ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

Enseignes et afficheurs à LED

Nombres et champs de bits

Dr. Yves Tiecoura

Nombres et champs de bits

Dr. Yves Tiecoura

Nombres et champs de bits

- Symboles binaires
- Numération binaire
- Arithmétique modulaire
- Nombres signés
- Types en C
- Hexadécimal
- Codage des caractères

Nombres et champs de bits

Nombres et champs de bits

- LED éteinte ou allumée

Nombres et champs de bits

- LED éteinte ou allumée
- Faux ou Vrai

Nombres et champs de bits

- LED éteinte ou allumée
- Faux ou Vrai
- 0 ou 1

Nombres et champs de bits

- LED éteinte ou allumée
- Faux ou Vrai
- 0 ou 1
- 0 V ou + 5 V

Nombres et champs de bits

- LED éteinte ou allumée
- Faux ou Vrai
- 0 ou 1
- 0 V ou + 5 V

- Ex : 1 0 0 1 0 0 1 0

Numération binaire

Numération binaire

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Numération binaire

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Poids des bits

Rang	Valeur	Décimal
0	1	$1 = 2^0$
1	10	$2 = 2^1$
2	100	$4 = 2^2$
3	1000	$8 = 2^3$
4	10000	$16 = 2^4$
5	100000	$32 = 2^5$
6	1000000	$64 = 2^6$
7	10000000	$128 = 2^7$
8	100000000	$256 = 2^8$
9	1000000000	$512 = 2^9$
10	10000000000	$1024 = 2^{10}$

Numération binaire

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Poids des bits

Rang	Valeur	Décimal
0	1	$1 = 2^0$
1	10	$2 = 2^1$
2	100	$4 = 2^2$
3	1000	$8 = 2^3$
4	10000	$16 = 2^4$
5	100000	$32 = 2^5$
6	1000000	$64 = 2^6$
7	10000000	$128 = 2^7$
8	100000000	$256 = 2^8$
9	1000000000	$512 = 2^9$
10	10000000000	$1024 = 2^{10}$

$$
\begin{array}{r}
2 \\
16 \\
64 \\
128 \\
1024 \\
\hline
\end{array}
$$

10011010010b = 1234

Nombres de taille limitée

Nombres de taille limitée

- Les mathématiciens travaillent avec des nombre arbitrairement grands.

Nombres de taille limitée

- Les mathématiciens travaillent avec des nombre arbitrairement grands.
- Les circuits électroniques ont toujours une taille limitée !

Nombres de taille limitée

- Les mathématiciens travaillent avec des nombre arbitrairement grands.
- Les circuits électroniques ont toujours une taille limitée !
- Quelle sont les contraintes liées à cette limite de taille ?

Nombres entiers modulaires

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Nombres entiers modulaires

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Table de l'addition :

0 + 0 = 0, retenue 0

0 + 1 = 1, retenue 0

1 + 0 = 1, retenue 0

1 + 1 = 0, retenue 1

Nombres entiers modulaires

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

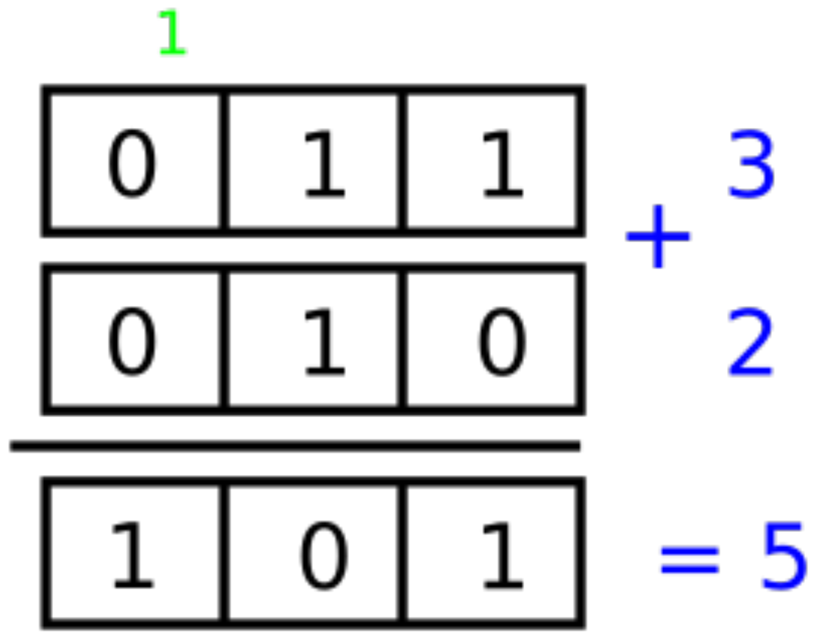
Table de l'addition :

0 + 0 = 0, retenue 0

0 + 1 = 1, retenue 0

1 + 0 = 1, retenue 0

1 + 1 = 0, retenue 1

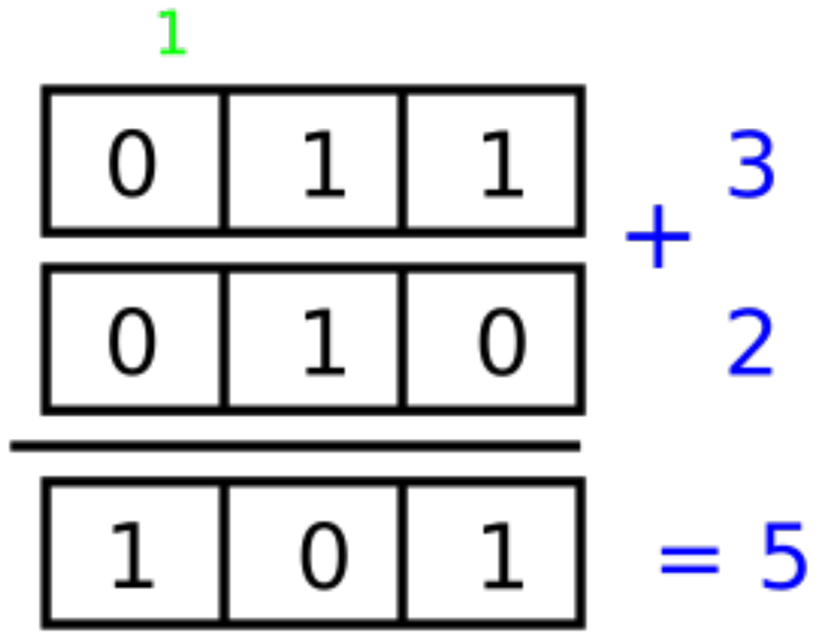


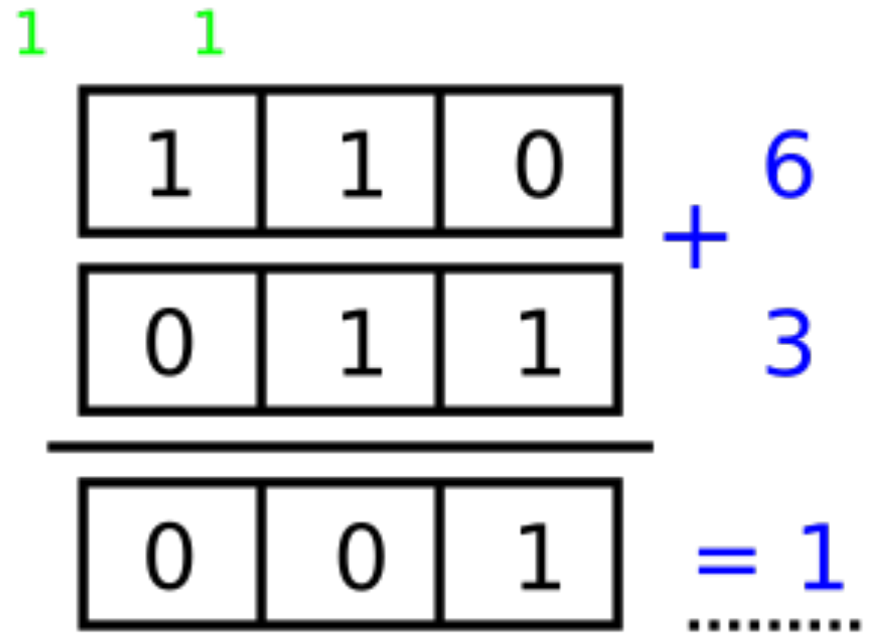
Nombres entiers modulaires

Codage binaire

Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Table de l'addition :
0 + 0 = 0, retenue 0
0 + 1 = 1, retenue 0
1 + 0 = 1, retenue 0
1 + 1 = 0, retenue 1



