



académie
Strasbourg



Région académique
GRAND EST

De l'usage des capteurs en physique pour le CAP et le Bac Pro

4 février 2020

eric.ferry@ac-strasbourg.fr

jean-jacqu.kratz@ac-strasbourg.fr

Déroulement de la journée

9h–12h

- TP Utilisation d'une photorésistance avec Arduino
- Notions de base sur les capteurs
- Le microcontrôleur et le logiciel Arduino
- Atelier « Mettre en œuvre des capteurs »

12h-13h : PAUSE MERIDIENNE

13h–15h30

- Atelier « Mettre en œuvre des capteurs »

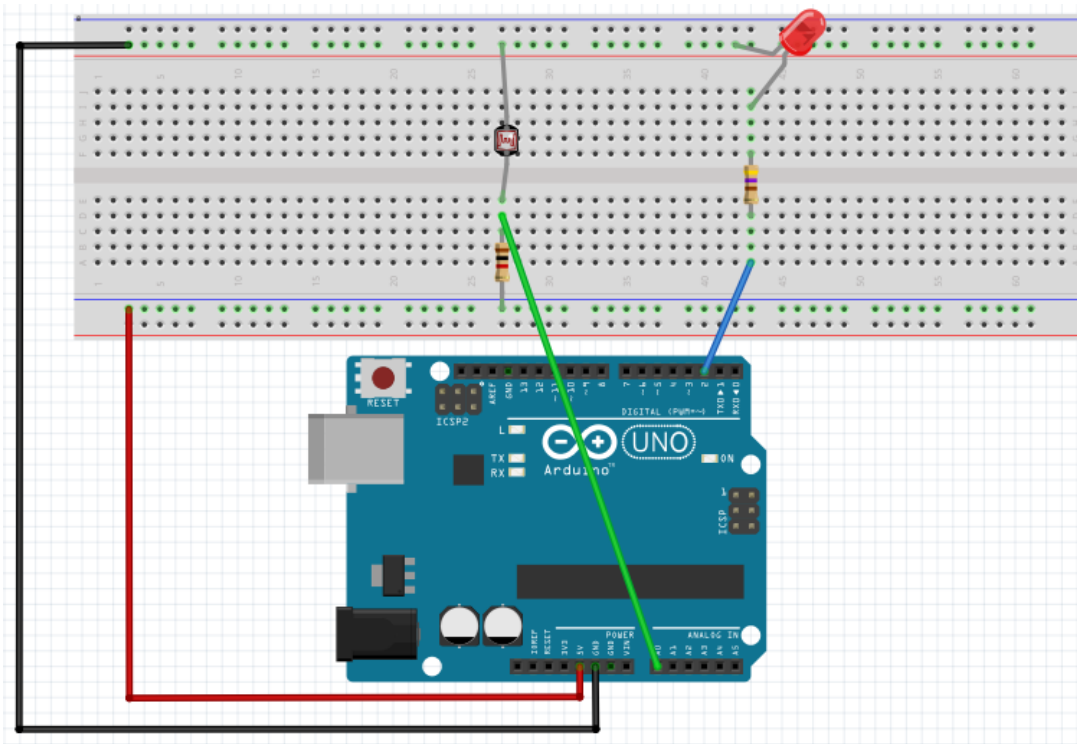
15h30–16h

- Bilan de la journée / Arduino, quel intérêt ? Quel prolongement ?

