



Rappels sur les caractéristiques des signaux MLI

Les signaux de commande à **Modulation de Largeur d'Impulsion**(Pulse Width Modulation) sont utilisés pour la commande des convertisseurs statiques.

Ils permettent l'obtention de performances intéressantes au niveau des tensions de sortie **et celle d'entrée**

Exemple de convertisseurs concernés :

- Onduleur monophasé
- Onduleur triphasé
- Hacheurs
- Redresseur commandé monophasé
- Redresseur commandé triphasé
- Convertisseur Matriciel

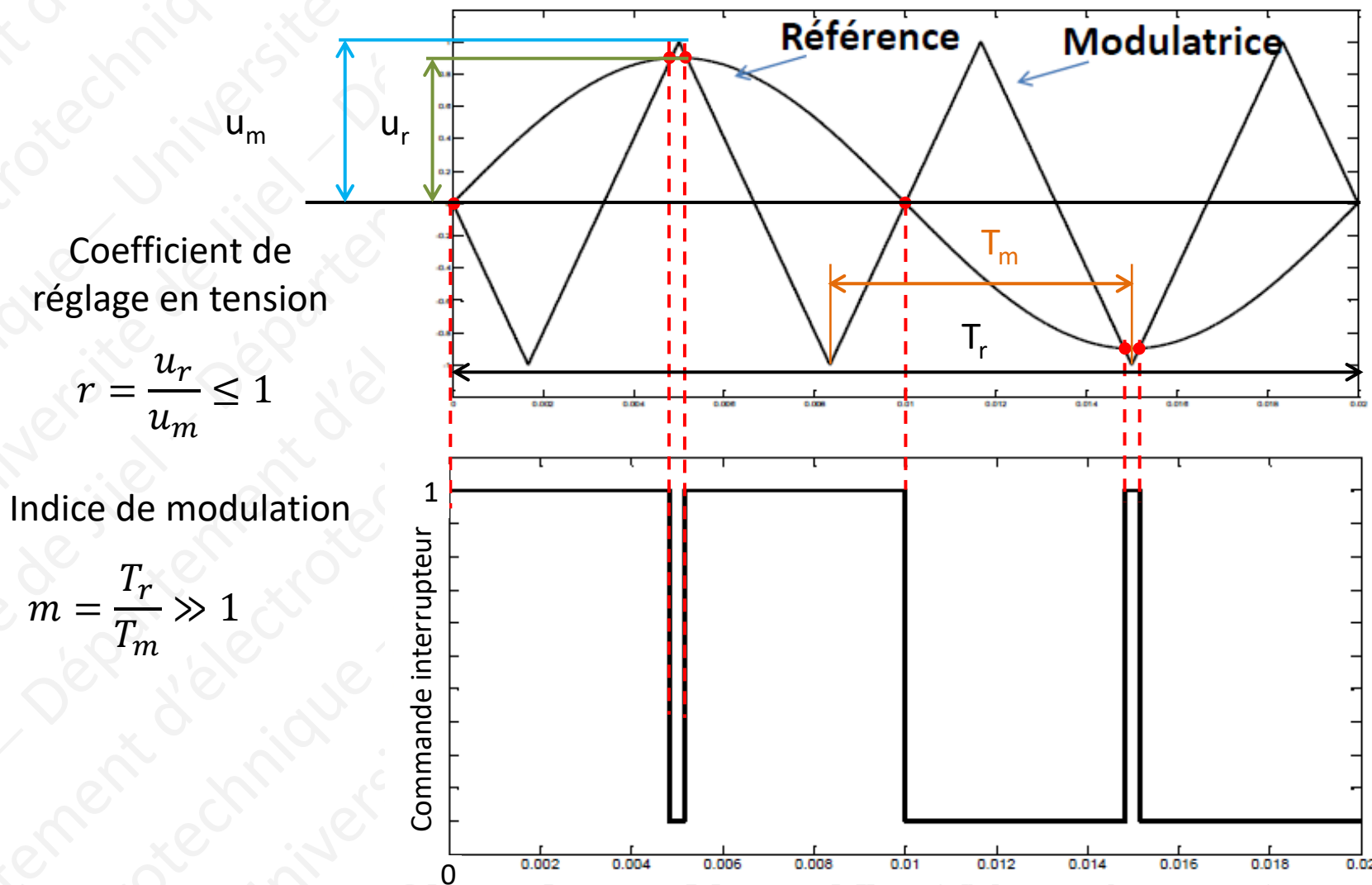
Tous ces convertisseur doivent utiliser des interrupteur totalement commandables

Dans le cas des onduleurs, le signal MLI peut s'obtenir de différentes manières :

