

Enseignes et afficheurs à LED

# BCM : la modulation codée binaire

# BCM : la modulation codée binaire

---

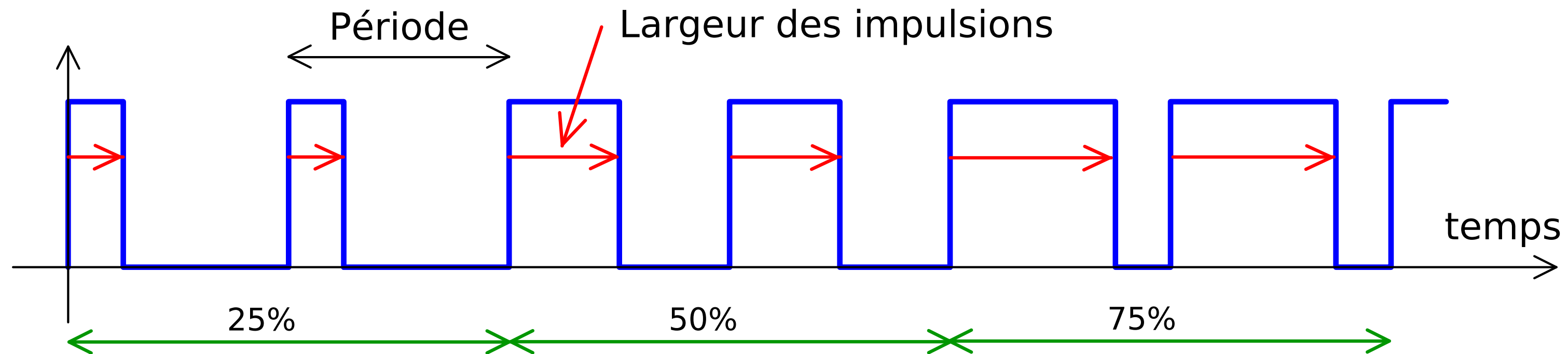
**Pierre-Yves Rochat**

# BCM : la modulation codée binaire

---

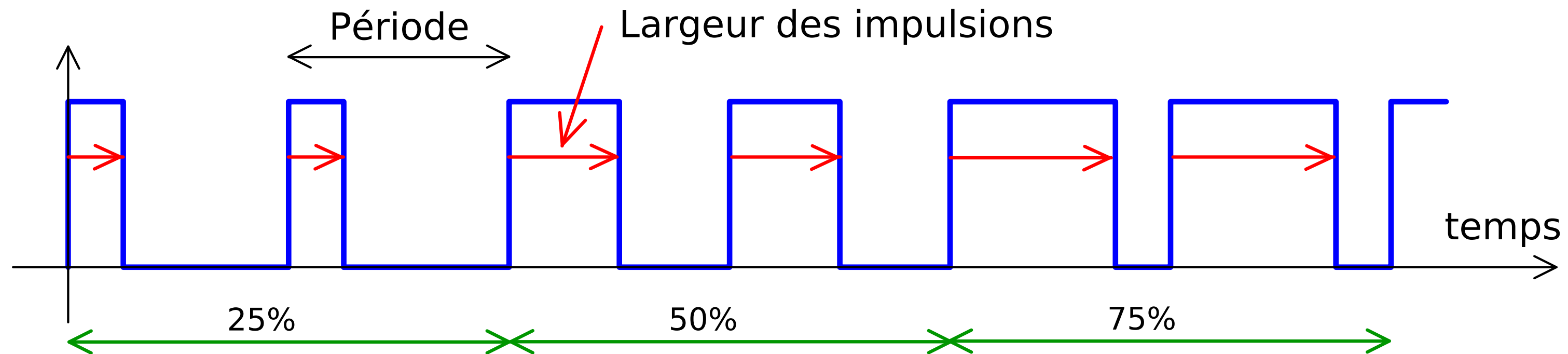
- PWM sur une matrice
- Tolérance sur la forme
- Principe du BCM
- Avantages et limites du BCM
- Programmation de signaux BCM

# PWM sur une matrice



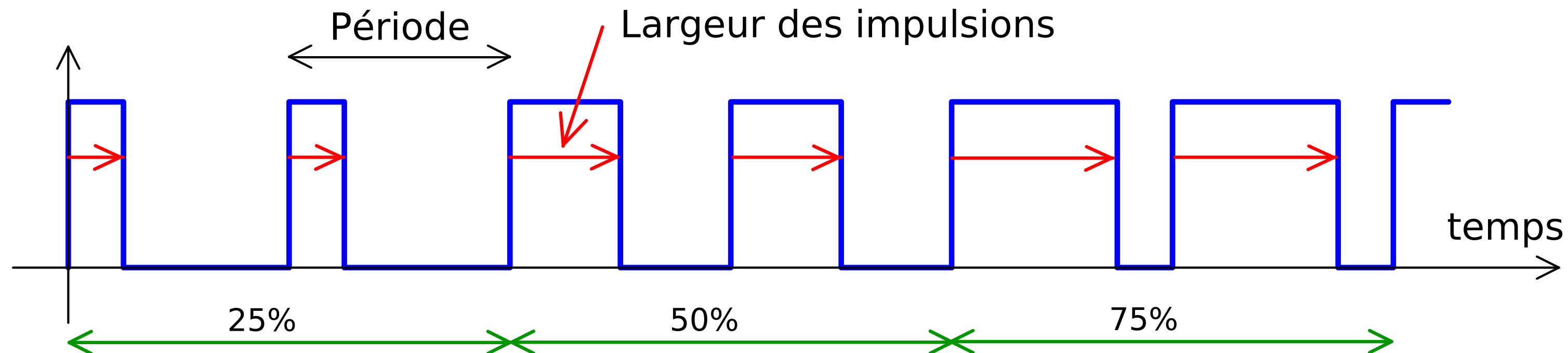
- Le **PWM** est généralement utilisé pour faire varier l'intensité d'une LED

