

Séance n° 4 : Utilisation des résistances**Matériel :**

une alimentation réglable 0 à 15V
 1 LED rouge et une LED verte
 2 diodes 1N4007 ou équivalentes
 2 ampoules 3,5 V et 6 V
 Résistances : 2 × 33 Ω, 1 × 100 Ω, 2 × 2,2 kΩ
 1 potentiomètre 10 kΩ + 1 potentiomètre de 1kΩ

1. Objectifs.

Connaître quelques applications des résistances (limitation de courant et division de tension).

2. Introduction aux résistances

Les résistances sont toujours utilisées pour la même raison : la relation entre U et I est la plus simple imaginable, ce qui permet de simplifier la conception des circuits électroniques. Fixes ou variables, elles permettent de protéger des composants électroniques en limitant l'intensité débitée par une alimentation en tension, elles permettent également d'adapter la tension d'alimentation d'un montage aux composants alimentés, elles permettent aussi de régler la fréquence d'un oscillateur radio, de faire une mesure de courant et beaucoup d'autres applications.

Les valeurs courantes des résistances (série dite "E12") ne correspondent pas toujours aux valeurs que nécessite la réalisation d'une fonction électronique, il faut alors avoir recours à des groupements de résistances ou à l'utilisation de résistances variables.

3. La série E12

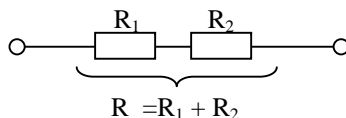
La série E12 comporte 12 valeurs de résistances par décade. Les valeurs normalisées de la série E12 sont les suivantes (à multiplier par 10^n éventuellement).

10	12	15	18	22	27	33	39	47	56	68	82
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

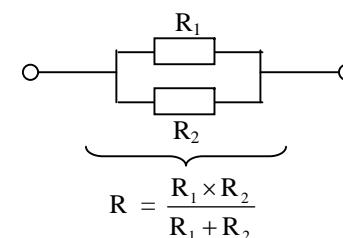
- Quel est le code de couleur d'une résistance 270 Ω ?
- Quel est approximativement l'écart de valeur (en %) entre 2 résistances voisines du tableau ci-dessus ?

4. Association série et parallèle

2 résistances sont en série si elles sont traversées par le même courant :



Dans ce cas la résistance équivalente à l'association série vaut $R = R_1 + R_2$.
2 résistances en parallèle développent la même tension à leurs bornes :

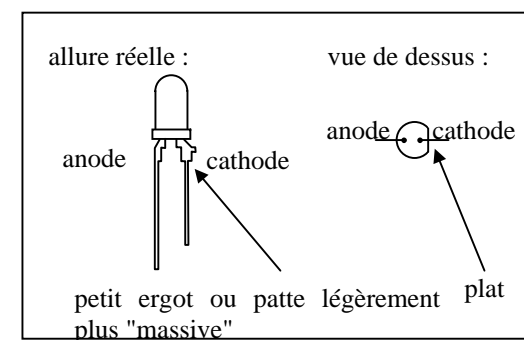
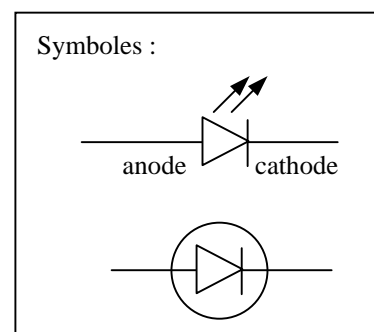


Dans ce cas la résistance équivalente à l'association vaut $R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$

L'association série (ou parallèle) permet par exemple d'obtenir une valeur de résistance non disponible avec la gamme E12. Par exemple la valeur 6490 Ω (non disponible en gamme E12) peut être fabriquée avec la mise en série de 5,6 kΩ + 560 Ω + 330 Ω. Les associations permettent également d'obtenir des performances de puissance plus élevées : par exemple pour obtenir une résistance de 33 Ω - ½ W on peut utiliser 2 résistances en parallèle 68 Ω - ¼ W. Et il y a beaucoup d'autres applications...