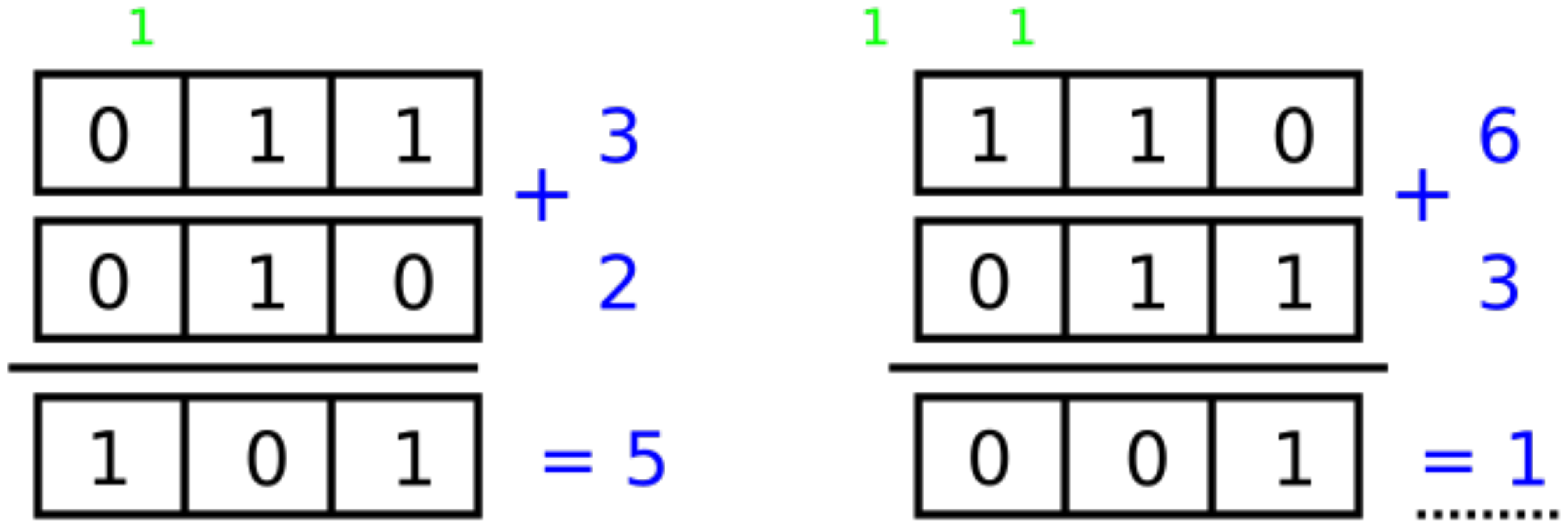


Nombres entiers modulaires

Codage binaire

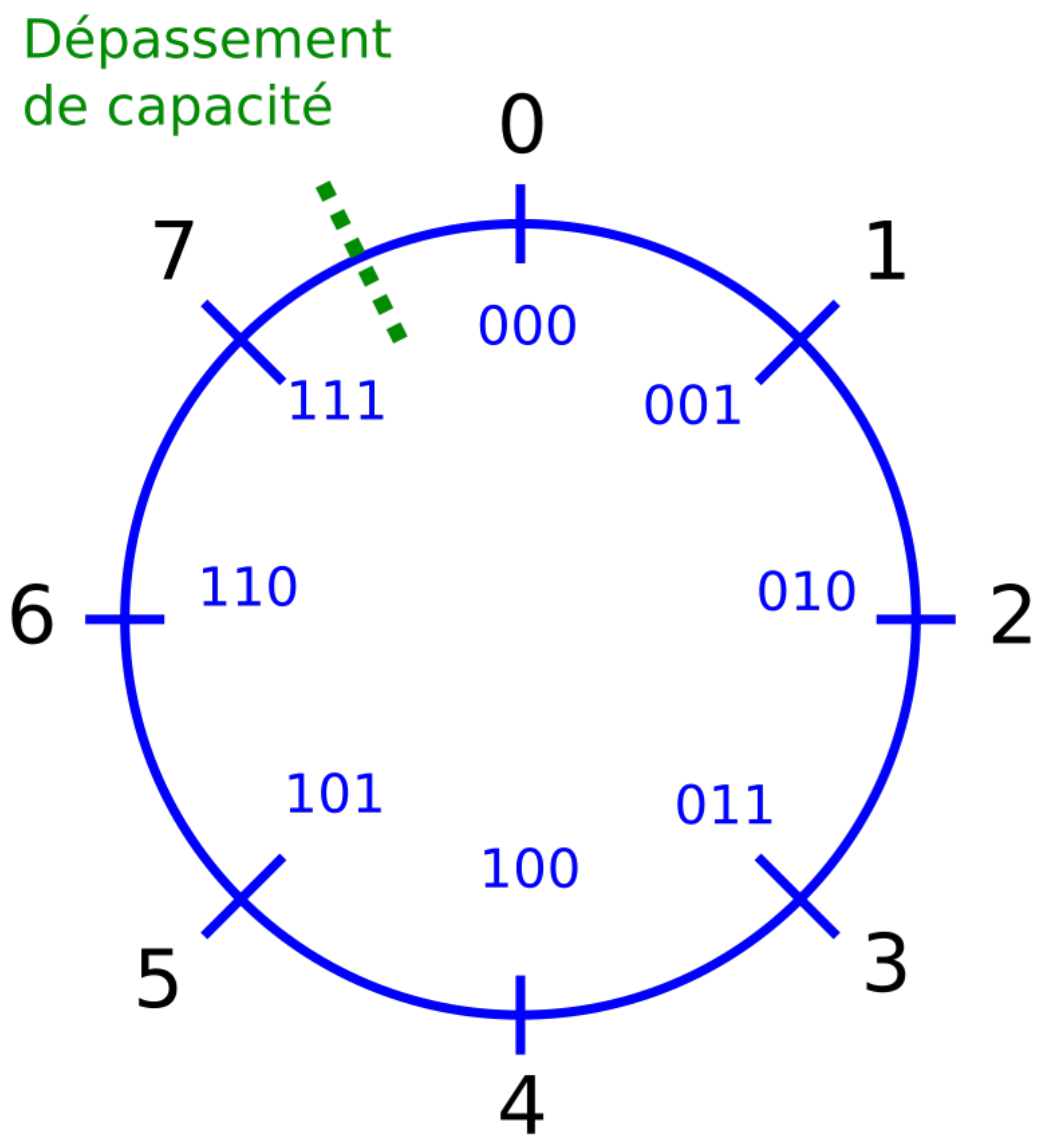
Binaire	Décimal
0	0
1	1
1 0	2
1 1	3
1 0 0	4
1 0 1	5
1 1 0	6
1 1 1	7
1 0 0 0	8
1 0 0 1	9
1 0 1 0	10
1 0 1 1	11
1 1 0 0	12
1 1 0 1	13
1 1 1 0	14
1 1 1 1	15
1 0 0 0 0	16

Table de l'addition :
0 + 0 = 0, retenue 0
0 + 1 = 1, retenue 0
1 + 0 = 1, retenue 0
1 + 1 = 0, retenue 1

