

Elec 3. Logique Combinatoire

0. Intro / rappels.

def. Signal analogique : grandeur physique qui varie dans le temps et qui contient de l'information (par exemple une tension électrique, une puissance lumineuse)

def. Signal numérique : série de bits (0 ou 1) codant de l'information.

def. Un signal logique code sur 1 bit. Soit la logique est dite positive si 1 est codé sur une tension haute et 0 sur une tension basse.

rem. La norme employée est souvent celle du TTL (Transistor-Transistor Logic) alimentée par une tension continue V_{cc} (généralement 5V)

rem. Idéalement : 5V $\approx$ 1 et 0V $\approx$ 0 mais les portes logiques ont une certaine tolérance. Pour la norme TTL : Si la tension est entre 0 et 0,8V, on code 0, si c'est entre 2 et 5V, on code le 1.

1. L'élément de base : le transistor

1.1. Historique

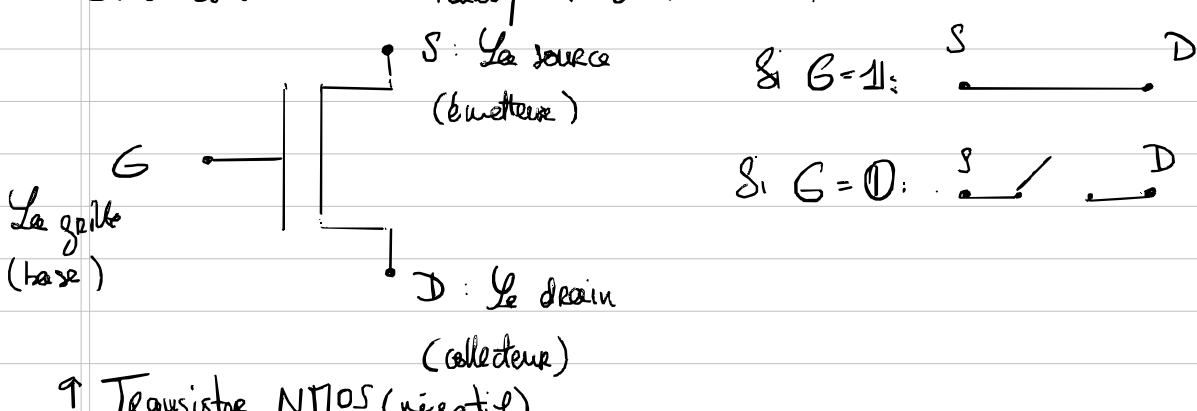
Premier transistor : 1947 par les labs Bell (Prix Nobel en 1956) en bi-jonction bipolaire. Puis a été adoptée la technologie MOSFET "Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor". Actuellement on change de technologie : les nouveaux microprocesseurs utilisent de nouvelles structures 3D et non planaires.

1.2. Et quoi sert-il ?

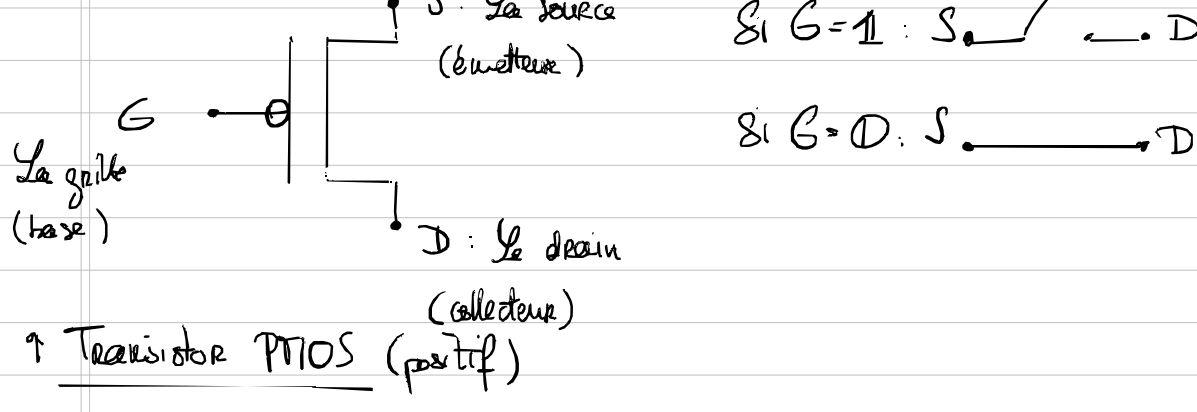
Le transistor a de multiples fonctions : interrupteur commandé (utilisé dans ce chapitre), amplificateur de courant, stabilisateur de tension, modulation de signaux...