- Modulation intersective
- Modulation calculée
- Modulation vectorielle



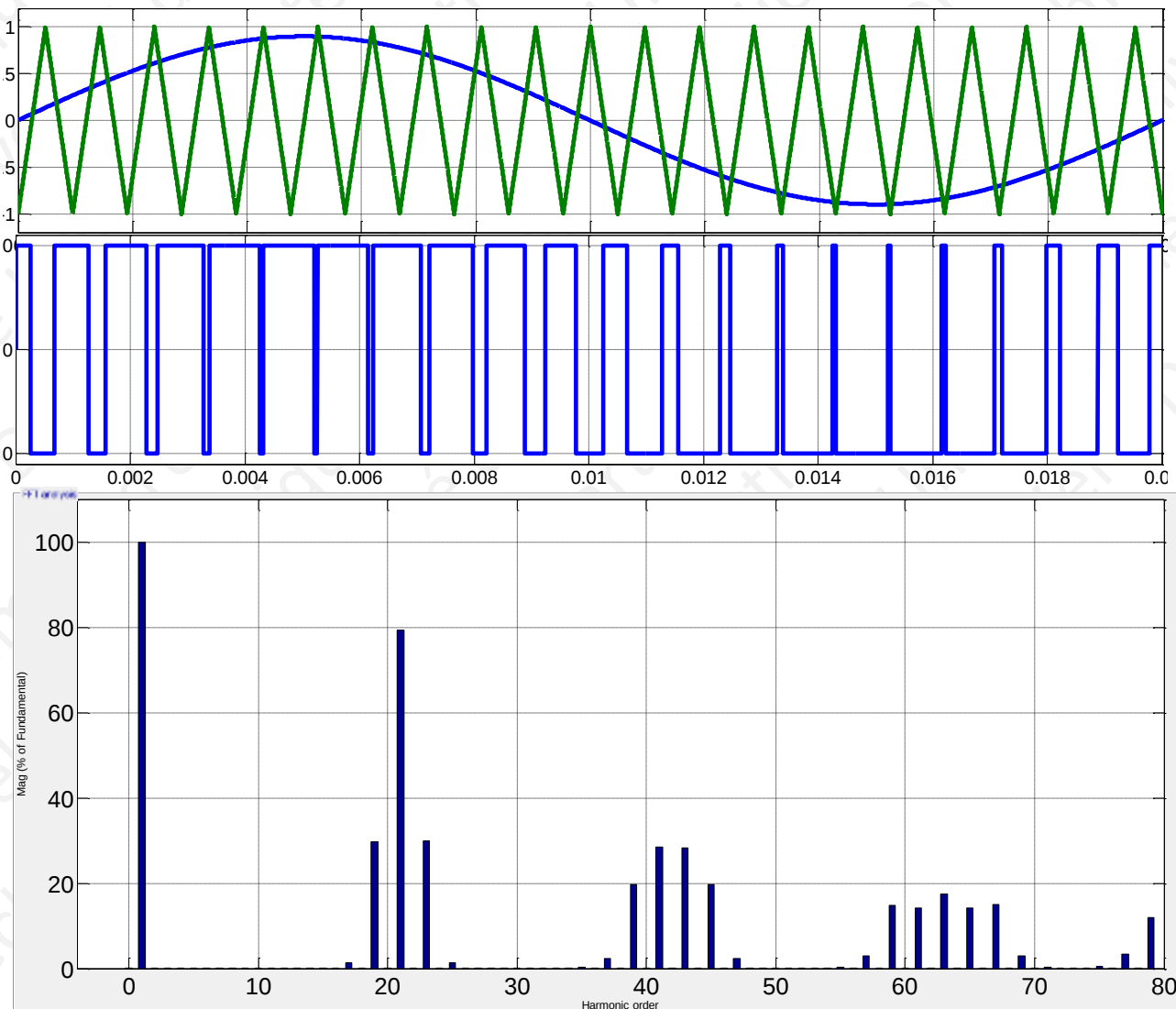
3.1. Rappels sur les caractéristiques des signaux MLI





3.1. Rappels sur les caractéristiques des signaux MLI

$m = 21$ $r = 0.9$





3.1. Rappels sur les caractéristiques des signaux MLI

La MLI permet de :

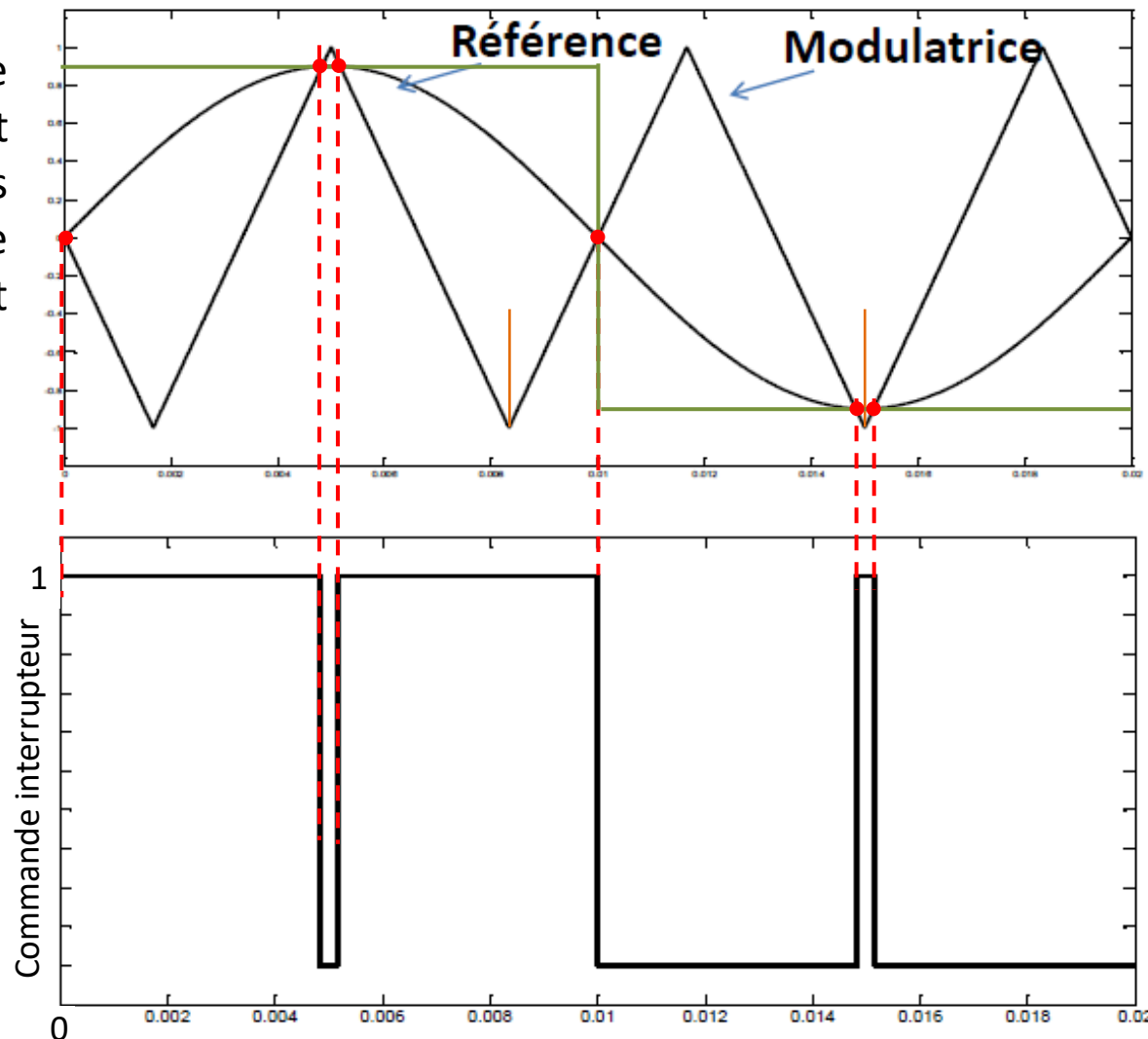
- Faire varier l'amplitude de la tension à la sortie des onduleur et des hacheurs par variation de l'amplitude du signal de référence.
- Limiter les harmoniques de la tension de sortie de l'onduleur. Ce qui permet de limiter les ondulation de couple dans le cas de commande des machines ou de limiter les harmoniques injectés au réseau dans le cas de la production décentralisée.
- Limiter les harmoniques de la tension d'entrée du redresseur. Ce qui permet de limiter les harmoniques injectés au réseau.
- supprimer les harmoniques de faible rang ce qui permet la conception de filtres de faible coût.