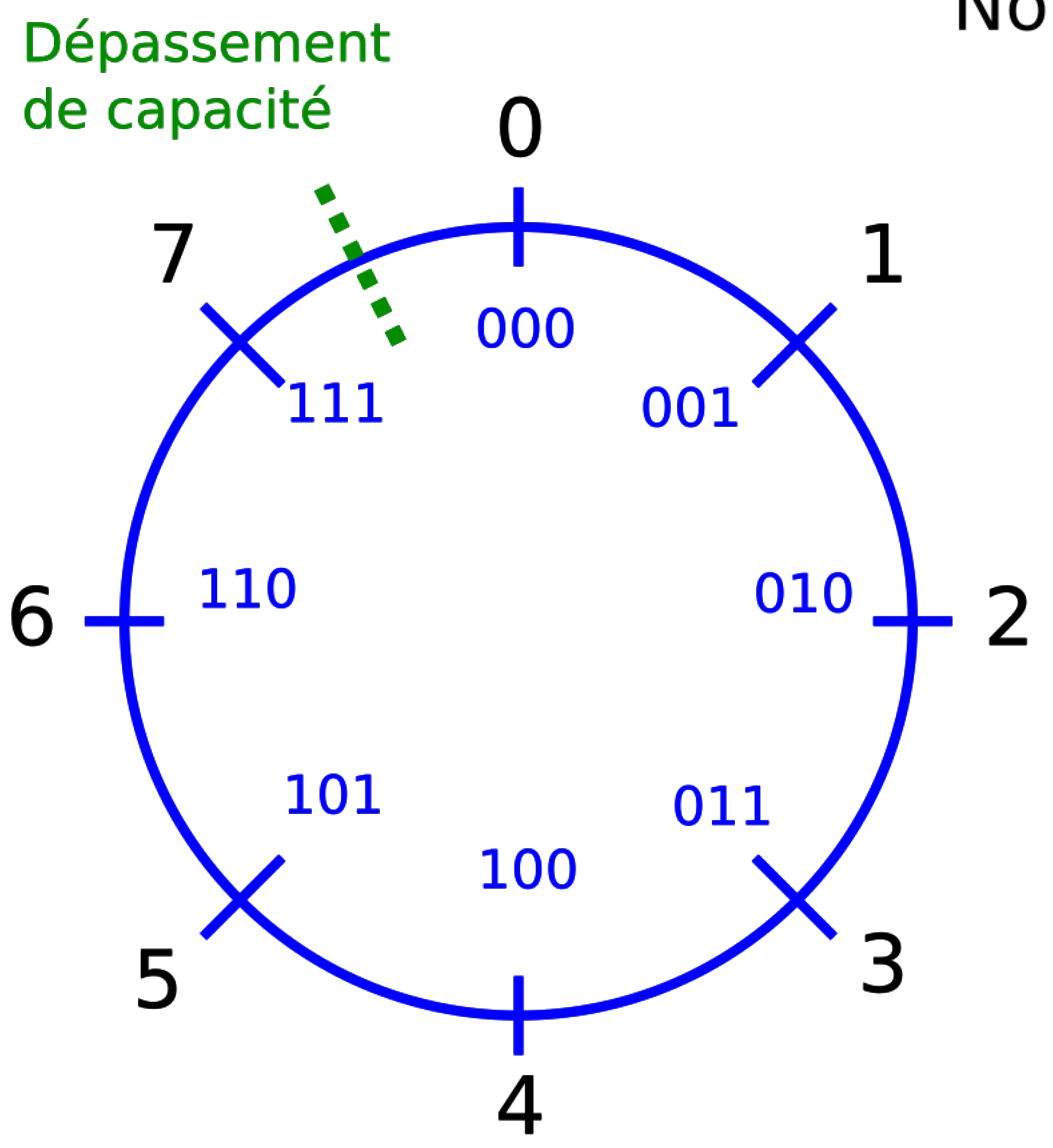


Dépassement de capacité

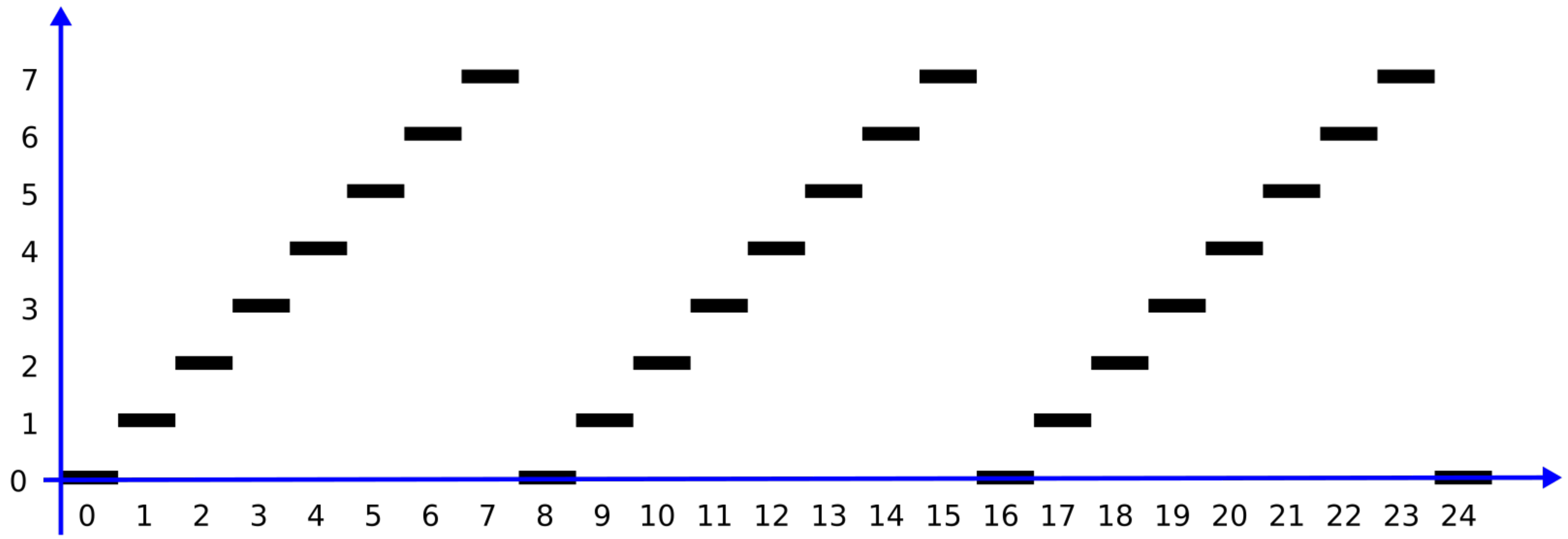
Nombres entiers modulaires



