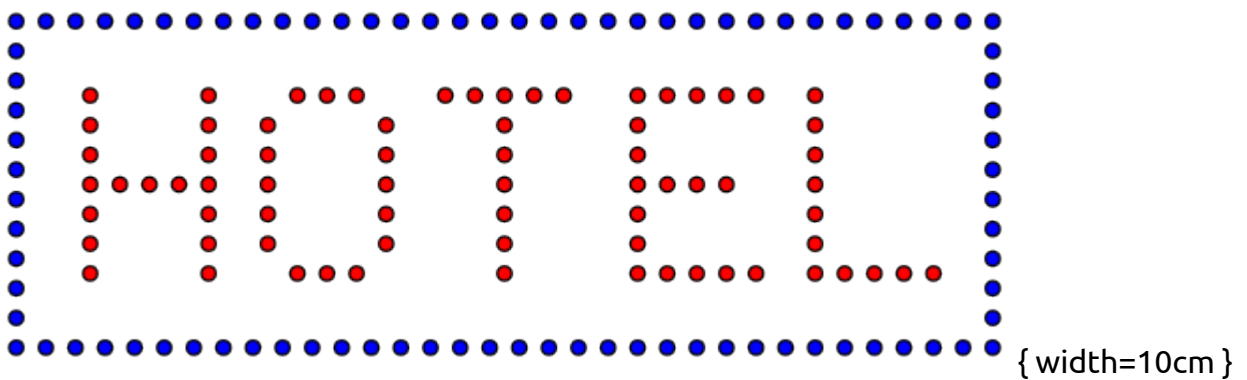
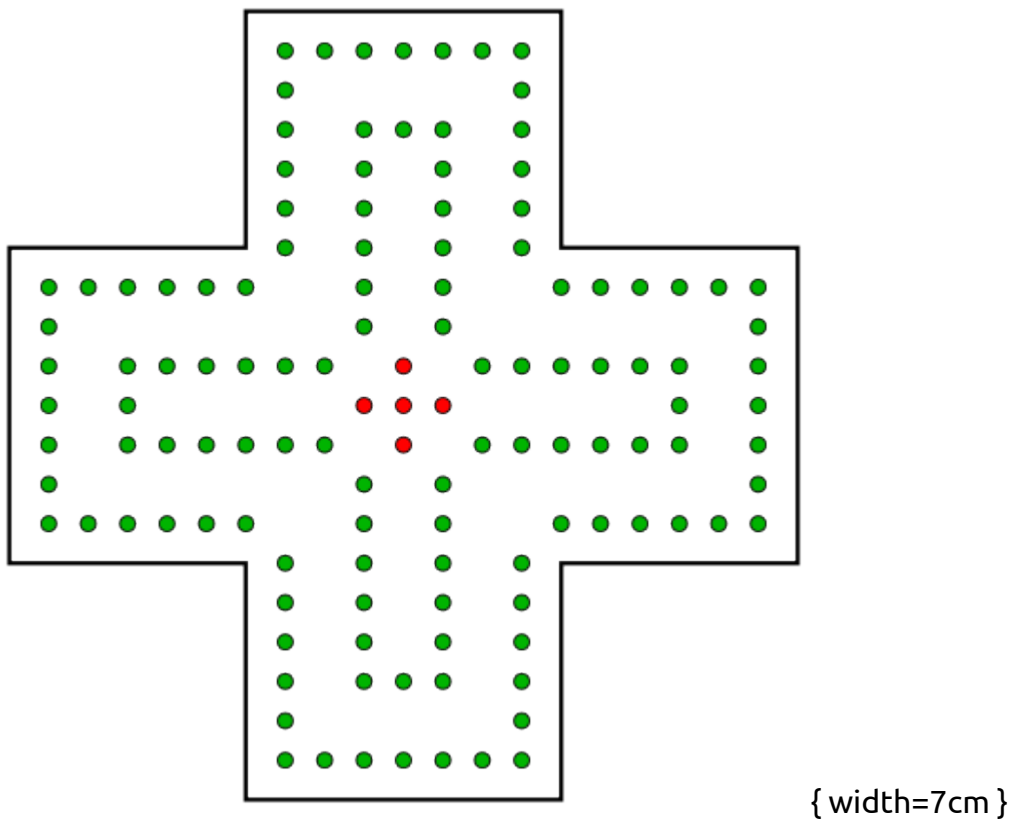


## PLACER DES LED FIXES POUR FORMER UNE ENSEIGNE

Une des applications les plus simples des LED est la réalisation d'enseignes à motifs fixes. La dispon

Voici deux exemples très simples :





