



## Synthèse des Fonctions et Circuits Électroniques

### Remise en Forme de Signaux Générateurs

#### Non – Sinuïdaux

1

Polytech'Lille : IMA 2<sup>ème</sup> Année

*H. GÉRARD*

**ÉCOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE LILLE**  
CITÉ SCIENTIFIQUE – Avenue Paul LANGEVIN  
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CÉDEX  
Tél :33(0)3.28.76.73.00 – FAX :33(0)3.28.76.73.01

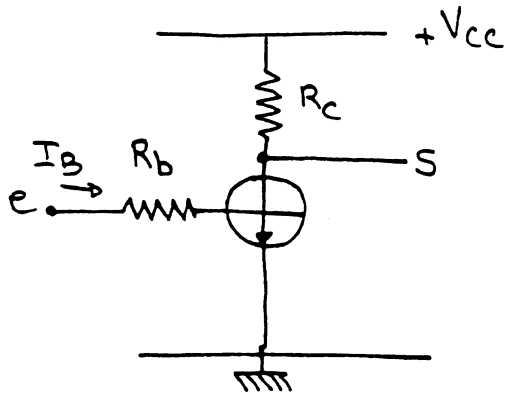
REPROGRAPHIE POLYTECH'LILLE

## GENERATEURS NON SINUSOIDAUX

### I) Rappels

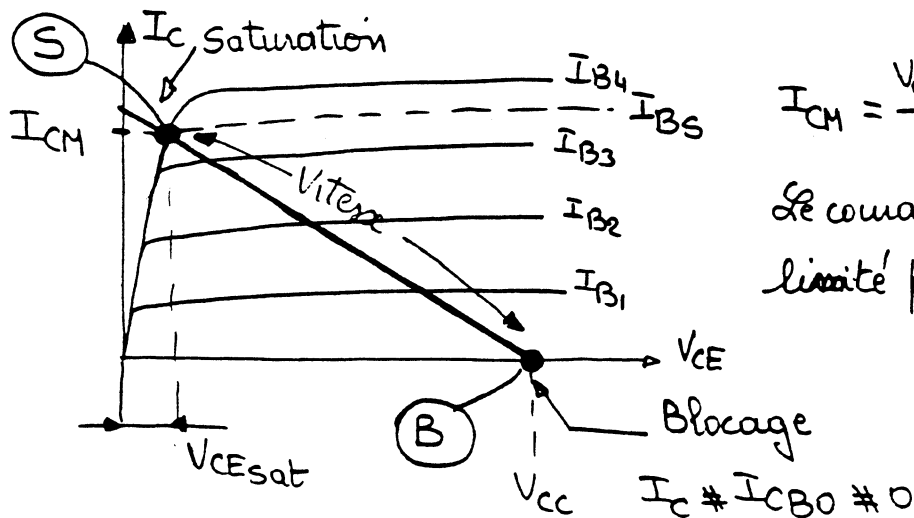
#### 1) Le transistor en commutation

##### Montage élémentaire



L'entrée e peut être mise à la masse ou à +Vcc

##### Point de fonctionnement



$$I_{CM} = \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{R_c}$$

Le courant  $I_c$  est uniquement limité par  $R_c$

Pour obtenir une saturation correcte il faut imposer un courant de base  $I_B$  suffisant : on choisit généralement

$$I_B = k I_{BS} = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R_B}$$

où  $k$  est un coefficient de "sécurité" supérieur à 1 (pour obtenir un  $I_B$  on prend  $V_{BE} \approx 0,6V$ ).

Remarque : lorsque  $I_B$  apparaît c'est que le seuil de conduction de la diode est franchi.

# amélioration des temps de commutation des transistors bipolaires

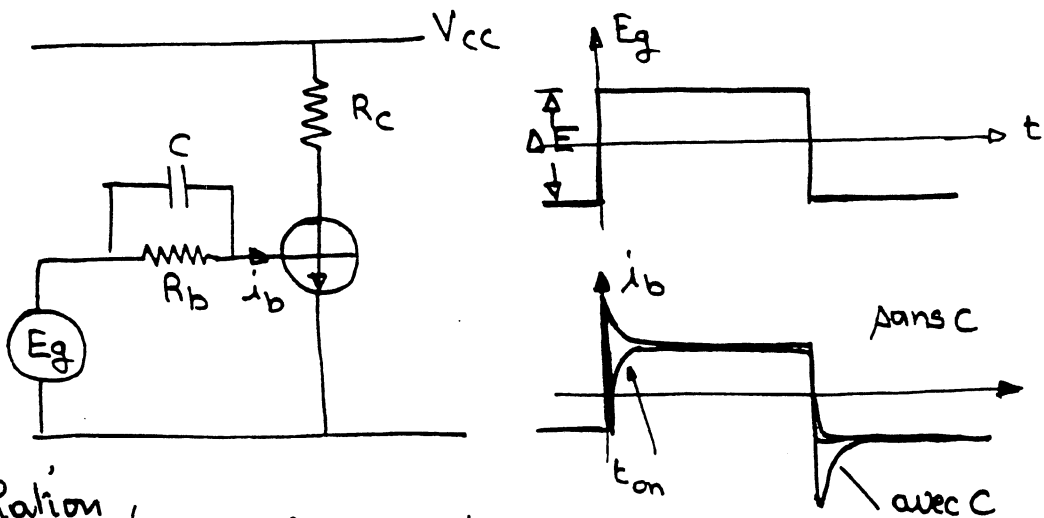
## → choix des composants

améliorations technologiques:

- diminution des capacités parasites par diminution des surfaces des jonctions
- travail avec un courant  $I_C$  important: les résistances internes doivent être les plus faibles possible (diminution des constantes de temps).
- diminution du gain en courant  $\beta$  permettant une diminution du temps de transit  $\tau_S$  des porteurs de charge

## → améliorations pratiques

### a) Condensateur d'accélération

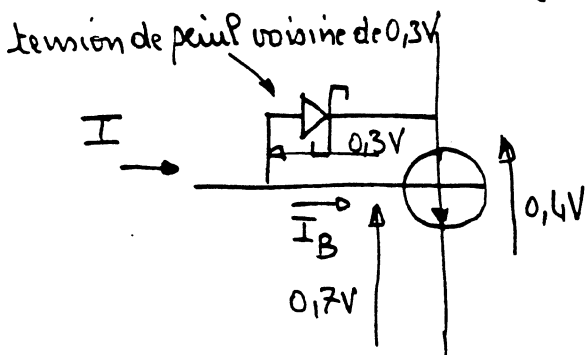


Relation approchée:  $R_B \cdot C \geq t_{off}$

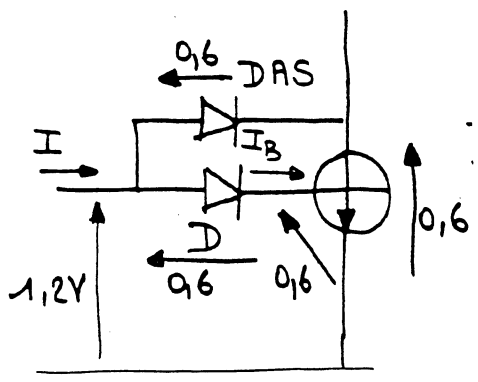
Constructeur

$t_{off}$ : sans capacité additionnelle.