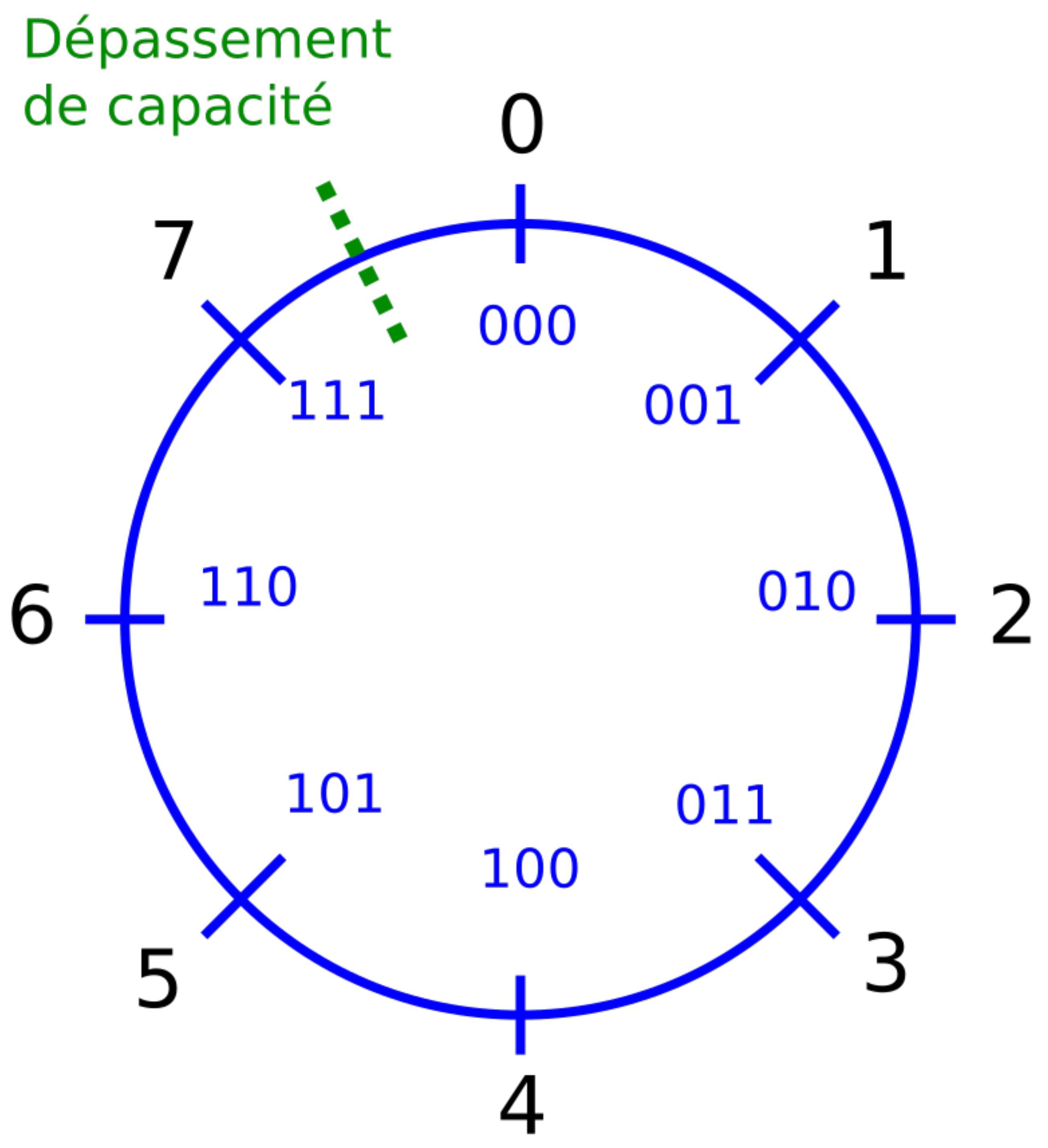
Nombres entiers modulaires

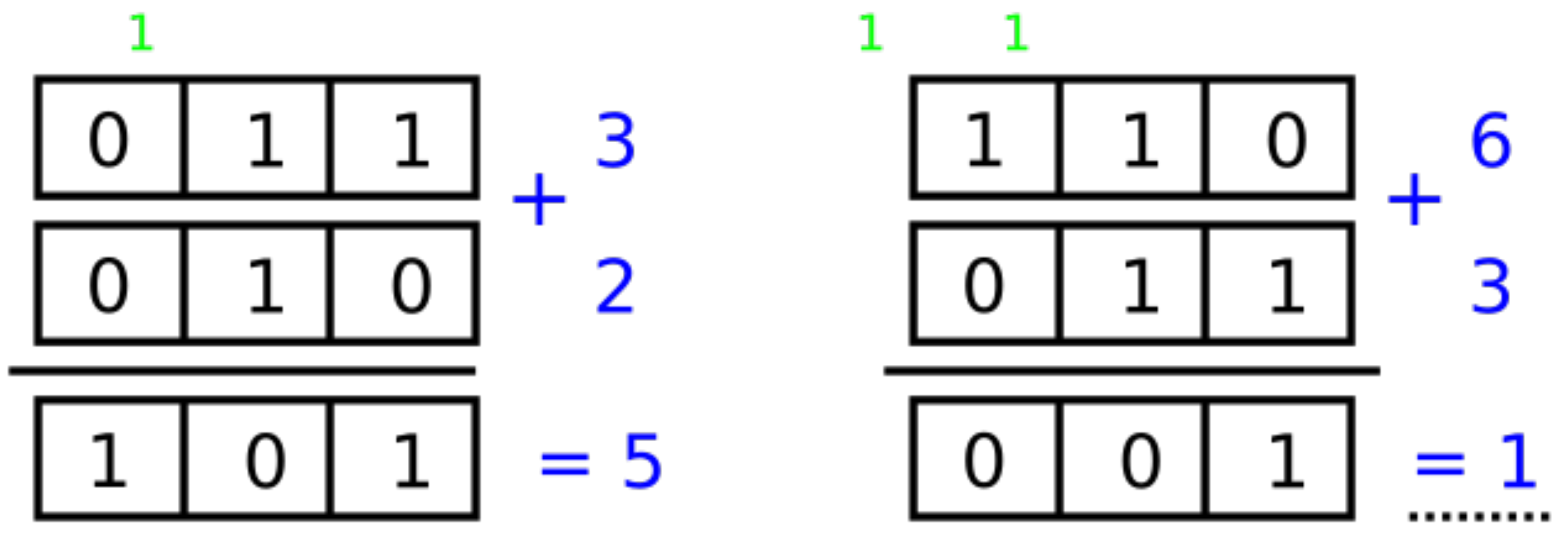


Nombres positifs :

