OBJECTIFS:

Être capable de :

→ Maîtriser les systèmes de codage : décimal, binaire, hexadécimal et DCB,

→ Convertir des nombres décimaux en nombres binaires, hexadécimaux ou DCB et vice-versa,

→ Connaître l'importance du codage ASCII,

→ Décrire la méthode de parité pour la détection d'erreurs.

De nombreux systèmes de codage sont utilisés en technologie numérique. Les plus courants sont les systèmes :

- ________ → ____ ,
- ________ → ____ ,
- ________________ → ____ .

Dans un système numérique, il peut arriver que 2 ou 3 de ces systèmes cohabitent, d'où l'importance de pouvoir ____________ un système dans un autre.

I - BASE D'UN SYSTEME DE CODAGE

→ La ______ d'un système de codage est ____________________________ qu'utilise ce système.

1-1 SYSTEME DECIMAL

Le système décimal, que nous utilisons tous les jours, comprend :

→ ____ .

Ce système est également appelé système ______________ .

Exemple : Etude d'un nombre décimal **N = (563)$_{10}$**. L'indice **10** indique la **base** dans laquelle est écrit le nombre.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

N = ______________________________

- **5** est des trois chiffres celui qui a le poids le plus **élevé**, c'est ______________________________ .

- **3** est des trois chiffres celui qui a le poids le plus **petit**, c'est ______________________________ .

Chacun des 3 chiffres est multiplié par une **puissance** de ____________ .

Remarque : Dans le cas d'un nombre décimal présentant une virgule **N = 23,58** par exemple, la virgule sépare la partie entière de la partie fractionnaire.

Lorsque ce nombre est écrit sous la forme d'un polynôme, la virgule indique la séparation entre les puissances de dix ____________ et les puissances de dix ____________ .

N = ____________________________________

De nombreux systèmes de codage sont utilisés en technologie numérique. Les plus courants sont les systèmes :

- décimal → universellement employé par l'homme pour compter ,
- binaire → utilisé pour traduire les états d'un système logique ,
- hexadécimal → utilisé pour représenter facilement de grand nombre binaire .

Dans un système numérique, il peut arriver que 2 ou 3 de ces systèmes cohabitent, d'où l'importance de pouvoir convertir un système dans un autre.

I - BASE D'UN SYSTEME DE CODAGE

→ La base d'un système de codage est le nombre de chiffres différents qu'utilise ce système.

1-1 SYSTEME DECIMAL

Le système décimal, que nous utilisons tous les jours, comprend :

→ 10 chiffres différents : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 .

Ce système est également appelé système à base 10 .

Exemple : Etude d'un nombre décimal $\mathbf{N = (563)_{10}}$. L'indice **10** indique la **base** dans laquelle est écrit le nombre.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

$$\mathbf{N} = 5.10^2 + 6.10^1 + 3.10^0$$

- **5** est des trois chiffres celui qui a le poids le plus **élevé**, c'est le chiffre de poids fort .

- **3** est des trois chiffres celui qui a le poids le plus **petit**, c'est le chiffre de poids faible .

Chacun des 3 chiffres est multiplié par une **puissance** de la base .

Remarque : Dans le cas d'un nombre décimal présentant une virgule **N = 23,58** par exemple, la virgule sépare la partie entière de la partie fractionnaire.

Lorsque ce nombre est écrit sous la forme d'un polynôme, la virgule indique la séparation entre les puissances de dix positives et les puissances de dix négatives .

$$\mathbf{N} = 2.10^1 + 3.10^0 + 5.10^{-1} + 8.10^{-2}$$

1-2 SYSTEME BINAIRE

Le système binaire ou système à __________ comprend _________________________ .

Chacun d'entre eux est aussi appelé _____ (binary digit) ou ______________________ .

Exemple : Etude d'un nombre binaire **N = (10110)$_2$**.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

N = ____ = ______

- Le premier chiffre de droite est le chiffre _______________________ , son rang est ___ .

- Le chiffre le plus à gauche est le chiffre ________________________ , son rang est ___ .