### b) Diode Schottky d'antisaturation



c) Diode normale d'antisaturation

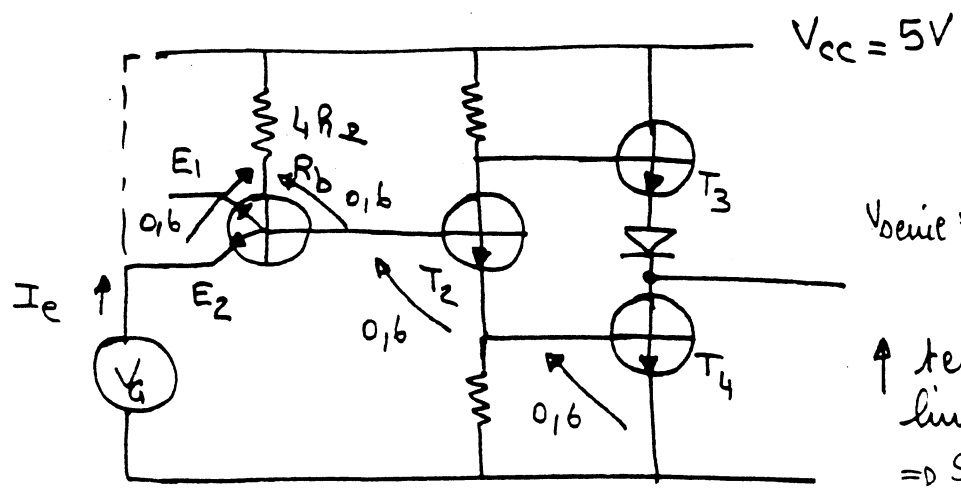


2) Seuils des composants

Tous les composants utilisés en électronique possèdent des seuils de conduction :

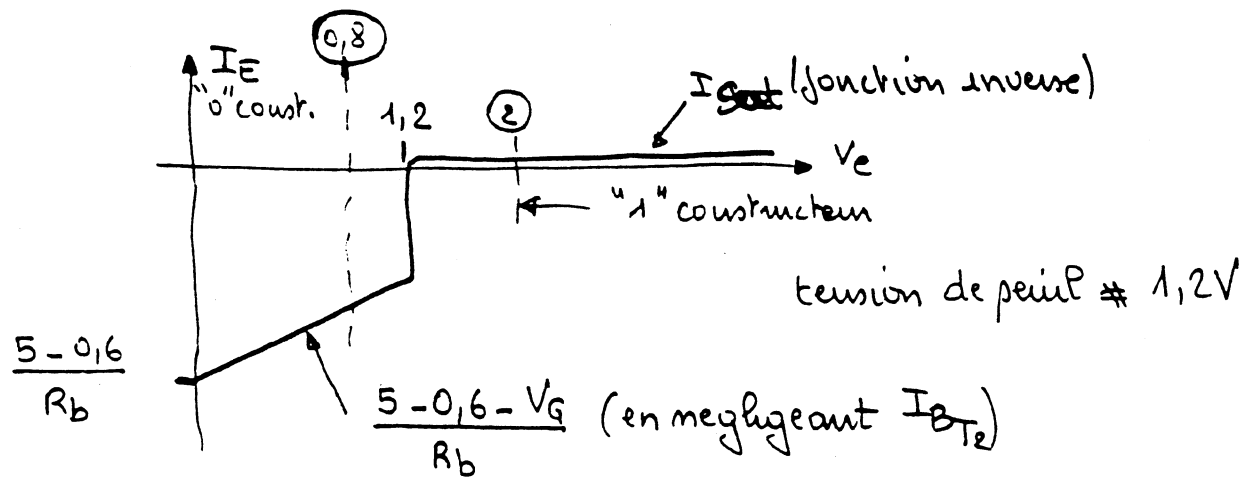
- diode Si : 0,6V
- transistor bipolaire :  $V_{be} = 0,6$  à  $0,7V$
- amplificateur opérationnel :  $\epsilon = V^+ - V^- = 0$
- circuit logiques

ex: circuit TTL NAND 7400



$$V_{oeuil} \approx V_{be4} + V_{be2} + V_{bc1} - V_{be1}$$

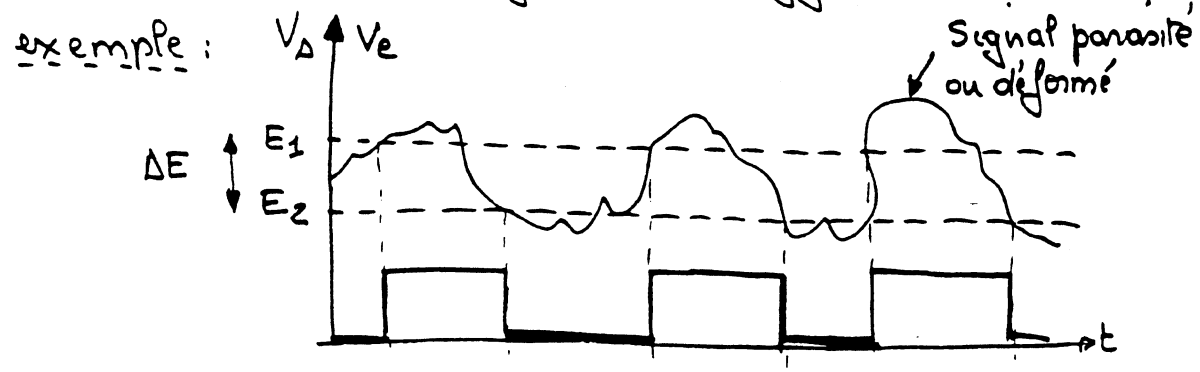
↑ tensions à la limite du basculement  
 ⇒ Seuil de 1,2V environ



Seuil Pour un circuit CMOS :  $V_{seuil} \approx \frac{V_{cc}}{2}$

$V_{cc}$  : de 5 à 15 Volts

### III Remise en forme de Signaux - Trigger de Schmitt

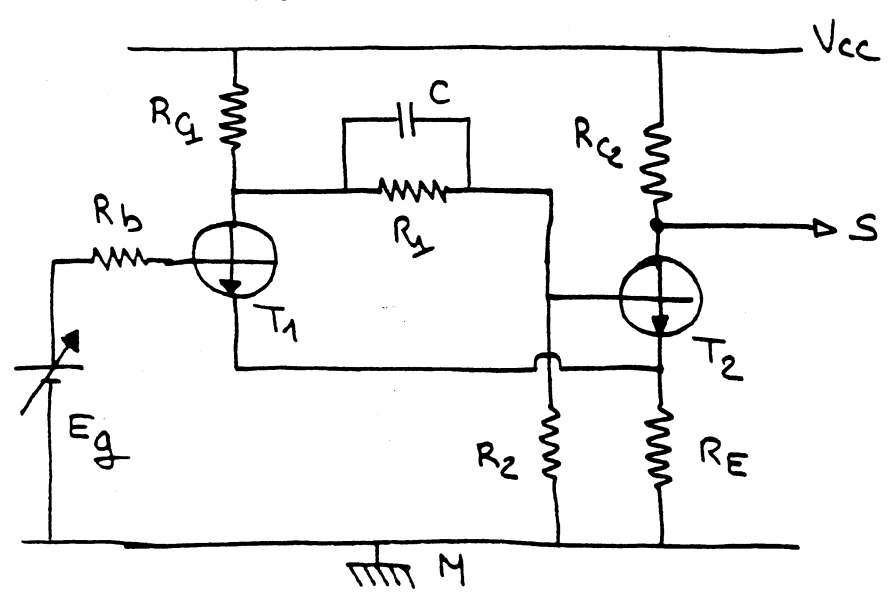


La bascule ou trigger de Schmitt possède 2 seuils  $E_1$  et  $E_2$  elle s'emploie dans :

- les circuits de mise en forme
- transformation d'un signal en créneaux
- comparateur de signaux
- détecteurs de seuils

Nous allons décrire quelques réalisations possible.