# PWM sur une matrice



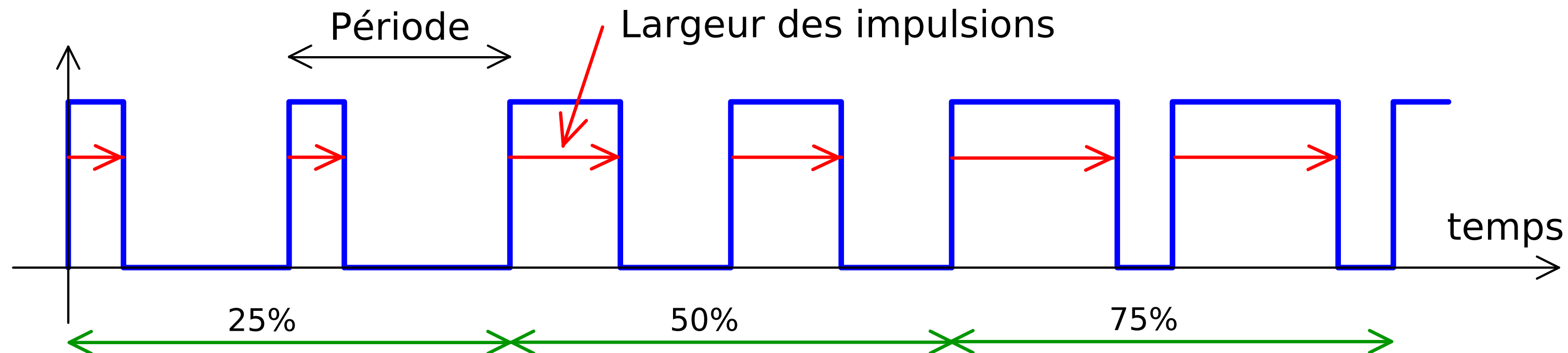
- Le **PWM** est généralement utilisé pour faire varier l'intensité d'une LED
- Sur un afficheur matriciel, l'intensité de chaque LED doit être **indépendante**

# PWM sur une matrice



- Le **PWM** est généralement utilisé pour faire varier l'intensité d'une LED
- Sur un afficheur matriciel, l'intensité de chaque LED doit être **indépendante**
- Pour changer l'état d'une LED, il faut renvoyer l'état de **toutes** les LED

# PWM sur une matrice



- Le **PWM** est généralement utilisé pour faire varier l'intensité d'une LED
- Sur un afficheur matriciel, l'intensité de chaque LED doit être **indépendante**
- Pour changer l'état d'une LED, il faut renvoyer l'état de **toutes** les LED
- Fréquence de rafraîchissement :  $F_{\text{raf}} = F_{\text{pwm}} \times N_{\text{intens}}$