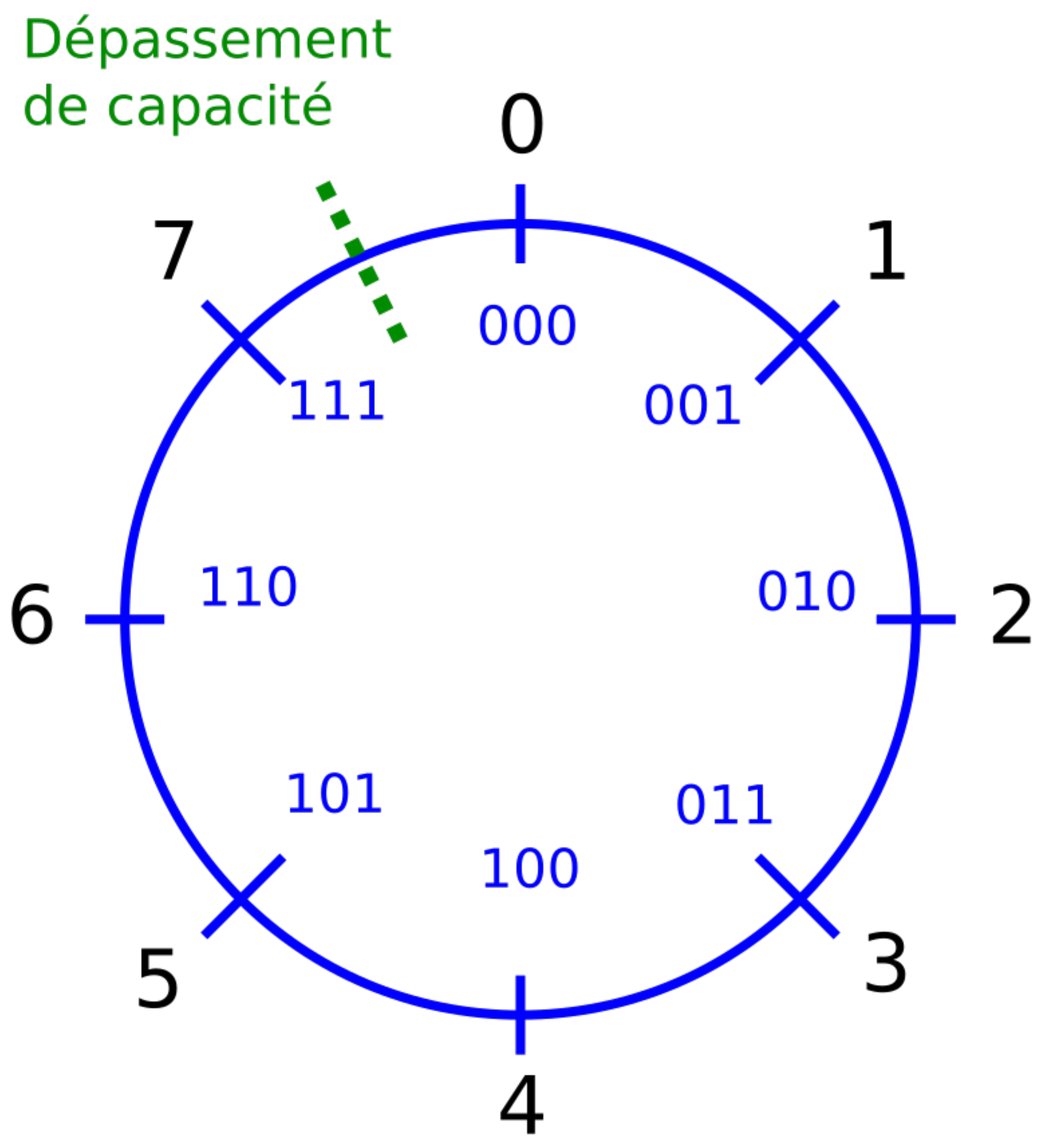


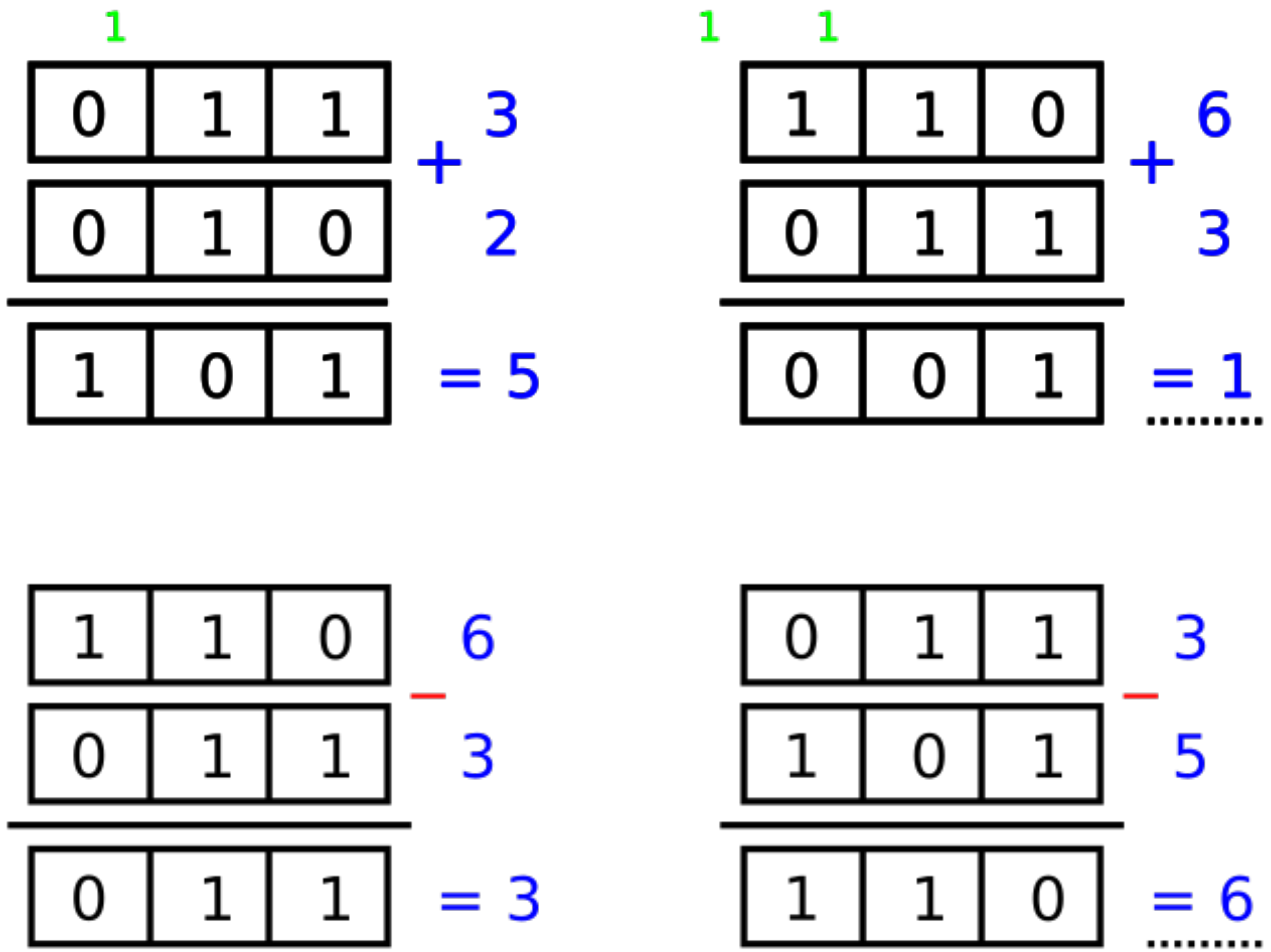
Nombres entiers modulaires





Nombres entiers modulaires