3.2. Différents types de MLI intersectives

a. Modulation intersective

Le signal MLI ne possède de changement qu'au niveau des points d'intersections entre le signal de référence et celui de modulation :



Pour avoir le même signal de commande, il faut générer un signal de référence correspondant aux points d'intersections.

Pas possible.



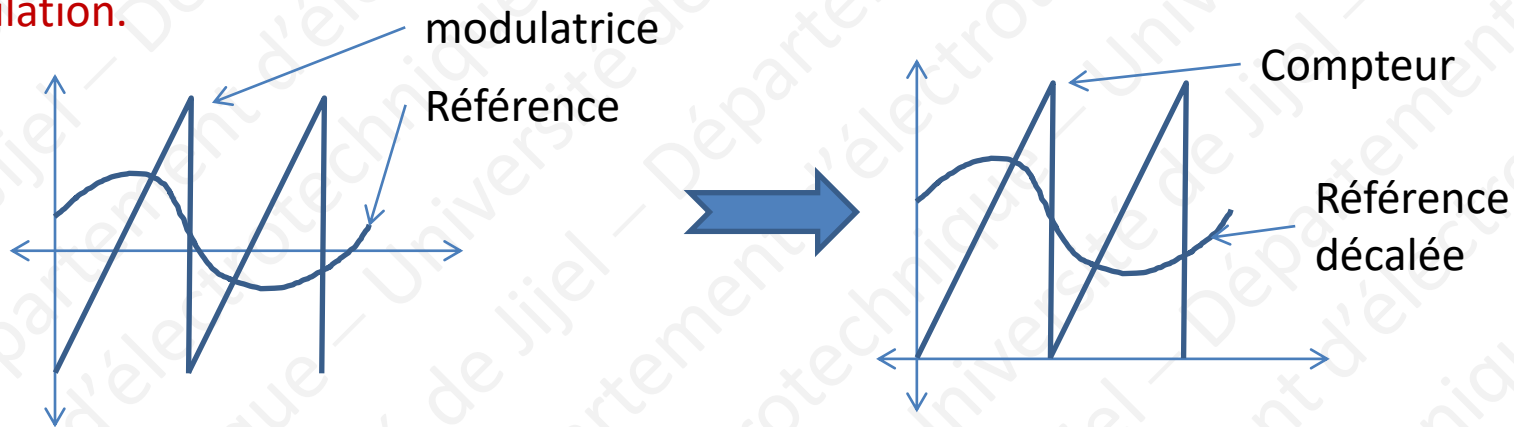
3.2. Différents types de MLI intersectives

b. Modulation interactive échantillonnée

Le signal de référence sinusoïdal ne peut être généré numériquement en tout point. En pratique on réalise l'échantillonnage de la référence à une fréquence fixe et les valeurs seront stockées en mémoire.

Le signal de modulation triangulaire ou en dents de scie sera réaliser à l'aide de compteur ou de compteurs décompteur disponibles sur la carte de commande.

Il faut veiller cependant à réaliser un décalage du signal de référence de telle sorte que sa valeur moyenne soit égale à la moitié de l'amplitude du signal de modulation.

