



Objectifs :

→ **Concevoir** un chenillard à LED.

MISE EN SITUATION

Mathys joue depuis longtemps avec un circuit 24 (voir figure 1).

Maintenant qu'il a grandi et qu'il est en 1^{ère} SI, il souhaite agrémenter son circuit de petits panneaux en tous genres.

Son idée est de créer un panneau de signalisation flèche lumineux qui fonctionne en mode [chenillard](#) (voir figure 2).



Figure 1 : Circuit 24

Il envisage de réaliser un prototype qui lui servira de base à la production du système définitif.

CAHIER DES CHARGES - SPÉCIFICATIONS



Figure 2 : Flèche lumineuse

Fonction « **TRAITER** » : carte ARDUINO UNO.

Fonction « **CONVERTIR** » : panneau composé de 12 LED verte.

Fonction « **AGIR** » : panneau composé de 12 morceaux de plexiglass transparent en forme de flèche

L'allumage des flèches se fera avec un délai de 100 ms.

PARTIE A

Etude du comportement d'une LED

Mathys n'y connaît pas grand-chose dans les LED. Il sait simplement que ce sont des composants électroniques qui s'allument si on les alimente dans le bon sens (composant polarisé).

Comme il utilise TinkerCad avec ses professeurs, il décide de réaliser quelques expériences pour comprendre le fonctionnement.

➤ Sur PC, ouvrir une session TinkerCad.

- ☞ Accès à la classe sous TinkerCAD : base de connaissances -> 1ère SI -> Logiciels -> Tinkercad
- ☞ Votre nickname : voir avec votre professeur.



➤ Ouvrir la simulation « Activité 1 - Test LED 1 » (figure 3a, 3b et 3c).

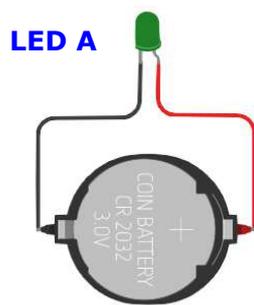


Figure 3a

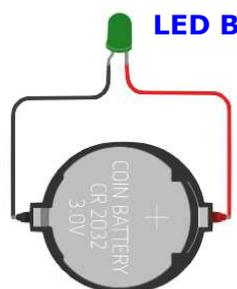


Figure 3b

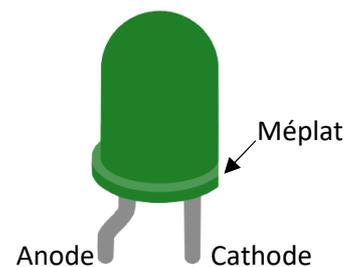
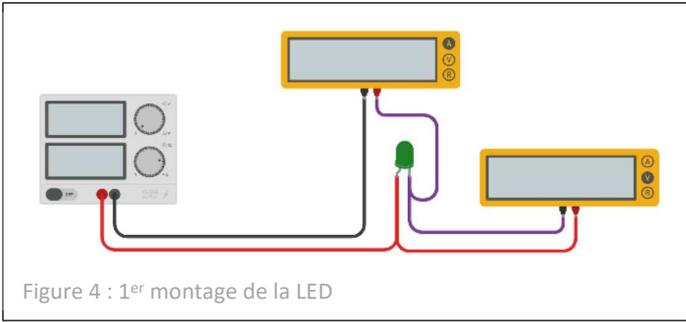


Figure 3c
LED sous TinkercAD

➤ Démarrer la simulation et observer.

- Q1-** La LED « A » : s'allume ne s'allume pas
- Q2-** La LED « B » : s'allume ne s'allume pas
- Q3-** En déduire qu'une LED est un composant : polarisé non polarisé
- Q4-** Le sens de montage d'une LED est donc : important sans importance

👉 Ouvrir la simulation « Activité 1 – Test LED 2 » (figure 4).



L'ampèremètre mesure l'intensité circulant dans la LED, et le voltmètre mesure la tension aux bornes de la LED.

👉 Démarrer la simulation.

Q5- Faire varier progressivement la source de tension et compléter le tableau ci-dessous :

Remarque : glisser la souris sur la LED pour visualiser les indications qui peuvent apparaître sur cette dernière.