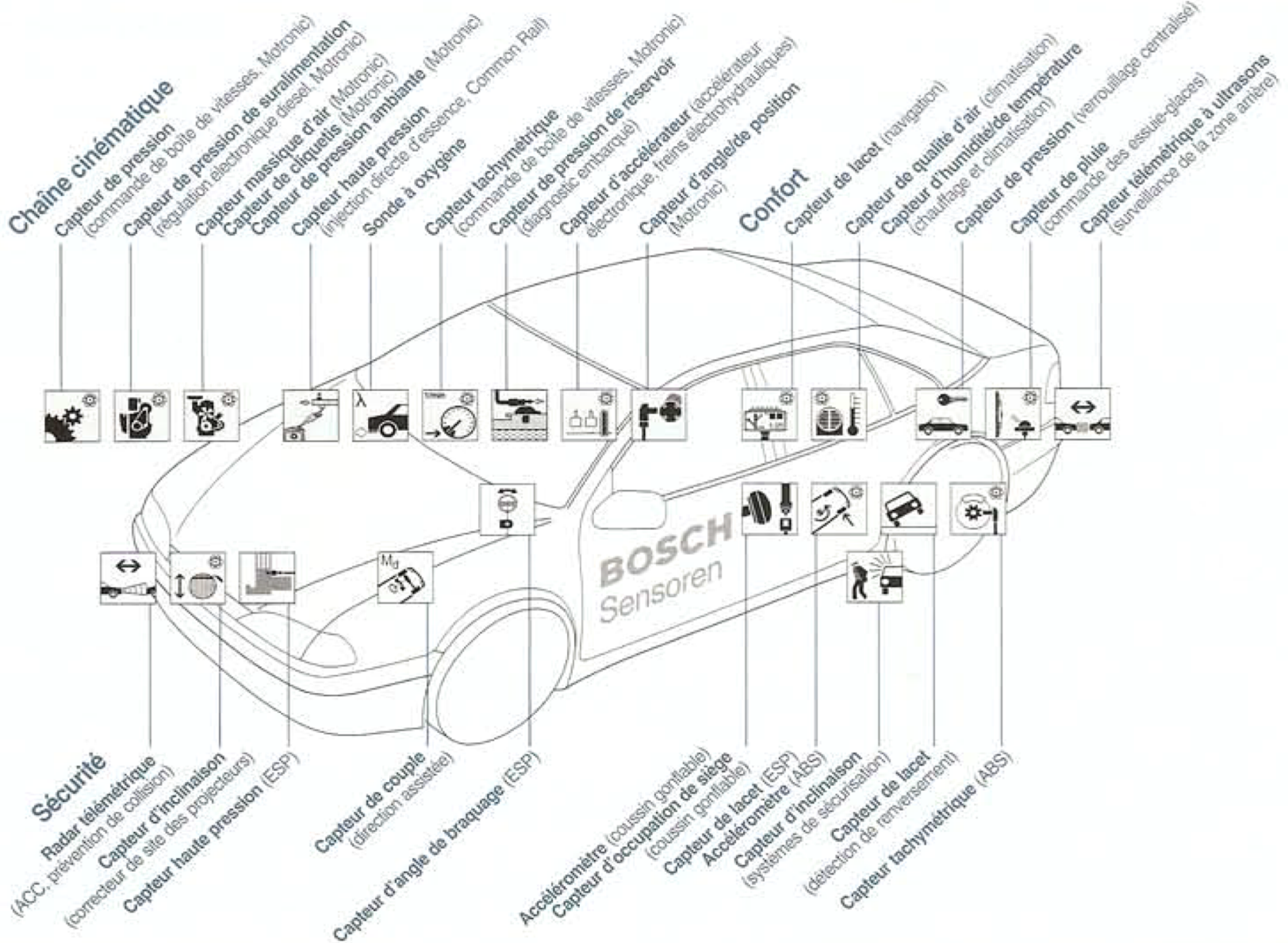
- Réaliser le montage suivant avec le matériel mis à disposition.
- Alimenter la carte à l'aide du câble USB.

Un programme a été téléversé dans le microcontrôleur Arduino et permet au montage d'être directement opérationnel.

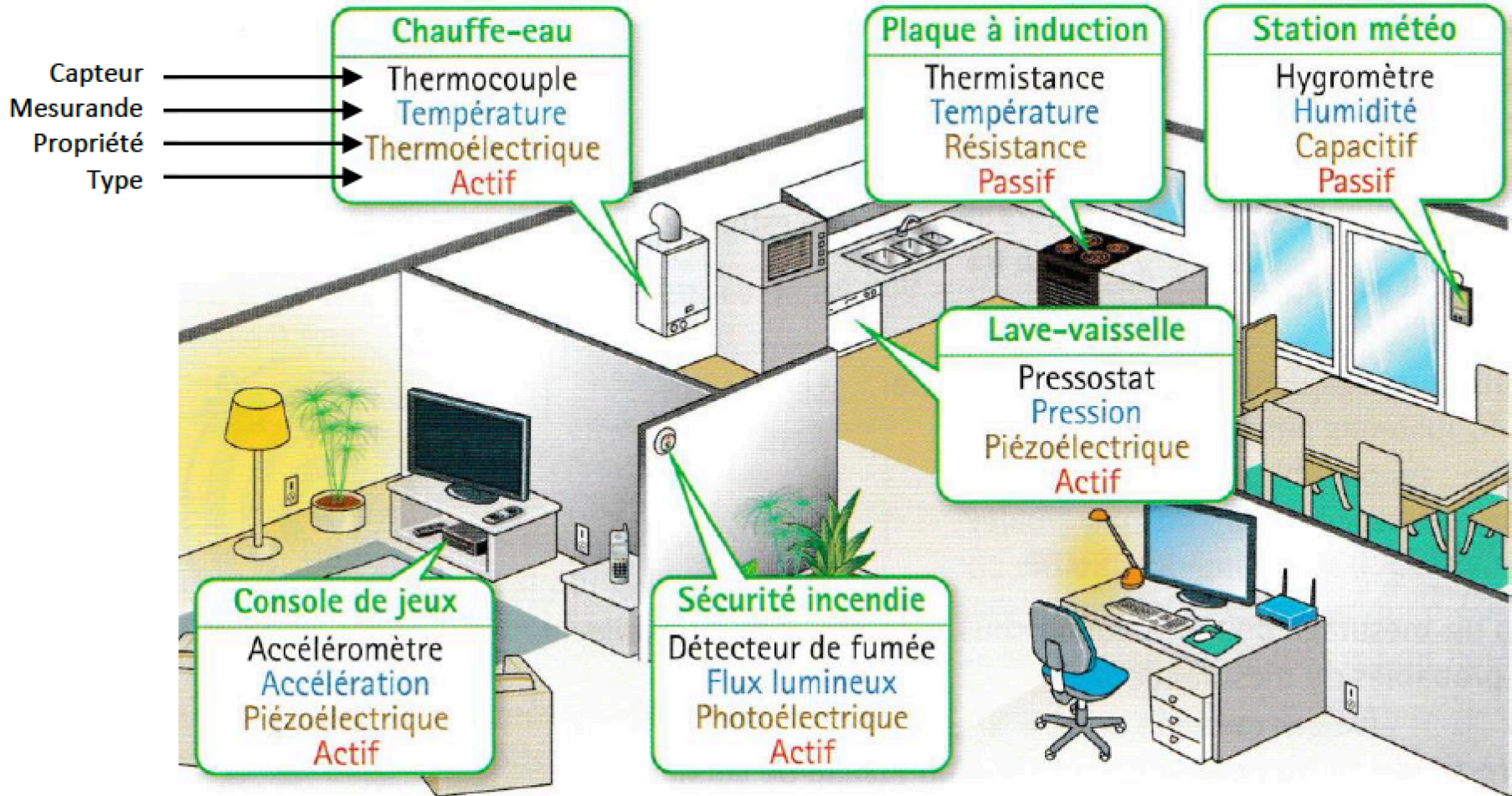
- Vérifier le rôle de la photorésistance dans le montage,
Ouvrir le programme « Photoresistance ».
- Modifier, dans le programme, le paramètre de réglage du niveau de déclenchement.
- Téléverser le programme dans le microcontrôleur.
- Observer si la modification a été prise en compte.