5. Alimentation d'une DEL.

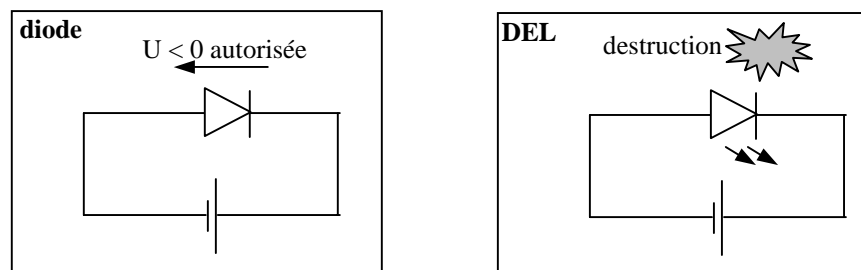
On appelle DEL (ou LED) une **D**iode **E**lectro-**L**uminescente (ou **L**ight **E**mitting **D**iode), c'est-à-dire une sorte de diode qui émet de la lumière lorsqu'elle est parcourue par un courant.



Elle émet de la lumière grâce à un phénomène physique très complexe théorisé par Einstein (*désexcitation d'électrons de la bande de conduction*) : elles émettent naturellement de la lumière, sans besoin de filament de tungstène (elles chauffent donc moins que les lampes à filament). Leur couleur est cependant bien déterminée (ce n'est pas du verre coloré comme les spots de boîtes de nuit) : ultraviolet, rouge, vert, bleu, orange, jaune, blanche et rose (depuis peu).

(prix d'une LED standard en 2005 : 0,15 € sauf la couleur bleue environ 20 × plus chère, c'est-à-dire 2,50 € environ)

La LED est un composant qui est plus fragile que la diode habituelle : elle n'admet pas de tension négative :



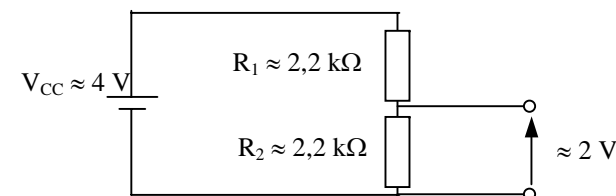
La LED, comme la diode, ne laisse passer le courant que dans le sens de sa flèche. Habituellement le courant maximal admissible par une LED est de l'ordre de 10 à 30 mA (contre plusieurs 100^{aines} d'ampères pour certaines diodes dites "de puissance", soit 10 000 × plus).

1. Tension d'utilisation de la LED à votre disposition

- Ajustez à 0 V l'alimentation constante à votre disposition puis connectez-y la diode dans le bon sens.
- Faites vérifier le montage par le professeur puis augmentez progressivement la tension de manière à voir l'illumination de la diode (ne dépassez pas 2,5 V).
- Observez l'éclat de la lampe en fonction de la tension à ses bornes : quelle semble être la meilleure tension d'utilisation de la diode ? (justifiez). On la notera V_{nom} (Pour V "nominale")

2. Utilisation des résistances en "diviseur de tension" : le potentiomètre.

Il est rare qu'un montage électrique génère directement la tension V_{nom} : il faut généralement la construire à partir de la tension d'alimentation générale du montage (par exemple 4 V dans la suite de TP). Afin d'adapter l'alimentation 4 V à la diode, une première idée est de construire une alimentation de 2 V à partir de l'alimentation 4 V. Pour cela on utilise 2 résistances de la série E12 en série : le montage est appelé "montage diviseur de tension".

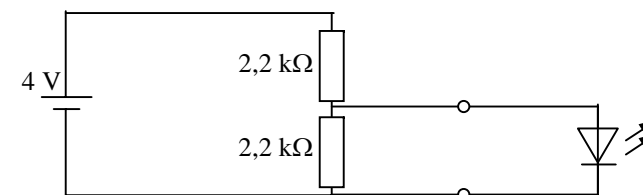


Démontrez que la tension fait bien 2 V aux bornes de la résistance R_2

3. Expérimentation n° 1

Procédez au câblage hors tension du montage précédent. Ajustez la tension à vide de l'alimentation à 0 V, branchez-y le montage puis augmentez progressivement la tension de l'alimentation à 4 V (simulation de l'alimentation fixe 4 V d'un montage électronique). Vérifiez que l'on a bien 2 V aux bornes de la résistance puis éteignez l'alimentation.