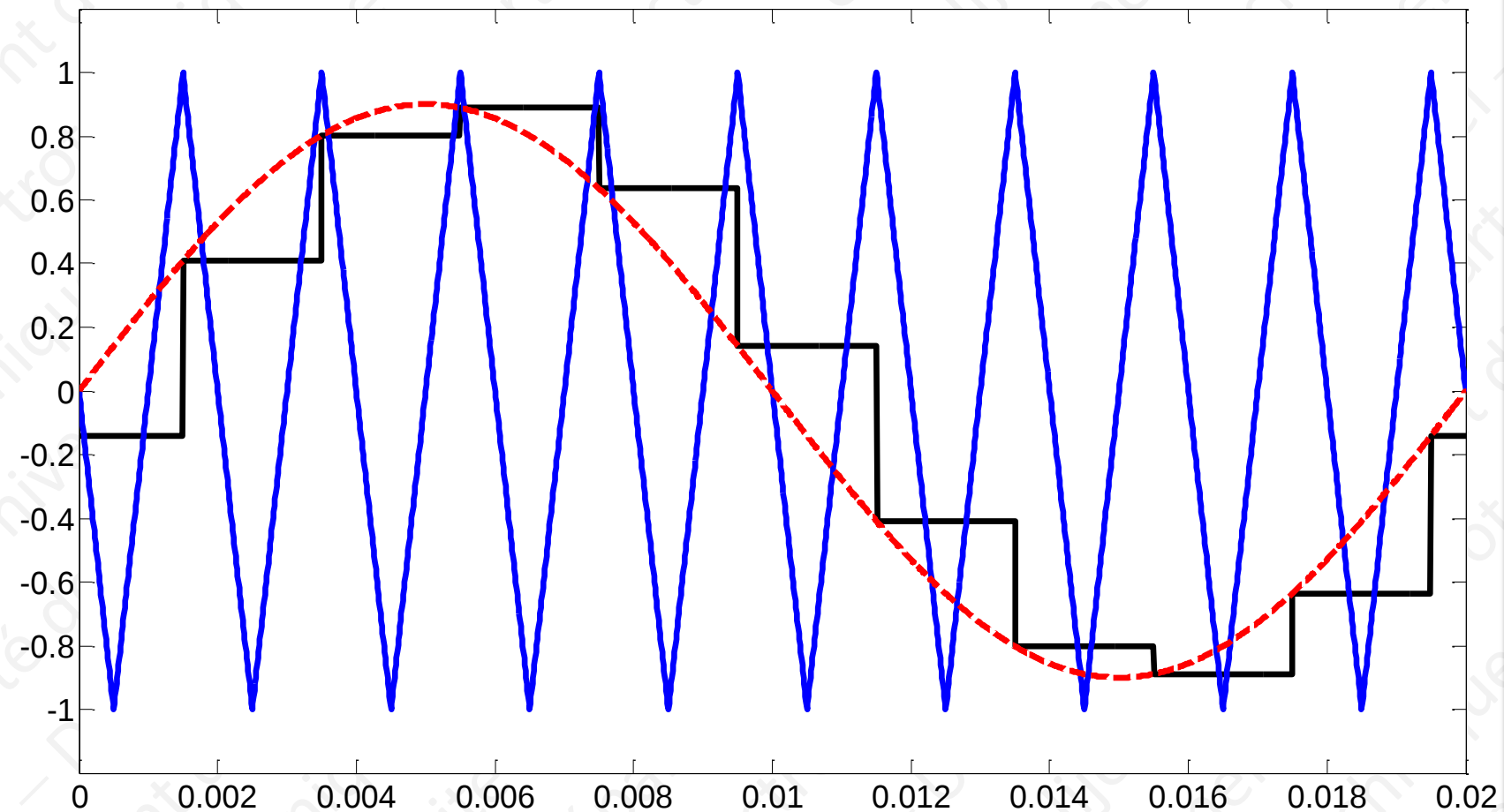


Suivant la fréquence et l'instant d'échantillonnage, on peut distinguer trois types de signaux MLI :