Tension délivrée par la source (V)	0	1	1,5	1,8	1,85	2	2,05	2,1	2,5	3	4
Tension aux bornes de la LED (V)	0	1	1,5	1,8	1,85	2	2,05	2,1	2,5	3	4
Intensité circulant dans la LED (mA)											319
Luminosité	Nulle										X
	Faible										
	Forte										
Intensité du courant (mA)	Nulle										
	Correcte										
	Trop forte										X
Durée de vie de la LED	Normale										
	Dégradée										
	Nulle										X

Q6- Extraire du tableau les bornes U_{\min} et U_{\max} de la plage de tensions DÉLIVRÉE PAR LA SOURCE permettant un fonctionnement correct de la LED.

$$U_{\min} = \underline{\quad} < \text{Plage de tensions admissibles} < U_{\max} = \underline{\quad}$$

Q7- Calculer en V l'étendue ΔU de la plage de tensions admissibles.

$$\Delta U = \underline{\hspace{2cm}}$$

Q8- Rapporter en % l'étendue ΔU à la tension U_{\max} .

$$100 \times \Delta U / U_{\max} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Q9- Conclure sur la sensibilité de la tension d'alimentation.

- La plage de tensions admissibles est plutôt réduite ; la sensibilité est forte.
- La plage de tensions admissibles est plutôt large ; la sensibilité est faible.

Fort de cette expérience, Mathys comprend que pour fonctionner correctement, la LED :

- ☞ Doit être soumise à une tension minimale pour qu'un courant électrique circule,
- ☞ Ne doit pas être traversé par un courant trop fort sinon elle claque, d'où une tension maximale.

Il constate aussi que la plage de tension est plutôt réduite (sensibilité élevée).

Il se renseigne donc sur Internet et voit que pour limiter la sensibilité, il faut monter en série une résistance avec la LED.

↘ Ouvrir la simulation « Activité 1 – Test LED 3 » (figure 5).

Q10-Relever en Ω (Ohm) la valeur de la résistance.

R = _____

↘ Démarrer la simulation.

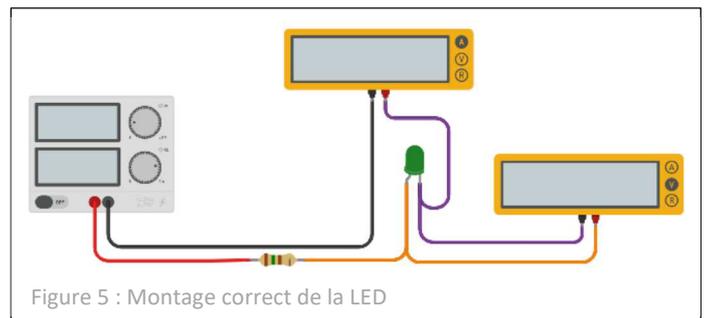


Figure 5 : Montage correct de la LED

Q11-Rechercher les tensions U_{\min} et U_{\max} de la plage de tensions DÉLIVRÉE PAR LA SOURCE permettant un fonctionnement correct de la LED.

$U_{\min} =$ _____ $<$ Plage de tensions admissibles $<$ $U_{\max} =$ _____

Q12-Calculer en V l'étendue ΔU de la plage de tensions admissibles.

$\Delta U =$ _____

Q13-Rapporter en % l'étendue ΔU à la tension U_{\max} .

$100 \times \Delta U / U_{\max} =$ _____

Éléments de conclusion :

Q14- Préciser l'influence d'une résistance montée en série sur la sensibilité.

- La résistance augmente la plage de tension délivrée la source et réduit la sensibilité.
- La résistance diminue la plage de tension délivrée la source et augmente la sensibilité.

Q15-La résistance en série empêche la LED de claquer : VRAI FAUX

À RETENIR!