4 Diversité des systèmes automobiles équipés de capteurs.



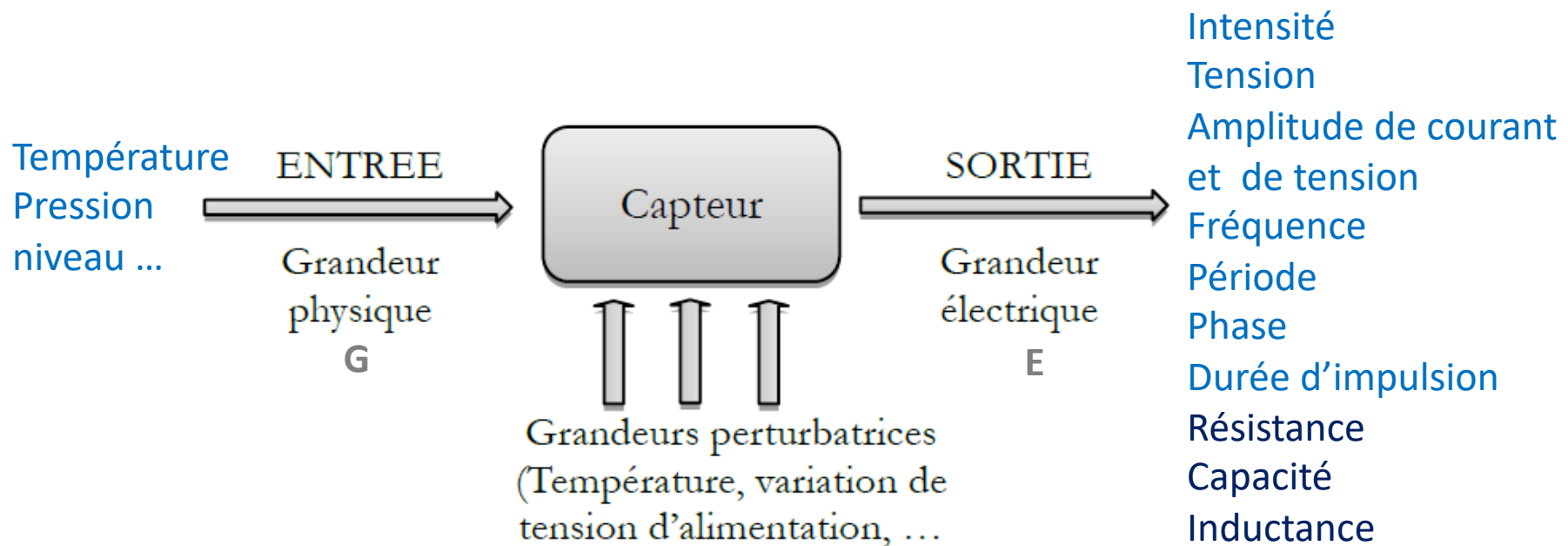
Notions de base sur les capteurs



Définition

Organe qui élabore, à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique, souvent de nature électrique, utilisable à des fins de mesure ou de commande (Larousse).

Synonymes : détecteur, transmetteur



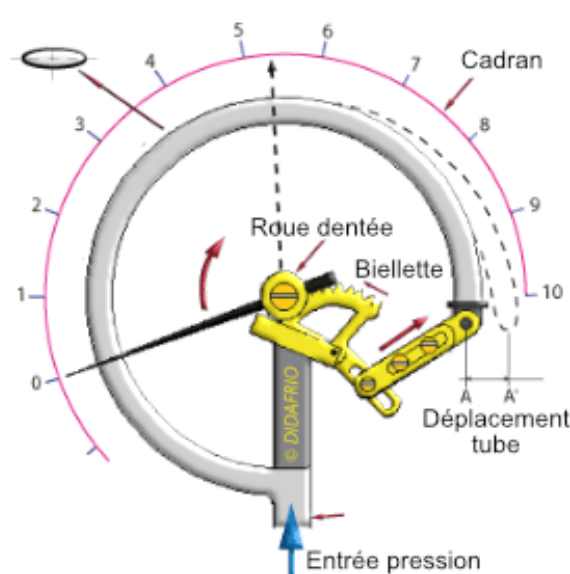
Ne pas confondre capteur et instrument de mesure

Capteur : interface entre un processus physique et une information.