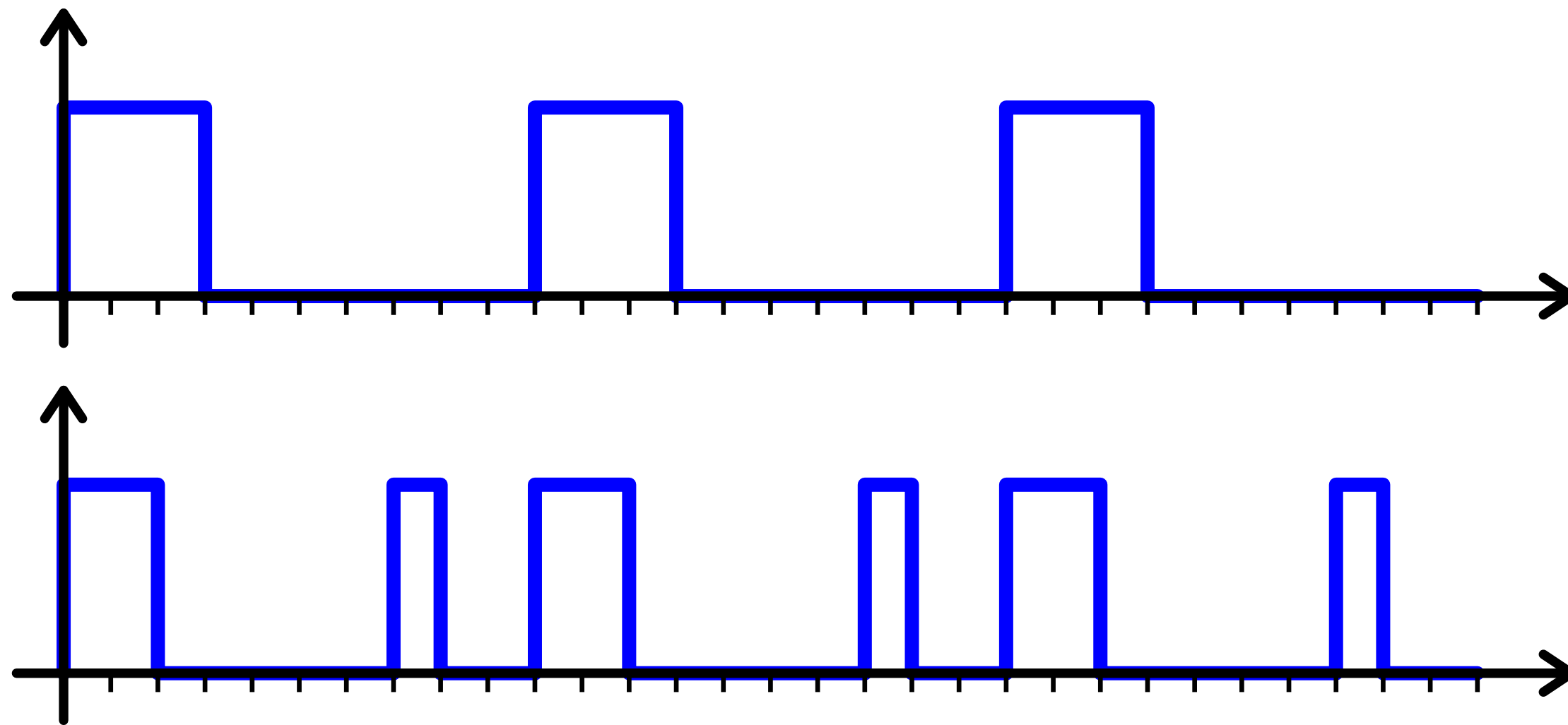
# Tolérance sur la forme

- L'intensité perçue par l'œil ne dépend pas de la forme du signal



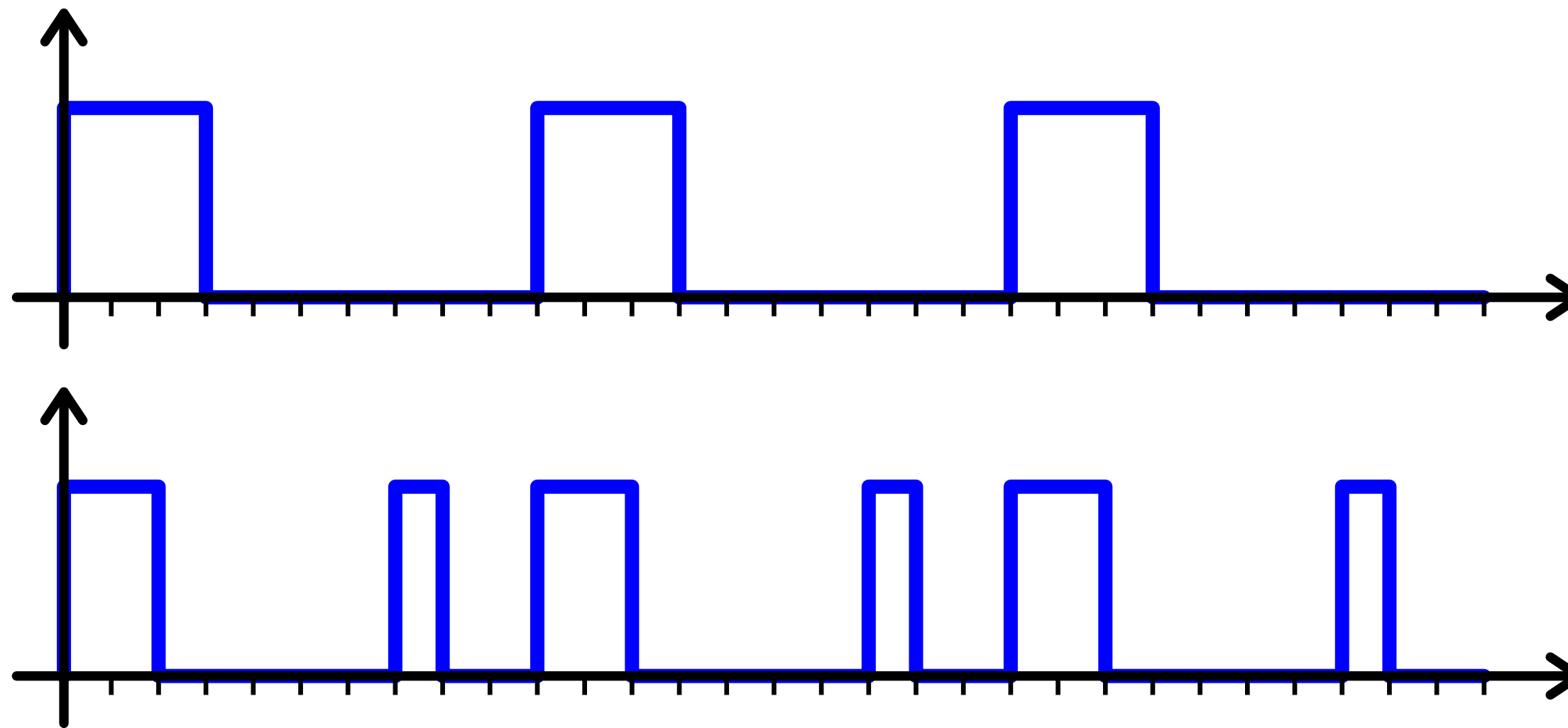
# Tolérance sur la forme

- L'intensité perçue par l'œil ne dépend pas de la forme du signal