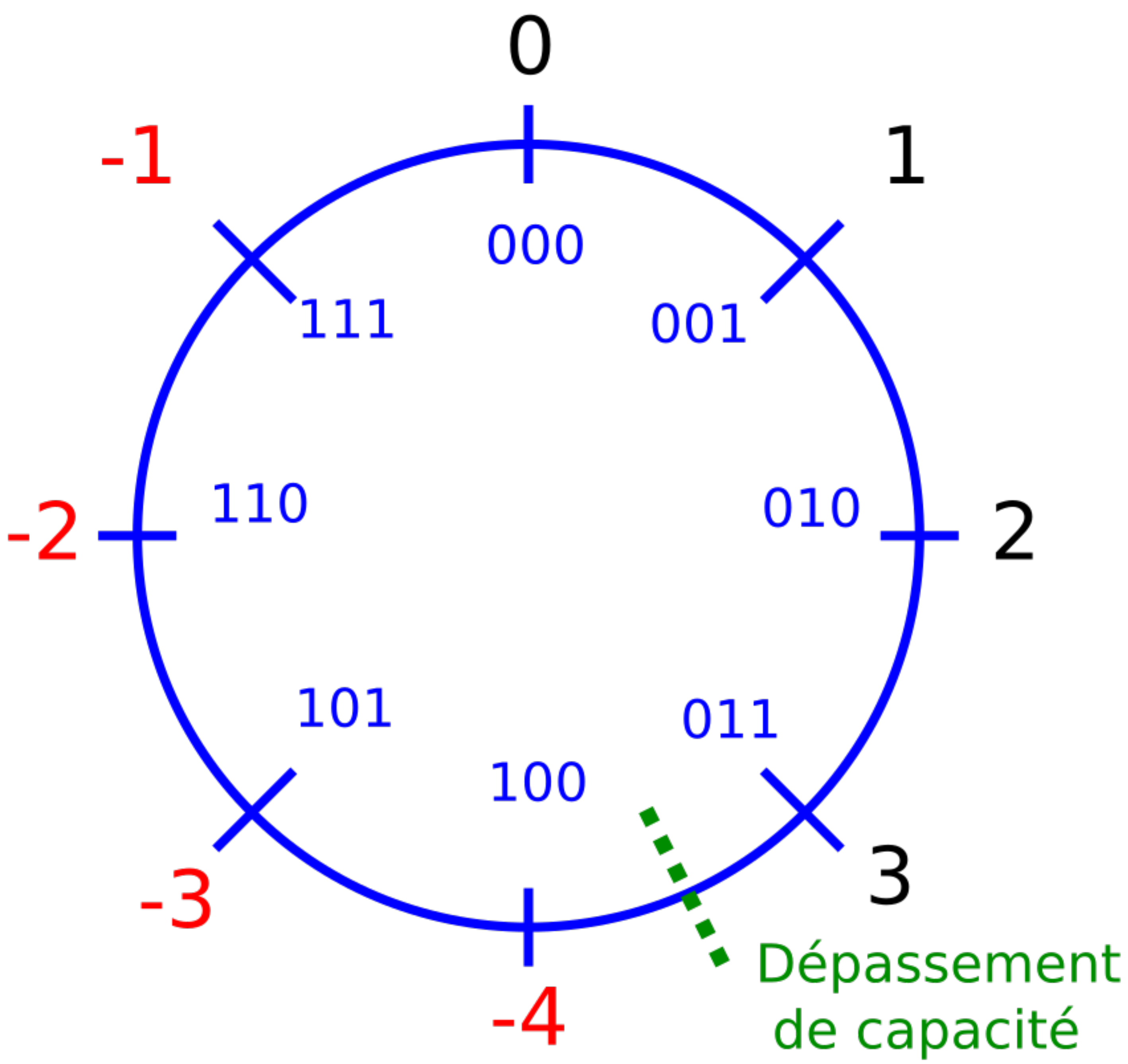




Nombres de taille limitée

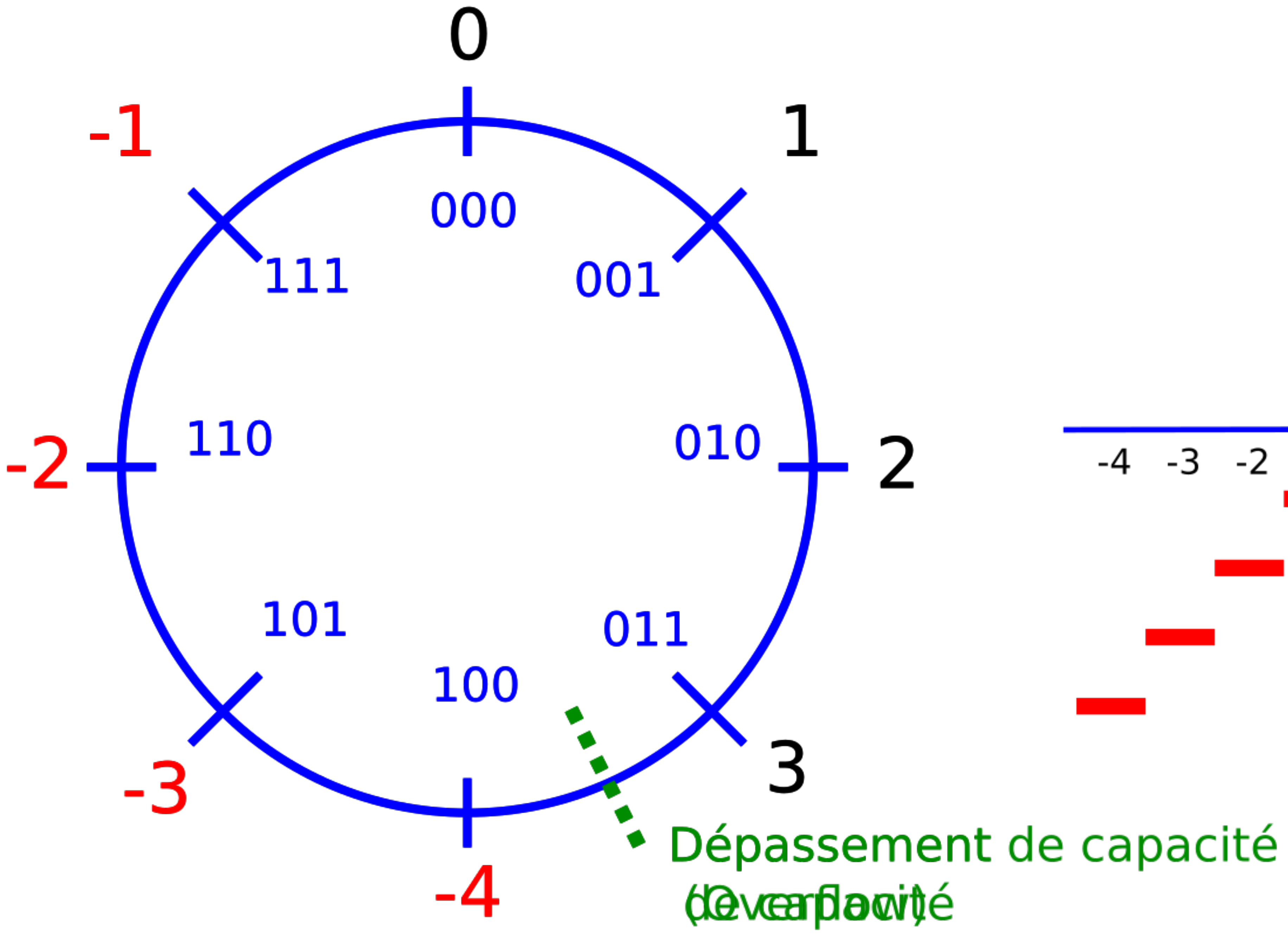
- Peut-on représenter des nombres négatifs ?