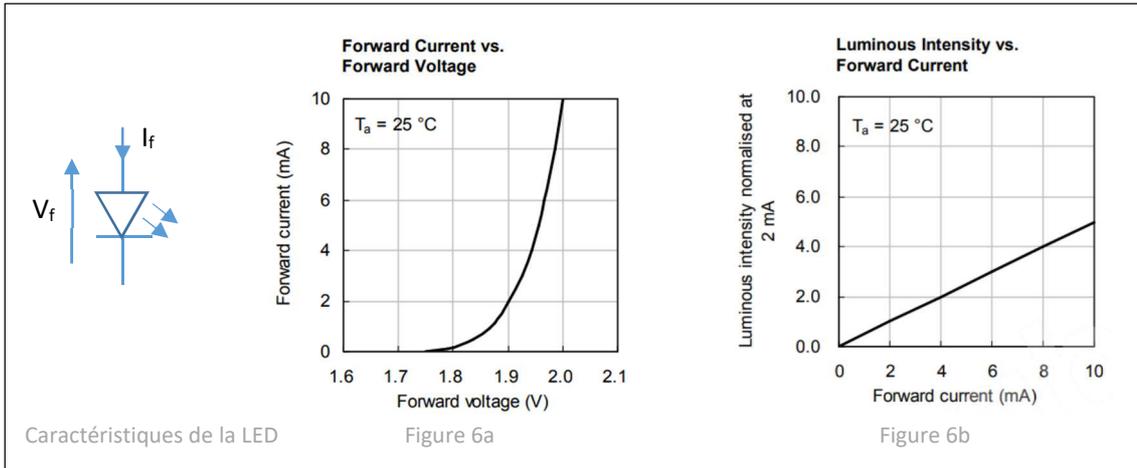
Solution pour ne pas risquer de griller la LED et obtenir un allumage correct : mettre une résistance en série avec la LED pour limiter sa tension et par conséquent son intensité. La valeur de la résistance à mettre en série dépend de la caractéristique de la LED. Les caractéristiques d'une LED sont données par le constructeur (de la LED).

PARTIE B

Détermination de la capacité du microcontrôleur **ARDUINO**. Au regard du nombre de LED désiré

Selon le cahier des charges que Mathys s'est donné, le chenillard comporte 12 LED pilotées par une carte ARDUINO.

Les caractéristiques techniques des LED qu'il a sont fournies par le constructeur (figures 6a, 6b et 7).



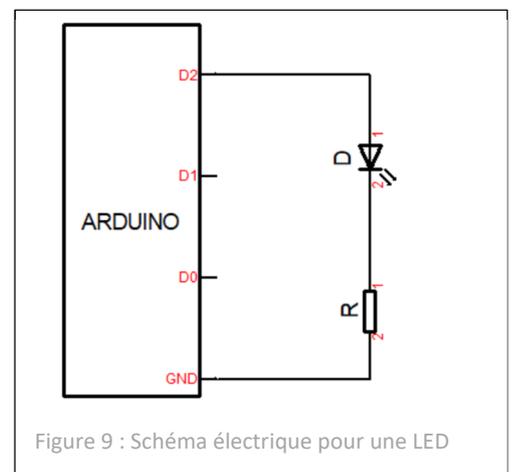
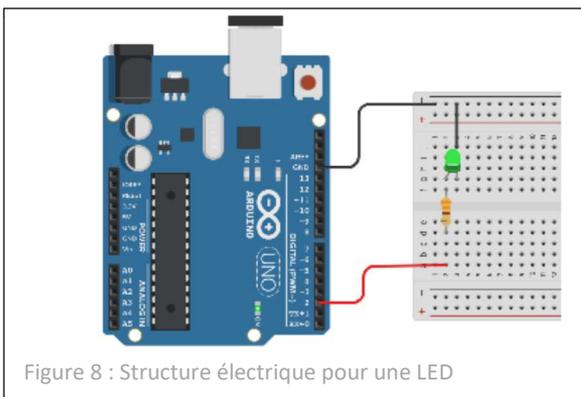
OPTICAL AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ °C}$, unless otherwise specified)							
TLLR540., RED							
PARAMETER	TEST CONDITION	PART	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Luminous intensity ⁽¹⁾	$I_F = 2\text{ mA}$	TLLR5400	I_V	0.63	1.2	-	mcd
		TLLR5401	I_V	1	2	-	mcd
Dominant wavelength	$I_F = 2\text{ mA}$		λ_d	612	-	625	nm
Peak wavelength	$I_F = 2\text{ mA}$		λ_p	-	635	-	nm
Angle of half intensity	$I_F = 2\text{ mA}$		φ	-	± 25	-	deg
Forward voltage	$I_F = 2\text{ mA}$		V_F	-	1.9	2.4	V
Reverse voltage	$I_R = 10\text{ }\mu\text{A}$		V_R	6	20	-	V
Junction capacitance	$V_R = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$		C_j	-	50	-	pF

Note
⁽¹⁾ In one packing unit $I_{Vmin}/I_{Vmax} \leq 0.5$

Figure 7 : Caractéristiques optiques et électriques de la LED

Le schéma de câblage électrique pour une LED est donné à la figure 8 :

La structure du système, pour une seule LED, est donnée à la figure 9.