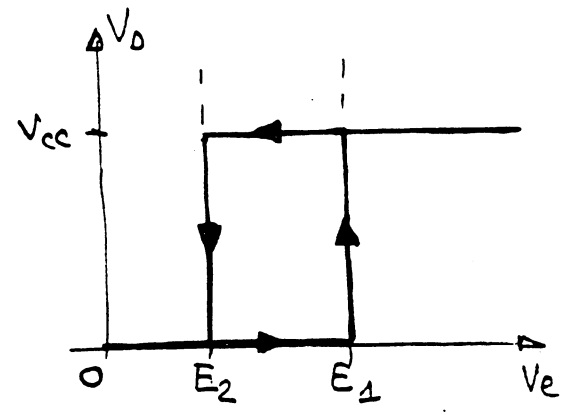
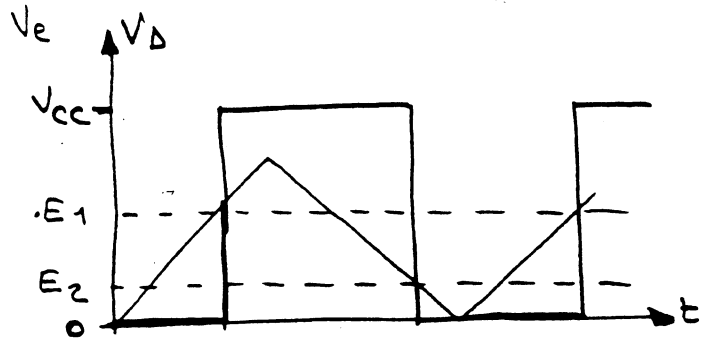
#### 1) Trigger de Schmitt à éléments discrets :



$$E_1 = R_E I_{RE2} + V_{be1} \quad (0,6V)$$

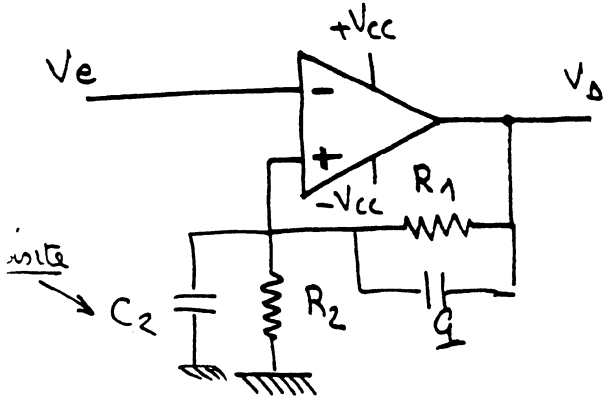
$$E_2 = R_E I_{RE1} + V_{be1} \quad (0,6V)$$

Réprésentation des signaux



Hystérésis

2) Trigger de Schmitt à Ampli-Op



Réaction de tension positive

Sortie à +Vcc ⇒  $V^+ = V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

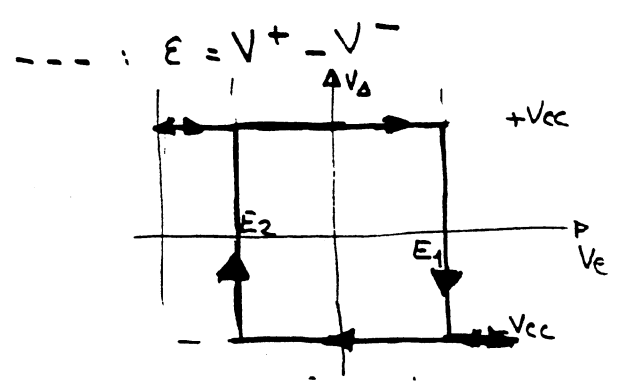
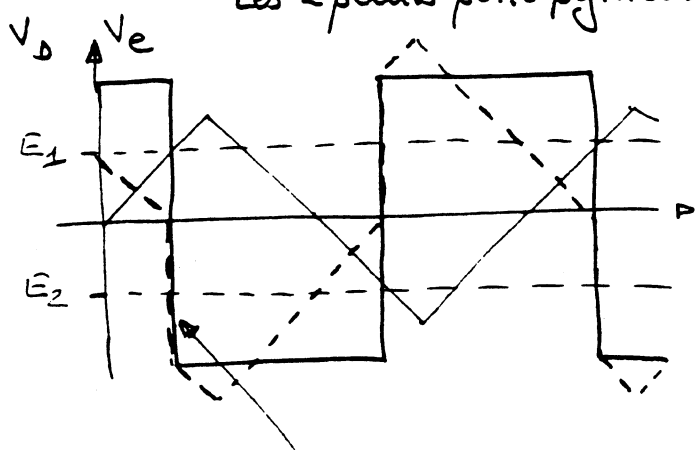
Sortie à -Vcc ⇒  $V^+ = -V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

$E_1 = +V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

et

$E_2 = -V_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

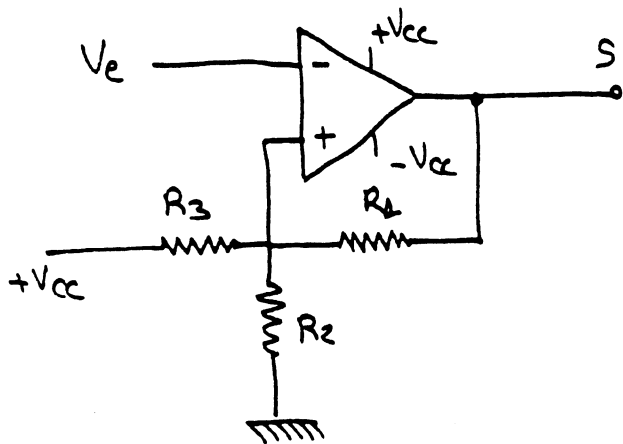
Les 2 seuils sont symétriques par rapport à 0



### 3) Trigger de Schmitt à Ampli-Op transposition des points de basculement

(7c)

exemple :



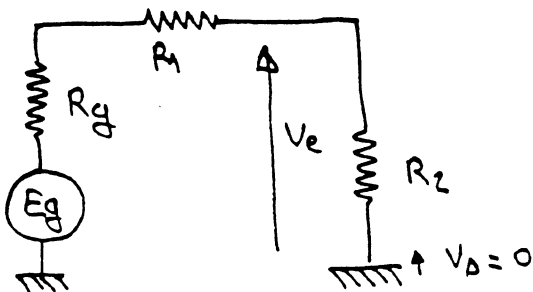
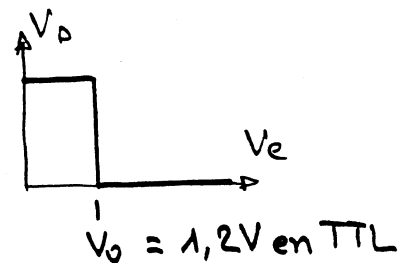
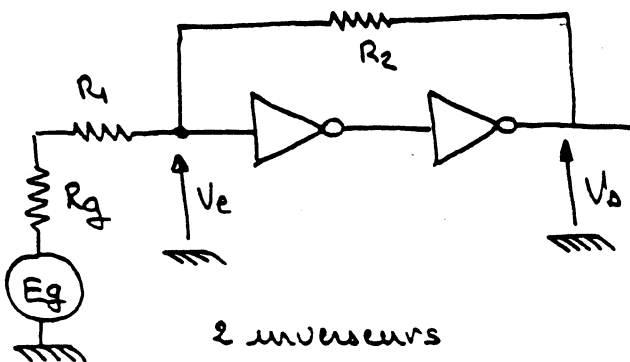
$R_3$  permet de régler le centre de la boucle d'hystérésis