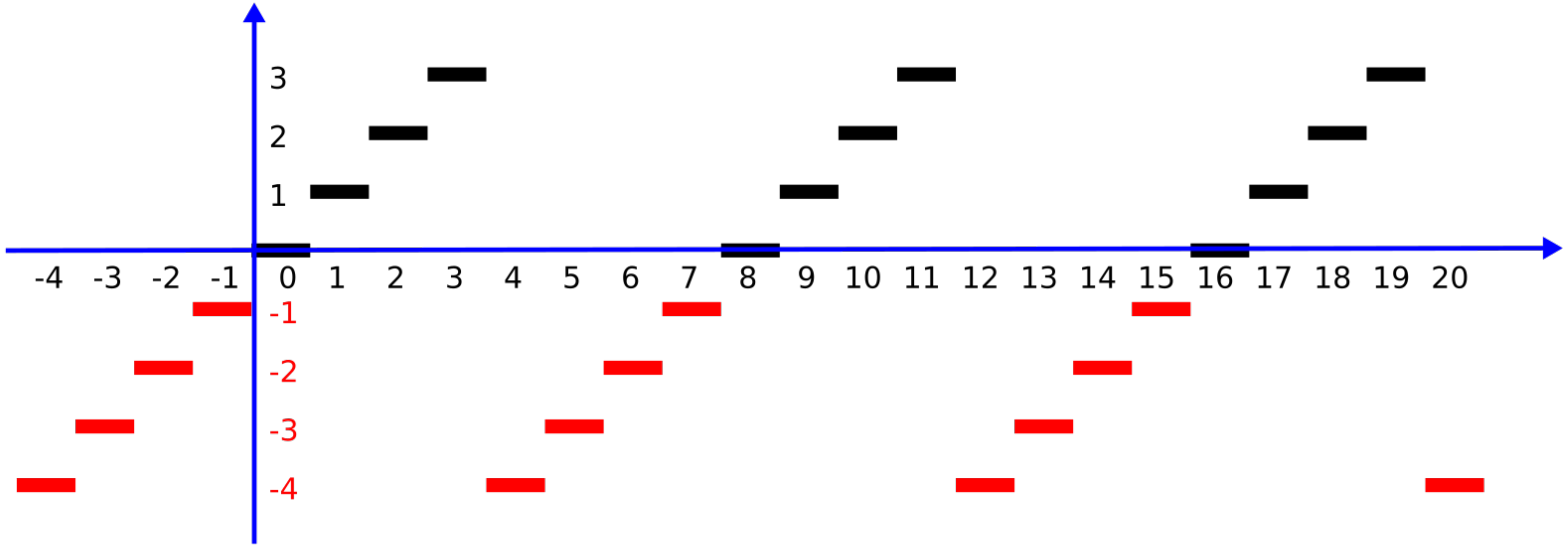
Nombres entiers modulaires



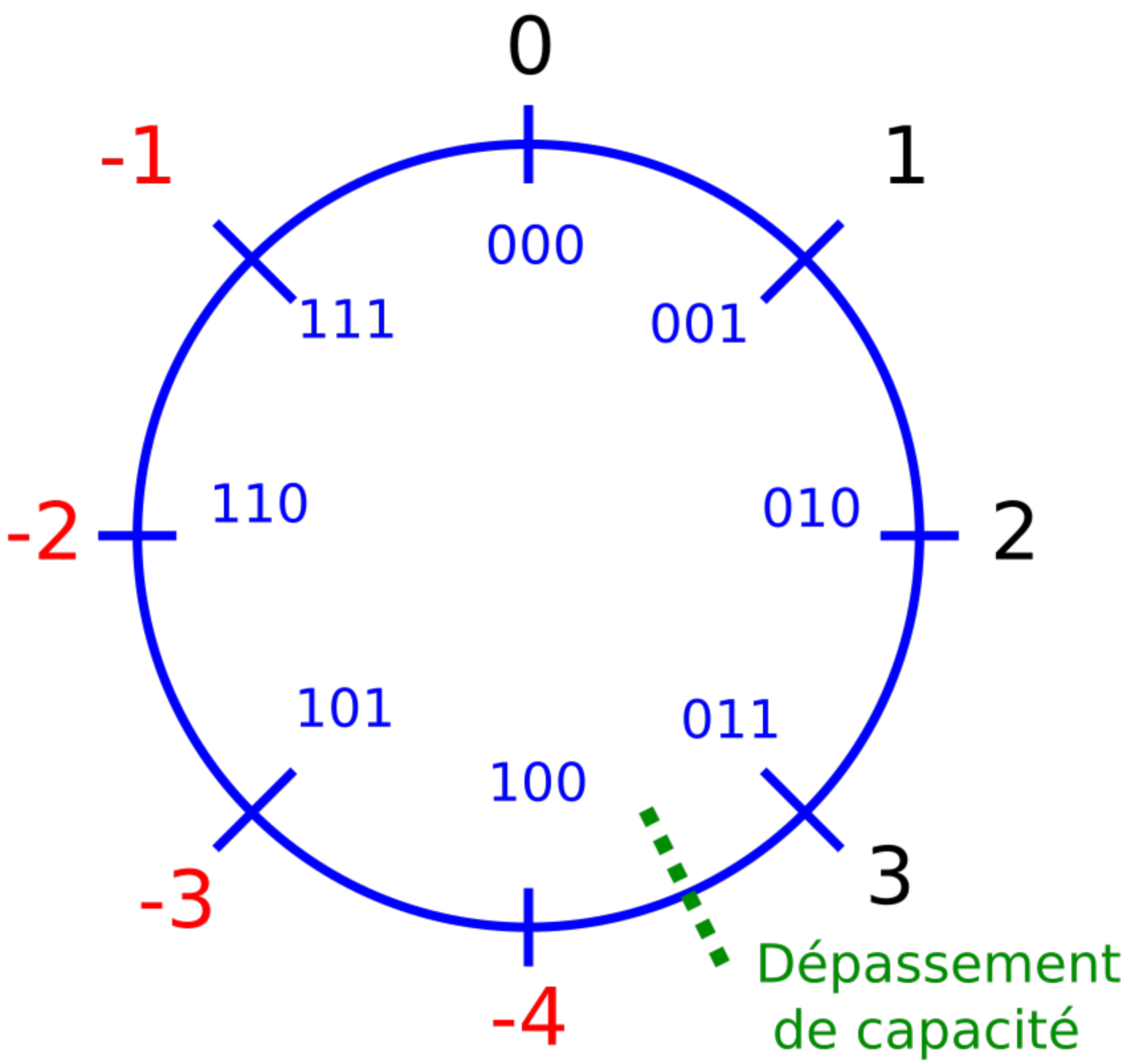
Nombres entiers modulaires

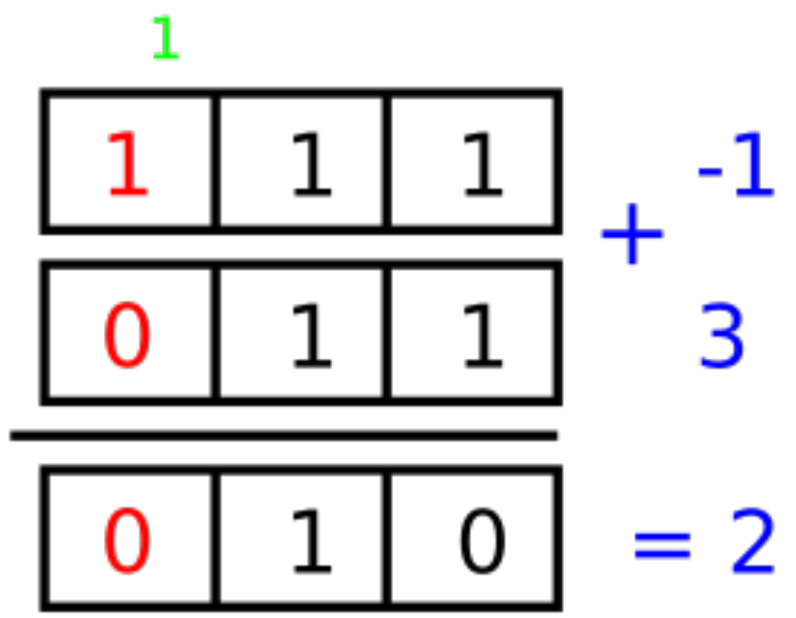
Nombres signés (complément à deux) :