3.2. Différents types de MLI intersectives

c. Modulation échantillonnée symétrique

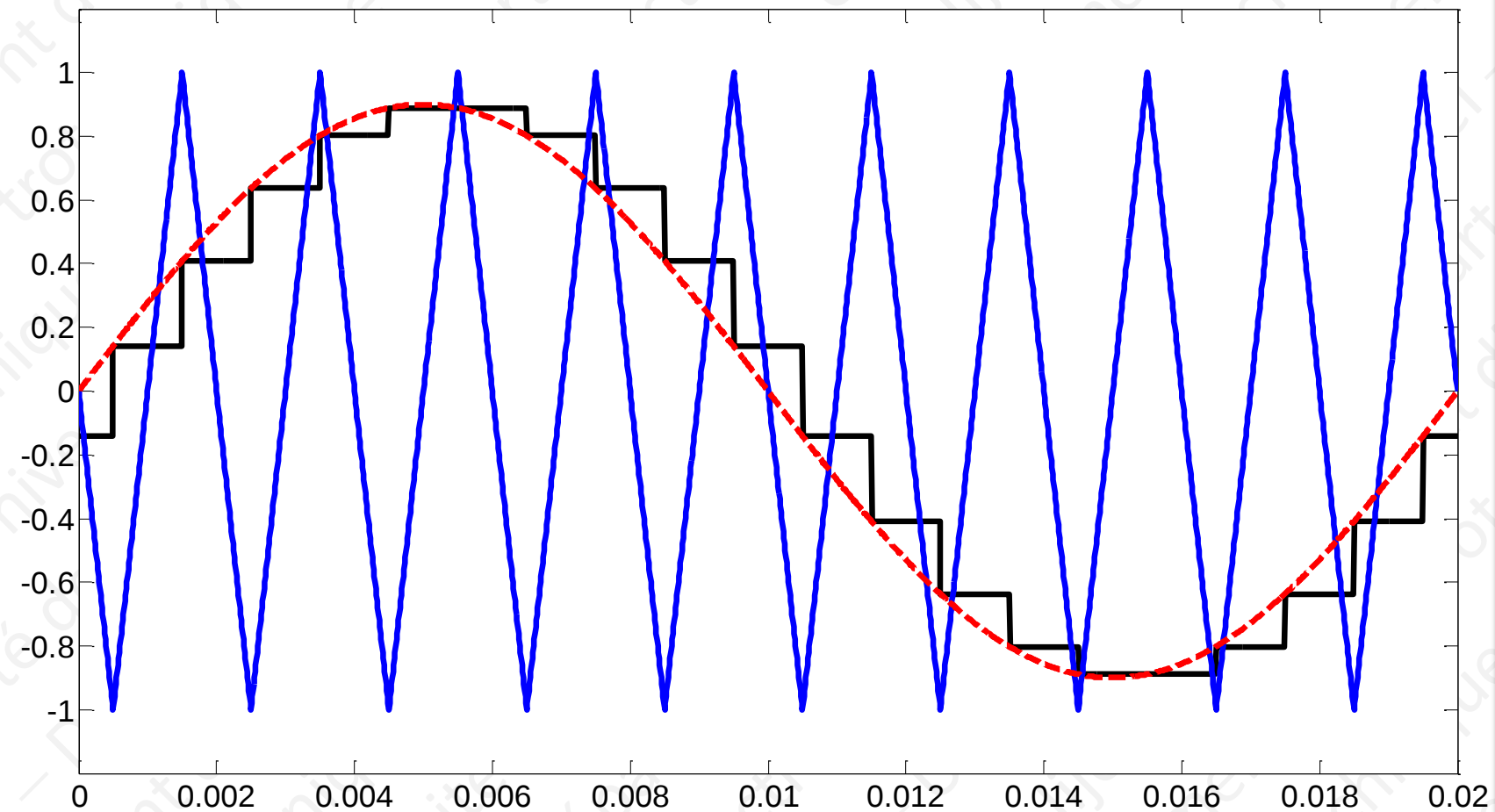


$$y_k = r \sin\left(\frac{\omega(4k + 3)T}{4}\right)$$



3.2. Différents types de MLI intersectives

d. Modulation échantillonnée asymétrique

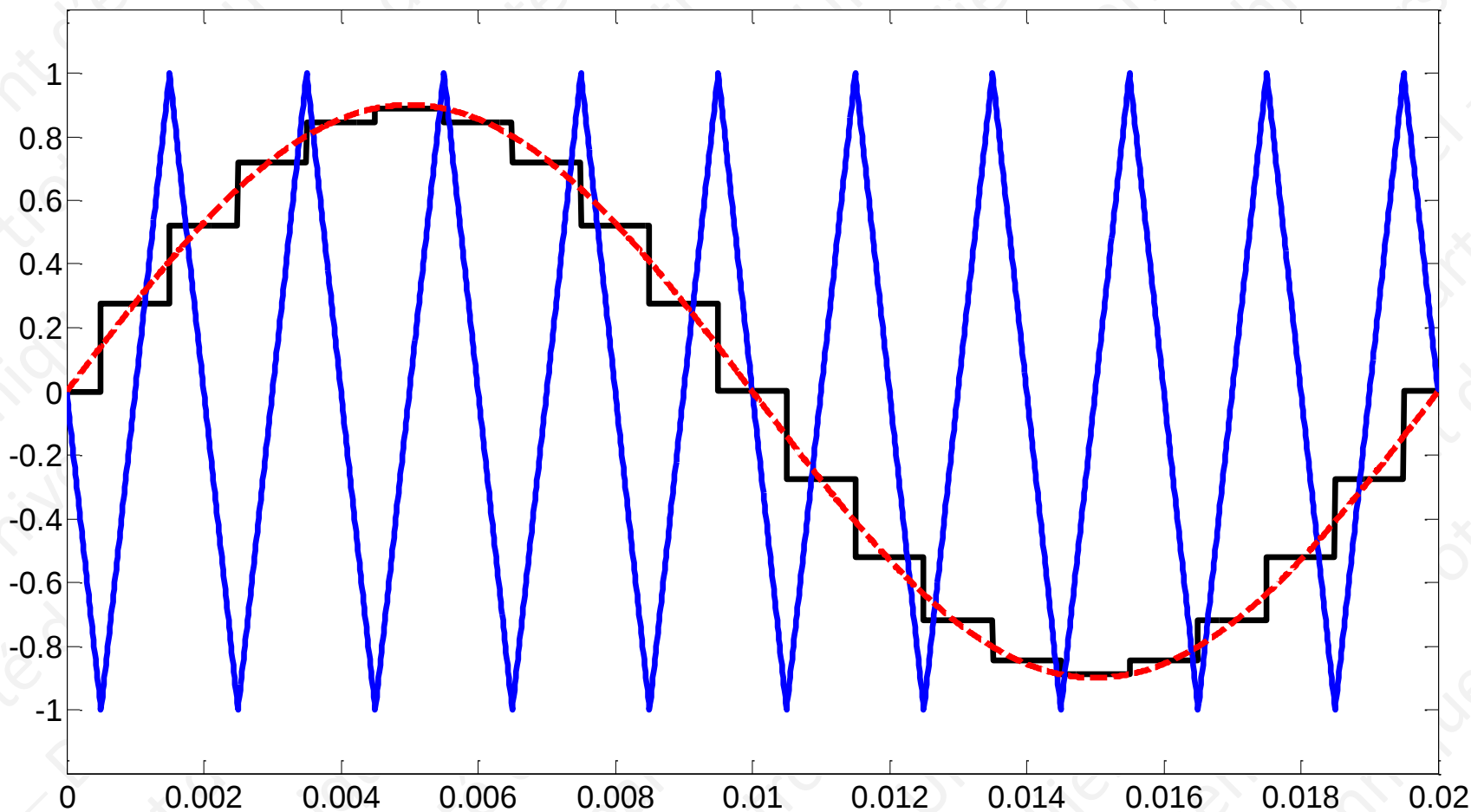


$$y_k = r \sin\left(\frac{\omega(4k+1)T}{4}\right), y_{k+1} = r \sin\left(\frac{\omega(4k+3)T}{4}\right)$$