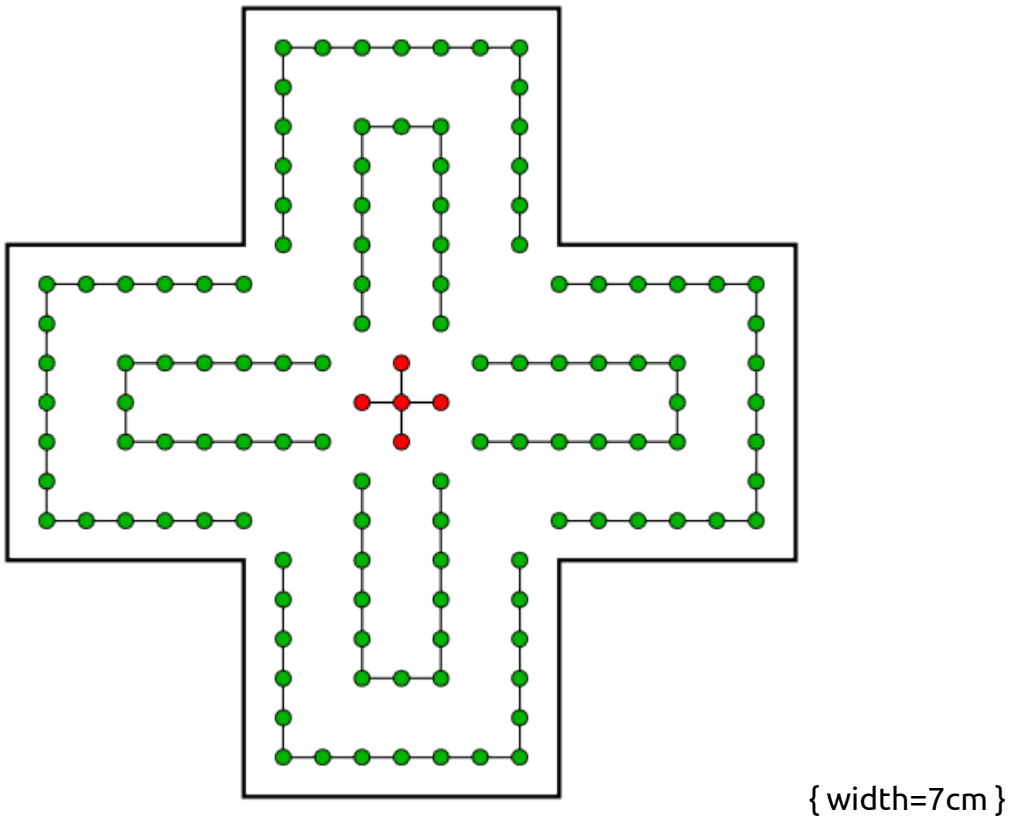
La première enseigne affiche un mot lisible : HOTEL. Ce mot ne peut être changé, car les LED sont d

On peut construire de telles enseignes en fixant des LED sur des panneaux par exemple en plexiglas

## DÉCOUPER LE MOTIF EN SEGMENTS

Mais on peut aller plus loin en découpant les motifs en différentes parties. Le terme “segment” sera  
telles que des clignotements, des chenillards et même des variations continues d’intensité par PWM

Voici comment l’enseigne de pharmacie peut être découpée en segments :



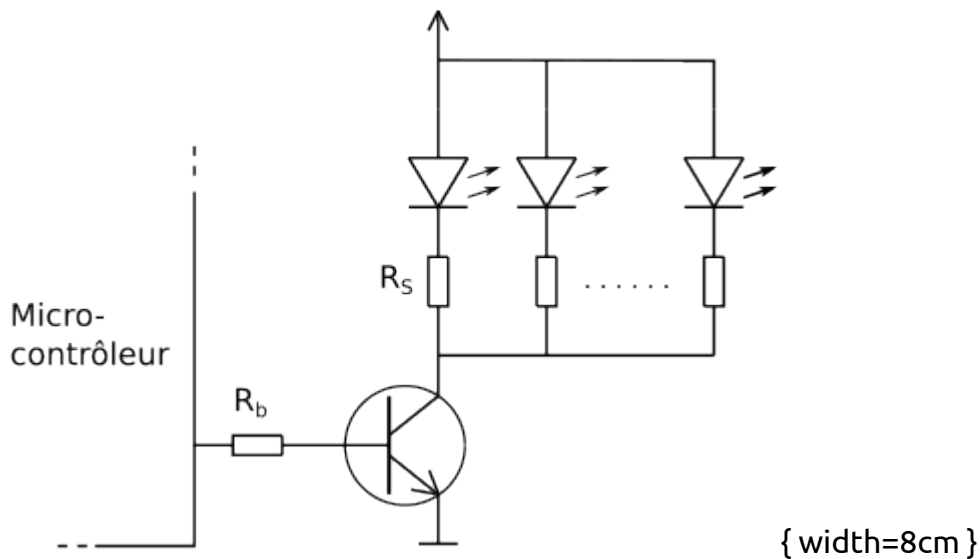
Il y a neuf segments dans cet exemple, huit verts et un rouge.