$$E_1 = V_{cc} \frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} = V^+$$

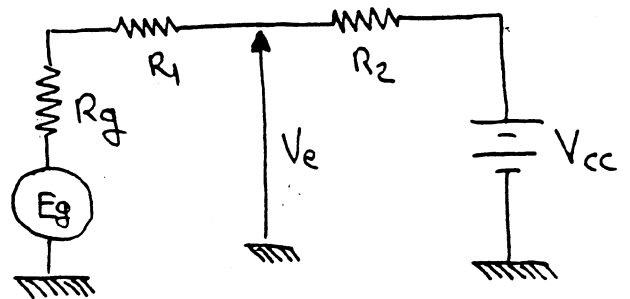
$$E_2 = V^+ = V_{cc} \frac{R_2(R_1 - R_3)}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3}$$

$$\frac{E_1 + E_2}{2} = V_{cc} \frac{R_1 R_2}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

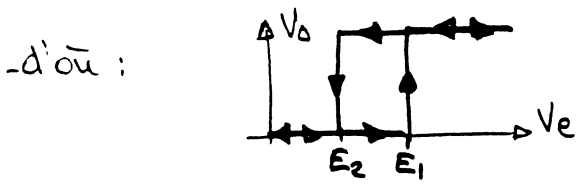
### 4) Trigger de Schmitt à portes logiques



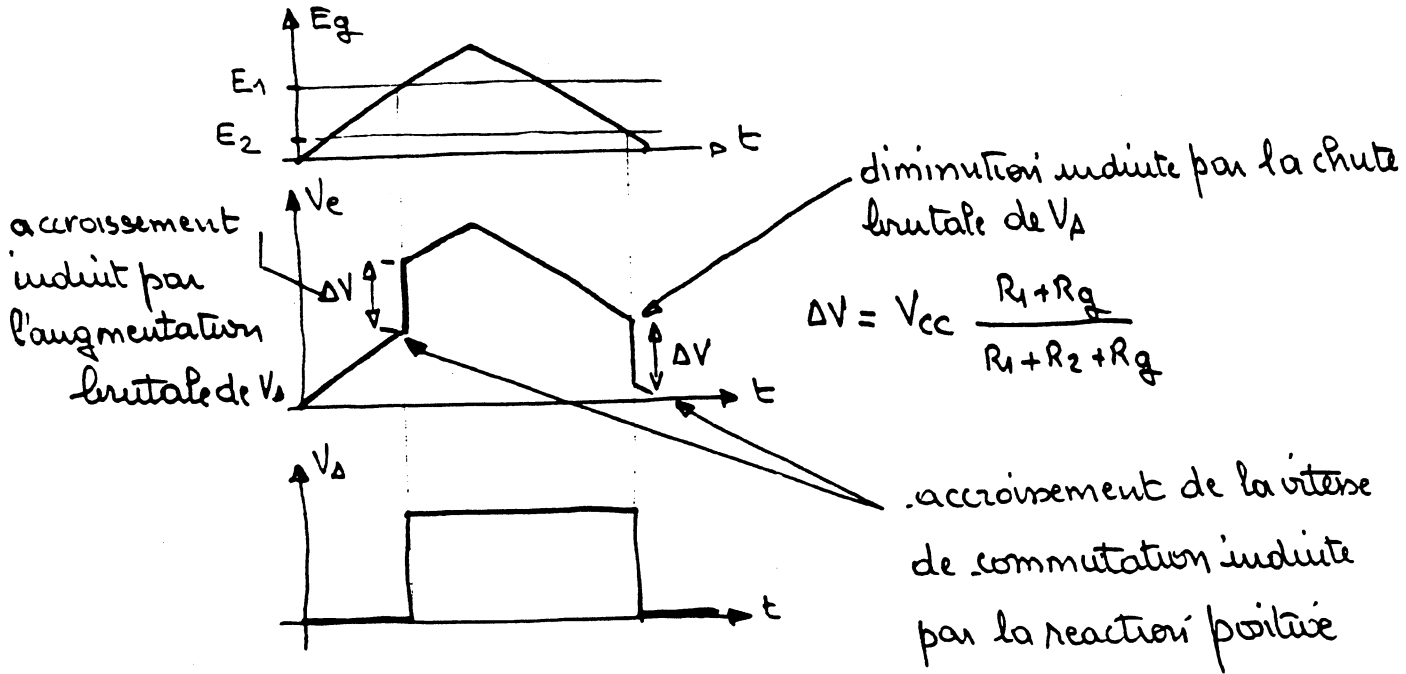
$$E_1 = \frac{V_0 (R_g + R_1 + R_2)}{R_2}$$



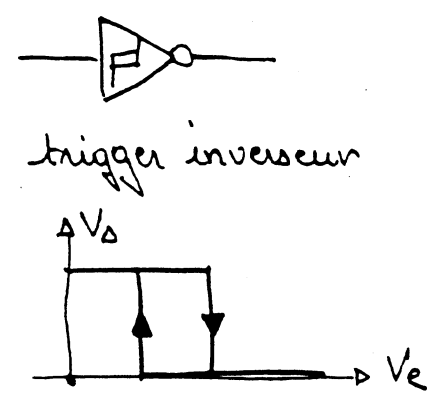
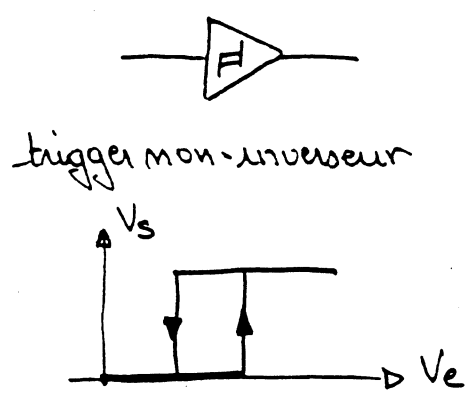
$$E_2 = V_0 \frac{R_1 + R_2 + R_g}{R_2} - V_{cc} \frac{(R_1 + R_g)}{R_2}$$



Comportement :