Remarque : En utilisant n bits, on peut former 2^n nombres différents et le plus grand d'entre eux, est égal à ($2^n - 1$).

Ainsi avec un dispositif à 8 bits, on peut représenter :

→ $\mathbf{2^8}$ = _______ nombres différents, le plus grand est _________________ soit __________ .

1-3 SYSTEME HEXADECIMAL

Le système hexadécimal ou système à ___________ comprend :

→ ____ .

Exemple : Etude d'un nombre hexadécimal **N = (B9)$_{16}$**.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

N = _________________________ = ________

Remarque : Les lettres A, B, C, D, E, F du système hexadécimal valent respectivement 10, 11, 12, 13, 14, 15 dans le système décimal.

Compléter le tableau récapitulatif ci-dessous :

BASE	SYSTEME DE CODAGE	SYMBOLES
2		
10		
16		

1-2 SYSTEME BINAIRE

Le système binaire ou système à base 2 comprend 2 chiffres différents 0 et 1 .

Chacun d'entre eux est aussi appelé bit (binary digit) ou élément binaire .

Exemple : Etude d'un nombre binaire $\mathbf{N = (10110)_2}$.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

$$N = 1.2^4 + 0.2^3 + 1.2^2 + 1.2^1 + 0.2^0 = (22)_{10}$$

- Le premier chiffre de droite est le chiffre de poids faible , son rang est 0 .

- Le chiffre le plus à gauche est le chiffre de poids fort , son rang est 4 .

Remarque : En utilisant n bits, on peut former 2^n nombres différents et le plus grand d'entre eux, est égal à $(2^n - 1)$.

Ainsi avec un dispositif à 8 bits, on peut représenter :

→ $\mathbf{2^8}$ = 256 nombres différents, le plus grand est $(11111111)_2$ soit $(255)_{10}$.

1-3 SYSTEME HEXADECIMAL

Le système hexadécimal ou système à base 16 comprend :

→ 10 chiffres et 6 lettres différents 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F .

Exemple : Etude d'un nombre hexadécimal $\mathbf{N = (B9)_{16}}$.

Décomposition de ce nombre sous la forme d'un polynôme :

$$N = 11.16^1 + 9.16^0 = (185)_{10}$$

Remarque : Les lettres A, B, C, D, E, F du système hexadécimal valent respectivement 10, 11, 12, 13, 14, 15 dans le système décimal.

Compléter le tableau récapitulatif ci-dessous :

BASE	SYSTEME DE CODAGE	SYMBOLES
2	Binaire	0, 1
10	Décimal	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
16	Hexadécimal	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

Établir le tableau de correspondance entre les trois bases pour les 16 premiers nombres :

DECIMAL	BINAIRE	HEXADECIMAL

1-4 SYSTEME DCB

Les circuits numériques fonctionnent avec des nombres binaires exprimés sous une forme ou sous une autre durant leurs opérations internes, malgré que le monde extérieur soit un monde décimal. Il faut donc effectuer fréquemment des conversions entre les systèmes binaire et décimal, qui peuvent être longues pour les grands nombres. Ainsi en combinant certaines caractéristiques du système binaire et du système décimal, on obtient le système ______ (**D**écimal **C**odé **B**inaire).

On représente ____________________ d'un nombre décimal par son équivalent _________ .

Le plus élevé des chiffres décimaux étant le __ , il faut donc __ bits pour coder les chiffres.

Etablir le tableau de correspondance entre le système décimal et le système DCB pour les 10 premiers nombres :

Décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DCB											

Établir le tableau de correspondance entre les trois bases pour les 16 premiers nombres :

DECIMAL	BINAIRE	HEXADECIMAL
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F
16	00010000	10

1-4 SYSTEME DCB

Les circuits numériques fonctionnent avec des nombres binaires exprimés sous une forme ou sous une autre durant leurs opérations internes, malgré que le monde extérieur soit un monde décimal. Il faut donc effectuer fréquemment des conversions entre les systèmes binaire et décimal, qui peuvent être longues pour les grands nombres. Ainsi en combinant certaines caractéristiques du système binaire et du système décimal, on obtient le système DCB (**D**écimal **C**odé **B**inaire).

