

# FORMATION CONTROLE MOTEUR



Lucas  
Octobre 2021

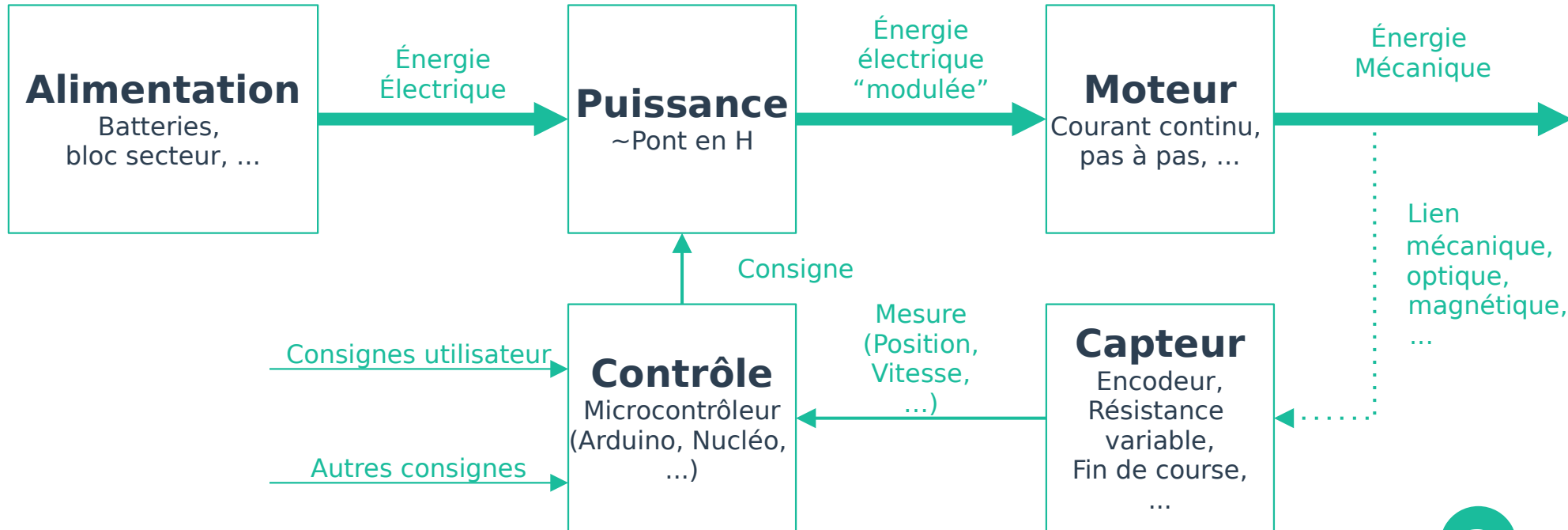


# Plan

- 1) Généralités**
- 2) Types de moteurs**
- 3) Boucle de retour**
- 4) Applications: choisir un moteur (entre autre...)**

# Généralités

- **Notion de contrôle/puissance**



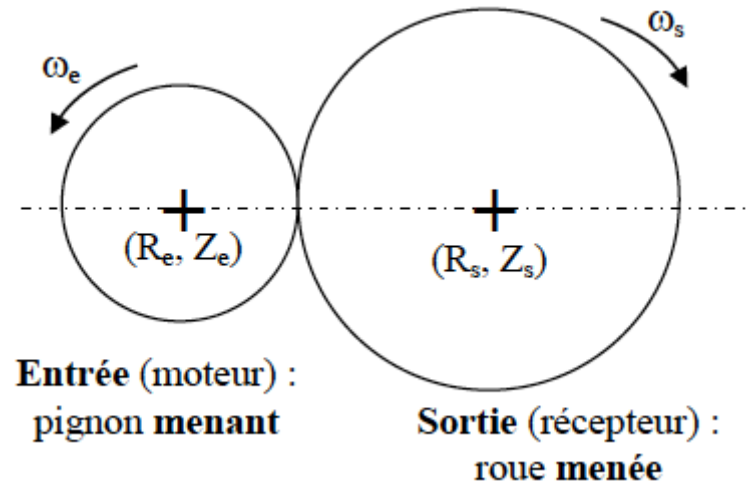
# Généralités

- **Puissance électrique et mécanique**

- $P_e = UI$
- $P_m = C\omega$
- Conversion  $\rightarrow$  rendement  $< 1$

- **Rapport de réduction** (idéal)

$$r = \frac{\omega_s}{\omega_e} = \frac{Z_{menants}}{Z_{menées}} = \frac{C_e}{C_s}$$

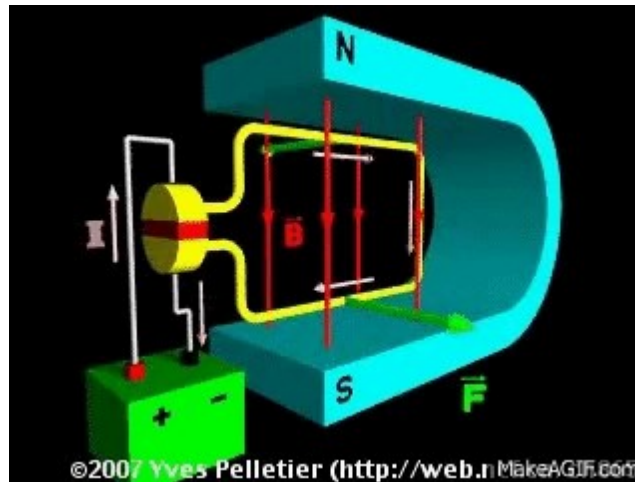


# Généralités

- **Passage de l'énergie électrique à mécanique**

Éléments récurrents:

- stator
- rotor
- enroulements



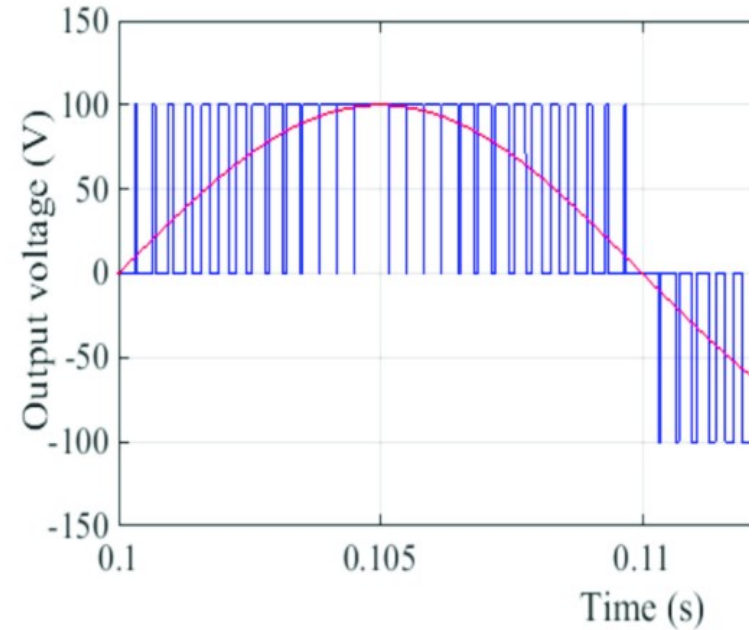
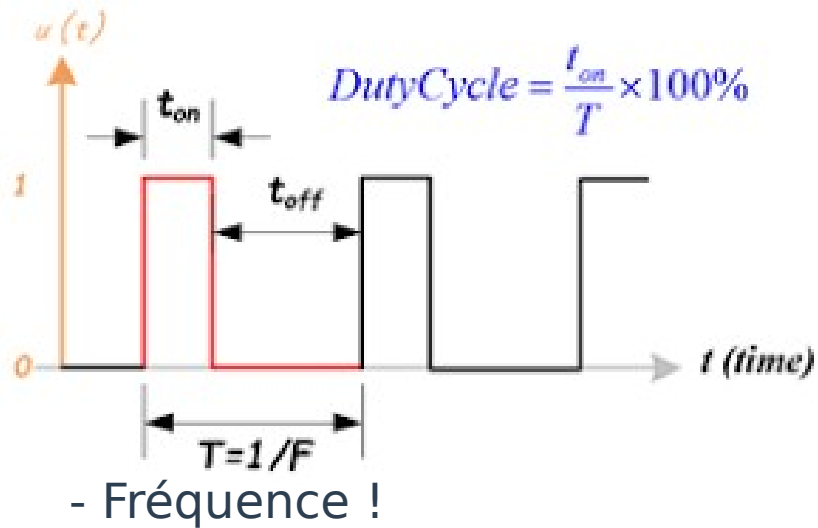
Force de Laplace:

$$d\vec{F} = I \cdot d\vec{l} \wedge \vec{B}$$

→ Comment régler la vitesse/le couple ?

# Généralités

- PWM je t'aime



Passage d'un signal égale à **0 V** ou **Vcc** à une **tension moyenne**

# **(Quelques) types de moteurs**

**Pour chaque type :**

- principe de fonctionnement et caractéristiques**
- avantages et inconvénients**
- quels circuits utilisés pour les piloter**

# Les moteurs à courant continu (DC motor)

- **Équations en gros:**

- $C = k_i I$
- $E = k_e \omega$



- **Caractéristiques**

- Tension nominale
- Couple
- Puissance
- ...

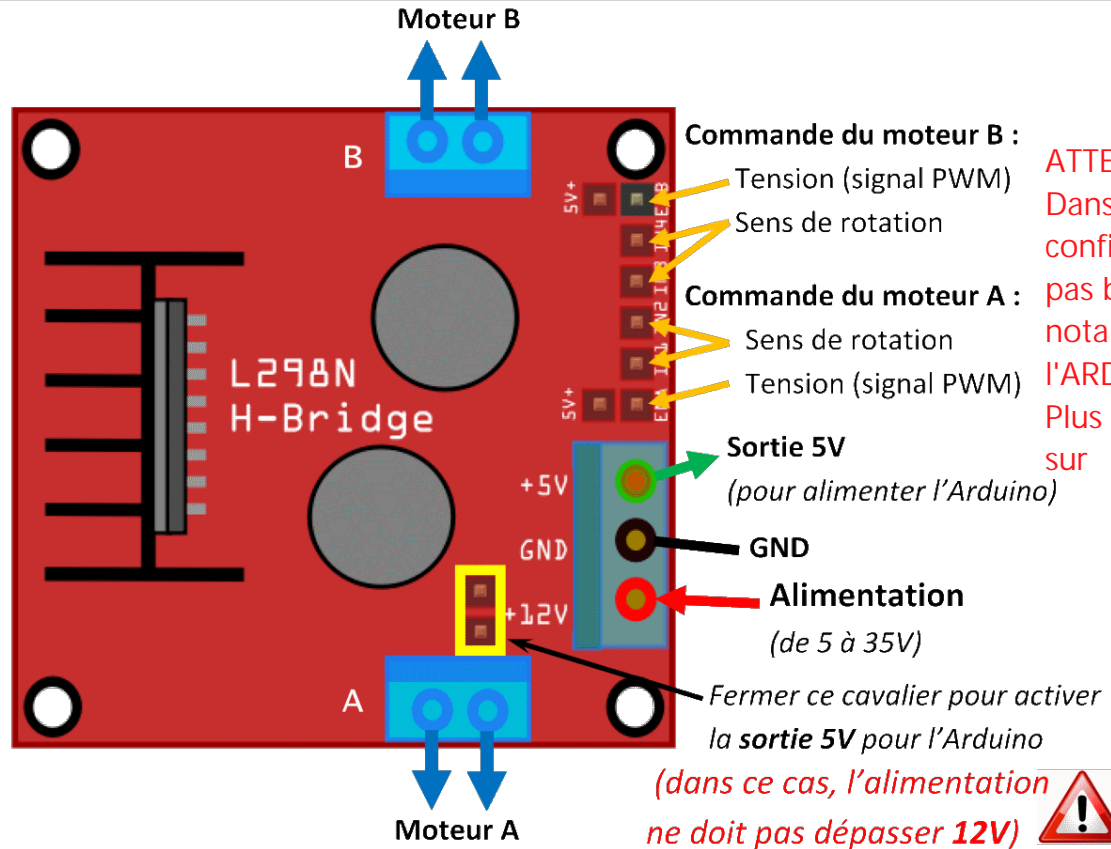
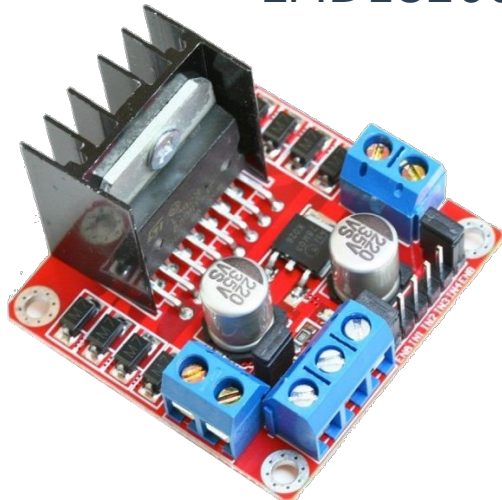


# Les moteurs à courant continu (DC motor)

- **Driver:**

- Pont en H:

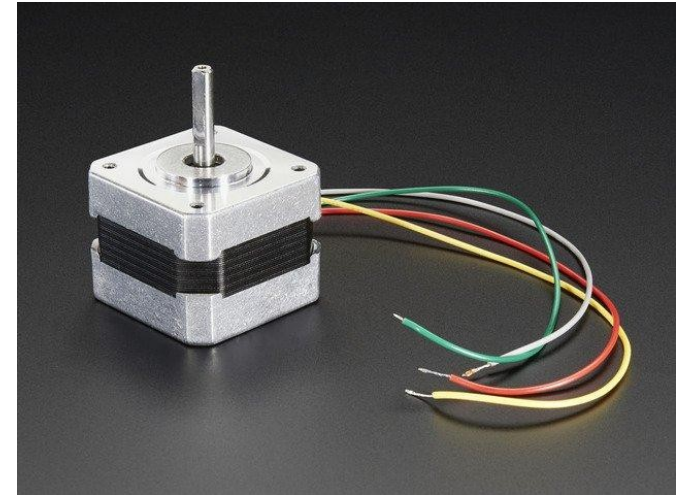
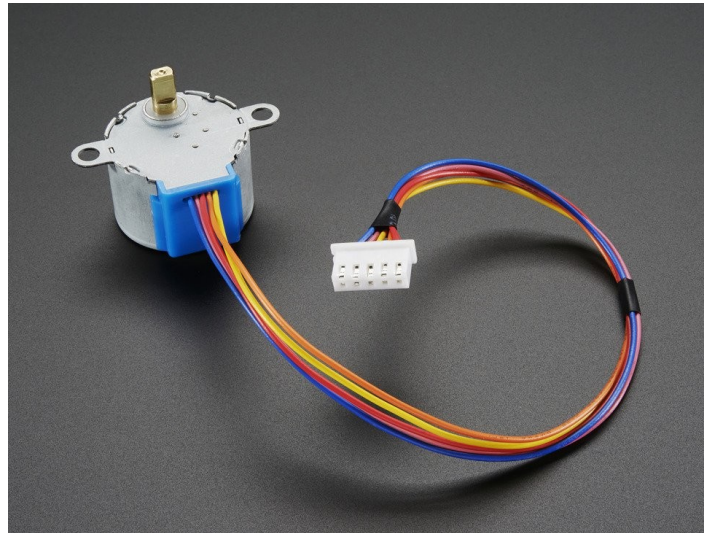
- L298N
- LMD18200



**ATTENTION !**  
Dans cette configuration il ne faut pas brancher l'USB, notamment pour l'ARDUINO UNO  
Plus d'informations sur [link](#)