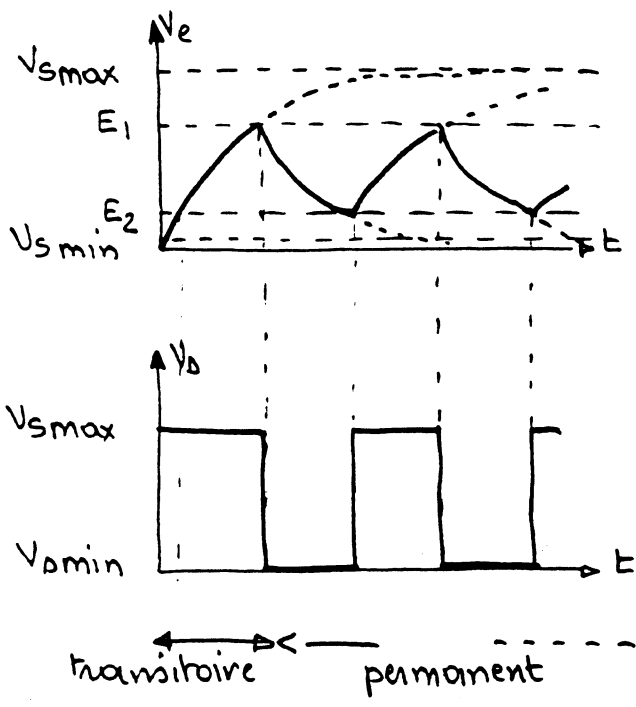
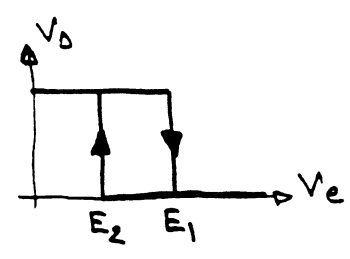
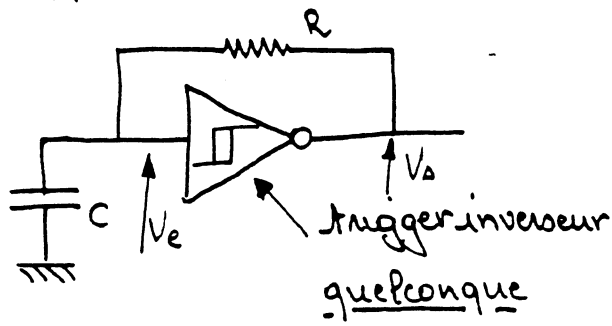


Remarques





### 5) Application à la réalisation d'un oscillateur



6) Dispositif annexe : le circuit anti-rebond :

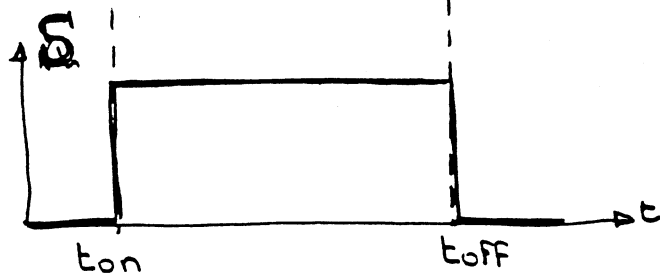
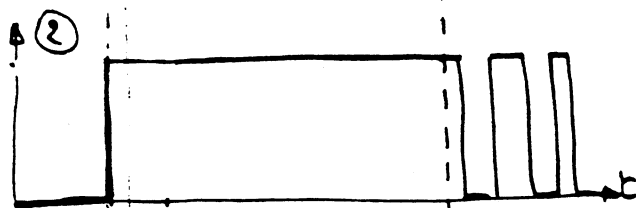
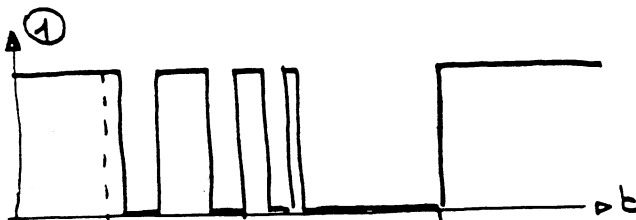
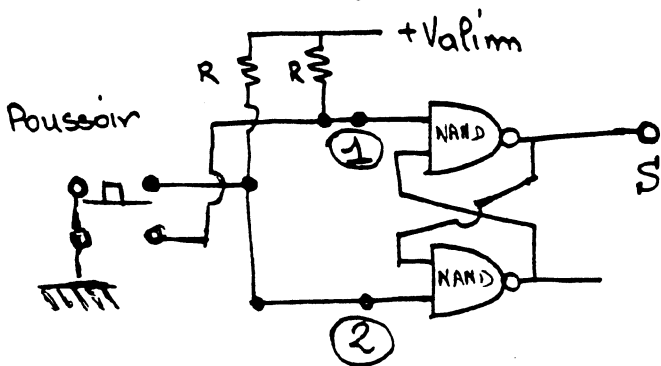
On peut le classer dans la catégorie des triggers vu qu'il détecte et "purifie" les états ON et OFF d'un interrupteur.



A cause de l'élasticité du métal au poussoir enfoncé rebondit  $n$  fois sur ses contacts avant de se stabiliser.

lorsque la lame se relève en l'air entre 2 contacts successifs, cet état peut être interprété comme ON ou OFF par l'électronique commandée par cet interrupteur (exemple circuits logiques TTL, claviers d'ordinateur.....)

Artifice : on utilise une bascule à mise à 1 prioritaire

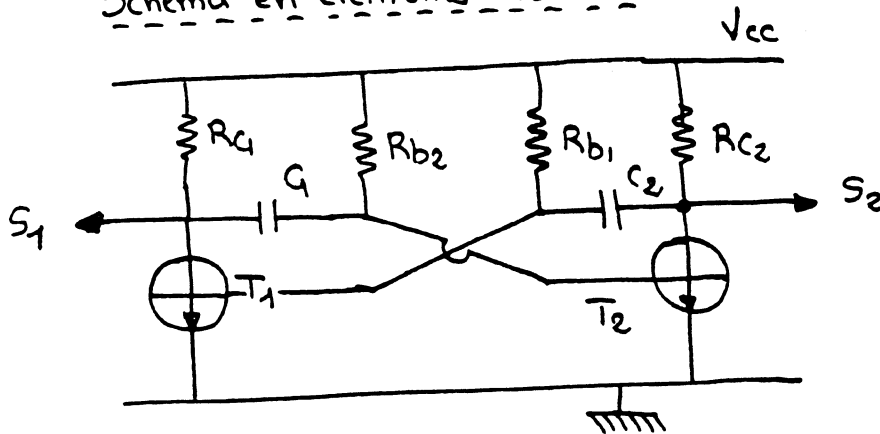


①	②	S	
1	0	0	repos
1	1	0	} transition entre les 2 états
0	1	1	
1	1	1	} Rebonds
0	1	1	
1	1	1	
	⋮		
0	1	1	} transition entre les 2 états
1	1	1	
1	0	0	} rebonds
1	1	0	
1	0	0	
1	0	0	

On a enlevé les rebonds du poussoir du signal de commande S.

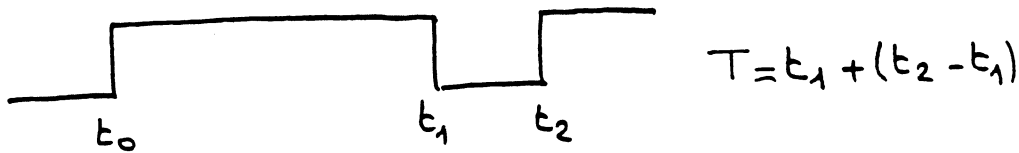
IV Bascules astables ou multivibrateur astable  
 Les éléments actifs changent en permanence d'état.  
Schéma en éléments discrets

74



$S_1$  et  $S_2$  sont deux sorties complémentaires

calcul de la période (calcul simplifié)