On représente chaque chiffre d'un nombre décimal par son équivalent binaire .

Le plus élevé des chiffres décimaux étant le 9 , il faut donc 4 bits pour coder les chiffres.

Etablir le tableau de correspondance entre le système décimal et le système DCB pour les 10 premiers nombres :

Décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DCB	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	00010000

II - CHANGEMENT DE BASE

2-1 CONVERSION DECIMAL-AUTRE BASE

Il s'agit de convertir un nombre N donné ____________ en un système de _________ (binaire, hexadécimal).

Méthode :

⇒ Elle consiste à diviser le nombre décimal à convertir par la base b et à garder le reste. Le quotient obtenu est divisé par la base b et le reste conservé. L'opération est répétée sur chaque quotient obtenu.

L'expression de N dans le système de base b s'obtient en écrivant le __________________ à la position du bit de poids __________________ , et le __________________ à la position du bit de poids ________________ .

Exemple : Convertir **N = (25)$_{10}$** en nombre binaire (b = 2) et en hexadécimal (b = 16). Vérifier le résultat à la calculatrice.

2-2 CONVERSION HEXADECIMAL-BINAIRE

→ Chaque chiffre hexadécimal est remplacé par son équivalent _________ de ___ bits.

Exemple : Convertir les nombres N écrit en hexadécimal en leur équivalent binaire. Vérifier les résultats à la calculatrice.

N$_1$ = (E8A)$_{16}$ = (______________________)$_2$ **N$_2$ = (9F2)$_{16}$** = (___________________)$_2$

2-3 CONVERSION BINAIRE-HEXADECIMAL

→ C'est l'inverse de l'opération précédente. Le nombre binaire est divisé en groupes de ___ bits, puis chaque groupe est remplacé par son équivalent __________________.

Exemple : Convertir les nombres N écrit en binaire en leur équivalent hexadécimal. Vérifier les résultats à la calculatrice.

N$_1$ = (100001101111)$_2$ = (_______)$_{16}$ **N$_2$ = (1110100110)$_2$** = (_______)$_{16}$

II - CHANGEMENT DE BASE

2-1 CONVERSION DECIMAL-AUTRE BASE

Il s'agit de convertir un nombre N donné en base 10 en un système de base b (binaire, hexadécimal).

Méthode :

⇒ Elle consiste à diviser le nombre décimal à convertir par la base b et à garder le reste. Le quotient obtenu est divisé par la base b et le reste conservé. L'opération est répétée sur chaque quotient obtenu.

L'expression de N dans le système de base b s'obtient en écrivant le premier reste à la position du bit de poids le plus faible , et le dernier reste à la position du bit de poids le plus fort .

Exemple : Convertir $\mathbf{N = (25)_{10}}$ en nombre binaire (b = 2) et en hexadécimal (b = 16). Vérifier le résultat à la calculatrice.

25 / 2 → Quotient 12, Reste 1
12 / 2 → Quotient 6 , Reste 0
6 / 2 → Quotient 3, Reste 0
3 / 2 → Quotient 1 , Reste 1
1 / 2 → Quotient 0, Reste 1
$N = (11001)_2$

25 / 16 → Quotient 1, Reste 9
1 / 16 → Quotient 0, Reste 1
$N = (19)_{16}$

2-2 CONVERSION HEXADECIMAL-BINAIRE

→ Chaque chiffre hexadécimal est remplacé par son équivalent binaire de 4 bits.

Exemple : Convertir les nombres N écrit en hexadécimal en leur équivalent binaire. Vérifier les résultats à la calculatrice.

$\mathbf{N_1 = (E8A)_{16}} = (1110\ 1000\ 1010)_2$ $\mathbf{N_2 = (9F2)_{16}} = (1001\ 1111\ 0010)_2$

2-3 CONVERSION BINAIRE-HEXADECIMAL

→ C'est l'inverse de l'opération précédente. Le nombre binaire est divisé en groupes de 4 bits, puis chaque groupe est remplacé par son équivalent hexadécimal .