# Les moteurs pas à pas (Stepper motor)

- **Unipolaire**
- **Bipolaire**



<https://www.monolithicpower.com/en/stepper-motors-basics-types-uses>

# Les moteurs pas à pas (Stepper motor)

Unipolaire

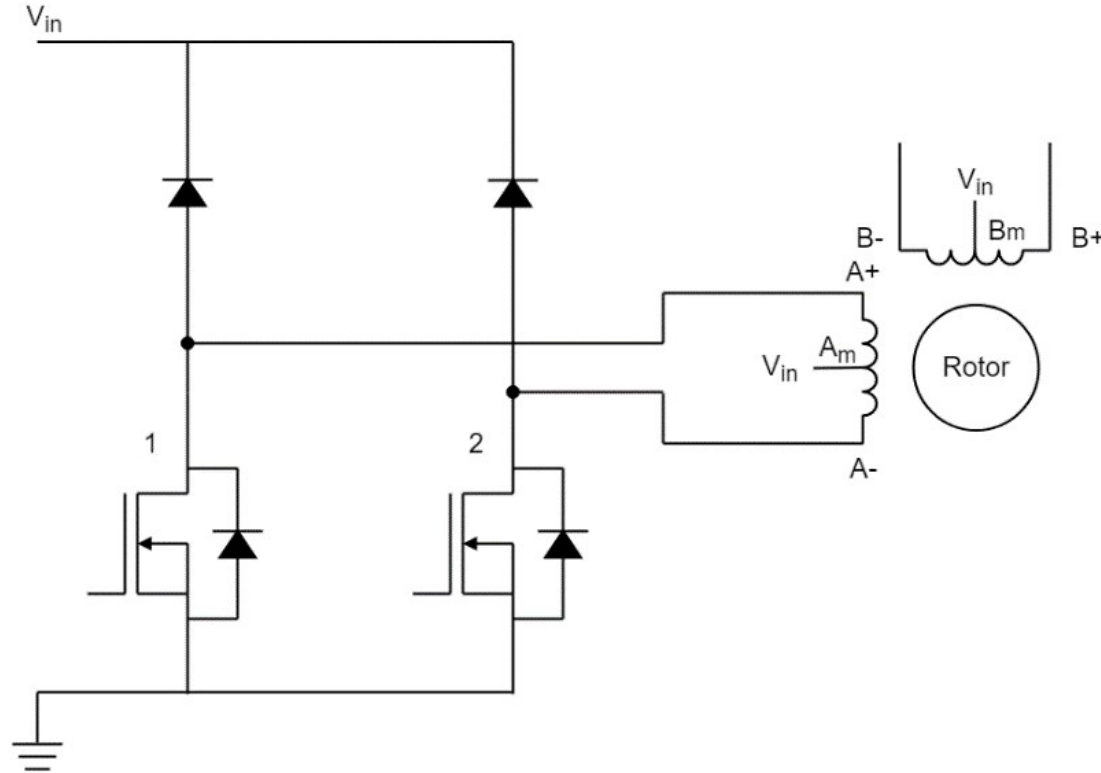


Figure 9: Unipolar Stepper Motor Driving Circuit

<https://www.monolithicpower.com/en/stepper-motors-basics-types-uses>

# Les moteurs pas à pas (Stepper motor)

Bipolaire

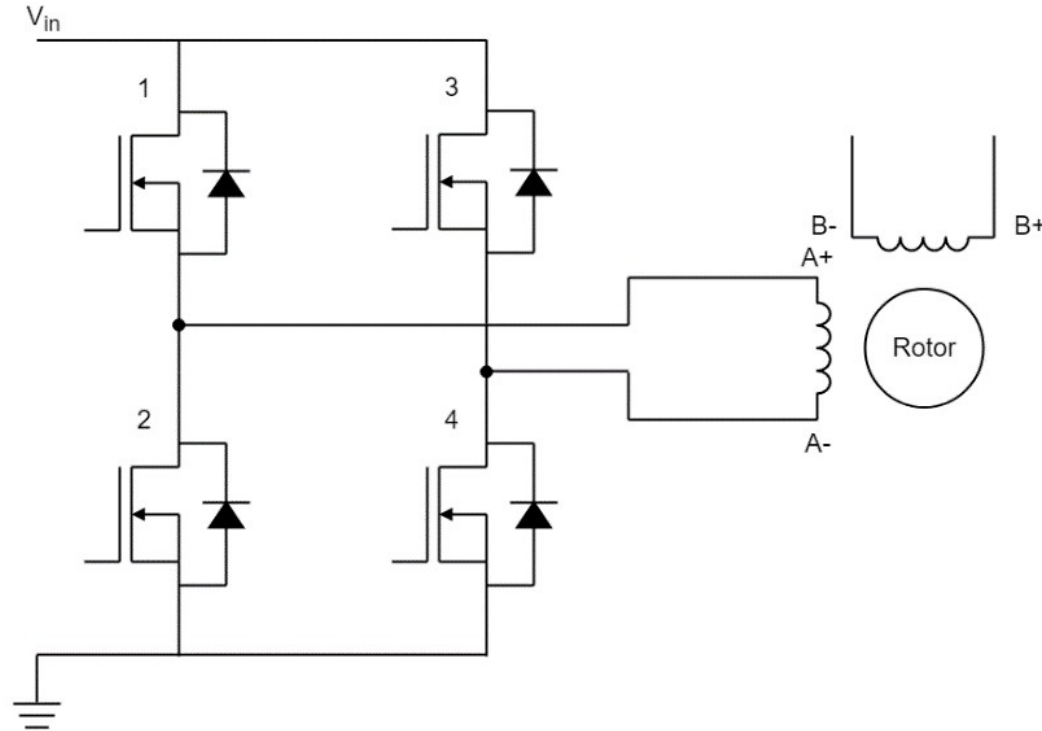
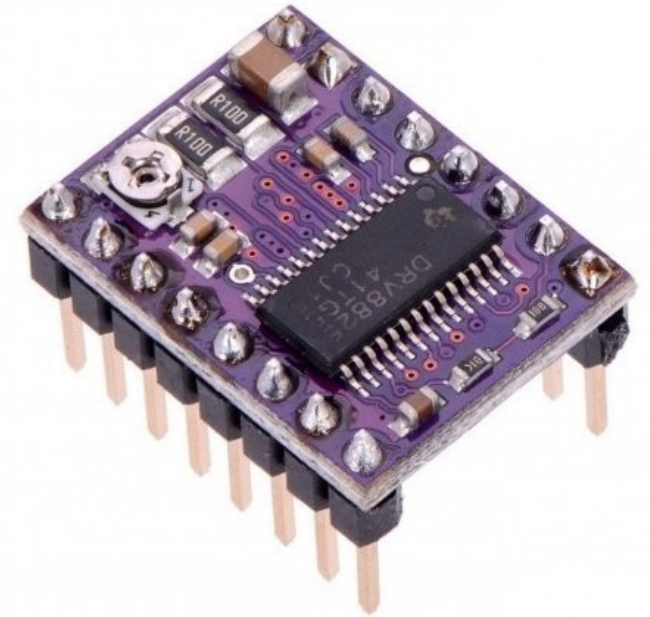