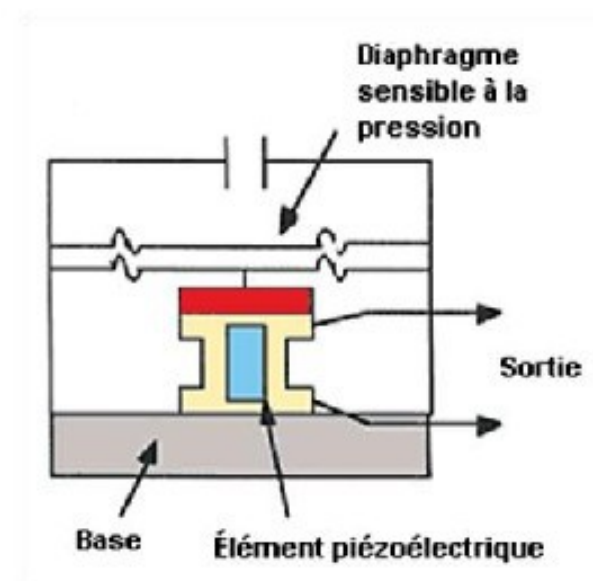
Instrument de mesure : appareil autonome avec capteur et affichage (système de stockage des données).

Exemple :

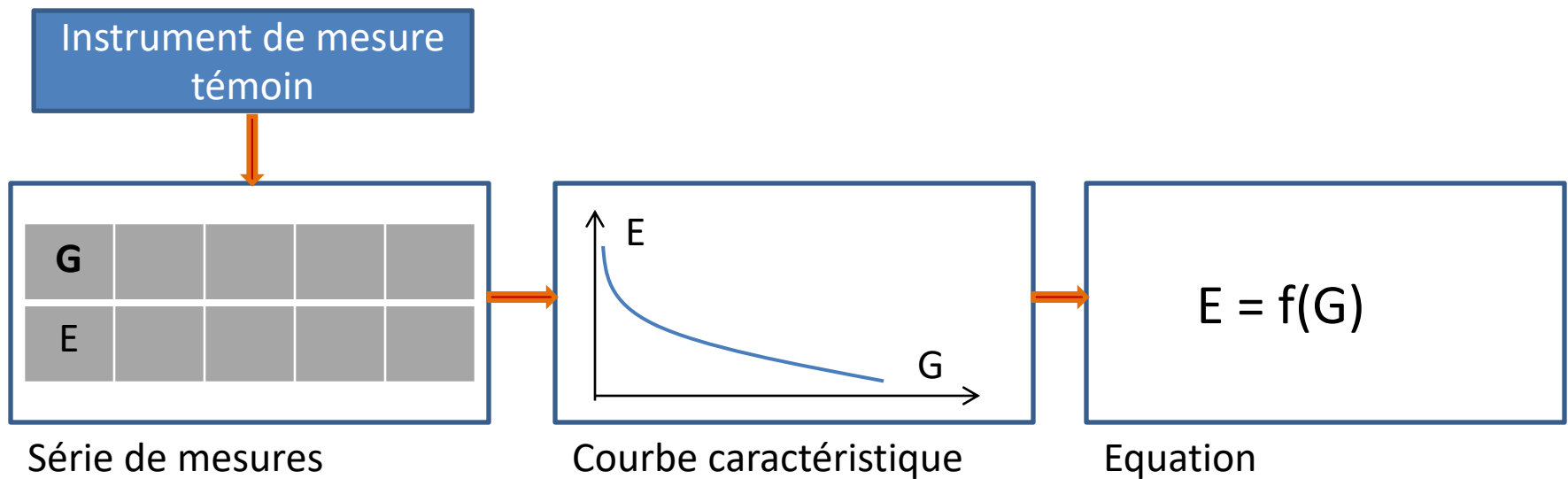
Manomètre à aiguille


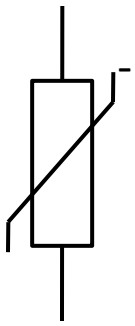
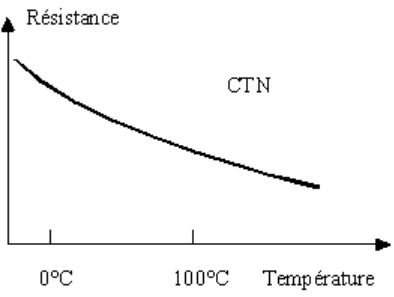

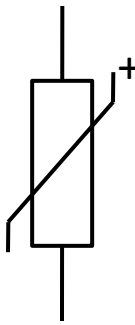
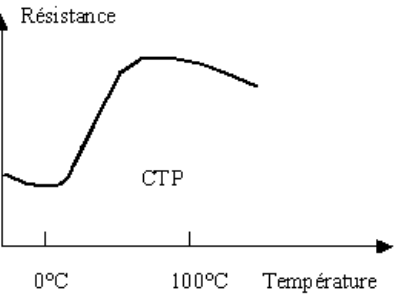


