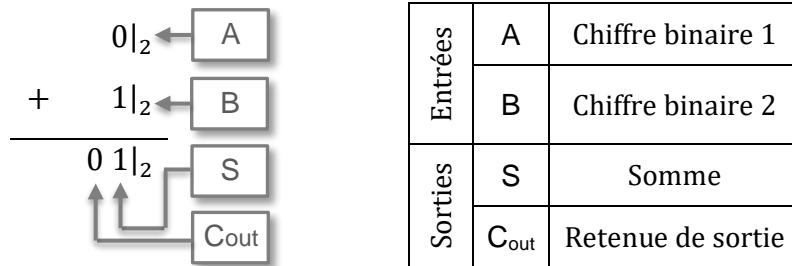


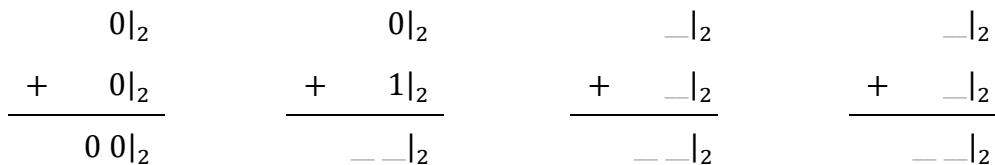
**Partie 1. Demi additionneur**

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.

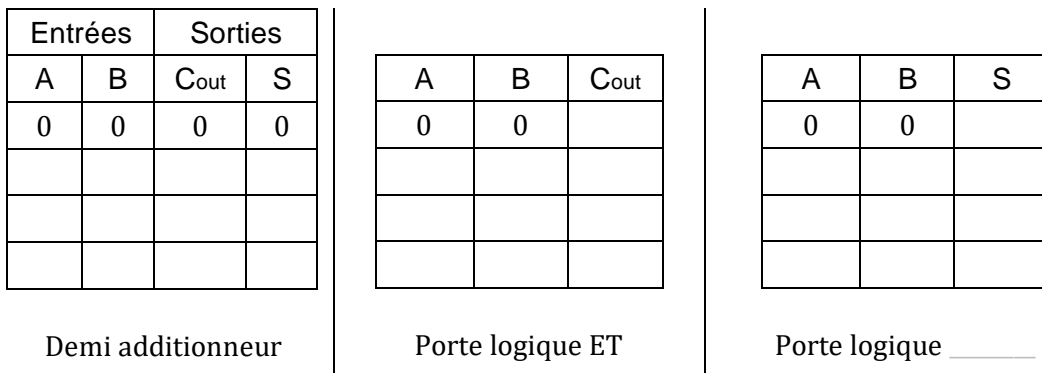


*Remarque.* La lettre **C** est utilisée habituellement pour représenter les retenues car « retenue » se traduit en anglais par le mot « carry ». C<sub>out</sub> signifie donc retenue de sortie.

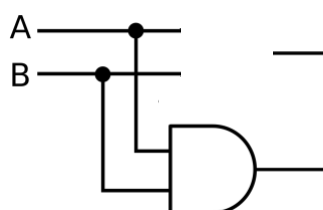
- Continuer à compléter ci-dessous les quatre opérations possibles que doit effectuer le demi additionneur.



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



- 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.



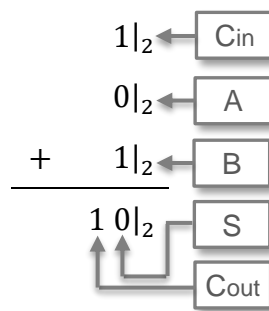
**Partie 2. Additionneur complet**

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

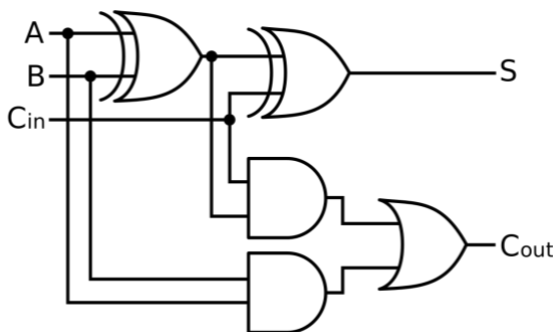
- Continuer à compléter ci-dessous les huit opérations possibles que doit effectuer un additionneur complet.

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

- 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.

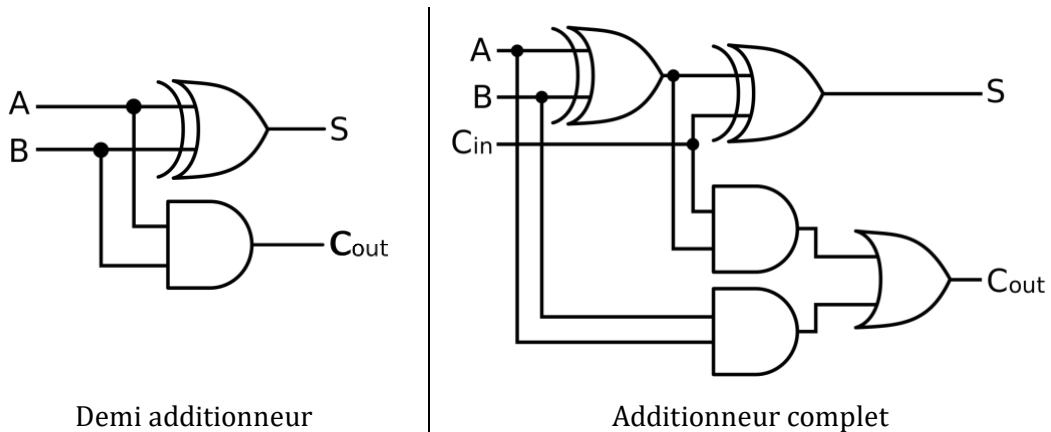


Entrées	Cin	Retenue d'entrée
	A	Chiffre binaire 1
	B	Chiffre binaire 2
Sorties	S	Somme
	Cout	Retenue de sortie