Figure 10: Bipolar Stepper Motor Driving Circuit

# Les moteurs pas à pas (Stepper motor)

- **Drivers**

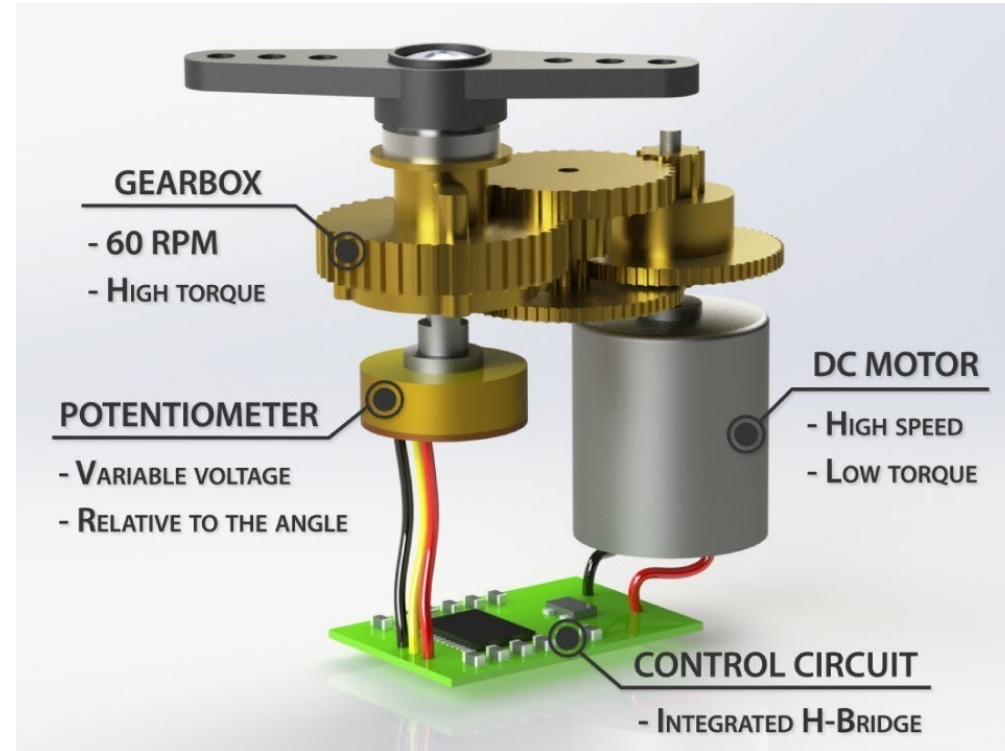
- ULN2003
- L298N (encore !)
- DRV8825



<https://www.monolithicpower.com/en/stepper-motors-basics-types-uses>

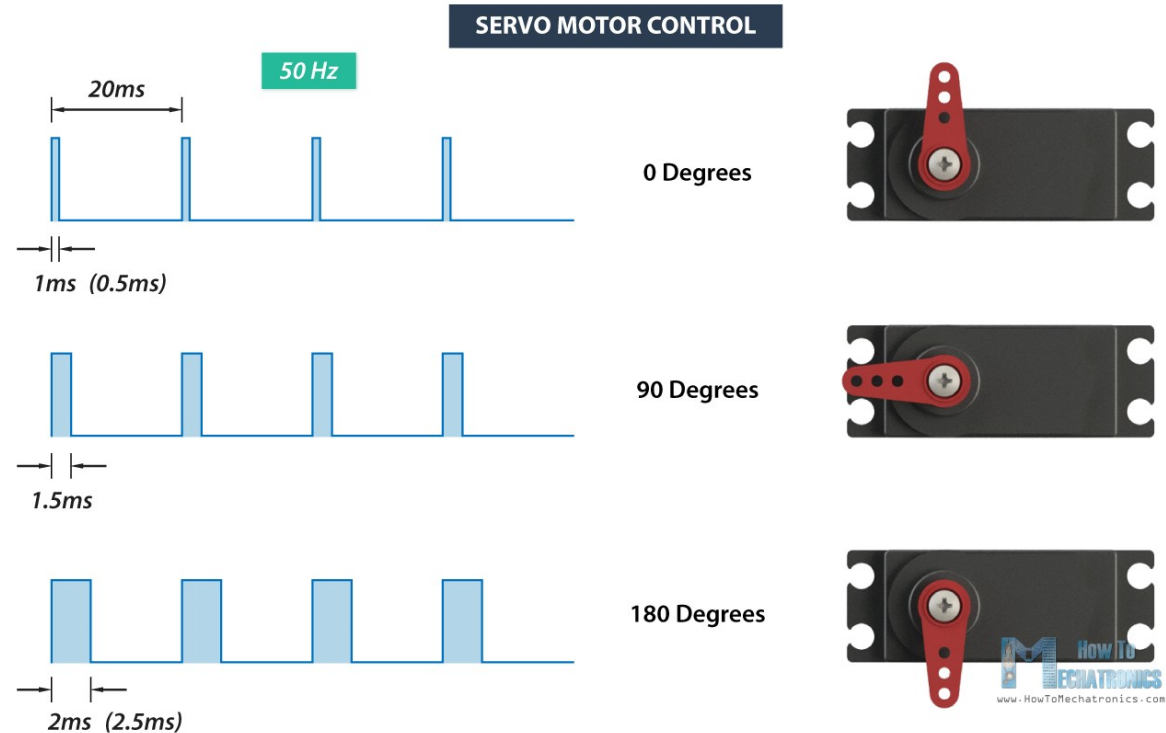
# Les servomoteurs (Servo motor)

- **Asservi en position**
  - Rappel:  $C=k.I$
- **Couple ++**
- **Vitesse --**
  
- **Deux types**
  - Servo classique
  - Servo à rotation continue



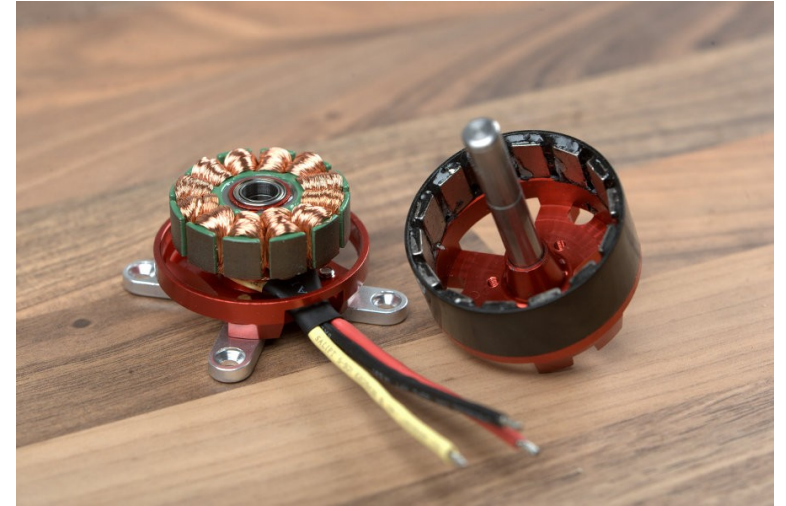
# Les servomoteurs (Servo motor)

- Consigne d'angle envoyé en PWM à **50Hz**
- **3 fils**
  - *Vcc (ex: 5V)*
  - *GND*
  - *Signal de consigne*



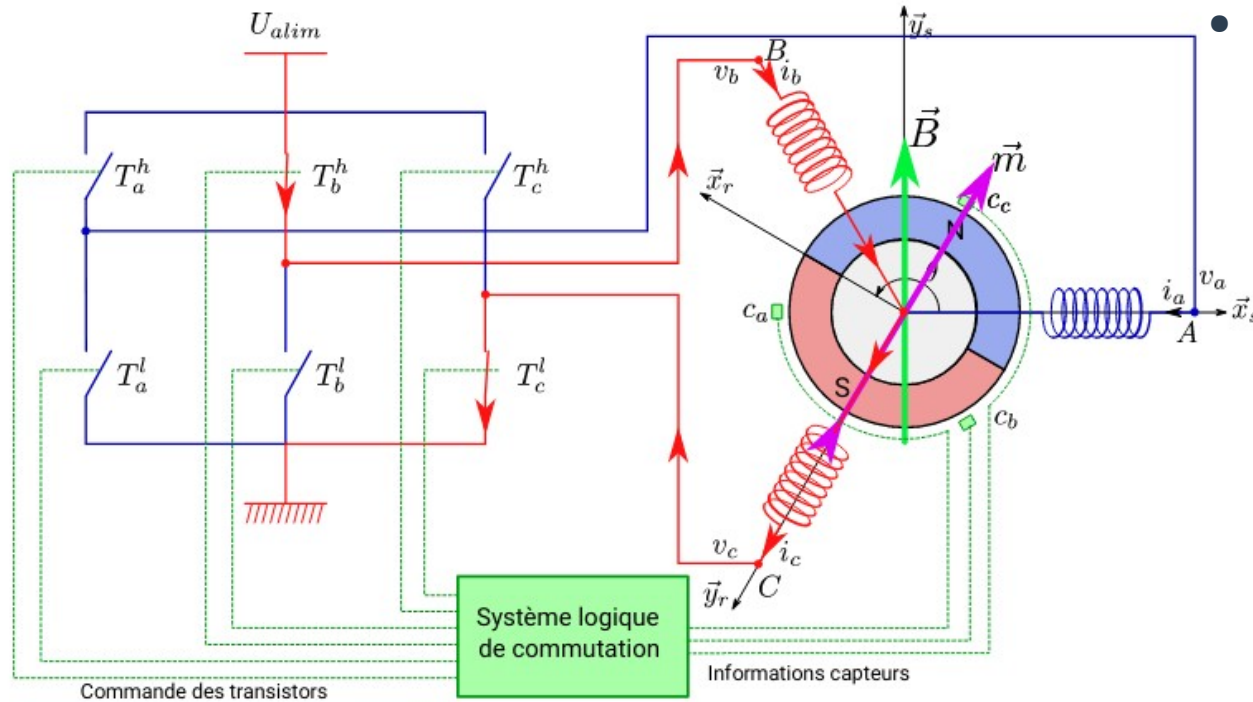
# Les moteurs brushless (BLDC)