Mathys souhaite qu'une LED ait une intensité lumineuse 4 fois supérieure à son intensité lumineuse nominale (celle émise pour une intensité de 2 mA traversant la LED).

Q16-Déterminer à l'aide du graphique fig. 6b la valeur en mA du courant I_d qui doit circuler dans la LED pour que la luminosité soit celle souhaitée.

☞ *Faire les constructions graphiques nécessaires sur le graphique fig. 6b.*

Chaque sortie d'une carte ARDUINO a une limite quant à l'intensité du courant qu'elle peut délivrer. Il s'agit d'une caractéristique (de la carte) parmi d'autres.

Q17-Donner en mA l'intensité maximale I_{max0} que peut fournir une sortie numérique de la carte.

☞ *Consulter le document en ligne : « Matériels -> Fonction traiter -> Carte ARDUINO UNO -> Caractéristiques».*

Q18-Comparer les intensités I_d et I_{max0} et en déduire si la LED peut être alimentée par une sortie de la carte.

Chaque sortie d'une carte ARDUINO a une limite quant à l'intensité du courant qu'elle peut délivrer mais le total de l'intensité est lui aussi limité.

Q19- Donner en mA l'intensité totale maximale I_{max} que peut fournir simultanément l'ensemble des sorties numériques de la carte.

☞ *Consulter le même document en ligne que précédemment.*

Q20-Calculer en mA l'intensité totale I_{d_totale} du courant appelé par l'ensemble des LED qui constituent le chenillard.

PARTIE D

Vérification en réel du bon dimensionnement de R

Mathys souhaite vérifier le bon dimensionnement de la résistance en réalisant des mesures des tensions et intensités du montage.

Q32-Placer sur le schéma de la figure 9 les appareils de mesure pour obtenir U_s , U_d et I_d .

➤ Réaliser le montage en vrai à l'aide d'une plaque de prototypage, d'une seule LED verte 3mm, de la bonne résistance, d'une carte ARDUINO UNO et des appareils de mesure.

➤ Appeler le professeur pour vérification.

➤ Implanter dans la carte ARDUINO le programme « Test Led.ino ».

☞ *Le programme est fourni sur le réseau (documents en consultation).*

Q33-Consigner les valeurs mesurées dans le tableau et compléter ce dernier en ajoutant les valeurs calculées dans les parties A et B, et calculer les écarts absolus et relatifs :

☞ *Un document en ligne explique le calcul des écarts (section « Ressources complémentaires »).*

Grandeur	U_s	U_d	I_d
Valeur calculée (attendue)			
Valeur mesurée			
Ecart absolu			
Ecart relatif (valeur calculée en référence)			

En règle générale, on considère qu'un système se comporte correctement si l'écart relatif entre la mesure et le calcul n'excède pas 10%.

Q34-Analyser les écarts relatifs et conclure sur le bon dimensionnement de la résistance.

PARTIE E

Création du chenillard

Mathys n'a plus qu'à réaliser le montage, le programme complet et à tester l'ensemble.

👉 Sous Tinkercad, charger le schéma « Activité 1 - Chenillard » (fig. 12).