- Branchez alors la LED (dans le bon sens, c'est-à-dire comme ci-dessous) :

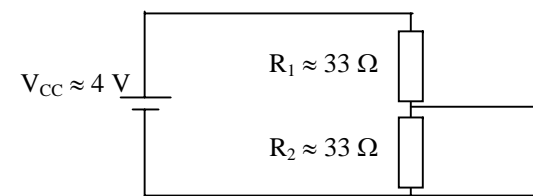


Remettez en route l'alimentation (ajustée à 4 V).

- est-ce que la LED s'allume correctement ?
- a-t-on bien 2 V aux bornes de la LED ?
- débranchez la LED puis relevez à nouveau la tension aux bornes de la résistance : que se passe-t-il ?

4. Correction du défaut : nouvelle étude.

On décide de refaire le même montage que précédemment, mais en prenant cette fois-ci 2 résistances de 33 Ω de la série E12. Dans ce cas on étudie donc le montage suivant :



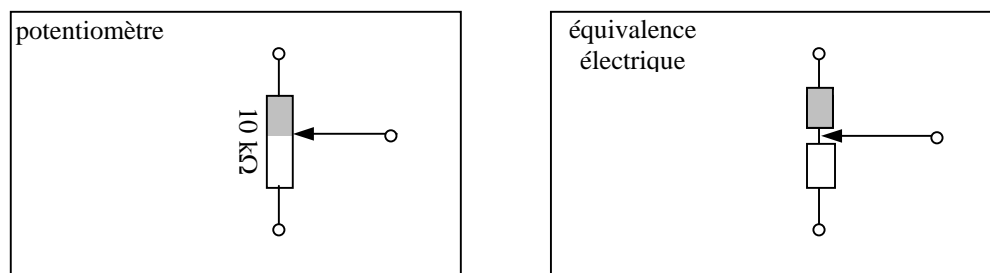
démontrez que l'on a toujours 2 V environ aux bornes de sortie du diviseur de tension.

5. expérimentation n° 2.

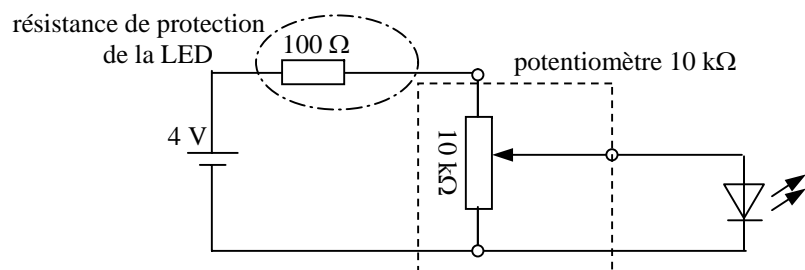
- Procédez comme à l'expérimentation n° 1 précédente. Conclure.
- Mesurez à l'ampèremètre le courant délivré par l'alimentation puis le courant traversant la LED : est-ce que ce montage est rentable si l'on imagine que l'alimentation 4 V est fournie par une pile ?
- Conclure sur l'avantage et l'inconvénient du montage "diviseur de tension" vu précédemment.

6. Le montage potentiométrique.

Comme le montage de l'expérimentation n°1 est meilleur en terme de "durée de vie" de la pile, on souhaite quand même utiliser cette idée de "grosses résistances" pour allumer la LED. Mais dans ce cas on va utiliser un *potentiomètre* de 1 k Ω , c'est-à-dire une résistance de 10 k Ω qui possède une borne intermédiaire (il y a donc 3 bornes) :



l'équivalence électrique du potentiomètre (voir ci-dessus le schéma de droite) nous montre clairement que le potentiomètre réalise exactement le diviseur de tension. On réalisera donc le montage suivant :



La valeur élevée du potentiomètre nous garantira une "faible" consommation de la pile. Cependant, étant donnée la valeur élevée du potentiomètre, il est à craindre que l'on se retrouvera dans le cas de l'expérimentation 1...mais cela n'est pas grave : il suffira d'ajuster, le moment venu, la position du curseur pour obtenir 2 V aux bornes de la LED.