3.2. Différents types de MLI intersectives

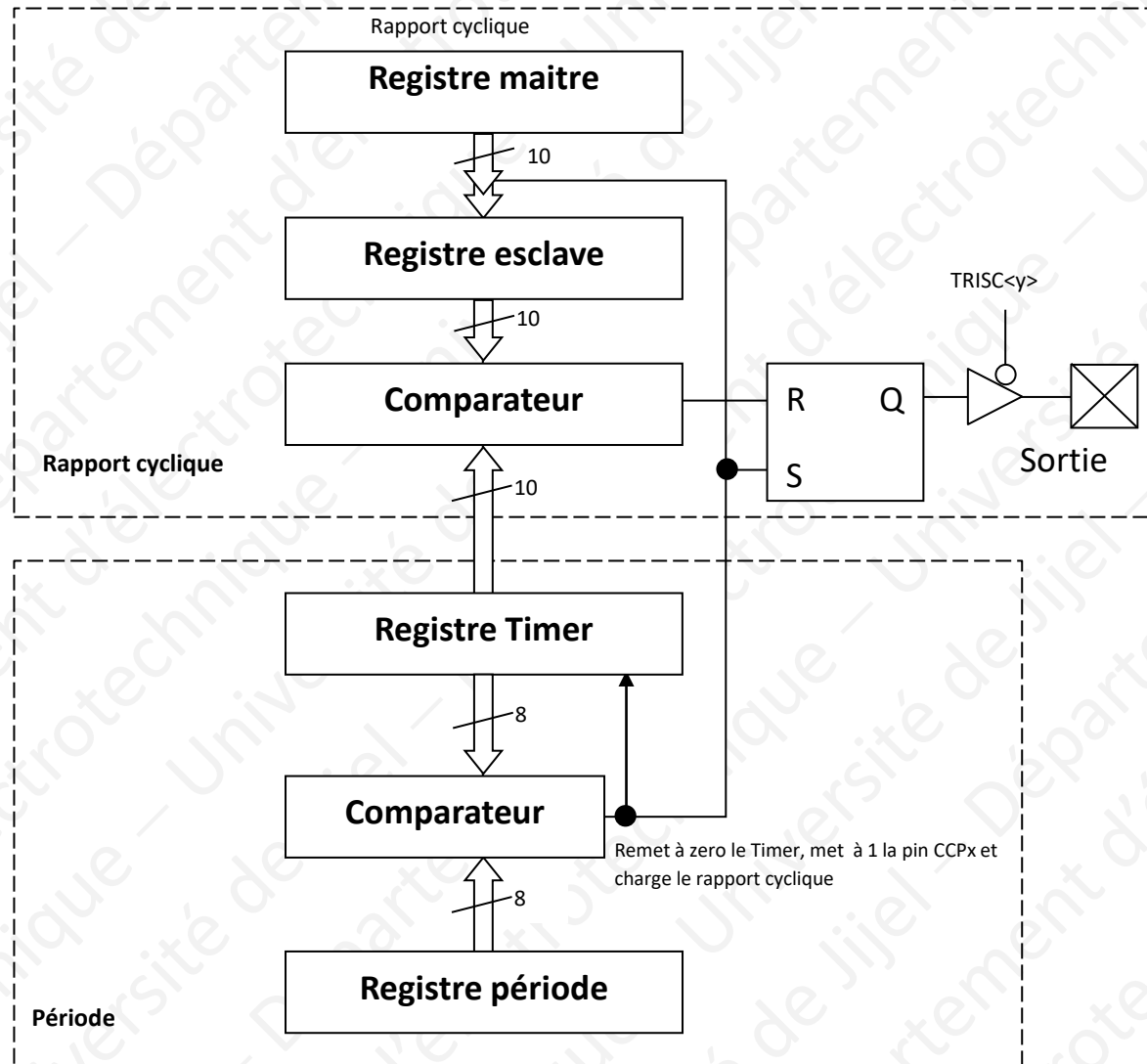
e. Modulation échantillonnée modifiée



$$y_k = \frac{1}{2}r \left[\sin\left(\frac{\omega(4k+1)T}{4}\right) + \sin\left(\frac{\omega(4k+3)T}{4}\right) \right], y_{k+1} = \frac{1}{2}r \left[\sin\left(\frac{\omega(4k+3)T}{4}\right) + \sin\left(\frac{\omega(4k+5)T}{4}\right) \right]$$