# Tolérance sur la forme

- L'intensité perçue par l'œil ne dépend pas de la forme du signal



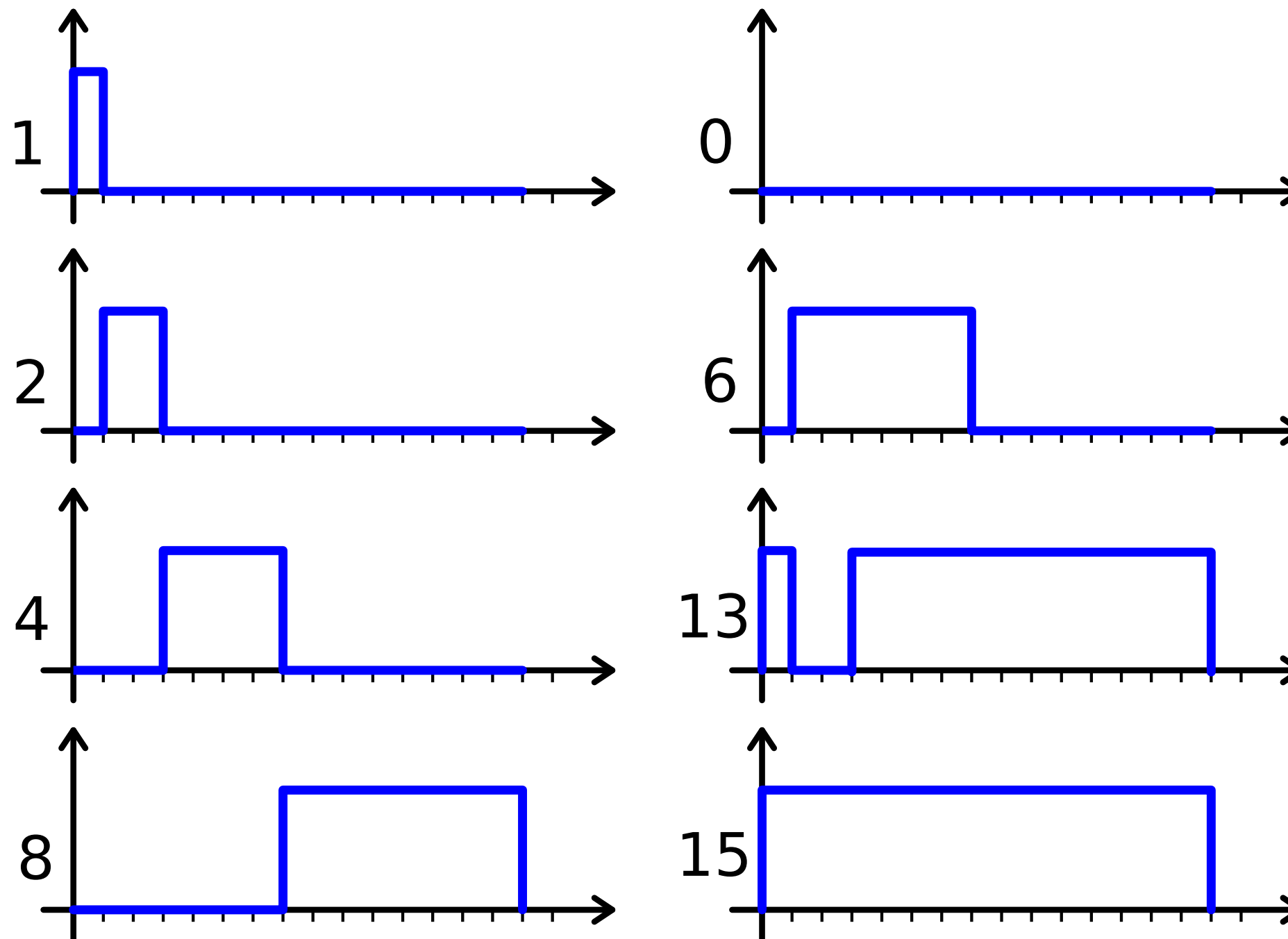
- Ces deux signaux donnent la même impression visuelle

# Principe du BCM

- Découper la période du signal en tranches dont les durées sont les **poids binaires**

