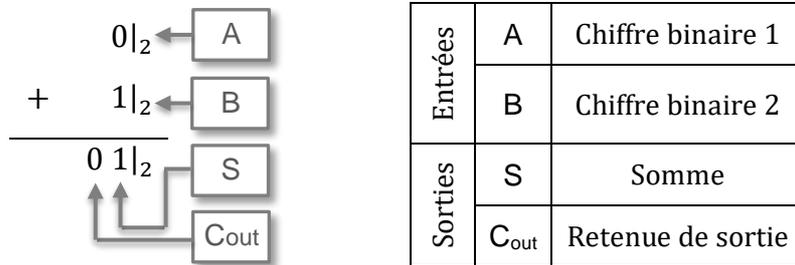


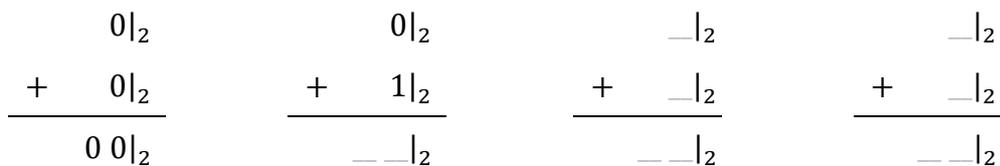
Partie 1. Demi additionneur

Un demi additionneur (*half adder* en anglais) est un circuit logique permettant de faire la somme de deux nombres binaires à un chiffre chacun. Il compte deux entrées et deux sorties. On donne ci-dessous un exemple de somme que doit pouvoir calculer un demi additionneur.



Remarque. La lettre **C** est utilisée habituellement pour représenter les retenues car « retenue » se traduit en anglais par le mot « carry ». C_{out} signifie donc retenue de sortie.

- Continuer à compléter ci-dessous les quatre opérations possibles que doit effectuer le demi additionneur.



- En déduire ci-dessous à gauche la table de vérité d'un demi additionneur.

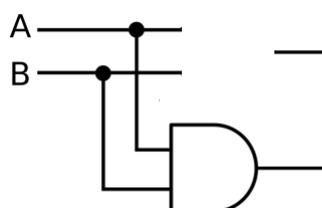
Entrées		Sorties	
A	B	C_{out}	S
0	0	0	0

A	B	C_{out}
0	0	

A	B	S
0	0	

Demi additionneur
Porte logique ET
Porte logique _____

- On a réécrit ci-dessus au centre et à droite une seule partie du tableau précédent. Compléter ces tables. Remarquer que la table de gauche est identique à celle d'une porte logique ET. Indiquer à quelle porte logique correspond la table de vérité de droite.
- Compléter le circuit logique ci-dessous pour qu'il corresponde à un demi additionneur : il manque une porte logique et le nom des sorties.



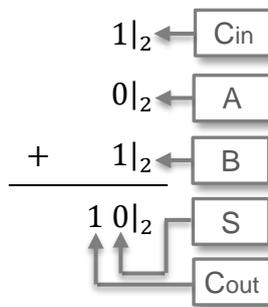
Partie 2. Additionneur complet

Un « additionneur complet » (*full adder* en anglais) est un circuit logique permettant de faire la somme de trois nombres binaires à un chiffre chacun.

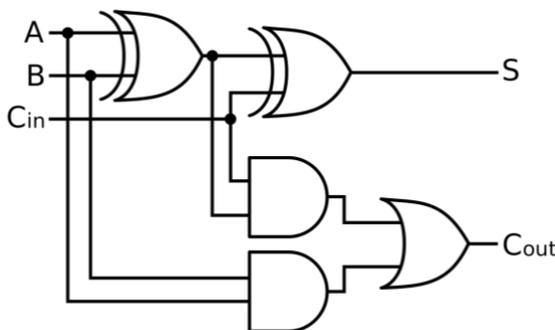
- Continuer à compléter ci-dessous les huit opérations possibles que doit effectuer un additionneur complet.

$0 _2$	$0 _2$	$0 _2$	$_ _2$
$0 _2$	$0 _2$	$1 _2$	$_ _2$
$+ 0 _2$	$+ 1 _2$	$+ 0 _2$	$+ _ _2$
$0 0 _2$	$0 1 _2$	$0 1 _2$	$_ _ _2$
$_ _2$	$_ _2$	$_ _2$	$_ _2$
$_ _2$	$_ _2$	$_ _2$	$_ _2$
$+ _ _2$	$+ _ _2$	$+ _ _2$	$+ _ _2$
$_ _ _2$	$_ _ _2$	$_ _ _2$	$_ _ _2$

- On donne ci-dessous le schéma d'un circuit logique. Déterminer sa table de vérité et vérifier qu'elle correspond à celle attendue pour un additionneur complet. Penser à ajouter au schéma et dans le tableau des lettres désignant les sorties internes des portes.