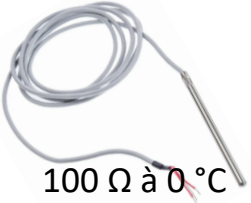
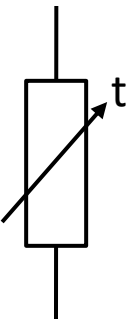
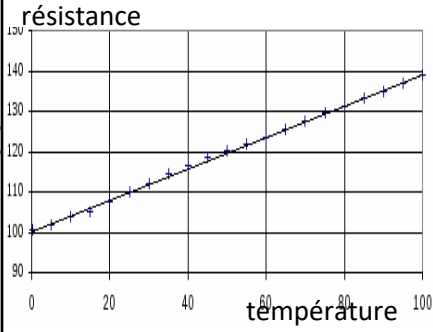

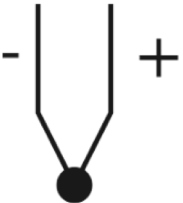
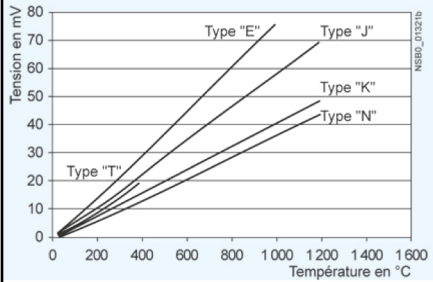
Manomètre à effet piézo-électrique


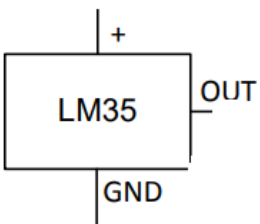
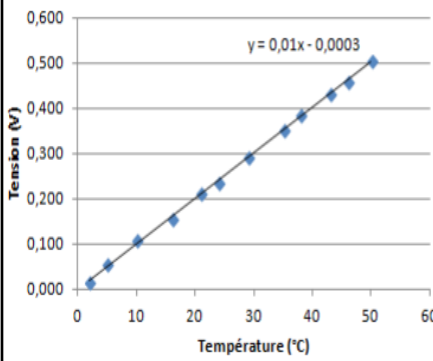