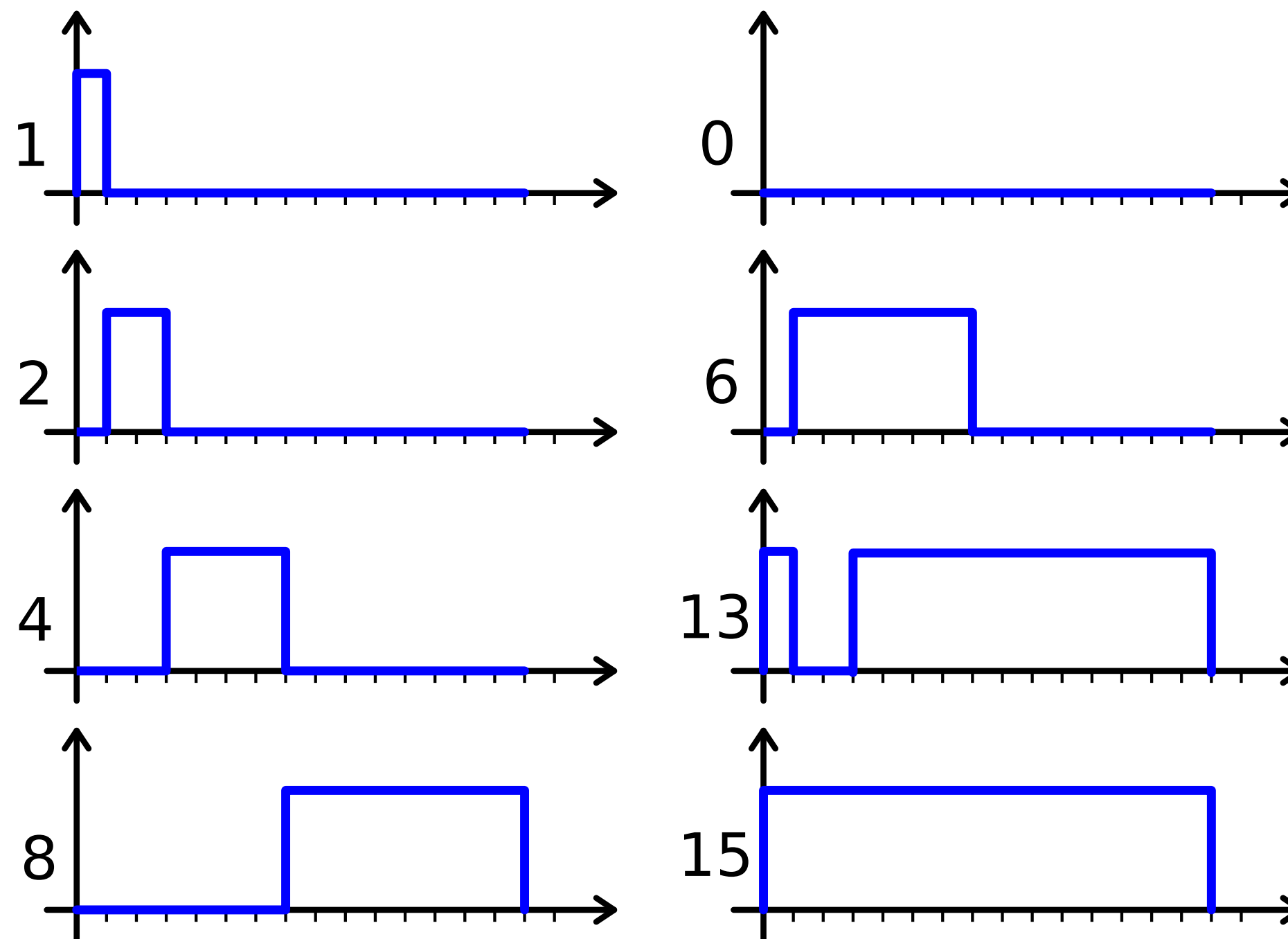
# Principe du BCM

- Découper la période du signal en tranches dont les durées sont les **poids binaires**