- **Pas de commutateur**
  - Moins de friction
  - Moins d'usure mécanique
  - Plus efficace en bas régime // DC
- **Nécessite un retour de position !**





# Les moteurs brushless (brushless motor) WOW



## • Comment connaître la position du moteur ?

- Capteur effet Hall
- Back EMF

Figure 3: Exemple de situation de commutation

# Les moteurs brushless (brushless motor) WOW

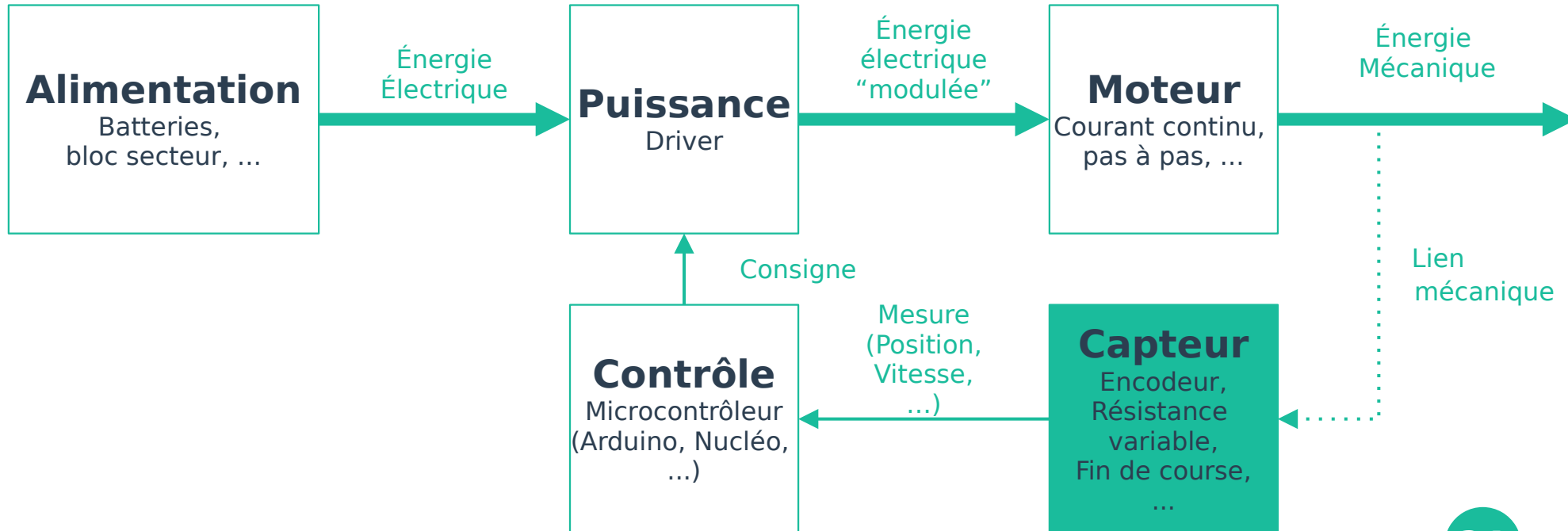
- **Driver et contrôleur (ouf)**
  - Shield Infineon IFX007T
  - (Chercher Shield BLDC)



# Comparaison

Type	Avantages	Inconvénients
DC	<ul style="list-style-type: none"><li>- vitesse de rotation facilement contrôlable</li><li>- contrôle du couple</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- sensible à la saleté</li><li>- peu contrôlable à basse vitesse</li></ul>
Pas à pas	<ul style="list-style-type: none"><li>- positionnement relatif sans feedback</li><li>- changement rapide de sens de rotation</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- peu sauter des pas</li></ul>
Servo	<ul style="list-style-type: none"><li>- position absolue (angle entre 0 et 180°)</li><li>- couple important</li><li>- tout-en-un</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- lent</li></ul>
brushless	<ul style="list-style-type: none"><li>- efficacité ++</li><li>- moins d'usure mécanique</li><li>- plus léger</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- plus cher</li><li>- complexité de contrôle</li></ul>

# Boucle de retour



# Boucle de retour

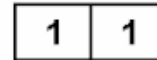
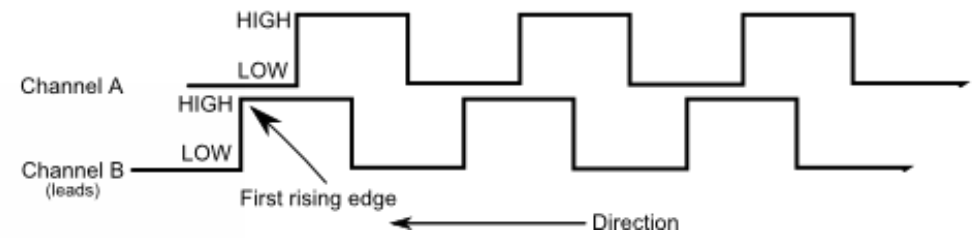
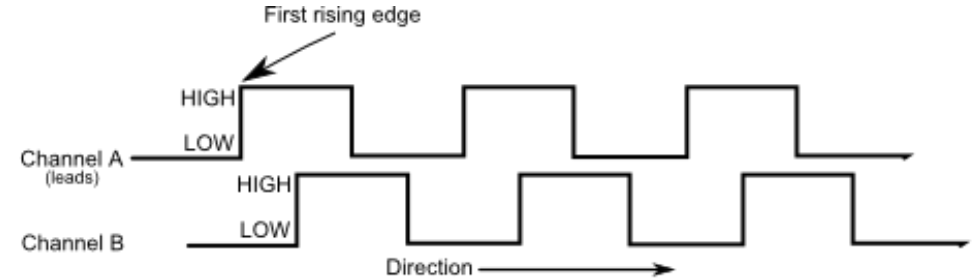
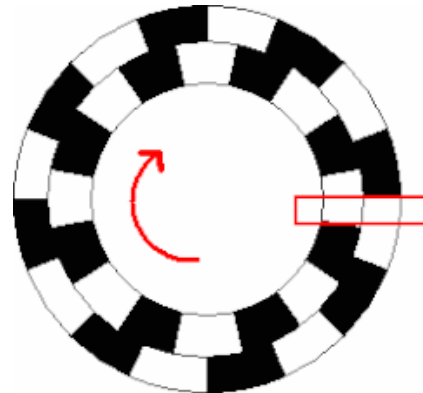
- **Fin de course**
  - Tout ou rien
  - Connaître **une** position
  - Exemple: machine à commande numérique



