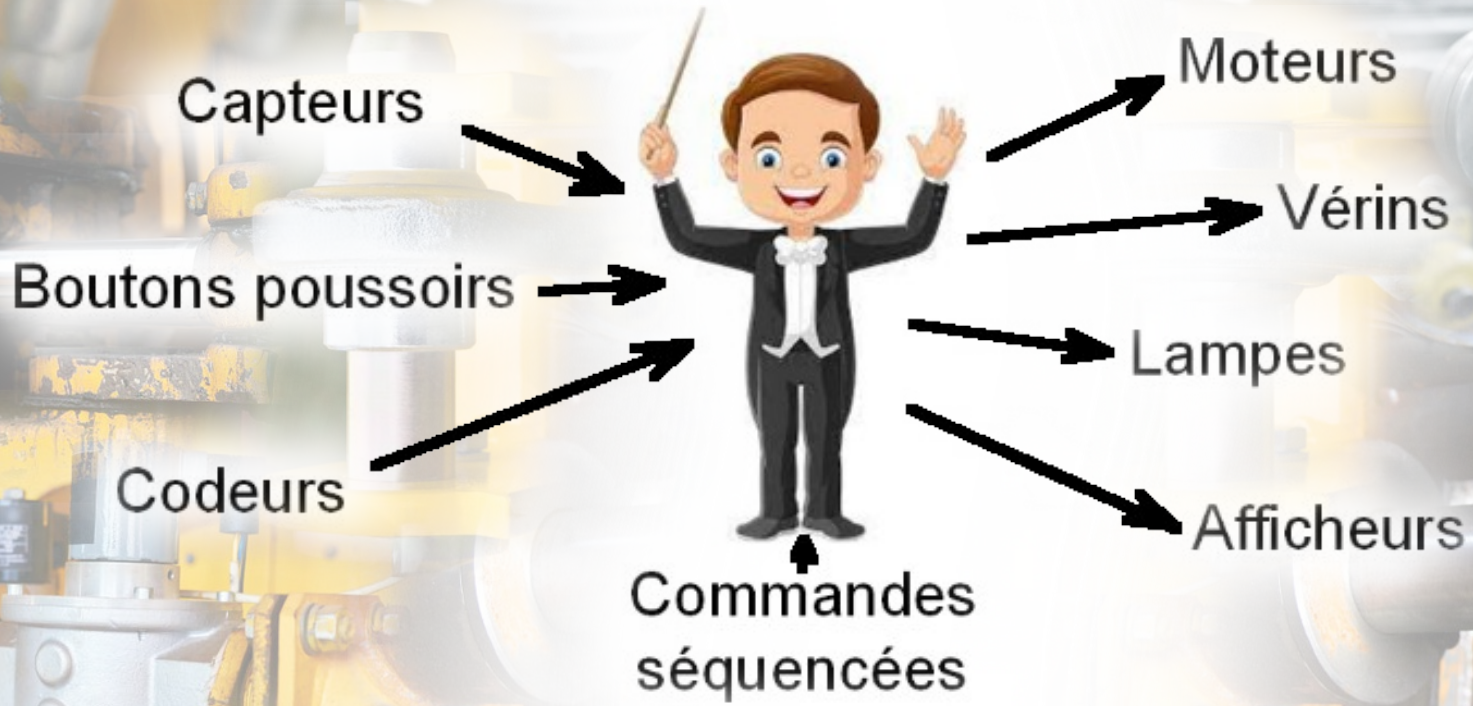
IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

Arduino - premier contact (suite)



IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

Sommaire

- Introduction
- 1 – Microprocesseur versus microcontrôleur
- 2 - Arduino, qu'est-ce que c'est ?
- 3 – L'interface de programmation, le C++
- 4 – Le bouton poussoir, la LED, l'afficheur 7 segments
- 5 – Le bus I2C, l'afficheur texte
- 6 – Le bus SPI, les entrées analogiques, le potentiomètre, quelques capteurs analogiques
- 7 – Le pont en H, le relais, l'opto-triac, l'alimentation indépendante
- 8 – Le moteur pas à pas
- 9 – les sorties PWM, le servo de type modélisme
- 10 – Le moteur à courant continu, le moteur brushless
- 11 – Les interruptions, le codeur incrémental
- 12 – Mesure de distance avec un capteur à ultrasons
- 13 – Communication entre deux microcontrôleurs par le bus I2C, la liaison série
- 14 – L'heure et la date avec un module I2C spécialisé
- 15 – Des petits circuits électroniques sympas : portes logiques, bascule
- 16 – Le GPS
- 17 – Lecteur de cartes SD / micro SD
- 18 – Liaison radio entre deux microcontrôleurs
- 19 – Conception de PCB (Printed Circuit Board)