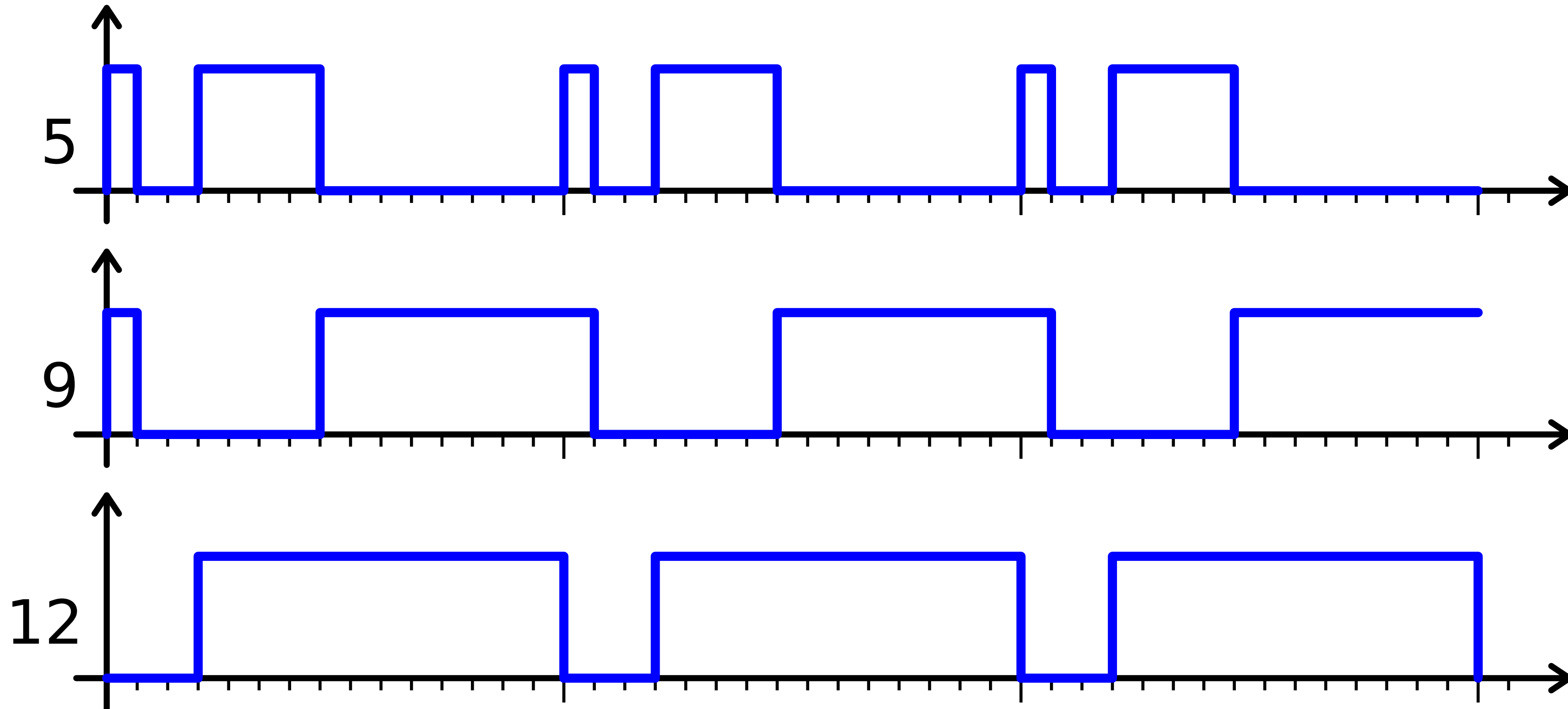
# Principe du BCM

- Découper la période du signal en tranches dont les durées sont les **poids binaires**



- Modulation Codée Binaire (*Binary Coded Modulation* BCM)