Hypothèse :- On obtient sur les collecteurs une tension voisine de la tension d'alimentation durant la phase de non conduction des transistors.  
 - On admet que  $V_{be} = 0$  est la tension de base qui bloque les transistors

$$t_1 = R_{b2} \cdot C_1 \cdot \ln 2$$

$$t_2 = R_{b1} \cdot C_2 \cdot \ln 2$$

$$\Rightarrow T = (R_{b1} \cdot C_2 + R_{b2} \cdot C_1) \ln 2$$

Cas particulier : obtention de signaux carrés

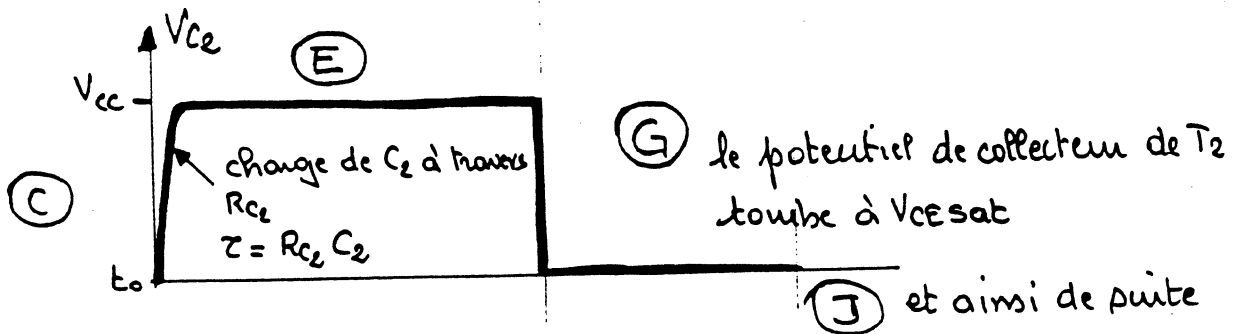
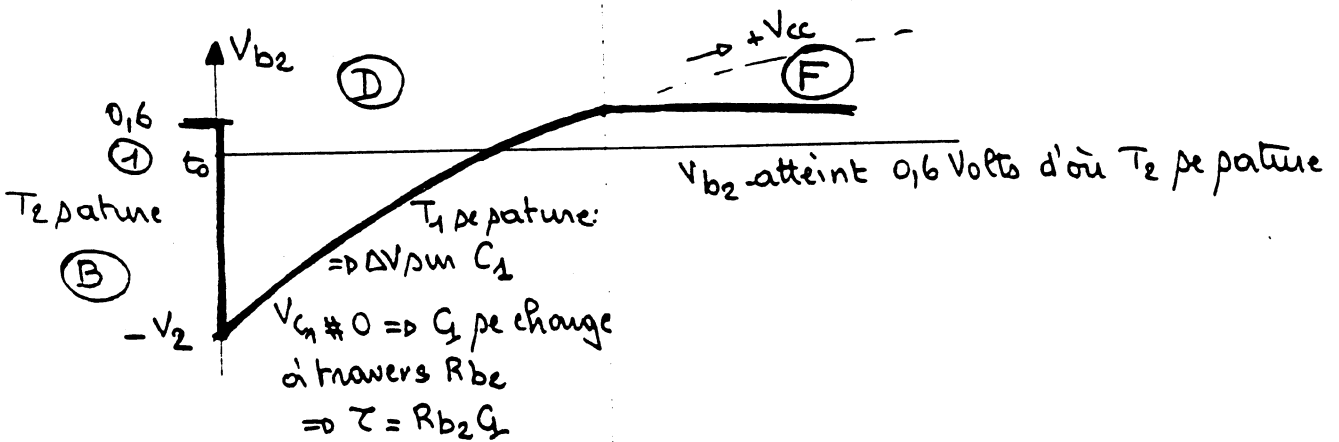
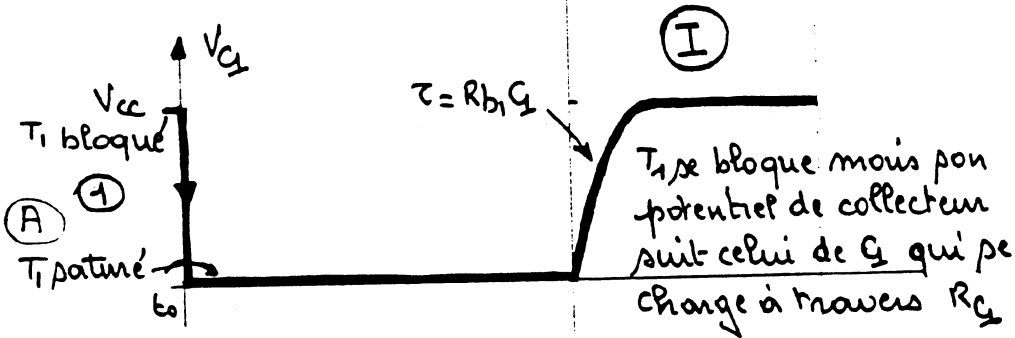
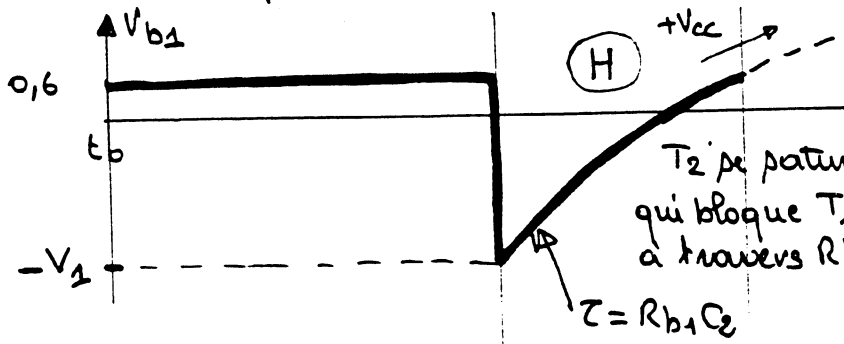
$$\Rightarrow t_1 = t_2 \Rightarrow R_{b2} \cdot C_1 = R_{b1} \cdot C_2 = R_b \cdot C$$

dans ce cas

$$T = 2 \cdot C \cdot R_b \cdot \ln 2 \approx 1,4 \cdot C \cdot R_b$$

# diagrammes temporels des tensions.

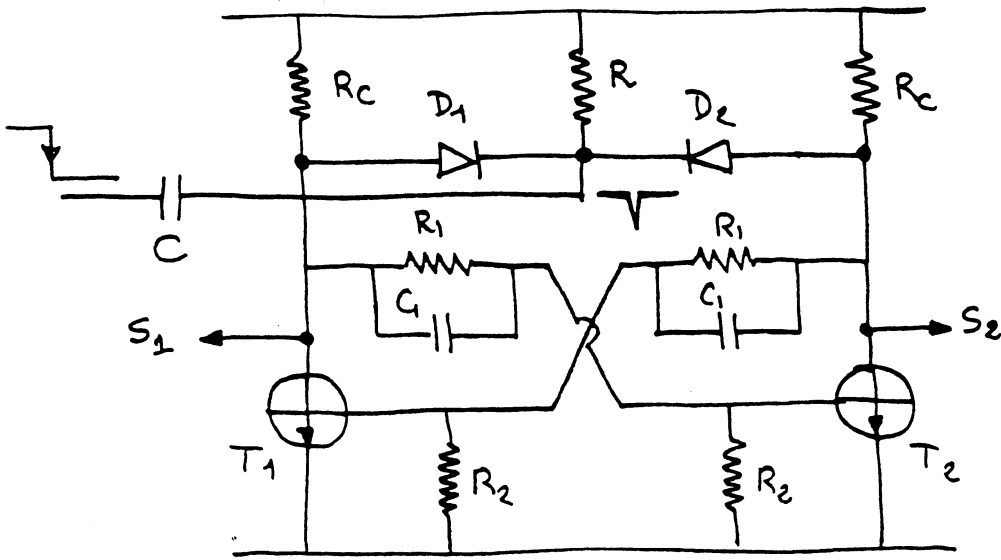
Tous les potentiels sont référencés par rapport à la masse.