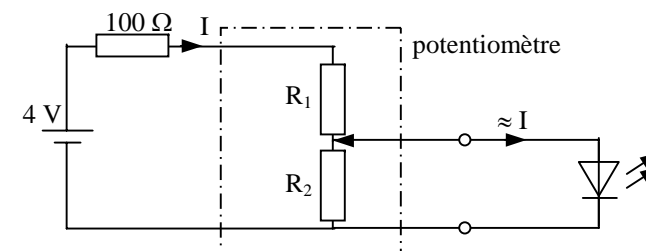
La résistance de protection évite une surtension aux bornes de la LED en cas de mauvais réglage du potentiomètre.

7. Expérimentation n° 3

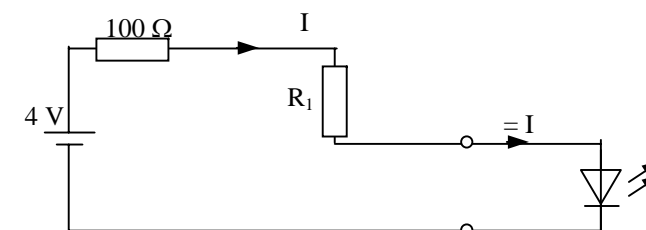
- Câblez, hors tension, le montage précédent (LED non connectée) pour une position quelconque du curseur.
- Augmentez progressivement la tension d'alimentation à 4 V. Ajustez ensuite la tension de sortie du diviseur à 2 V.
- Placez la LED puis ajuster le curseur du potentiomètre pour obtenir approximativement V_{nom} aux bornes de la diode.
- Est-ce que le potentiomètre vous semble bien employé ?
- Mesurez le courant dans la LED puis le courant délivré par l'alimentation. Conclure.
- Mesurez à l'ohmmètre les valeurs des 2 résistances R_1 et R_2 du pont diviseur que réalise le potentiomètre (on notera R_1 la plus faible des 2, on utilisera sa valeur par la suite).

8. Utilisation des résistances en limitation de courant : la résistance variable.

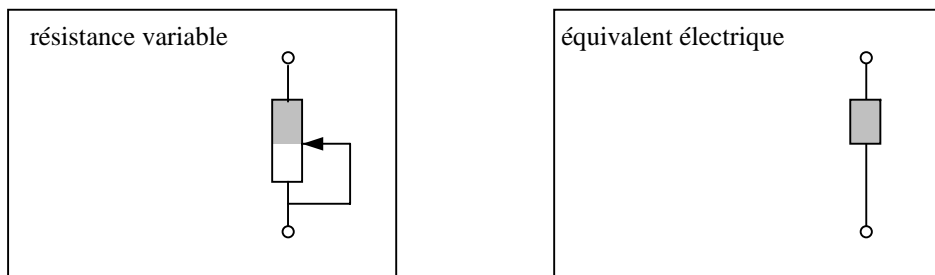
La comparaison du courant dans la LED et du courant délivré par l'alimentation nous amène à dire que le courant qui traverse R_2 (schéma ci-dessous) est négligeable devant le courant qui alimente la LED.



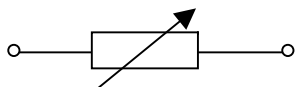
Dans ce cas, on ne devrait pas beaucoup changer le comportement du montage si l'on supprimait carrément R_2 : le courant délivré par l'alimentation serait alors rigoureusement le courant traversant la LED :



On économise ainsi le prix d'un potentiomètre. Pour ajuster R_1 à la valeur trouvée à l'expérimentation n°3 précédente on utilise une *résistance variable*.