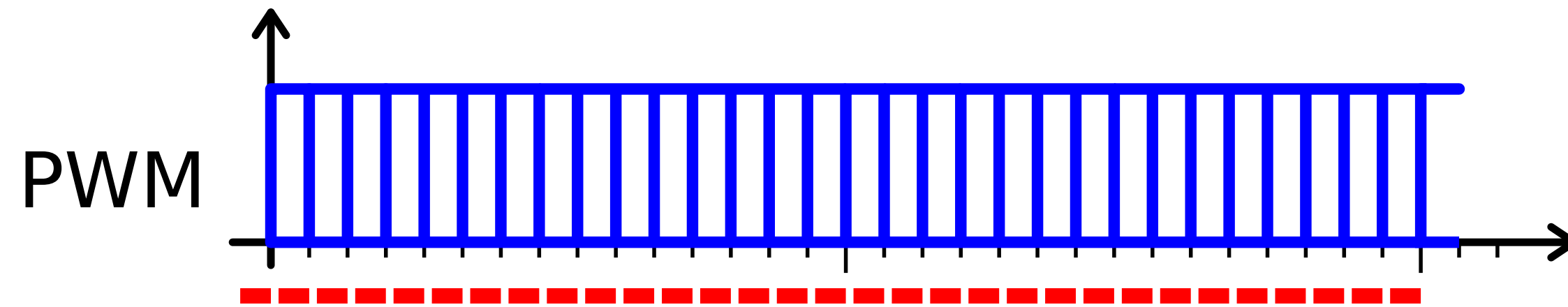
# Exemples



- Signaux représentés sur 3 périodes

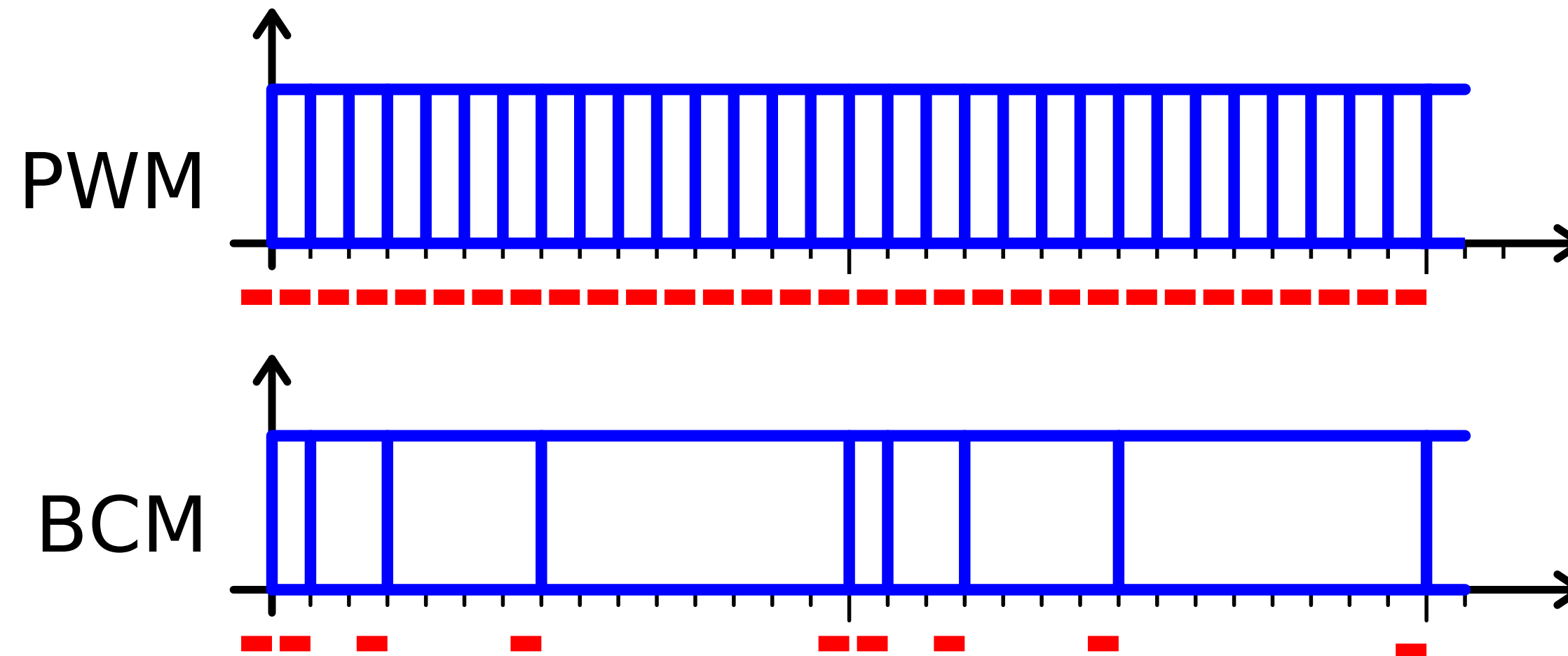
# Avantages et limites du BCM

- En PWM, pour une résolution de  $b$  bits, il faut  $2^b$  rafraîchissements des états des LED



# Avantages et limites du BCM

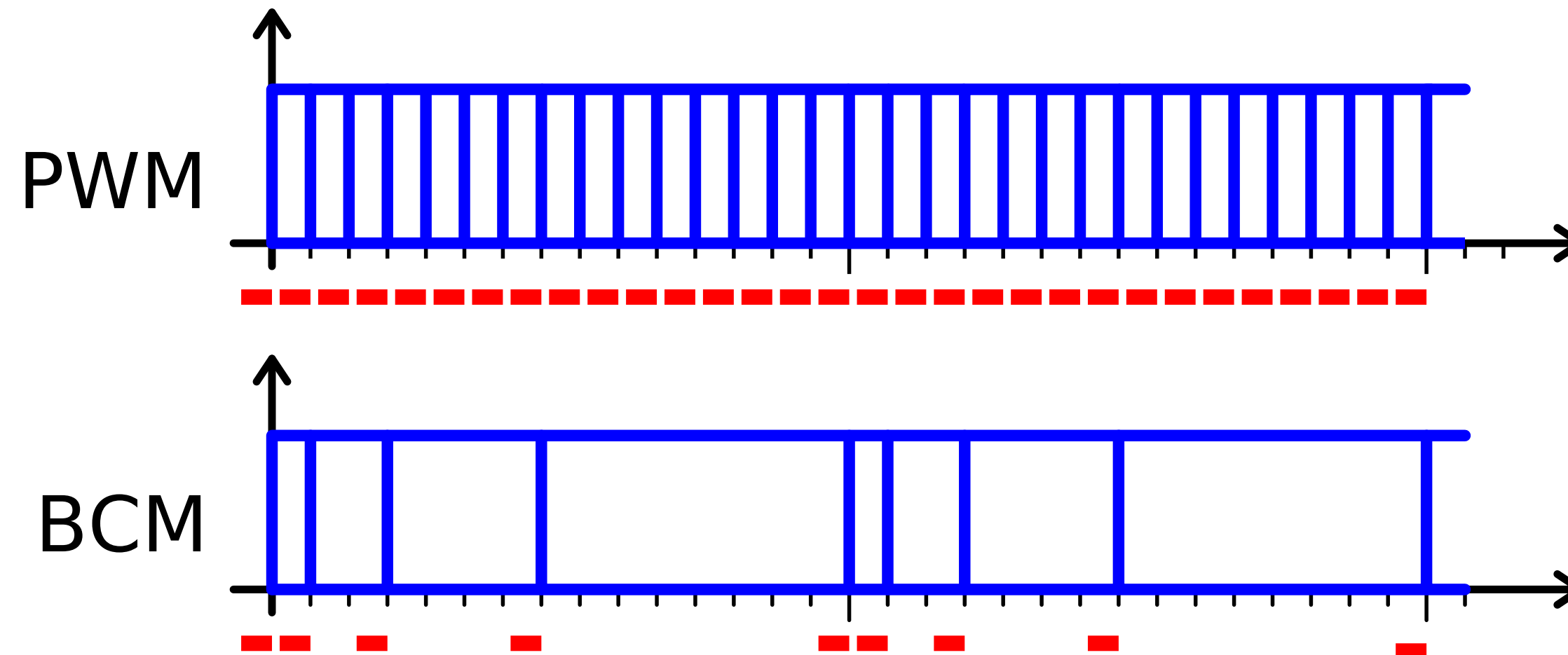
- En PWM, pour une résolution de  $b$  bits, il faut  $2^b$  rafraîchissements des états des LED
- En BCM, il en faut seulement  $b$ .