# Boucle de retour

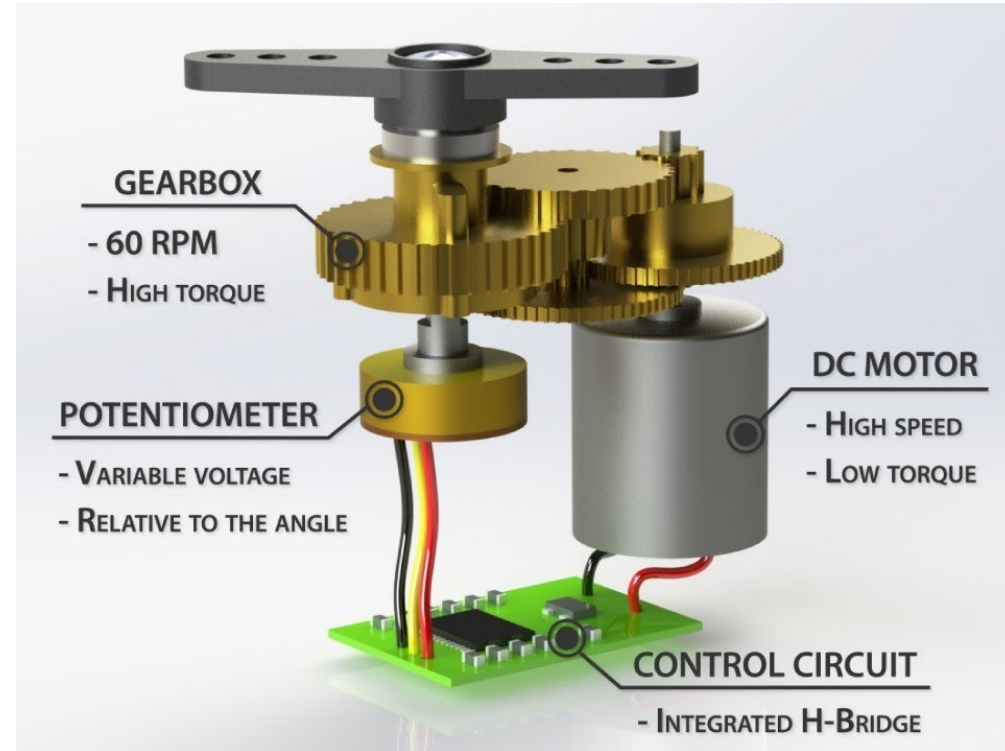
- **Encodeur**

- Connaitre un déplacement relatif
- Où le placer ?



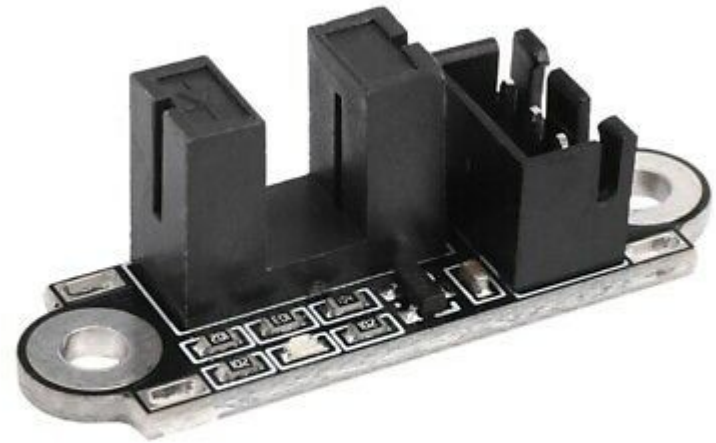
# Boucle de retour

- **Résistance variable**
  - Nombre de tours limités
  - Exemple: servo moteurs



# Boucle de retour

- **Fin de course optique**
  - Détecter la position sans lien mécanique (~tout ou rien)

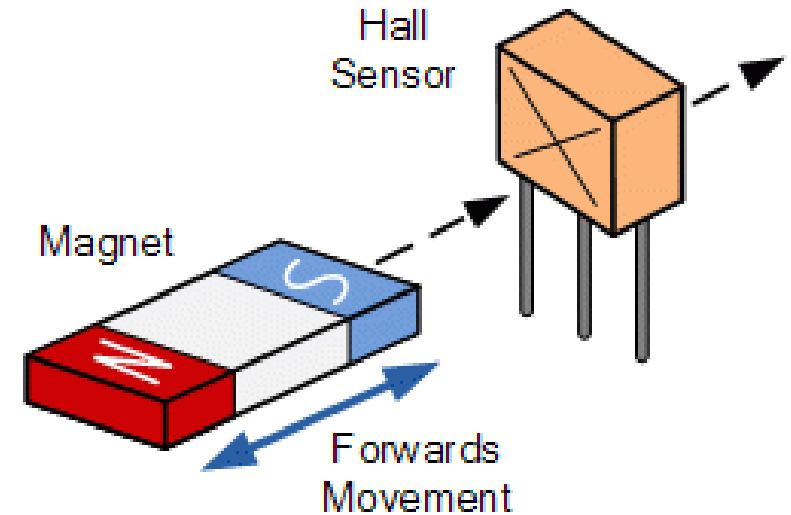




# Boucle de retour

- **Capteur à effet Hall**

- Détecter la position sans lien mécanique
- Exemples: compte-tour, fermeture clapet smartphone, ...



# Application : choisir un moteur (entre autre)

Trouver le type de moteur (et sa boucle de retour si besoin):