## SCHÉMA AVEC UN TRANSISTOR

Comment connecter ensemble un grand nombre de LED pour que les motifs formés puissent être c

Le courant consommé par une LED standard est d'environ 10 mA, bien qu'il existe aussi des LED bea  
une ou deux LED. Pour davantage de LED, un transistor bipolaire ou MOS sera utilisé.

Voici le schéma utilisé, comportant un transistor NPN :



Une sortie du microcontrôleur va commander la base du transistor à travers une résistance. Lorsque

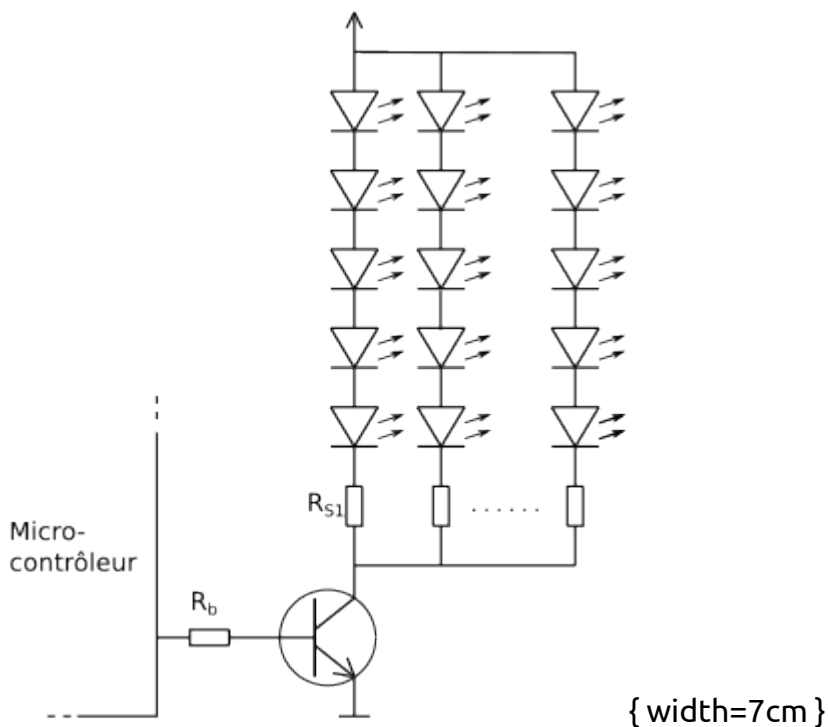
La valeur de la résistance de base sera déterminée de telle manière à être certain que le transistor sature. On s'assurera ensuite que le courant de base sature la tension base-émetteur du transistor, qui est de 0.7 V. On s'assurera ensuite que le courant de base sature

Même si elles sont regroupées en un seul motif, commandé par une seule sortie d'un microcontrôleur, cette façon de faire ne permet pas d'ajuster le courant consommé par chacune des LED, donc la luminosité

## PLACER PLUSIEURS LED EN SÉRIE

Il est possible d'augmenter la tension d'alimentation et de placer plusieurs LED en série pour une seule

Ce schéma montre comment commander plusieurs LED en série avec un transistor, avec une ou plusieurs



Il faut connaître la tension de chaque LED pour choisir le nombre optimal de LED dans chaque branche. Il faut aussi choisir les résistances... ou simplement les mesurer !

Avec une tension d'alimentation de 12 V, on peut alimenter par exemple 5 LED rouges ou 3 LED vertes. Cette technique permet de commander jusqu'à environ 250 LED rouges avec cette technique : chaque groupe de 5 LED est commandé par une seule ligne.