# Avantages et limites du BCM

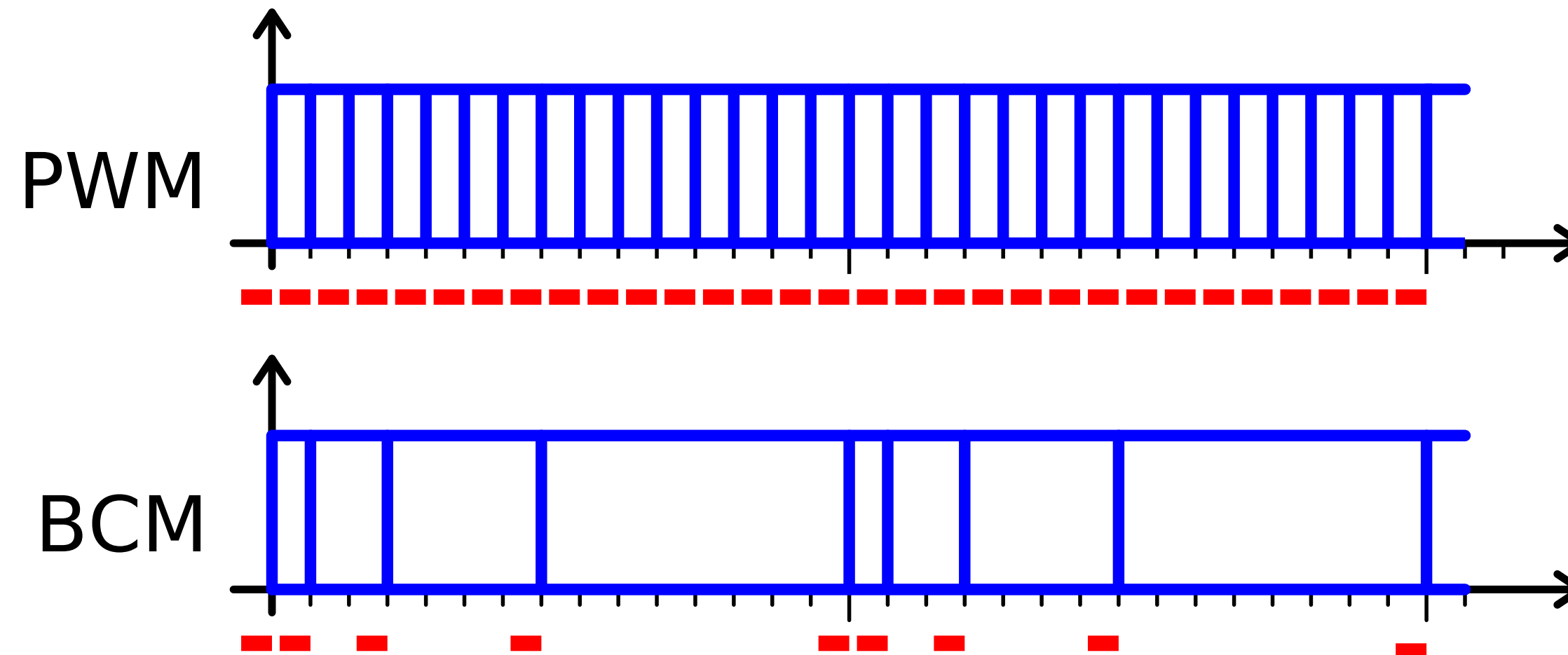
- En PWM, pour une résolution de  $b$  bits, il faut  $2^b$  rafraîchissements des états des LED
- En BCM, il en faut seulement  $b$ .



- Le temps minimum entre deux rafraîchissements est le même

# Avantages et limites du BCM

- En PWM, pour une résolution de  $b$  bits, il faut  $2^b$  rafraîchissements des états des LED
- En BCM, il en faut seulement  $b$ .



- Le temps minimum entre deux rafraîchissements est le même
- Du temps libre se dégage sur les bits de poids fort, utilisable pour calculer l'état suivant

# Programmation de signaux BCM

```

8 uint8_t Intens[8] = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 128, 0};
9 uint8_t n, b;
10 uint8_t t = 0;
11
12 int main() {
13     WDTCTL = WDTPW+WDTHOLD; // stoppe le WatchDog
14     BCSCTL1 = CALBC1_16MHZ; DCOCTL = CALDCO_16MHZ;
15     P1DIR = 0xFF; // P1 tout en sortie
16
17     while (1) { // Boucle infinie :
18         for (n=0; n<BITS_BCM; n++) { // pour une période du BCM
19             for (b=0; b<8; b++) { // pour chaque bit de sortie
20                 if (Intens[b] & (1<<n)) P1OUT|=(1<<b); else P1OUT&=~(1<<b);
21             }
22             Attente(1<<n);
23         }
24         // ...calcul des prochaines valeurs des intensités
25     }
26 }

```

```

1 #define BITS_BCM 8
2
3 void Attente(uint16_t dur) {
4     volatile uint16_t i;
5     for (i=0; i<(dur*64); i++) {
6     }
7 }

```

# BCM : la modulation codée binaire

---

- PWM sur une matrice
- Tolérance sur la forme
- Principe du BCM
- Avantages et limites du BCM
- Programmation de signaux BCM