1.3. Comment fonctionne-t-il ?

Si on l'utilise en interrupteur commandé :

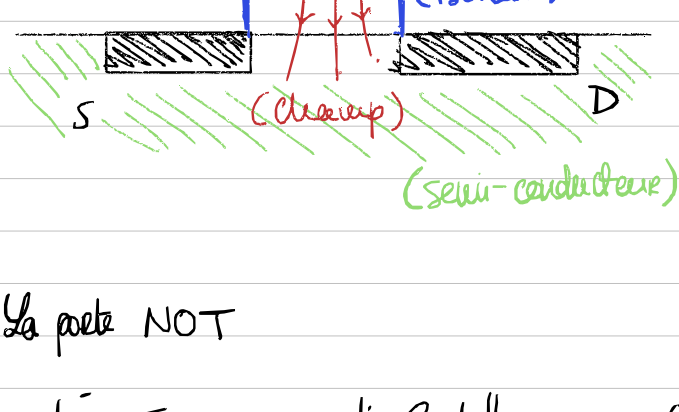


↑ Transistor NMOS (négatif)



↑ Transistor PMOS (positif)

Idée de fonctionnement :

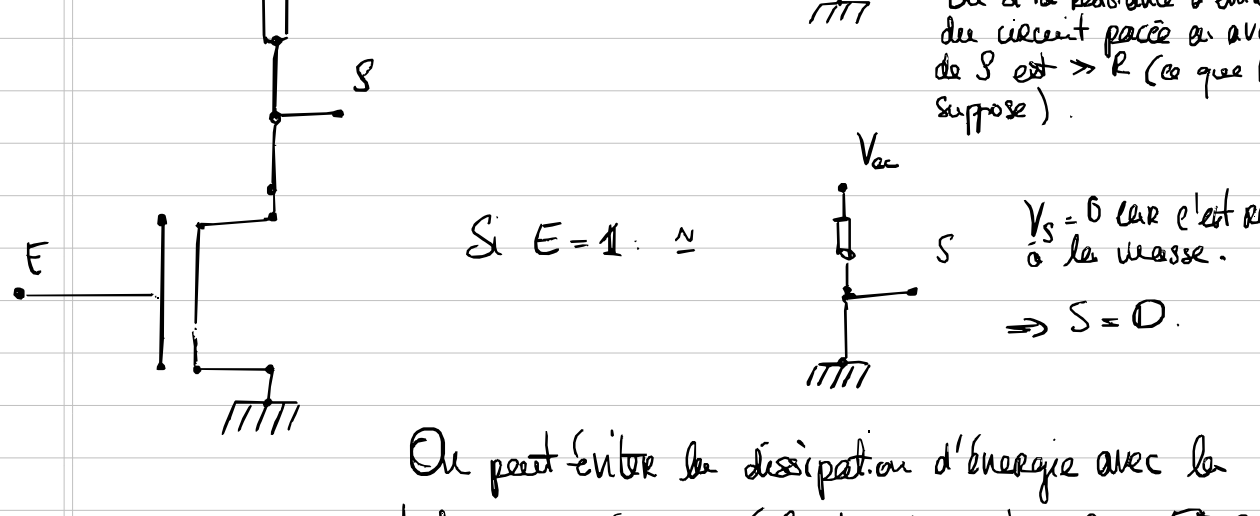


La conductivité du semi-conducteur varie selon le champ électrique.

1.4. La porte NOT

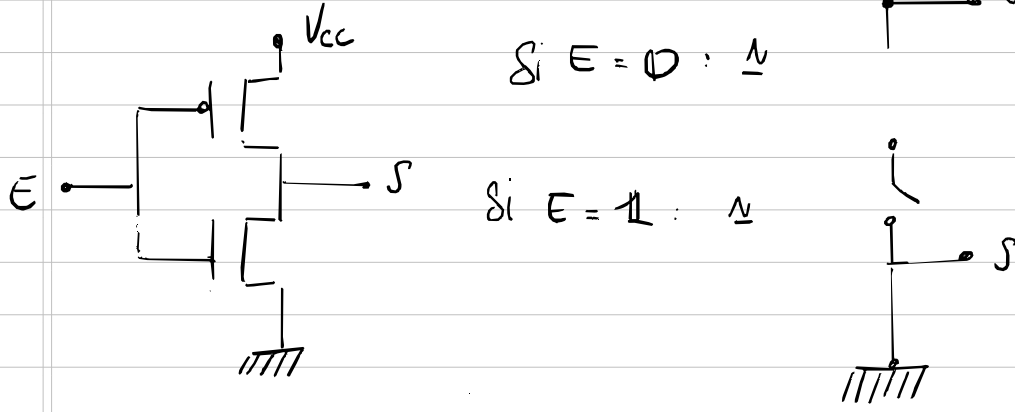
Une entrée E , une sortie S telles que $E=1 \rightarrow S=0$ et $E=0 \rightarrow S=1$. On écrit $S = \text{NOT}(E)$

Un moyen de fabriquer cette porte avec un transistor NMOS :



On peut éviter la dissipation d'énergie avec la technologie CMOS (combinaison de NMOS/PMOS)

1.5. La technologie CMOS



OK On a bien une porte NOT.

2. Portes logiques

2.1. Définitions

def. (fonction) Une logique est dite « combinatoire » si les sorties logiques dépendent uniquement des valeurs d'entrée au même instant.