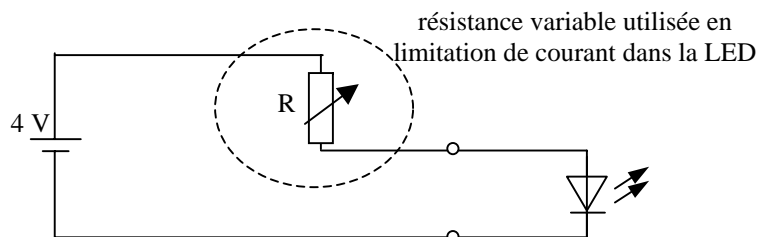
la résistance variable est donc le cas particulier d'un potentiomètre dont le curseur est connecté à l'une de ses 2 bornes. Le symbole de la résistance variable est le suivant :



9. Expérimentation n° 4

Vous avez une résistance variable de 10 kΩ à votre disposition.

- Ajustez la valeur de cette résistance (grâce à l'ohmmètre) à la valeur $R = R_1 + 100$ (avec $R_1 =$ valeur trouvée à l'expérimentation n° 3 précédente) puis réalisez hors tension le montage suivant :



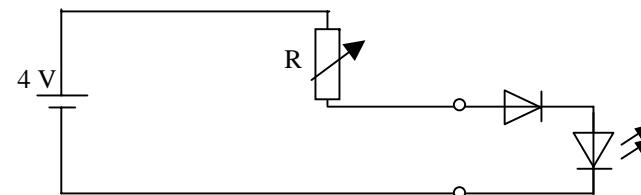
- Pourquoi ajustez-vous R à la valeur $R_1 + 100 \Omega$? Câblez le montage précédent. Faites-le vérifier par le professeur. Observez l'éclat de la LED puis conclure.
- Quel est l'avantage de ce montage par rapport à tous les montages précédents ?
- Peut-on encore légèrement améliorer le coût de ce montage ?
- A quoi peut servir un tel montage dans la vie courante ?

10. Et pour alimenter 2 LED simultanément ?

Proposez un schéma théorique qui permettrait d'alimenter 2 LED simultanément (à l'aide de 2 résistances par exemple).

11. Alimentation sous tension négative.

Le montage suivant permet de protéger la LED d'une tension négative :



En effet, on peut facilement démontrer en traçant la somme des caractéristiques graphiques de la diode et de la LED (voir séance n°6, paragraphe 4) qu'une tension d'alimentation négative est entièrement répercutée aux bornes de la diode et non de la LED.

- Concevez un schéma qui allume une LED verte pour une tension d'alimentation 4 V (positive) et une LED rouge sous tension d'alimentation -4 V (donc négative). Faites le vérifier par le professeur puis câblez-le afin de vérifier le bon fonctionnement (un nouveau réglage de R_1 sera certainement nécessaire car on a supprimé la résistance de protection de 100Ω : il faudra simplement additionner 100Ω l'ancienne valeur de R_1).
- A quoi peut servir un tel montage ?
- Quel effet visuel observerait-on si on alimentait le montage précédent sous une tension 4 V positive puis 4 V négative, alternativement (tension dite "en créneaux") ?

11. Conclusion.

On vient en fait de voir ici 2 utilisations différentes de résistances :

1/ l'utilisation en *diviseur de tension* qui permet de réduire la tension délivrée par l'alimentation (expérimentations n° 1, 2 et 3). Cela nécessite 2 résistances ou un potentiomètre...mais l'alimentation fournit plus de courant que nécessaire (pertes).

2/ la méthode de la *limitation de courant* (expérimentation n° 4) où une résistance (ajustable ici, fixe en réalité) permet finalement de limiter le courant dans la LED en étant insérée en série avec celle-ci

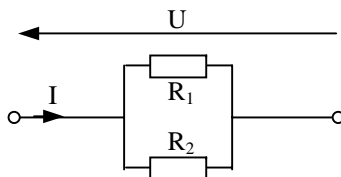
Remarque : certaines LED *clignotent* lorsqu'elles sont alimentées sous une tension constante de 4 V ou 5 V (présence d'alarme par exemple).

6. Et avec 2 ampoules de 3,5 V et 6V ?

Nous avons à notre disposition 2 ampoules de 3,5 et 6 V (filament de tungstène) et une alimentation fixe de 10 V. Proposez un montage qui permet d'alimenter correctement ces 2 ampoules (on pourra envisager l'allumage d'une seule ampoule à la fois avant de réfléchir à l'allumage des 2 simultanément). Etablissez par écrit le protocole expérimental (à vérifier par le professeur) puis faites le test.