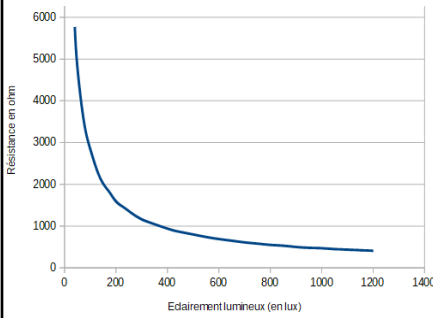


Caractérisation d'un capteur = étalonnage

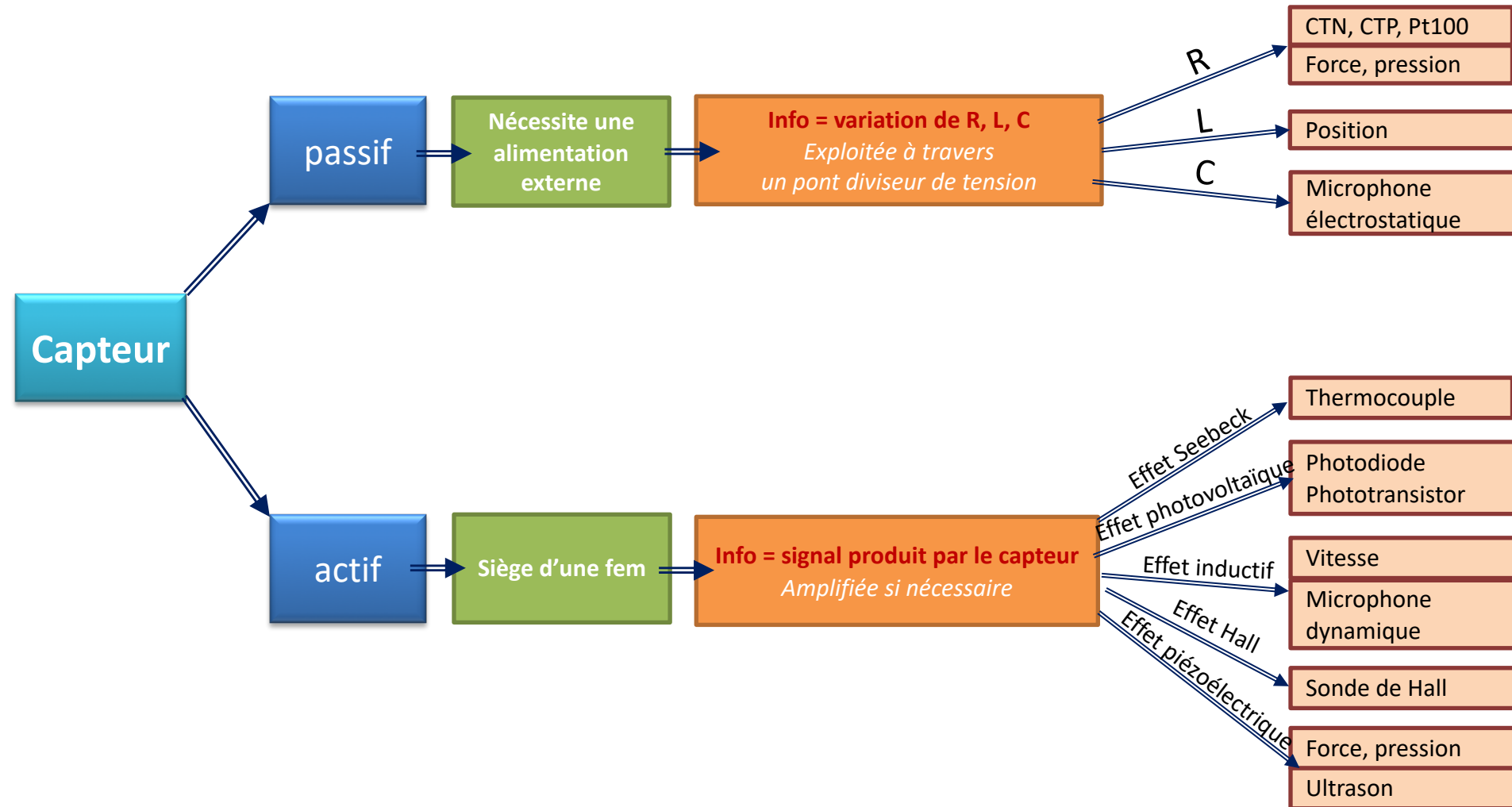


	symbole	Appareil de mesure témoin	Courbe caractéristique	Equation
Thermistance CTN 		Thermomètre		$R(T) = R(T_0) \cdot e^{\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}$
Thermistance CTP 		Thermomètre		$R(T) = R_0 \cdot (1 + \alpha T + \beta T^2 + \dots)$

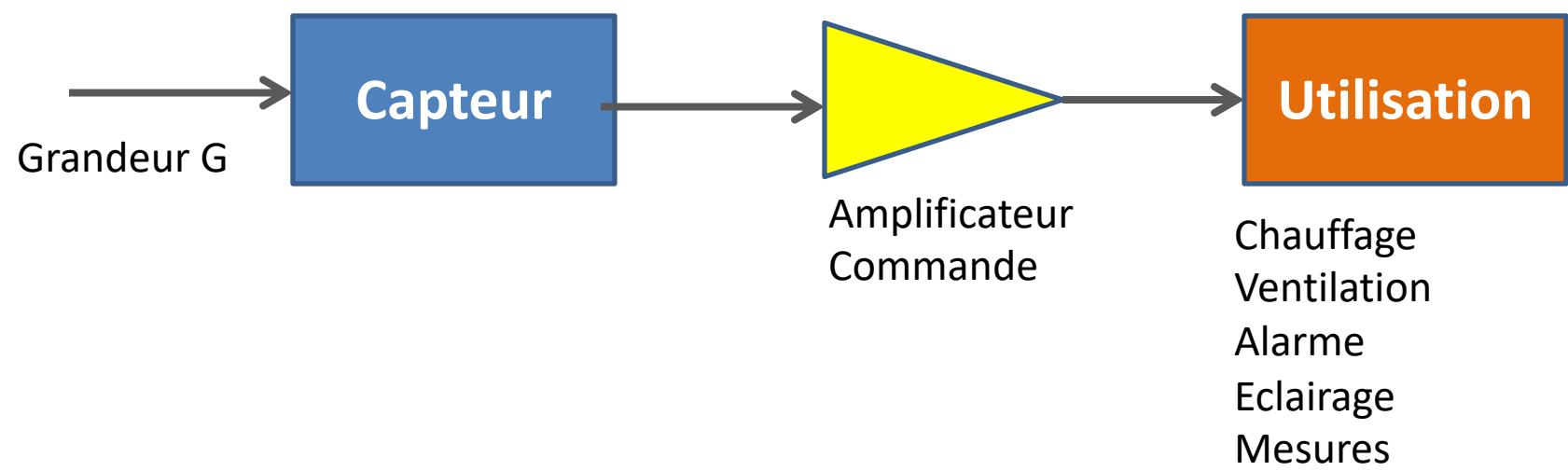
	symbole	Appareil de mesure témoin	Courbe caractéristique	Equation
<p>Thermosonde à résistance de platine Pt100</p>  <p>100 Ω à 0 °C</p>		<p>Thermomètre</p>		<p>$R(T) = R_0 \cdot \alpha \cdot T + R_0$</p> <p>$\alpha$: coefficient de température $\alpha = (R_{100} - R_0) / (R_0 \times 100)$</p>
<p>Thermocouple</p> 		<p>Thermomètre</p>		<p>$U = c \cdot (T - T_0)$</p> <p>c : coefficient de Seebeck T_0 : température de référence</p>

	symbole	Appareil de mesure témoin	Courbe caractéristique	Equation
<p>LM35</p> 		<p>Thermomètre</p>		<p>$U_{OUT} = 0,01.T$ Tension de sortie linéaire : 10 mV/°C</p>
<p>Photorésistance</p> 		<p>Luxmètre</p>		<p>$R = R_0.E^{-k}$</p>