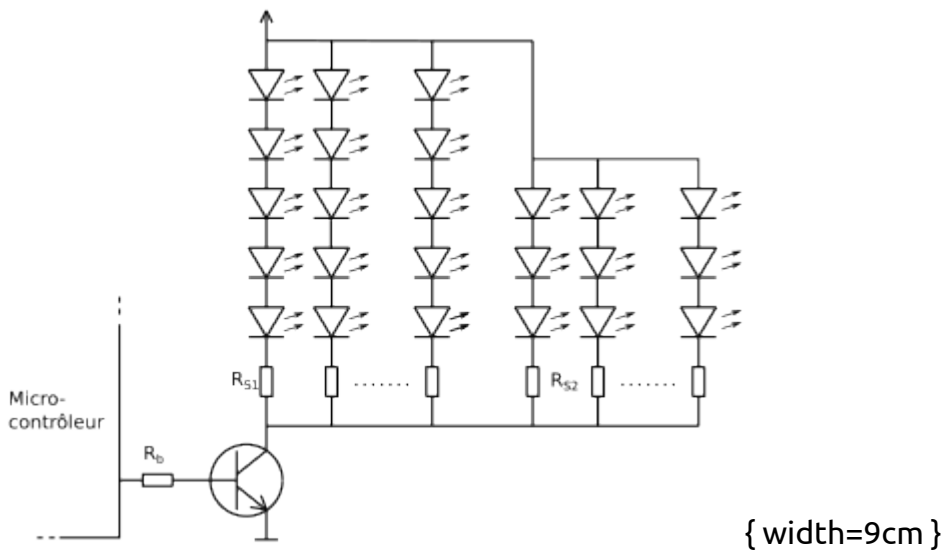
Prenons un autre exemple. Avec une alimentation de PC portable, fournissant 16 V et un maximum de 1 A, on peut commander jusqu'à 160 LED rouges.

Voici la réponse : on peut mettre 5 LED en série (15 V) avec une résistance de limitation. Il est possible de commander jusqu'à 160 LED rouges avec cette technique : chaque groupe de 5 LED est commandé par une seule ligne.

Dans ce cas, voici comment calculer la valeur de la résistance série : les 5 LED présentent une différence de tension de 15 V. On veut une intensité de 10 mA. La résistance sera donc de 1500 Ω.

En pratique, on réalisera un montage de test avec les 5 LED et une résistance, sans oublier le transistor. On mesurera la tension aux bornes de la résistance pour vérifier l'intensité souhaitée (par exemple 10 mA) et on reprendra le test.

Il est même possible de commander un segment contenant des LED de plusieurs couleurs. Voici un exemple de montage pour commander un segment de 5 LED de couleurs différentes.