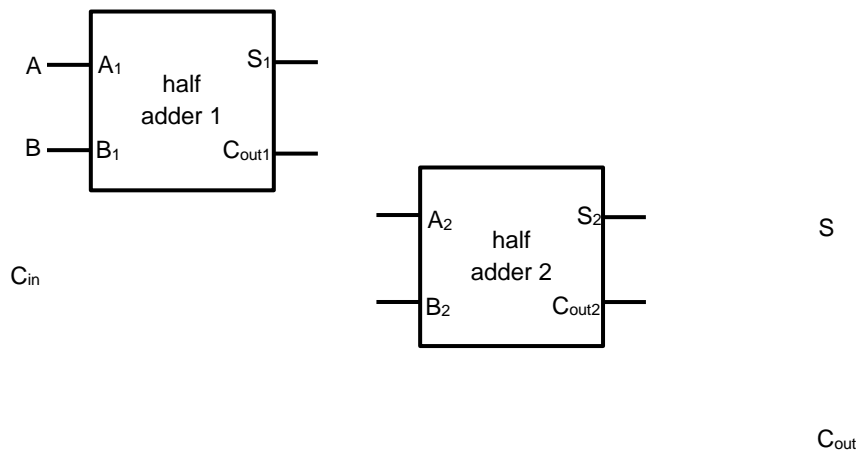


Entrées			Points internes			Sorties	
Cin	A	B				Cout	S

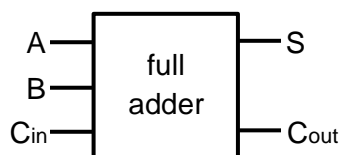
3. En fait, les noms « demi additionneur » et « additionneur complet » n'ont pas été choisis par hasard : on peut construire un additionneur complet à partir de deux demi-additionneurs. On a reproduit ci-dessous les schémas d'un demi additionneur et d'un additionneur complet. Délimiter sur le schéma de droite les deux demi additionneurs.



4. Quelle porte logique est nécessaire en plus des deux demi-additionneurs pour former un additionneur complet ? Compléter ci-dessous une représentation simplifiée d'un additionneur complet.

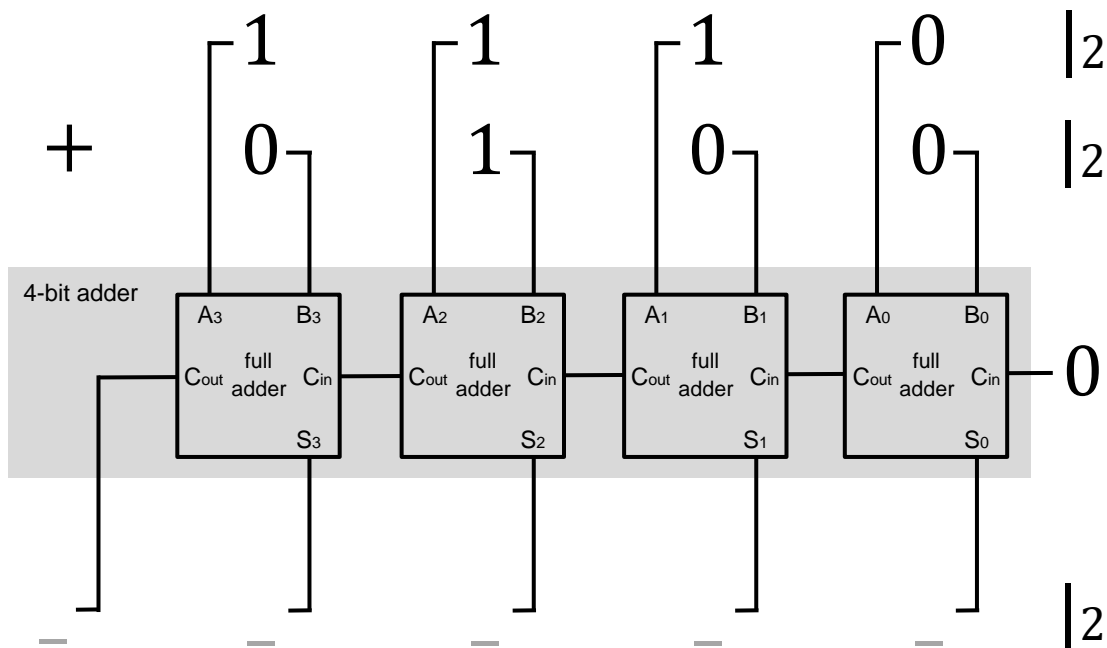


Pour simplifier, un additionneur complet sera représenté de la façon suivante dans la dernière partie de l'activité :



### 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 !