Capteur passif – Capteur actif



Mise en œuvre du capteur : chaîne électronique



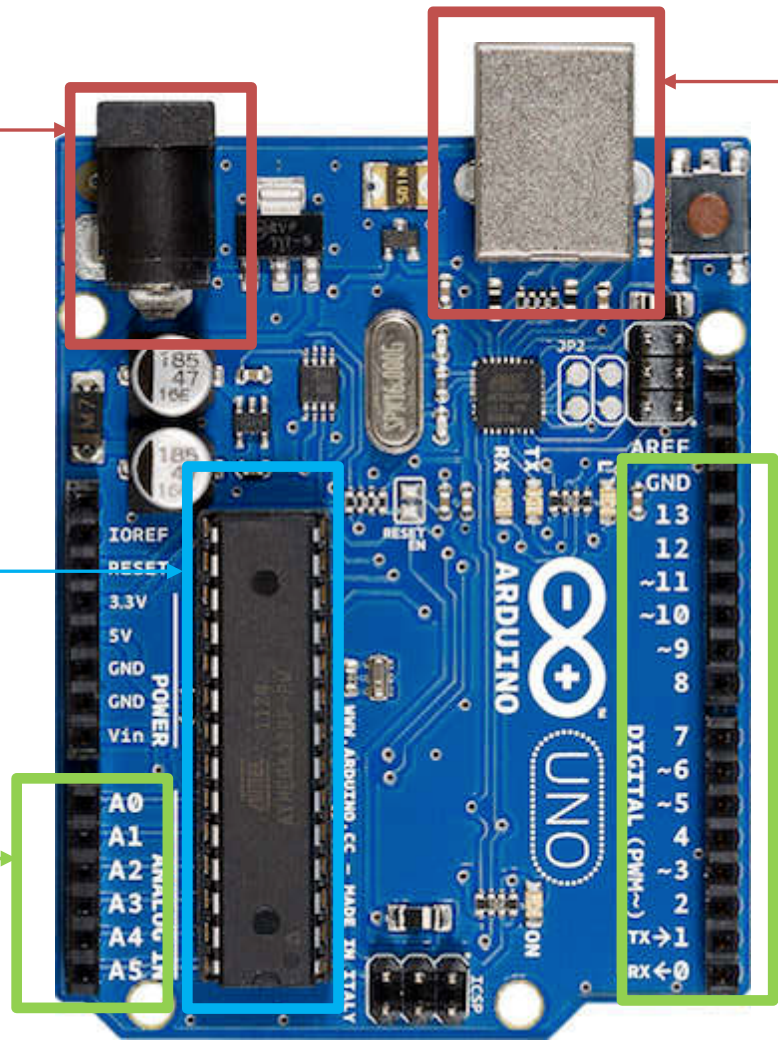
Prise jack pour alimentation optionnelle

Connexion USB pour alimentation de la carte en 5V Permet le téléversement du programme dans la carte

Micro-contrôleur

Les entrées-sorties numériques

Les entrées analogiques



Les entrées analogiques



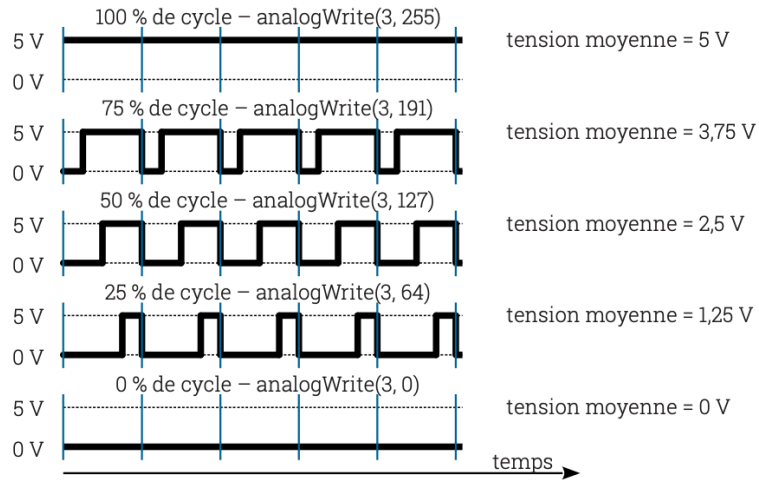
La carte Arduino Uno possède 6 entrées analogiques, reliées à un convertisseur analogique/numérique qui renvoie un code numérique sur **10 bits**, soit une valeur comprise entre **0 et 1023**.
La pleine échelle est de 5V, c'est à dire que la valeur numérique 0 correspond à 0 V et la valeur numérique 1023 correspond à 5 V. Ainsi le pas de quantification est de $5/1024$ soit environ 5 mV.
Les entrées sont repérées sur la carte par les broches A0 à A5.

Les entrées/sorties numériques



Chacun des connecteurs 2 à 13 peut être configuré par programmation en entrée ou en sortie. Les signaux véhiculés sont des signaux logiques ou binaires, ils peuvent prendre 2 états: HAUT/1 (5 V) ou BAS/0 (0 V) par rapport au connecteur de masse GND.

Le micro-contrôleur de l'Arduino peut générer un signal **PWM** (Pulse With Modulation) sur les broches 3,5,6,9,10 et 11. Le rapport cyclique est réglé entre **0**: le signal est constamment à l'état bas, 0V, et **255**: le signal est constamment à l'état haut, 5V, soit un rapport cyclique de 100%.



Le logiciel Arduino est un [environnement de développement](#) (IDE) open source et gratuit, téléchargeable sur le [site officiel Arduino](#).