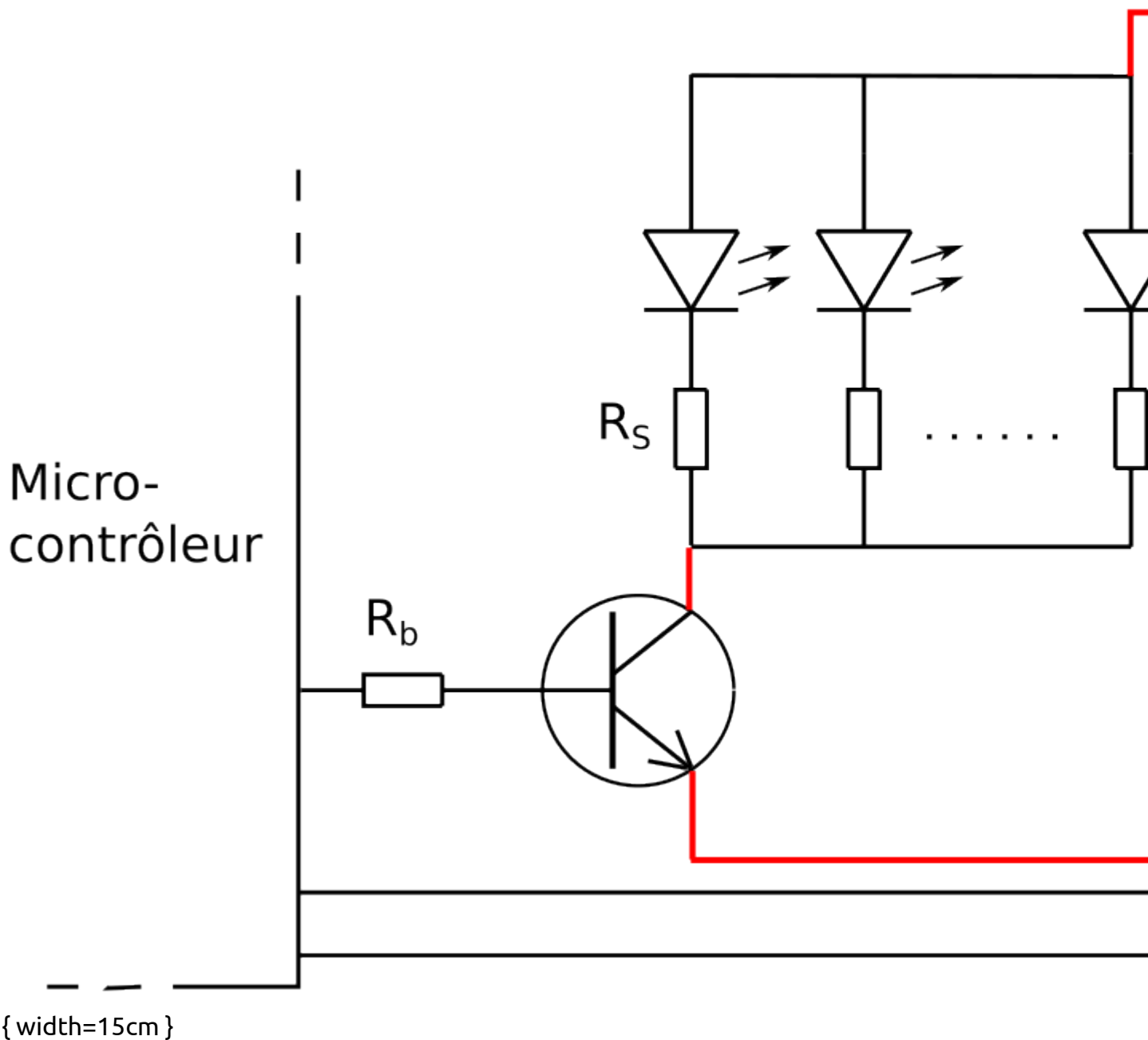
## COURANTS IMPORTANTS

Ce type de montage peut nécessiter des courants d'alimentation importants. Lorsque des milliers d

Il faudra aussi réaliser un câblage électrique adapté : la section de cuivre du fil ou du câble utilisé de

Comme il y a en général un nombre important de segments, ce sont surtout les courants dans les co

La figure suivante montre l'importance des courants :



## PROGRAMMATION D'ANIMATIONS

Le premier programme souvent proposé pour apprendre à mettre en œuvre un microcontrôleur, le `blink`, consiste à allumer une LED, puis attendre un certain temps. L'animation va comporter un certain nombre de ces paires d'instructions :

```

1 void setup() {
2   P2DIR |= 0xFF; // P2.0 à P2.7 en sortie
3 }
4
5 void loop() { // Boucle infinie, correspond à toute l'animation
6   P2OUT = 0; // éteint toutes les LED
  }
```

```

7   P2OUT |= (1<<0); delay(200); // allume la première LED
8   P2OUT |= (1<<1); delay(200); // allume successivement chaque LED...
9   P2OUT |= (1<<2); delay(200);
10  P2OUT |= (1<<3); delay(200);
11  P2OUT |= (1<<4); delay(200);
12  P2OUT |= (1<<5); delay(200);
13  P2OUT |= (1<<6); delay(200);
14  P2OUT |= (1<<7); delay(1000); // attend un peu après la dernière LED
15  P2OUT = 0; delay(500); // éteint toutes les LED pendant 1/2 seconde
16  P2OUT = 0xFF; delay(500); // allume toutes les LED
17  P2OUT = 0; delay(500); // répète...
18  P2OUT = 0xFF; delay(1000);
19  P2OUT = 0; delay(500); // pause avant la reprise de l'animation
20 }

```

On aurait pu utiliser uniquement des procédures `pinMode()` pour l'initialisation et `digitalWrite()` pour les *commentaires*, alors qu'on voudrait souvent vous faire croire que plus un programme comporte de *commentaires*, plus il est complexe.

L'utilisation de définitions comme :

```

#define Led10N P2OUT |= (1<<0)
#define Led10FF P2OUT &=~(1<<0)

```

rendrait le code plus lisible.

Mais le fait d'utiliser l'accès aux sorties par le registre `P2OUT` permet de programmer plus simplement l'animation.

```

1  void ChenillardAjoute(uint16_t attente) {
2      uint16_t i;
3      for (i=0; i<8; i++) {
4          P2OUT |= (1<<i);
5          delay(attente);
6      }
7  }
8  ...
9  void loop() { // Boucle infinie, correspond à toute l'animation
10     ChenillardAjoute(200);
11     delay(800); // attend un peu après la dernière LED
12     P2OUT = 0; delay(500); // éteint toutes les LED pendant 1/2 seconde
13     ...
14 }

```

On pourrait aussi écrire une fonction `chenillard` encore plus générale, avec en paramètres non seulement le nombre de LEDs, mais aussi la durée de l'animation.

Que vois-je ? Ai-je écrit le mot *mouvement* ? Est-ce que les LED bougent ? C'est toute la magie des LED.