Exemple : Convertir les nombres N écrit en binaire en leur équivalent hexadécimal. Vérifier les résultats à la calculatrice.

$\mathbf{N_1 = (100001101111)_2} = (86F)_{16}$ $\mathbf{N_2 = (1110100110)_2} = (3A6)_{16}$

III – CODES ALPHANUMERIQUES

Un ordinateur est prévu pour traiter des informations non numériques, c'est-à-dire qu'il doit ________________ des caractères de l'alphabet, des caractères spéciaux, des chiffres.

Tous ces éléments sont associés à un code appelé ____________________ . le plus connu est le code ________ .

3-1 CODE ASCII

Le code ASCII (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange) est un code universel pour la ______________ d'informations alphanumériques entre l' ____________ et ses ______________ .

Chaque symbole nécessite au moins __ positions binaires, soit ____________ combinaisons, ce qui est amplement suffisant pour reproduire toutes les lettres et fonctions courantes d'un clavier (voir tableau code ASCII en annexe).

La séquence de transmission est accompagnée de signaux indiquant le ________ (________) et la _____ (________) du message. Cette transmission s'effectue avec une certaine __________ exprimée en ______ ou ________ .

Exemple : Le message suivant est codé en ASCII. Que signifie-t-il ? (***Méthode*** : Convertir chaque code en son équivalent décimal, puis remplacer par les caractères associés dans le tableau).

1010011 1000101 1001110

3-2 DETECTION D'ERREURS AU MOYEN DE LA METHODE DE PARITE

La transmission de données dans les circuits numériques s'accompagne parfois d' ________ qui doivent être ____________ même si elles ne sont pas nombreuses.

La méthode du _____ de __________ est l'une des méthodes utilisées pour les détecter. C'est un _____ supplémentaire __________ au code binaire, généralement placé à gauche.

* ***Bit de parité paire*** : Le bit supplémentaire est fixé à une valeur (0 ou 1) telle que, pour chaque code le nombre total de __ , y compris le bit de parité, soit ______ .
Exemple : Il s'agit de transmettre le caractère « **C** ». Associer un bit de parité **paire** au code binaire.

* ***Bit de parité impaire*** : Le bit supplémentaire est fixé à une valeur (0 ou 1) telle que, pour chaque code le nombre total de __ , y compris le bit de parité, soit ________ .
Exemple : Il s'agit de transmettre le caractère « **J** ». Associer un bit de parité **impaire** au code binaire.

III – CODES ALPHANUMERIQUES

Un ordinateur est prévu pour traiter des informations non numériques, c'est-à-dire qu'il doit reconnaître des caractères de l'alphabet, des caractères spéciaux, des chiffres.

Tous ces éléments sont associés à un code appelé alphanumérique . le plus connu est le code ASCII .

3-1 CODE ASCII

Le code ASCII (**A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange) est un code universel pour la transmission d'informations alphanumériques entre l' ordinateur et ses périphériques .

Chaque symbole nécessite au moins 7 positions binaires, soit $2^7 = 128$ combinaisons, ce qui est amplement suffisant pour reproduire toutes les lettres et fonctions courantes d'un clavier (voir tableau code ASCII en annexe).

La séquence de transmission est accompagnée de signaux indiquant le début (START) et la fin (STOP) du message. Cette transmission s'effectue avec une certaine vitesse exprimée en bauds ou bits / s .

Exemple : Le message suivant est codé en ASCII. Que signifie-t-il ? (***Méthode*** : Convertir chaque code en son équivalent décimal, puis remplacer par les caractères associés dans le tableau).

1010011	1000101	1001110
83 = « **S** »	69 = « **E** »	78 = « **N** »

3-2 DETECTION D'ERREURS AU MOYEN DE LA METHODE DE PARITE

La transmission de données dans les circuits numériques s'accompagne parfois d' erreurs qui doivent être éliminées même si elles ne sont pas nombreuses.

La méthode du bit de parité est l'une des méthodes utilisées pour les détecter. C'est un bit supplémentaire associé au code binaire, généralement placé à gauche.