3.2. Implémentation numérique





3.2. Implémentation numérique

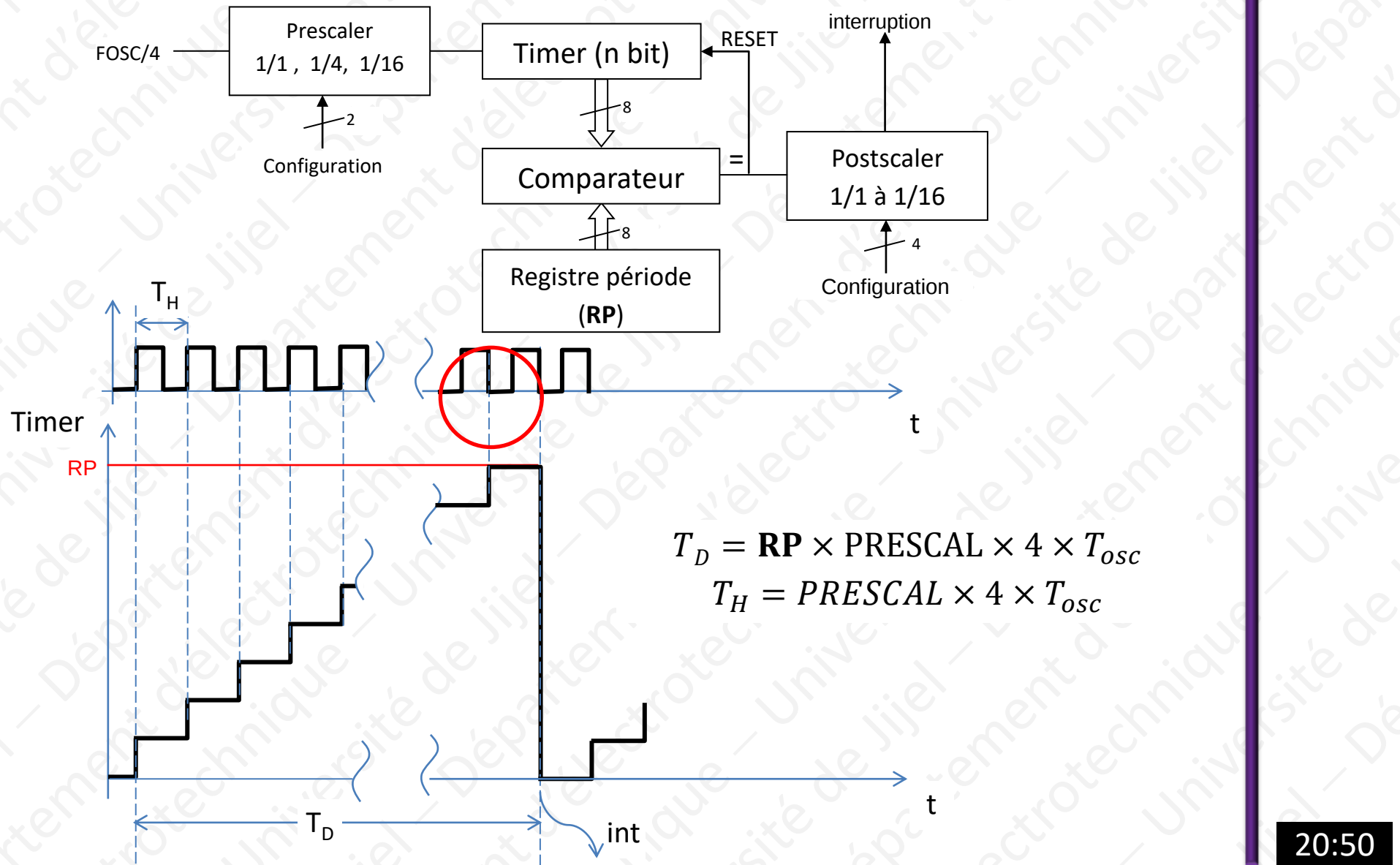
a. Le Timer (Temporisateur)

Le timer est un registre numérique qui s'incrémente à chaque impulsion de son horloge d'entrée. Arrivé à sa valeur maximale, il se remet à zéro et génère une interruption pour informer le système qu'un certain temps s'est écoulé,

- Le registre Timer peut s'initialiser à une valeur comprise entre zéro et sa valeur maximale.
- L'horloge d'entrée peut être configurée selon un registre appelé **Prédiviseur (PRESCALER)**
- L'interruption peut être générée toutes les "**n**" remises à zéro du timer; selon la configuration d'un registre appelée **Postdiviseur (POSTSCALER)**.
- Le timer peut aussi fonctionner en incrémentation ou en incrémentation/décrémentation.
- Le timer peut aussi avoir un registre période qui fixe la valeur maximale



a. Le Timer (Temporisateur) : période du signal





a. Le rapport cyclique

Le rapport cyclique est imposé par un second comparateur et doit être inférieur à la période du signal. Il doit également avoir une précision intéressante.

Le rapport cyclique, comme pour la période doit être codé sur **un certain nombre de bit** qui dépend des registres utilisés.

Le nombre de bit choisis doit être assez suffisant pour que la précision soit bonne.

Exemple:

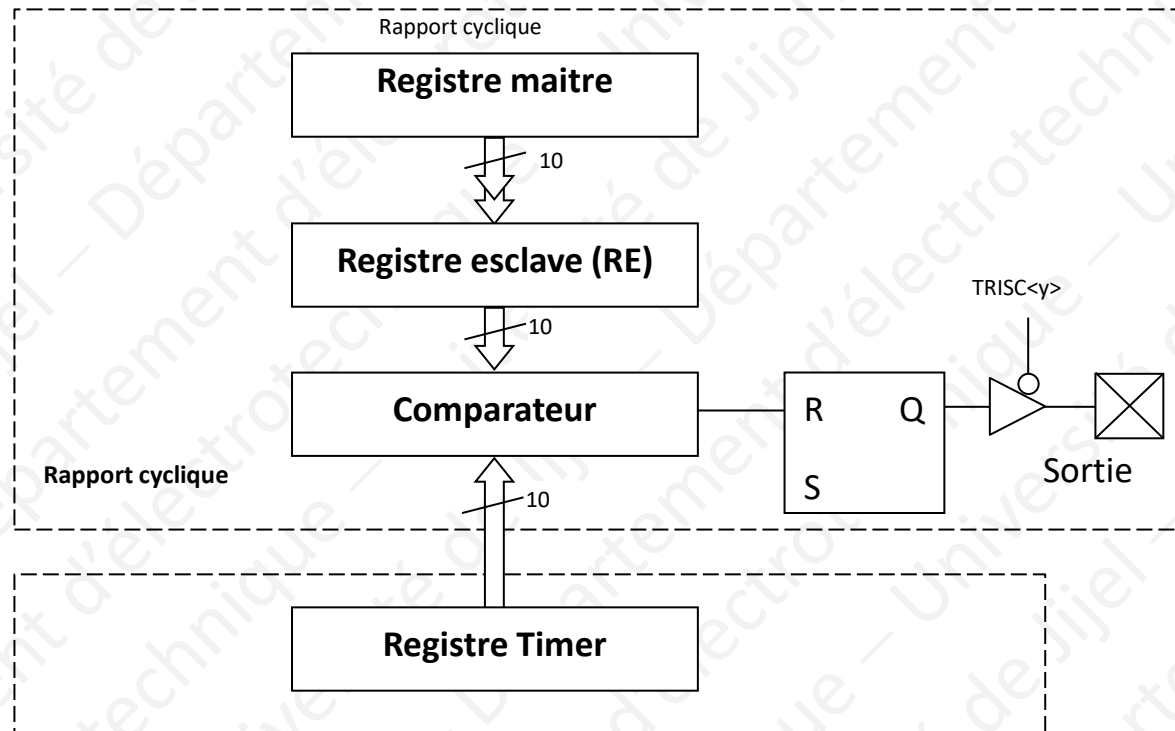
$N=10$ bit

Dans ce cas la période de commutation est divisée en 1024 parties, chacune donnant un rapport cyclique bien déterminé.

Les rapports cycliques possibles sont donc multiples de la valeur $T_c/1024$.



a. Le rapport cyclique



$$R_c = RE \times PRESCALER \times T_{osc}$$

La comparaison se fait à chaque période de l'oscillateur ce qui permet d'avoir une précision importante



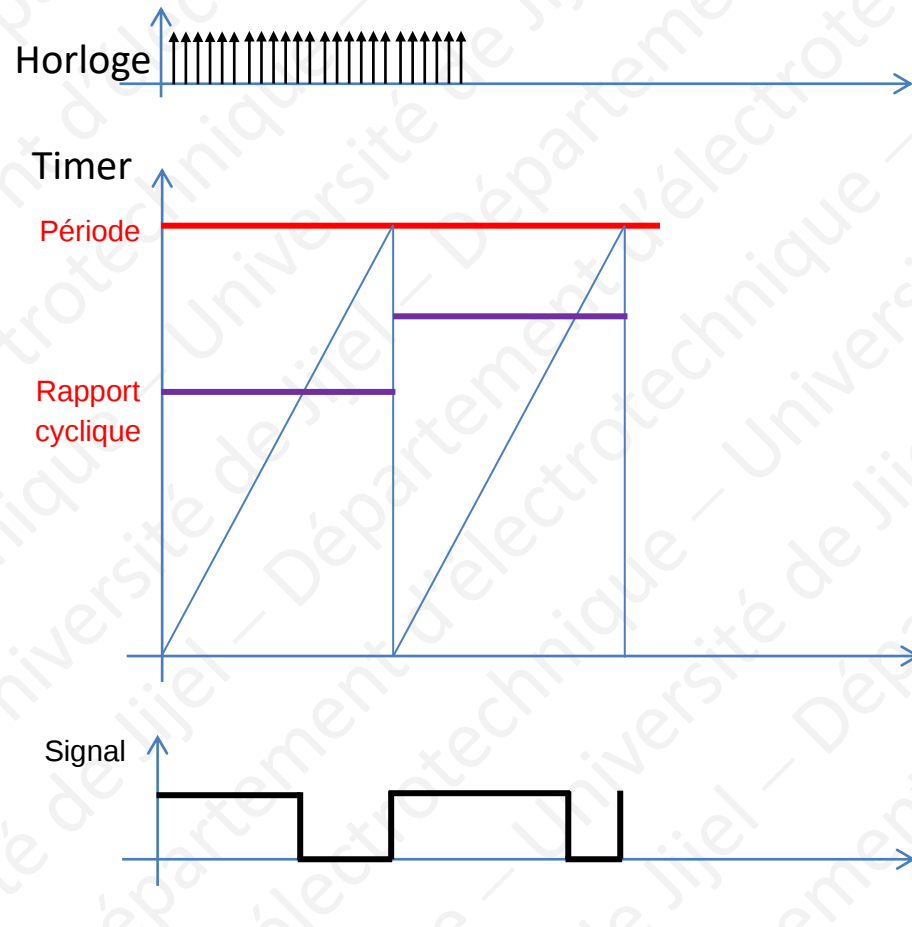
a. Algorithme

1. Mettre à jour le registre période avec la valeur de la période désirée du signal
2. Mettre à jour le registre maître du rapport cyclique avec la valeur actuelle
3. Mettre à jour la valeur du PRESCALER pour fixer la fréquence d'horloge
4. Lancer le fonctionnement du timer

Après le fonctionnement, la mise à jour du rapport cyclique se fait de manière asynchrone.



a. Exemple





Résolution

PWM Frequency	1.22 kHz	4.88 kHz	19.53 kHz	78.12 kHz	156.3 kHz	208.3 kHz
Timer Prescaler (1, 4, 16)	16	4	1	1	1	1
PR2 Value	0xFF	0xFF	0xFF	0x3F	0x1F	0x17
Maximum Resolution (bits)	10	10	10	8	7	5.5