(J) et ainsi de suite

# V Bascules bistables

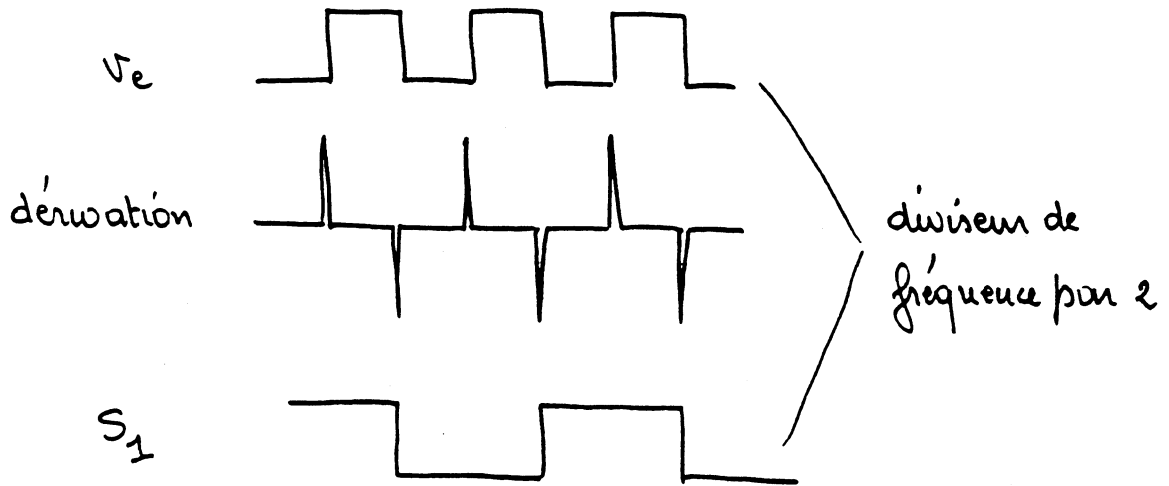
Leur schéma s'inspire de celui de la bascule stable



$S_1$  et  $S_2$  sorties complémentaires

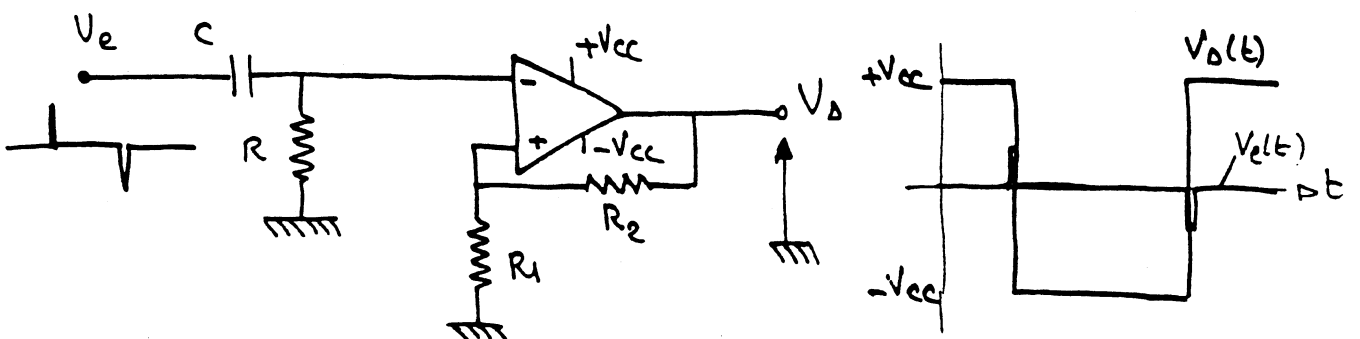
## Remarques

\* utilisations



## Bistable à Amplificateur opérationnel

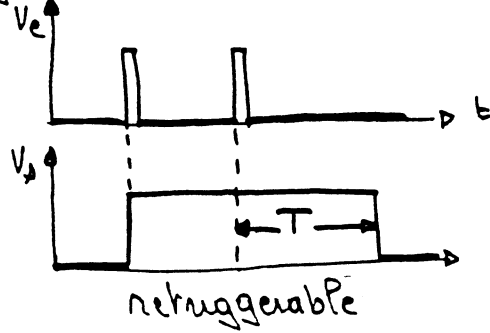
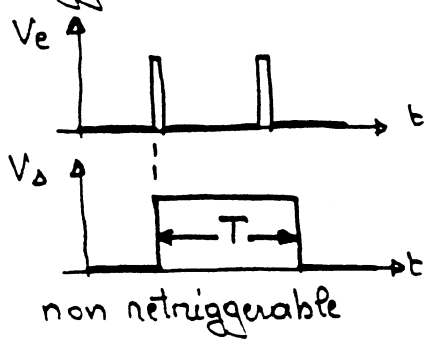
### Schéma de principe