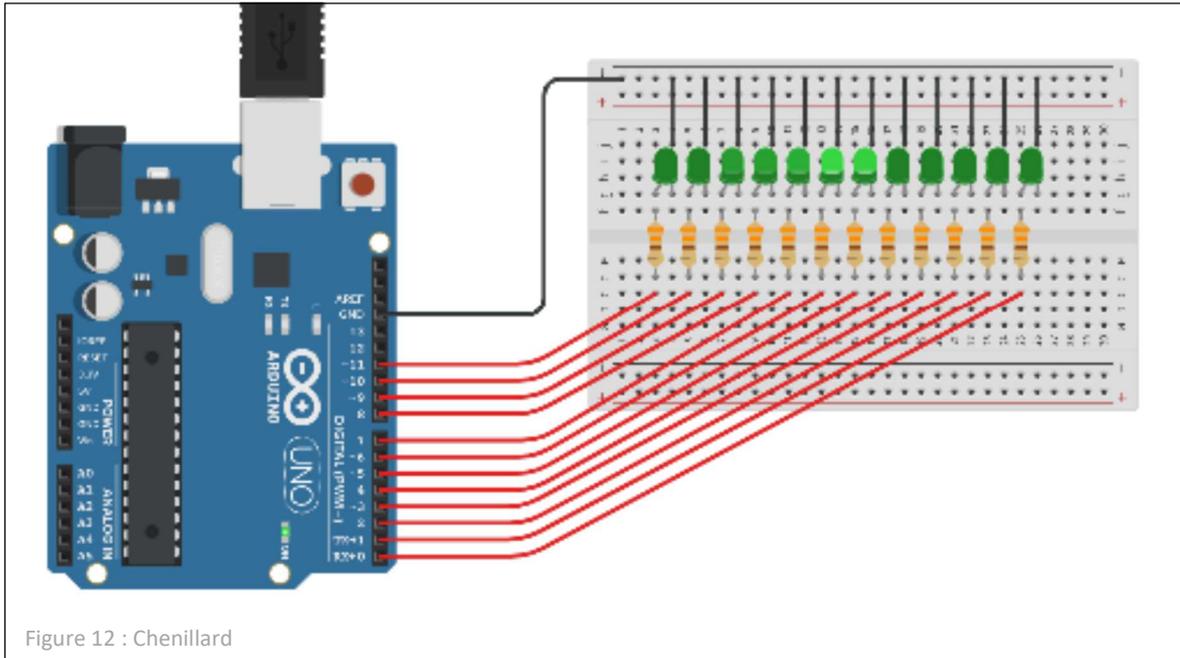
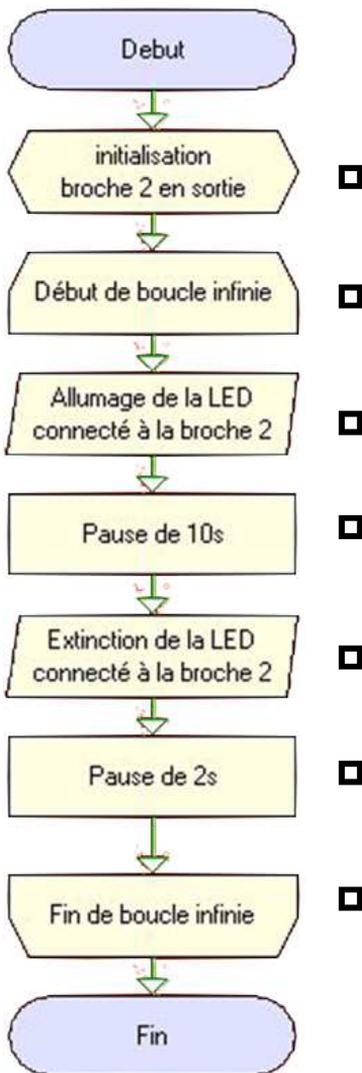


Figure 12 : Chenillard

Le programme « Test Led.ino » ne convient pas puisqu'il ne pilote qu'une seule LED et que nous en avons 12 au total.

Il va donc falloir le modifier pour obtenir le chenillard...

Pour se faire, une analyse algorithmique du programme « Test Led.ino » est proposée (figures 13a et 13b) et, une fois compris les liens entre programme et algorithme, on s'attachera à appliquer tout cela pour programmer le chenillard.



```

1 void setup() {
2   pinMode(2, OUTPUT);
3 }
4
5 void loop() {
6   digitalWrite(2, HIGH);
7   delay(10000);
8   digitalWrite(2, LOW);
9   delay(2000);
10 }
11

```

Figure 13b : programme 1 LED

Figure 13a : algorithme du programme 1 LED

Q35-Relier les éléments de l’algorithme aux lignes de code qui leur correspondent.

Q36-Proposer sur une feuille de copie un algorithme qui réaliserait la commande des LED les unes derrière les autres comme décrit dans le début du sujet.

➤ Appeler le professeur pour vérification.

Q37-Écrire sous Tinkercad le code correspondant à l’algorithme.

➤ Tester et debugger si nécessaire.

➤ Appeler le professeur pour vérification et mise en œuvre de la suite.

➤ Implanter le programme dans la carte ARDUINO à disposition.

➤ Réaliser les connexions entre la carte ARDUINO et la plaque de test (breadboard) préparée par les enseignants.

➤ Vérifier le bon fonctionnement.