7. Exercices**1. Tension et intensité**

a- On étudie le montage ci-dessous avec $R_1 \approx 22 \Omega$, $R_2 \approx 36 \Omega$. On relève $U \approx 8,75 \text{ V}$. Calculez l'intensité et les tensions U_1 et U_2 aux bornes de R_1 et R_2 .

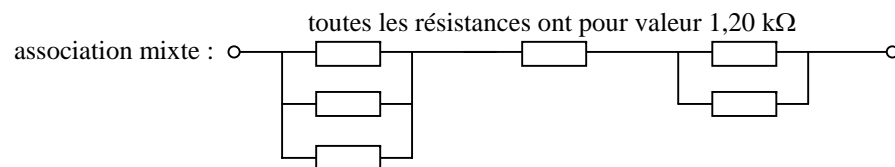
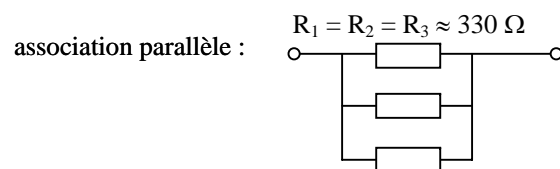
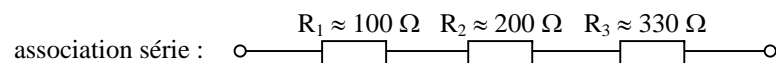


b- On a à présent $R_1 \approx 54 \Omega$, $R_2 \approx 72 \Omega$ et $U_2 \approx 3,25 \text{ V}$. Calculez l'intensité I et les tensions U et U_1

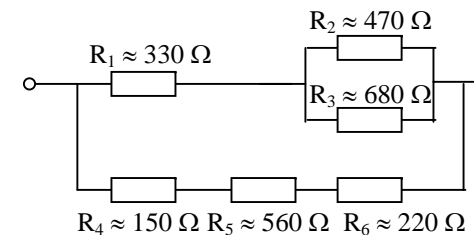
c- Cette fois-ci on a $R_1 \approx 56 \Omega$, $R_2 \approx 81 \Omega$ et $I \approx 1,2 \text{ A}$. Calculez U et l'intensité I_1 et I_2 des courants qui traversent R_1 et R_2 .

2. Résistances équivalentes.

Déterminez, pour les circuits suivants, la résistance équivalente à l'association proposée :



association mixte :

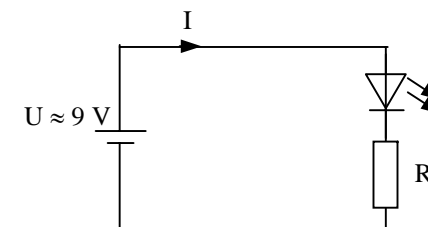
**3. Puissance dissipée dans une résistance**

La réalisation d'un montage nécessite l'utilisation d'une résistance de 220Ω aux bornes de laquelle sera appliquée une tension de $12,0 \text{ V}$.

1. Calculer la puissance qui sera reçue par la résistance. Peut-on utiliser une résistance $\frac{1}{4} \text{ W}$?
2. Quelle association (mixte) de quatre résistances de $220 \Omega - \frac{1}{4} \text{ W}$ donne une résistance de 220Ω ?
3. Quelle est, dans cette association soumise à $12,0 \text{ V}$, la puissance reçue par chaque résistance ? Conclure sur l'intérêt de cette association.
4. Quelle puissance maximale peut dissiper cette association si chaque résistance a pour puissance maximale $\frac{1}{4} \text{ W}$?

4. Protection d'une DEL

On étudie le montage suivant :



La LED possède un courant nominal de 25 mA . Sa tension nominale de fonctionnement est $U_d \approx 1,8 \text{ V}$.

1. Quelle doit être la valeur de la résistance de protection pour assurer le fonctionnement nominal de la diode ?
2. Quelle est la valeur de la résistance de la série E12 que vous prendriez ?