L'IDE Arduino permet :

d'**éditer un programme** : des croquis (*sketch* en Anglais),
de **compiler ce programme** dans le langage « machine » de l'Arduino,
de **téléverser** le programme dans la mémoire de l'Arduino,
de **communiquer** avec la carte Arduino grâce au terminal.



Téléverser
sur la carte

Vérifier
(compiler)



Ouvrir le
moniteur série



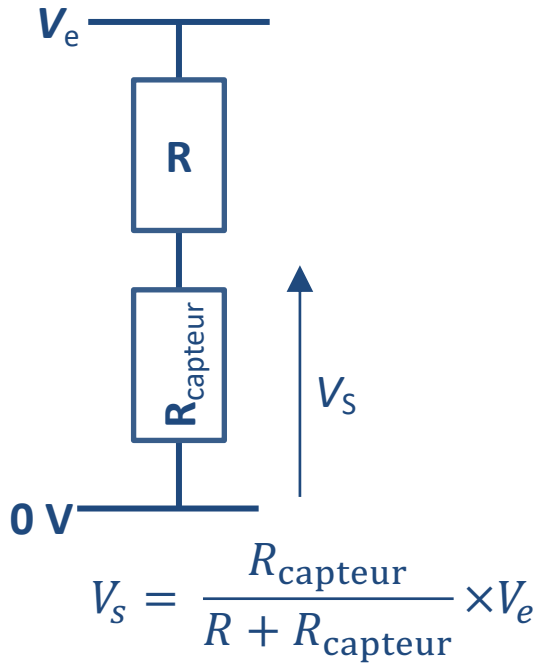
Fritzing



Tinkercad

[Exemple – détecteur d'obscurité](#)

□ Capteur de type variation de résistance -> Utilisation du pont diviseur de tension



PROBLEME

- Un microcontrôleur ne peut pas mesurer directement une résistance.
- Par contre le microcontrôleur sait exploiter une tension par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique-numérique (CAN).

SOLUTION

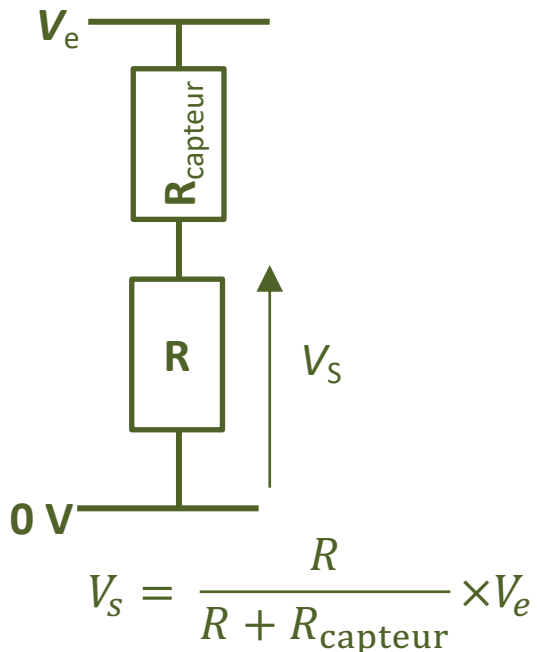
- On alimente la résistance du capteur à travers une résistance montée en série.
- La tension V_s aux bornes de R_{capteur} ou de R est alors l'image de la grandeur G à mesurer.
- Le choix du composant (R_{capteur} ou R) sur lequel on prélève la tension V_s dépend du sens de variation de R_{capteur} en fonction de G .

Si $G \nearrow$ et $R_{\text{capteur}} \nearrow \Rightarrow V_s$ aux bornes $R_{\text{capteur}} \Rightarrow V_s \nearrow$

Si $G \nearrow$ et $R_{\text{capteur}} \searrow \Rightarrow V_s$ aux bornes $R \Rightarrow V_s \nearrow$

VALEUR DE LA RESISTANCE R

- $R \approx R_{\text{capteur}}$
- Dans la plage de fonctionnement du capteur
- A un effet de linéarisation sur l'évolution coudée des courbes caractéristiques.



Module	Capteur / Actionneur	Applications
Mécanique	Force	Détecteur de surcharge Balance
Mécanique Optique	Fourche optique	Mesure d'une fréquence de rotation Détecteur de présence
Optique	Photorésistance	Luxmètre Détecteur d'éclairement
	LED RVB	Synthèse additive
Thermique	CTN	Thermomètre Détecteur de température
	Pt100	Thermomètre
Acoustique	Ultrason	Télémètre Radar de recul (avec feux 3 couleurs) Vitesse du son

Pour travailler avec Arduino

 Zeste de savoir

Accueil > Tutoriels > Arduino : premiers pas en informatique embarquée

<https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/>

Référence
Arduino français

http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.Reference

 FLOSS MANUALS
Manuels libres pour logiciels libres

<https://fr.flossmanuals.net/arduino/historique-du-projet-arduino/>

Carnet du maker Blog Forum Communauté ▾

Catégories Blog Cours Tutoriels ▾ Projets Tests Dossiers

<https://www.carnetdumaker.net/articles/mesurer-une-distance-avec-un-capteur-ultrason-hc-sr04-et-une-carte-arduino-genuino/>

Pour des informations sur les capteurs

 **OMEGA™**
a spectris company

<https://www.omega.fr/prodinfo/thermistances.html>