* ***Bit de parité paire*** : Le bit supplémentaire est fixé à une valeur (0 ou 1) telle que, pour chaque code le nombre total de 1 , y compris le bit de parité, soit pair .
Exemple : Il s'agit de transmettre le caractère « **C** ». Associer un bit de parité **paire** au code binaire.
« C » = $(67)_{10}$ soit 1000011 il y a trois 1 donc le bit de parité pair associé est 1

* ***Bit de parité impaire*** : Le bit supplémentaire est fixé à une valeur (0 ou 1) telle que, pour chaque code le nombre total de 1 , y compris le bit de parité, soit impaire .
Exemple : Il s'agit de transmettre le caractère « **J** ». Associer un bit de parité **impaire** au code binaire.
« J » = $(74)_{10}$ soit 1001010 il y a trois 1 donc le bit de parité impair associé est 0

ANNEXE

Table ASCII standard (codes de caractères de 0 à 127)

000	(nul)	016	(dle)	032	sp	048	0	064	@	080	P	096	`	112	p
001	(soh)	017	(dc1)	033	!	049	1	065	A	081	Q	097	a	113	q
002	(stx)	018	(dc2)	034	"	050	2	066	B	082	R	098	b	114	r
003	(etx)	019	(dc3)	035	#	051	3	067	C	083	S	099	c	115	s
004	(eot)	020	¶(dc4)	036	$	052	4	068	D	084	T	100	d	116	t
005	(enq)	021	§(nak)	037	%	053	5	069	E	085	U	101	e	117	u
006	(ack)	022	(syn)	038	&	054	6	070	F	086	V	102	f	118	v
007	(bel)	023	(etb)	039	'	055	7	071	G	087	W	103	g	119	w
008	(bs)	024	(can)	040	(	056	8	072	H	088	X	104	h	120	x
009	(tab)	025	(em)	041	)	057	9	073	I	089	Y	105	i	121	y
010	(lf)	026	(eof)	042	*	058	:	074	J	090	Z	106	j	122	z
011	(vt)	027	(esc)	043	+	059	;	075	K	091	[	107	k	123	{
012	(np)	028	(fs)	044	,	060	<	076	L	092	\	108	l	124	|
013	(cr)	029	(gs)	045	-	061	=	077	M	093	]	109	m	125	}
014	(so)	030	(rs)	046	.	062	>	078	N	094	^	110	n	126	~
015	¤(si)	031	(us)	047	/	063	?	079	O	095	_	111	o	127	

Table ASCII étendue (codes de caractères de 128 à 255)

128	Ç	144	É	160	á	176	_	192	+	208	ð	224	Ó	240	&SHY;
129	ü	145	æ	161	í	177	_	193	-	209	Đ	225	ß	241	±
130	é	146	Æ	162	ó	178	_	194	-	210	Ê	226	Ô	242	_
131	â	147	ô	163	ú	179	¦	195	+	211	Ë	227	Ò	243	¾
132	ä	148	ö	164	ñ	180	¦	196	-	212	È	228	õ	244	¶
133	à	149	ò	165	Ñ	181	Á	197	+	213	ı	229	Õ	245	§
134	å	150	û	166	ª	182	Â	198	ã	214	Í	230	µ	246	÷
135	ç	151	ù	167	º	183	À	199	Ã	215	Î	231	þ	247	¸
136	ê	152	ÿ	168	¿	184	©	200	+	216	Ï	232	Þ	248	°
137	ë	153	Ö	169	®	185	¦	201	+	217	+	233	Ú	249	¨
138	è	154	Ü	170	¬	186	¦	202	-	218	+	234	Û	250	·
139	ï	155	ø	171	½	187	+	203	-	219	_	235	Ù	251	¹
140	î	156	£	172	¼	188	+	204	¦	220	_	236	ý	252	³
141	ì	157	Ø	173	¡	189	¢	205	-	221	¦	237	Ý	253	²
142	Ä	158	×	174	«	190	¥	206	+	222	Ì	238	&hibar;	254	_
143	Å	159	ƒ	175	»	191	+	207	¤	223	_	239	´	255	