En pratique elle est créée à partir des fonctions logiques élémentaires

2.2. Tables de vérité

c.f. cours d'info de sup sur la logique.

Avec n entrées, il y a 2^n combinaisons possibles et 2 réponses possibles (0,1) par combinaison pour un total de 2^{2^n} fonctions logiques différentes possibles.

$n=2$: 4 combinaisons, 16 fonctions possibles, dont certaines sont détaillées (a,b sont les entrées, s est la sortie)

OR (+)	a	b	s	AND (*)	a	b	s
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1

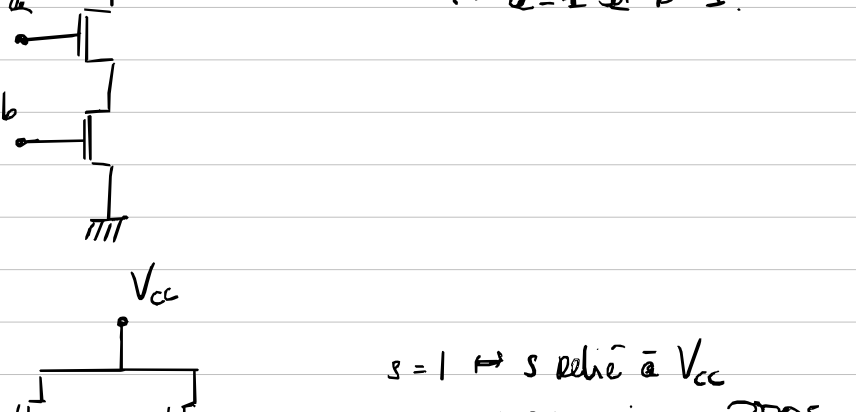
NOR (F)	a	b	s	NAND (#)	a	b	s
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0

$n=3$: 8 combinaisons & 256 fcts possibles.

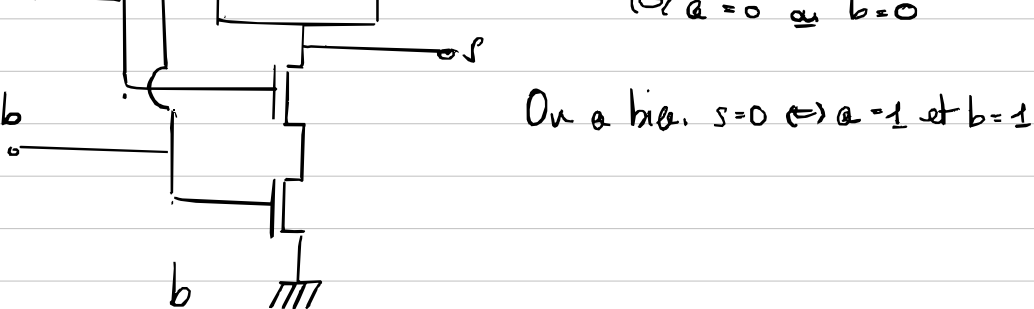
rem. La fonction logique peut avoir plusieurs sorties logiques.

2.3. Implémentation de la porte NAND

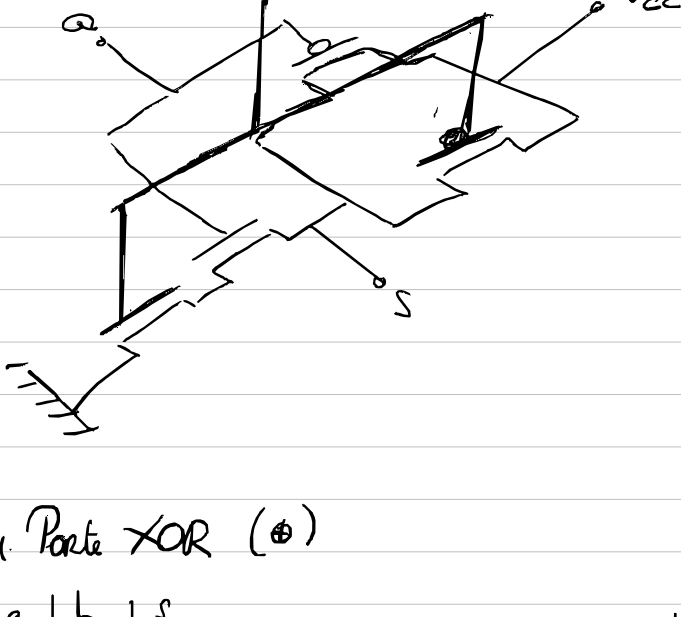
On assemble des interrupteurs commandés :



Avec la techno CMOS :



On a bien $s=0 \Leftrightarrow a=1$ et $b=1$



2.4. Porte XOR ($\oplus$)

a	b	s
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

On montre que $a \oplus b = \bar{a} \cdot b + a \cdot \bar{b}$

NXOR (comparateur)

a	b	s
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$s=1 \Leftrightarrow a=b$

2.5. Symboles

c.f. fiche

2.6. Propriétés.