ☆Δ
42014	20212	1110001	Δ☆O☆Δ
42015	20220	1110010	Δ☆O☆☆
42020	20221	1110011	Δ☆□OO
42021	20222	1110100	Δ☆□O□
42022	21000	1110101	Δ☆□OΔ
42023	21001	1110110	Δ☆□O☆
54553	10012	1001000	☆Δ□□□
54554	10020	1001001	☆Δ□□Δ
54555	10021	1001010	☆Δ□□☆
55000	10022	1001011	☆Δ□ΔO
55001	10100	1001100	☆Δ□Δ□
55002	10101	1001101	☆Δ□ΔΔ

b)

52155	12021	1010101	□OΔΔ□
52154	12020	1010100	□OΔΔO
52153	12012	1010011	□OΔ□☆
52152	12011	1010010	□OΔ□Δ
52151	12010	1010001	□OΔ□□
52150	12002	1010000	□OΔ□O
42014	20212	1110001	Δ☆O☆Δ
42013	20211	1110000	Δ☆O☆□
42012	20210	1101111	Δ☆O☆O
42011	20202	1101110	Δ☆OΔ☆
42010	20201	1101101	Δ☆OΔΔ
42005	20200	1101100	Δ☆OΔ□
54553	10012	1001000	☆Δ□□□
54552	10011	1000111	☆Δ□□O
54551	10010	1000110	☆Δ□O☆
54550	10002	1000101	☆Δ□OΔ
54545	10001	1000100	☆Δ□O□
54544	10000	1000011	☆Δ□OO

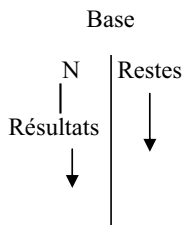
## 1. Comptage, passage de base

Le comptage consiste à aller de 0 jusqu'à l'infini, en considérant la base énumérée. N'importe quel nombre peut être représenté dans un système de numération.

Le nombre 13 en base 10, s'écrit 21 en base 6, 111 en base 3 et 1101 en base 2. La base est exprimée généralement par des caractères en indice :  $13_{10} = 21_6 = 111_3 = 1101_2$ . On lit « treize base 10 égal deux un base 6 égal un un un base 3 égal un un zéro un base 2 ». Vingt et un, cent onze, mille cent un n'ont de sens qu'en base 10.

**Pour passer de la base 10 en une base b, immédiatement, il suffit de diviser le nombre et les résultats obtenus par la base b et de récupérer les restes des divisions, le premier reste obtenu placé à droite, à la place de l'unité.**

Plaçons ainsi les divisions :



### Exemple :

$$\begin{array}{r|l} 6 & 13 \\ & 2 \\ & 0 \\ \hline & =21 \\ & 13_{10}=21_6 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 13 / 6 = 2 \text{ reste } 1 \\ 2 / 6 = 0 \text{ reste } 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 3 & 13 \\ & 4 \\ & 1 \\ & 0 \\ \hline & =111 \\ & 13_{10}=111_3 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 13 / 3 = 4 \text{ reste } 1 \\ 4 / 3 = 1 \text{ reste } 1 \\ 1 / 3 = 0 \text{ reste } 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r|l} 2 & 13 \\ & 6 \\ & 3 \\ & 1 \\ & 0 \\ \hline & =1101 \\ & 13_{10}=1101_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 13 / 2 = 6 \text{ reste } 1 \\ 6 / 2 = 3 \text{ reste } 0 \\ 3 / 2 = 1 \text{ reste } 1 \\ 1 / 2 = 0 \text{ reste } 1 \end{array}$$

Pour donner le résultat, le premier reste obtenu est placé à droite et le dernier reste à gauche.

### Exercices :

Faites passer les nombres suivants dans les bases indiquées :

- a) 4725, 3402, 1755 en base 6, 3 et 2
- b) 6741, 5237, 4524 en base 7, 6, 5, 3 et 2
- c) 4547, 3235, 1723 en base 2 uniquement

**Corrections :**

a)

$$\begin{array}{r|l} 6 & \\ 4725 & 3 \\ 787 & 1 \\ 131 & 5 \\ 21 & 3 \\ 3 & 3 \\ 0 & \end{array}$$

$$4725_{10} = 33513_6$$

$$\begin{array}{r|l} 3 & \\ 4725 & 0 \\ 1575 & 0 \\ 525 & 0 \\ 175 & 1 \\ 58 & 1 \\ 19 & 1 \\ 6 & 0 \\ 2 & 2 \\ 0 & \end{array}$$

$$4725_{10} = 20111000_3$$

$$\begin{array}{r|l} 2 & \\ 4725 & 1 \\ 2362 & 0 \\ 1181 & 1 \\ 590 & 0 \\ 295 & 1 \\ 147 & 1 \\ 73 & 1 \\ 36 & 0 \\ 18 & 0 \\ 9 & 1 \\ 4 & 0 \\ 2 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & \end{array}$$