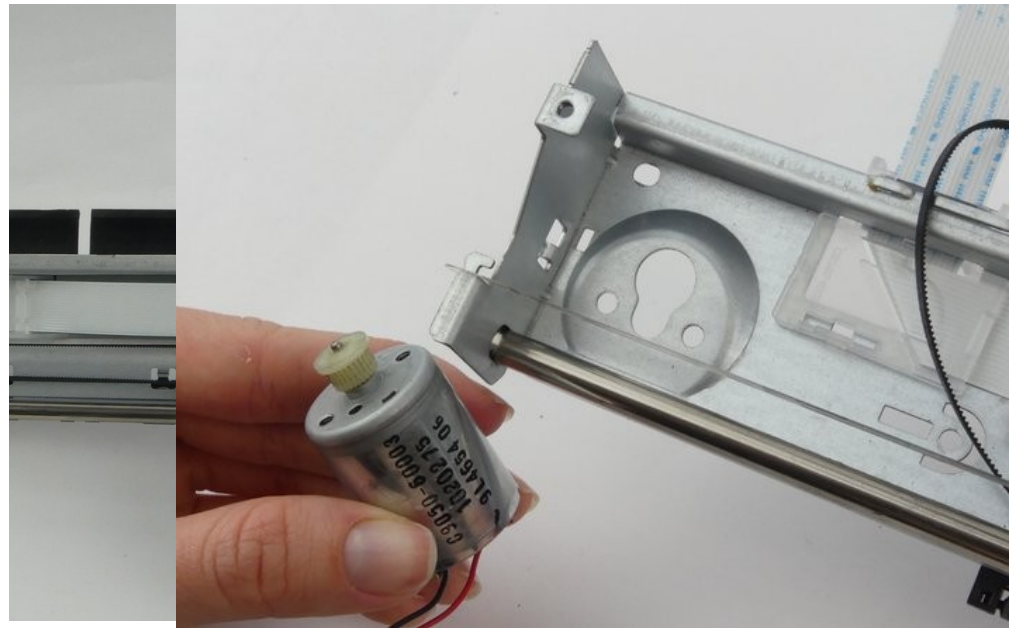
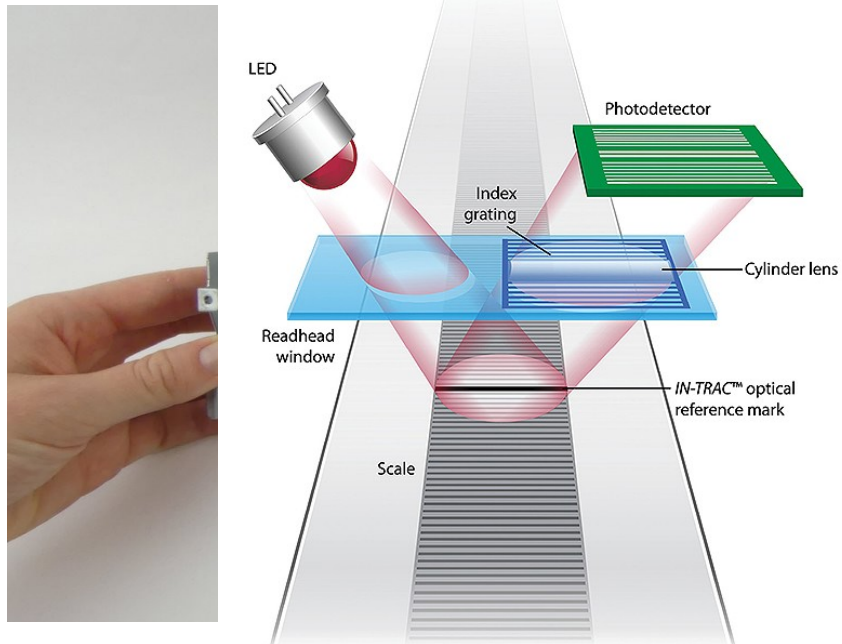
- Les rotors d'un drône ?



# Application : choisir un moteur (entre autre)

Trouver le type de moteur (et sa boucle de retour si besoin):

- Déplacement d'un chariot d'imprimante jet d'encre ?



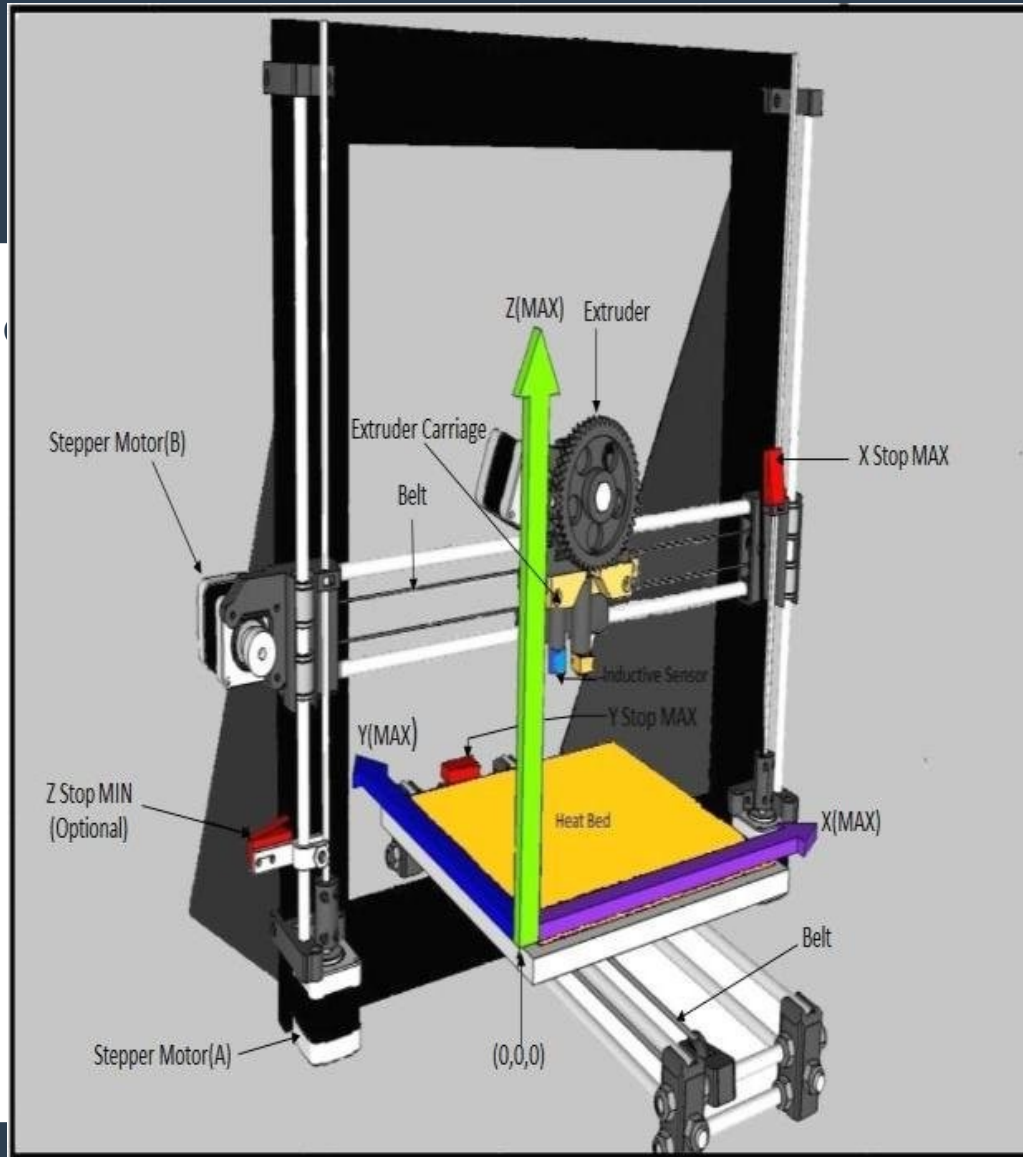
# Application

Trouver le type de

- Déplacement

(e autre)

soin):



# Application : choisir un moteur (entre autre)

Trouver le type de moteur (et sa boucle de retour si besoin):

- Déplacement d'un robot roulant ?





**Des questions ? :)**

# Bonus track