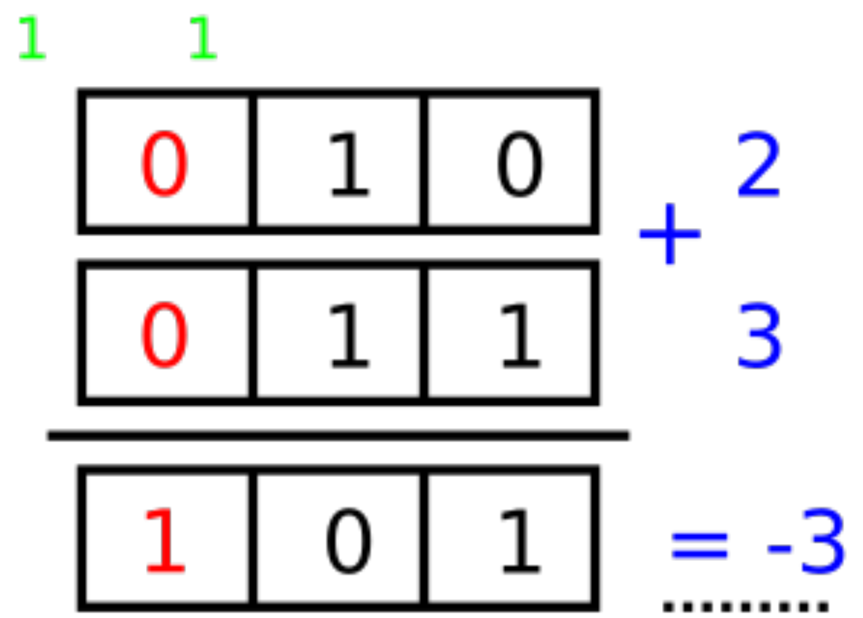




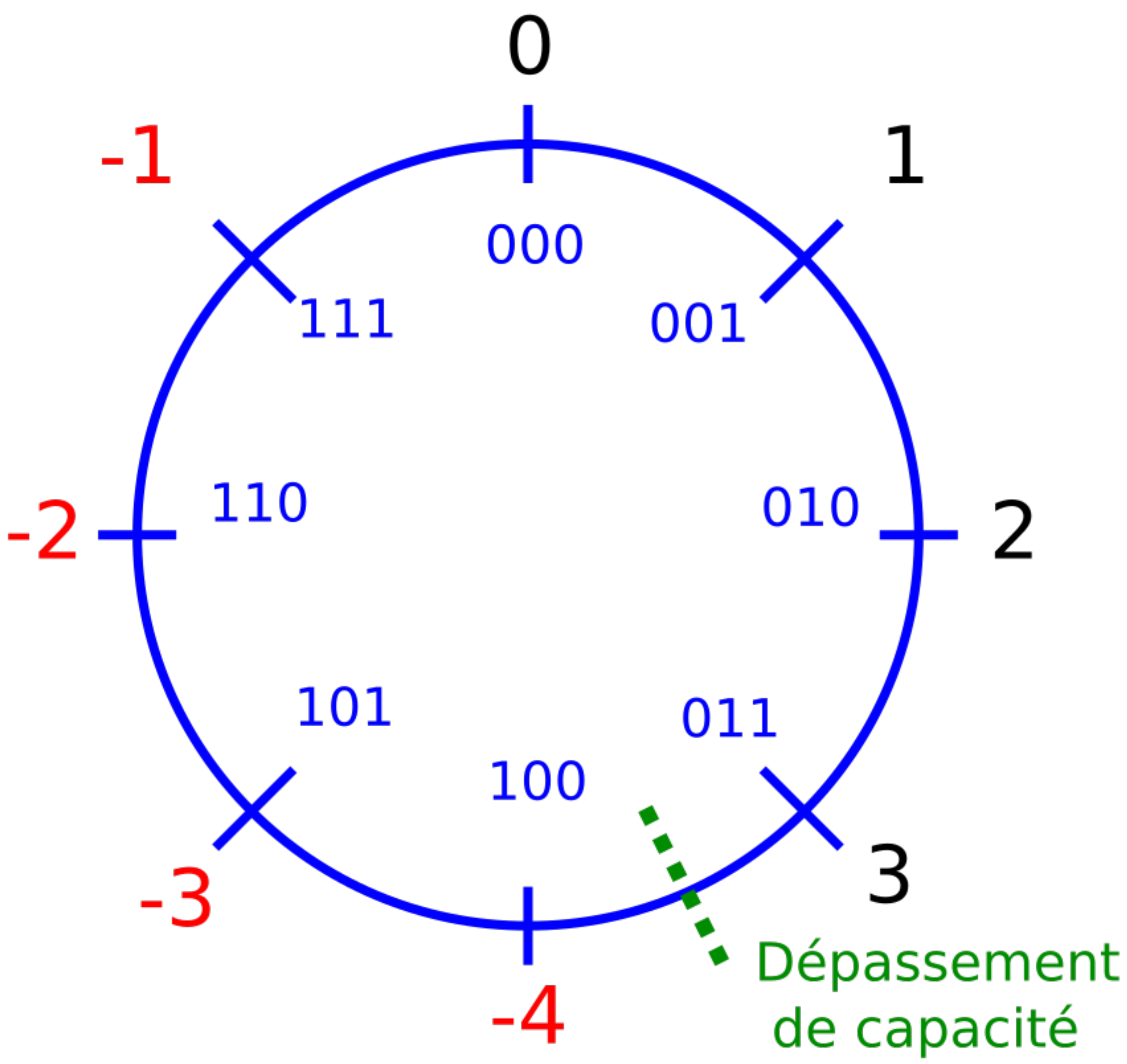
Nombres entiers modulaires

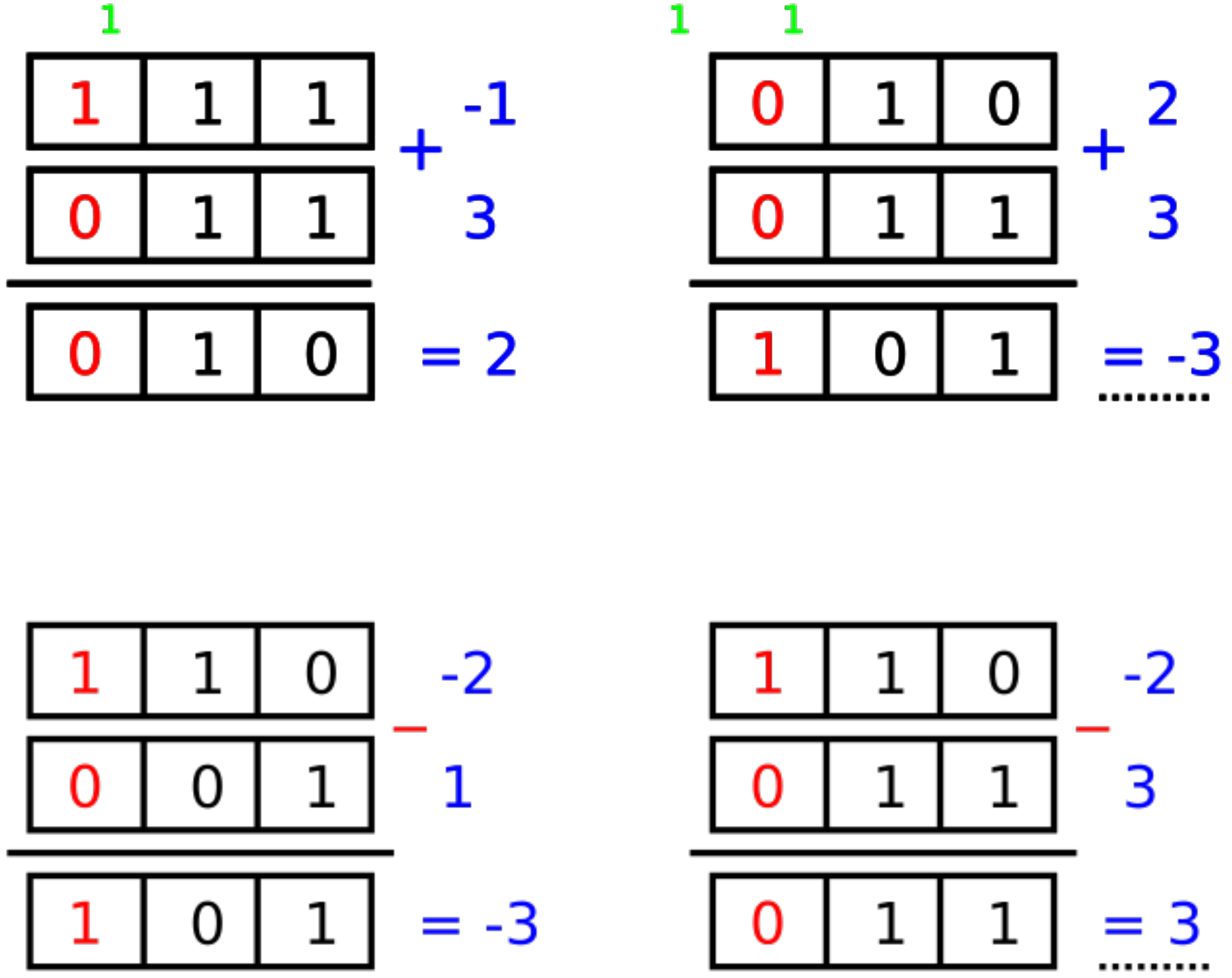






Nombres entiers modulaires





Types en C

Type :

char :	nombre de 8 bits (signé ou non, selon les réglages du compilateur)
signed char :	nombre de 8 bits signé
unsigned char :	nombre de 8 bits positif
int :	nombre généralement de 16 bits (signé ou non)
signed int :	nombre de 16 bits signé
unsigned int :	nombre de 16 bits positif
long int :	nombre généralement de 32 bits (signé ou non)
signed long int :	nombre de 32 bits signé
unsigned long int :	nombre de 32 bits positif

Types en C, version C99

Type :		*Magnitude :*
uint8_t :	nombre de 8 bits positifs	0 … 255
int8_t :	nombre de 8 bits signé	-128 … +127
uint16_t :	nombre de 16 bits positif	0 … 65'635
int16_t :	nombre de 16 bits signé	-32'768 … +32'767
uint32_t :	nombre de 32 bits positif	0 … 4'294'967'295
int32_t :	nombre de 32 bits signé	-2'147'483'648 … +2'147'483'647

Hexadécimal

- Le binaire est parfait pour les machines

Hexadécimal

- Le binaire est parfait pour les machines
- …mais malcommode pour les humains !

Hexadécimal

- Le binaire est parfait pour les machines
- …mais malcommode pour les humains !
- L'hexadécimal est plus pratique.

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
5				B				A				0			

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

Nombres entiers modulaires

Le nombre décimal 23456 :

0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0
5				B				A				0			

Notation du langage C : **0x5BA0**

0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

Codage des caractères

Table de codage ASCII

	00_h 0.	01_h 1.	02_h 2.	03_h 3.	04_h 4.	05_h 5.	06_h 6.	07_h 7.	08_h 8	09_h 9.	$0A_h$ 10.	$0B_h$ 11.	$0C_h$ 12.	$0E_h$ 13.	$0E_h$ 14.	$0F_h$ 15.
00_h 0.	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ENQ	BEL	BS	HT	LF	VT	FF	CR	SO	SI
10_h 16.	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS	RS	US
20_h 32.		!	"	#	\$	%	&	'	(	)	*	+	,	-	.	/
30_h 48.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
40_h 64.	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50_h 80.	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[	\	]	^	_
60_h 96.	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
60_h 112.	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	DEL

Pour trouver le code d'un caractère, ajouter la valeur de la ligne et celle de la colonne en décimal ou en hexadécimal

Nombres et champs de bits

- Symboles binaires
- Numération binaire
- Arithmétique modulaire
- Nombres signés
- Types en C
- Hexadécimal
- Codage des caractères