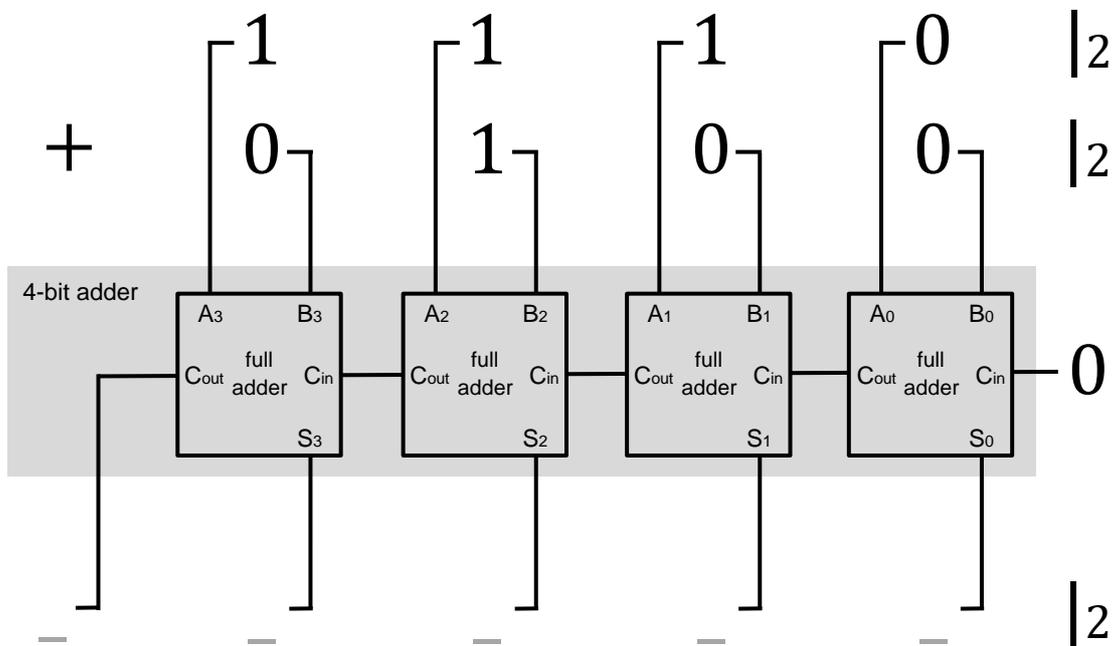
Entrées	Cin	Retenue d'entrée
	A	Chiffre binaire 1
	B	Chiffre binaire 2
Sorties	S	Somme
	Cout	Retenue de sortie



Entrées			Points internes			Sorties	
Cin	A	B				Cout	S

Partie 3. Additionneur à quatre bits

Pour réaliser des additions de nombres binaires à plusieurs chiffres, il suffit d'accrocher des additionneurs complets les uns aux autres à la chaîne. On donne ci-dessous un exemple d'additionneur à 4 bits. *Remarque.* Jusqu'à présent les entrées des circuits logiques étaient placées à gauche et les sorties à droite. Dans cette partie, on s'affranchit de cette convention par soucis de lisibilité.



- Sur la figure ci-dessus, les entrées du circuit logique ont été commutées à 0 ou 1 afin de calculer la somme des nombres $1110|_2$ et $0100|_2$.
 - Pourquoi l'entrée C_{in} de l'additionneur le plus à droite est commutée à 0 ?
 - Compléter le résultat de la somme binaire. Au fur et à mesure du calcul, écrire un 0 ou un 1 sur chacun des trois fils reliant entre eux les additionneurs complets. Ces fils permettent de transmettre la retenue d'un additionneur au suivant.
- Compléter la phrase. Un additionneur à 4 bits (*4-bit adder* en anglais) est un circuit logique qui possède ___ entrées et ___ sorties. On peut accrocher à la chaîne deux additionneurs à 4 bits ce qui permet d'obtenir un additionneur à ___ bits et ainsi de suite. Ce type de circuit logique est à la base de l'unité arithmétique et logique (ALU) d'un processeur.
- Aujourd'hui, les entiers sont stockés en mémoire sur 32 bits. Pour les additionner, il faut donc un additionneur à 32 bits. *Compléter le texte.* D'après cette activité, il faut un total de _____ portes logiques pour construire un tel circuit. Le transistor est le composant électronique microscopique à la base de tout circuit électronique. Avec la technologie CMOS, il faut 28 transistors pour un additionneur complet. Cela représente donc _____ transistors pour un additionneur à 32 bits !