# VI Les monostables

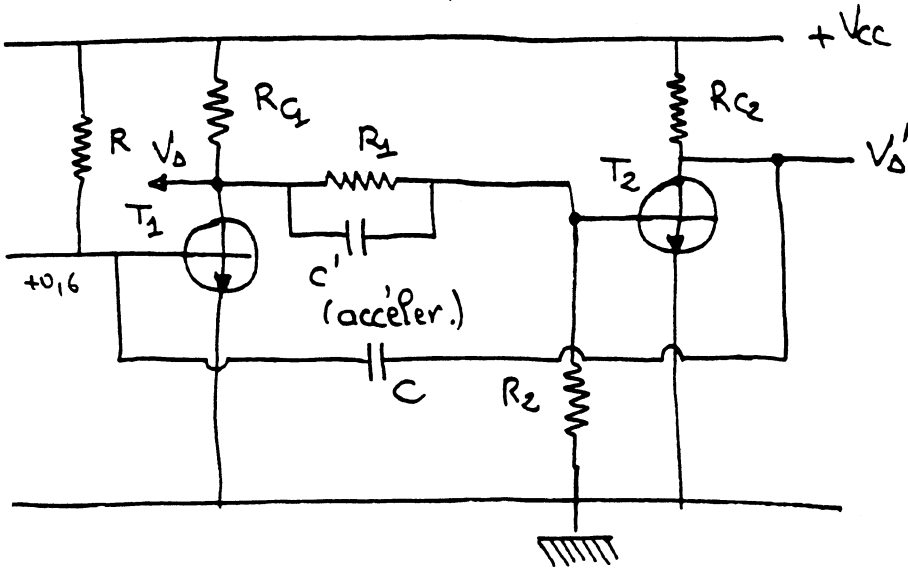
## Remarque préliminaire

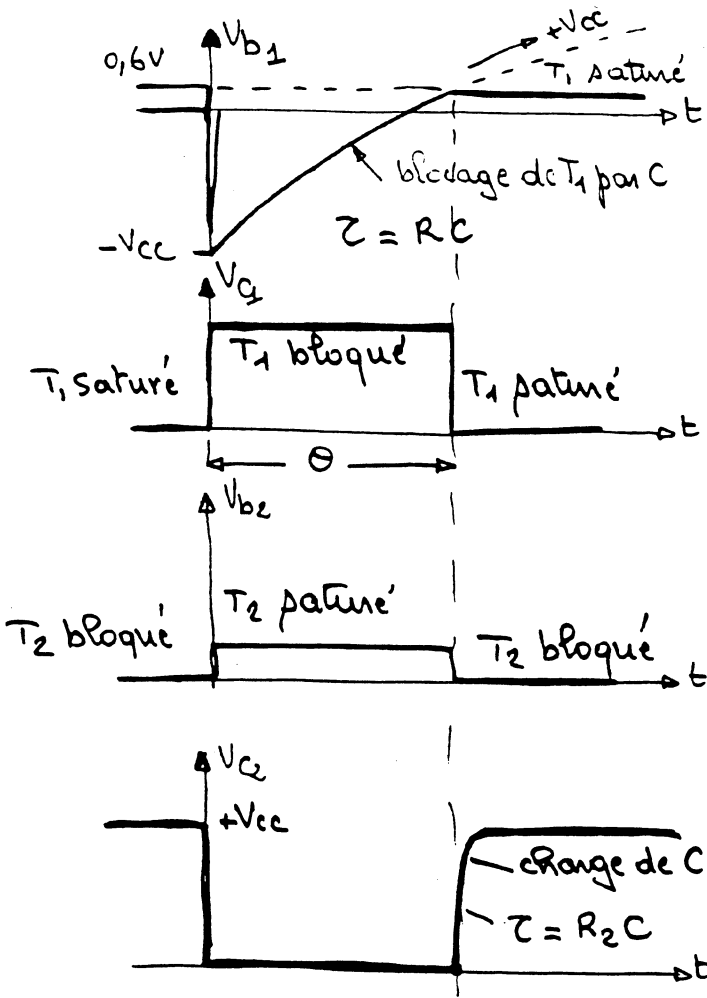
Il existe deux types de monostables : les monostables "retriggerables" ou "non-retriggerables" (redéclenchables)



### 1) Monostable à éléments discrets

Son schéma est le suivant :



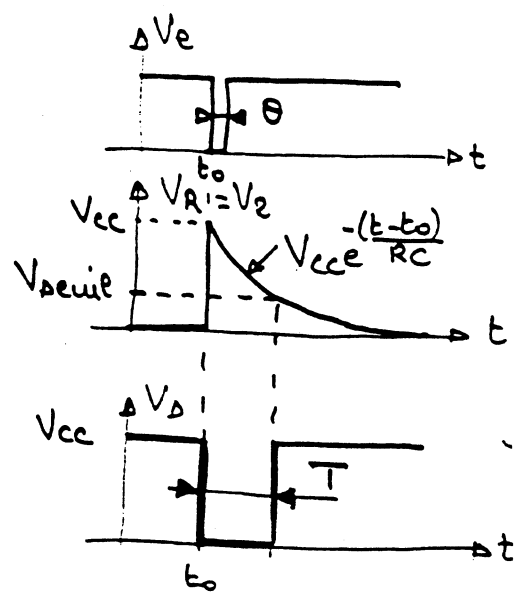
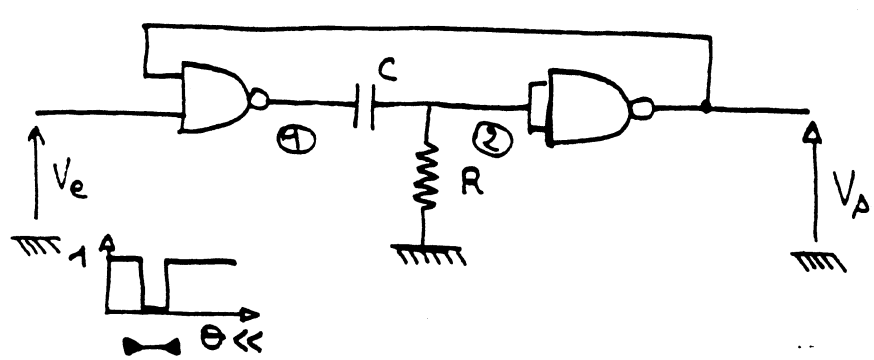


largeur du créneau:

$$\theta = V_{cc} - 2V_{cc} e^{-t/RC}$$

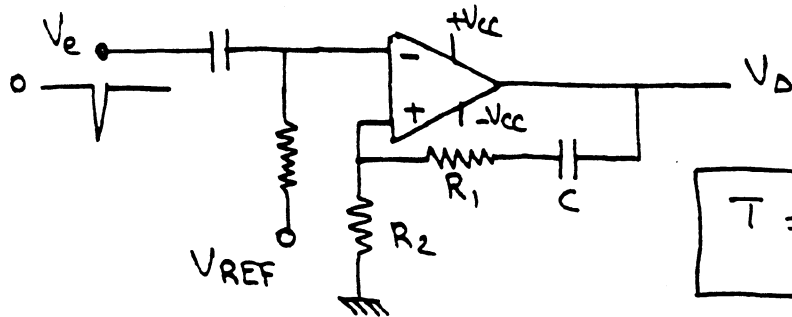
2) Monostable à éléments semi-discrets (portes logiques)

Son schéma de principe qui utilise des NAND est le suivant:



### 3) Monostable à amplificateur opérationnel:

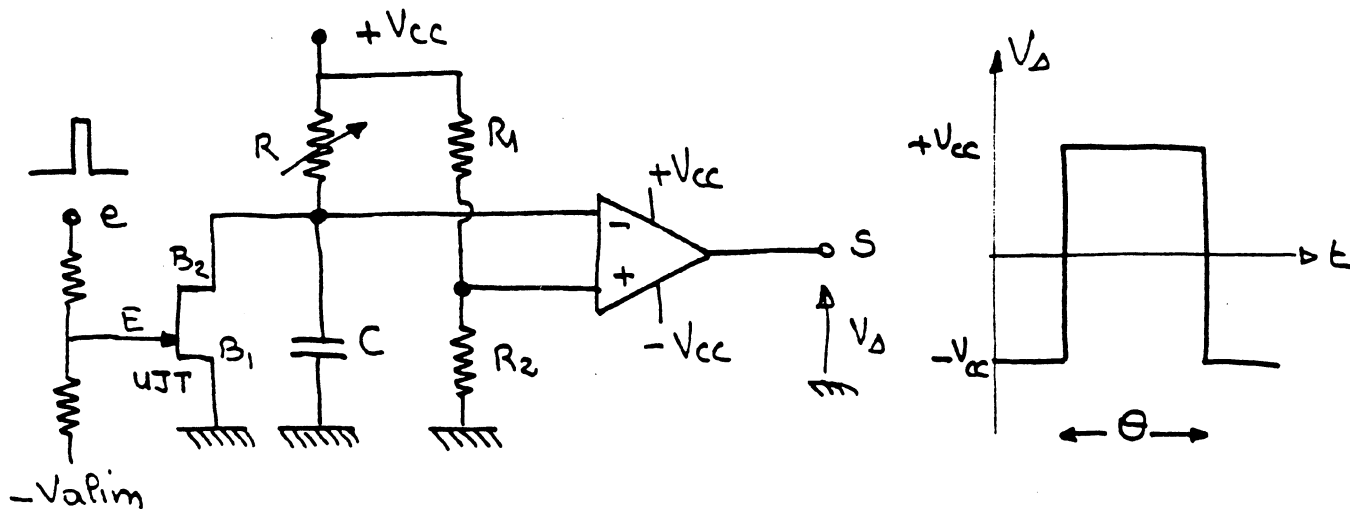
exemple 1: monostable classique:



$$T = (R_1 + R_2) C \ln \frac{2E}{V_{REF}}$$

exemple 2: monostable à durée ajustable

Son schéma de principe est le suivant :



$$\Theta = RC \cdot \ln \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$