$$4725_{10} = 1001001110101_2$$

$$3402_{10} = 23430_6 = 11200000_3 = 110101001010_2$$

$$1755_{10} = 12043_6 = 2102000_3 = 11010110011_2$$

b)

$$6741_{10} = 25440_7 = 51113_6 = 203431_5 = 100020200_3 = 1101001010101_2$$

$$5237_{10} = 21161_7 = 40125_6 = 131422_5 = 21011222_3 = 1010001110101_2$$

$$4524_{10} = 16122_7 = 32540_6 = 121044_5 = 20012120_3 = 1000110101100_2$$

c)

$$4547_{10} = 1000110011011_2 \quad 3235_{10} = 11001001100_2 \quad 1723_{10} = 11010111011_2$$

**Pour passer d'un nombre en base b en un nombre décimal, on part des principes suivants :**

- **Tout nombre  $N^0 = 1$**

- **Tout nombre  $N^1 = N$**

- **Il faut additionner les résultats intermédiaires des multiplications de chaque chiffre de rang i du nombre par la base élevée à la puissance i.**

$$(a_n * b^n) + (a_{n-1} * b^{n-1}) + \dots + (a_0 * b^0)$$

\* est le symbole de la multiplication en informatique.

Reprenons les exemples  $13_{10} = 21_6 = 111_3 = 1101_2$

$$\begin{array}{r} 2 \ 1 \\ 6^1 + 6^0 \\ \hline \end{array}$$

$$12 + 1$$

$$(2 * 6^1) + (1 * 6^0) = 12 + 1 = 13$$

$$(1 * 3^2) + (1 * 3^1) + (1 * 3^0) = 9 + 3 + 1 = 13$$

$$(1 * 2^3) + (1 * 2^2) + (0 * 2^1) + (1 * 2^0) = 8 + 4 + 0 + 1 = 13$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \\ 3^2 + 3^1 + 3^0 \\ \hline \end{array}$$

$$9 + 3 + 1$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ 2^3 + 2^2 + 2^1 + 2^0 \\ \hline \end{array}$$

$$8 + 4 + 0 + 1$$

**Exercices :**

Reprenez les résultats des exercices qui précèdent et passer les en base 10. Il s'agit, par exemple, de passer  $33513_6$ ,  $20111000_3$  et  $1001001110101_2$  en base 10 pour retrouver le nombre 4725. Passez ainsi tous les résultats exprimés dans les différentes bases en base 10.

**Corrections :**

Les résultats sont connus puisqu'il s'agit de retrouver les nombres en base 10. On donne ici un exemple :  $33513_6$  pour retrouver  $4725_{10}$ .

$$\begin{array}{r} 3 \quad 3 \quad 5 \quad 1 \quad 3 \\ 6^4 + 6^3 + 6^2 + 6^1 + 6^0 \\ \hline =3888 + 648 + 180 + 6 + 3 = 4725 \end{array}$$

Sur toute base donnée, on peut définir à l'aide d'opérateurs particuliers, des relations entre ses membres. Par la suite, nous ne considérerons que la base 2 qui correspond au codage utilisé en informatique.

**2. Addition binaire**

Pour additionner en base 2, on part des principes suivants :

$$\begin{array}{r} \phantom{0} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{+0} \phantom{+1} \phantom{+0} \phantom{+1} \\ \hline 0 \quad 1 \quad 1 \quad 10 \end{array} \quad \begin{array}{l} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \end{array} \begin{array}{l} \text{--->retenue à reporter} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

Alors :

$$\begin{array}{r} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \\ + \phantom{1} \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ \hline 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ + \phantom{1} \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \hline 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{--->retenue} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}$$

Vérifiez ces deux additions, en passant toutes les données en base 10. Il s'agit de  $43 + 10 = 53$  et de  $109 + 29 = 138$ .

**Exercices :**

Effectuez en base 2, les additions suivantes :  $275+43$  ;  $124+107$  ;  $246+78$  ;  $172+41$ . Passer les résultats en base 10 pour vérification.

**Correction :**

$$\begin{array}{r} 275 \quad 100010011 \\ + 43 \quad + \quad 101011 \\ \hline =318 \quad 100111110 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \\ 2^{8+} 2^{7+} 2^{6+} 2^{5+} 2^{4+} 2^{3+} 2^{2+} 2^{1+} 2^0 \\ \hline 256 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 = 318 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 124 \quad 1111100 \\ + 107 \quad + \quad 1101011 \\ \hline = 231 \quad 11100111 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \\ 2^{7+} 2^{6+} 2^{5+} 2^{4+} 2^{3+} 2^{2+} 2^{1+} 2^0 \\ \hline 128 + 64 + 32 + 4 + 2 + 1 = 231 \end{array}$$