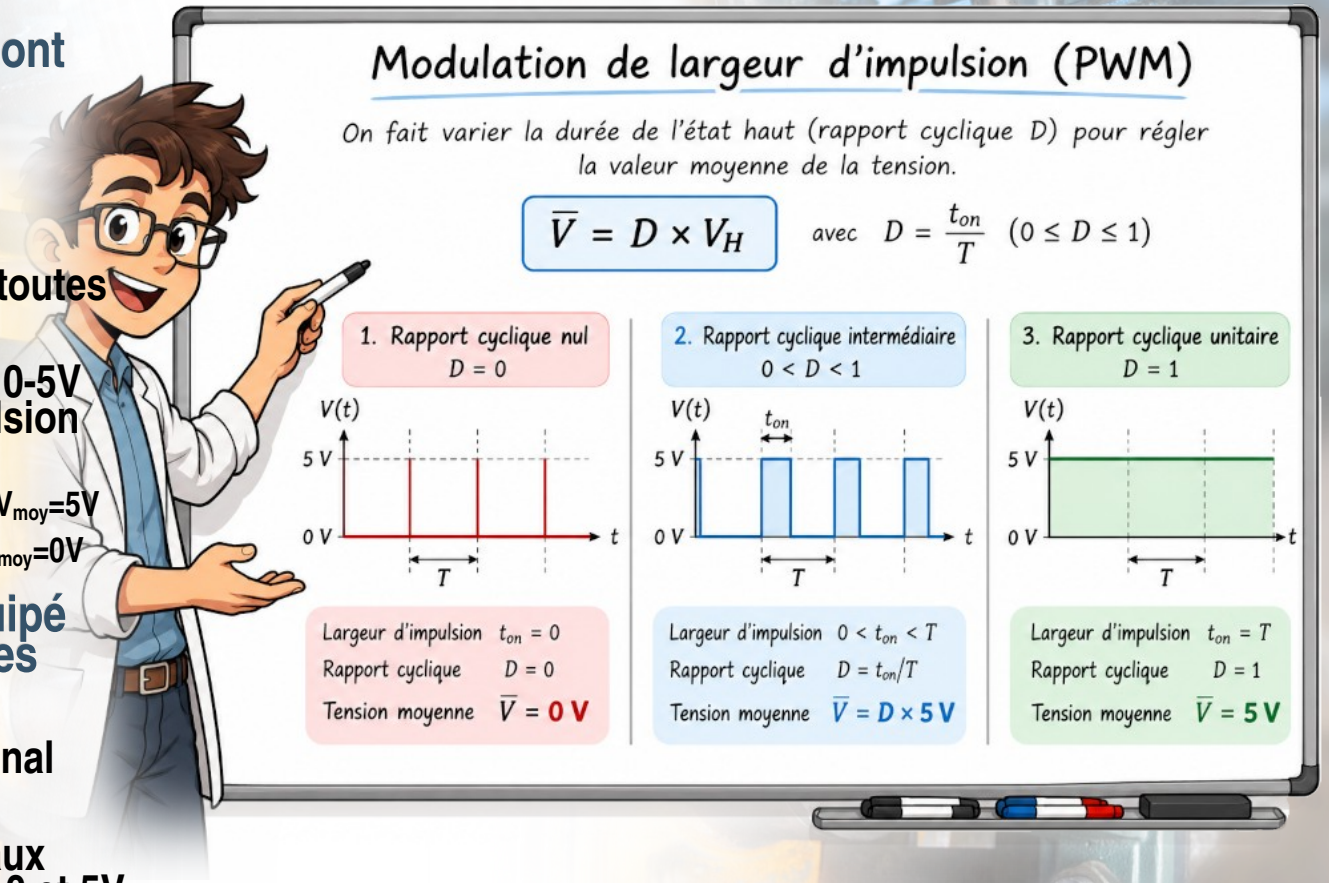
IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

Information préliminaire

- Cette présentation est accessible via le site idrolik.com
  - rubrique documentation
- Elle sera mise à jour sur le site au fur et à mesure qu'elle évoluera
- De cette manière, vous aurez accès aux exemples de programmes pour vérifier que ça marche

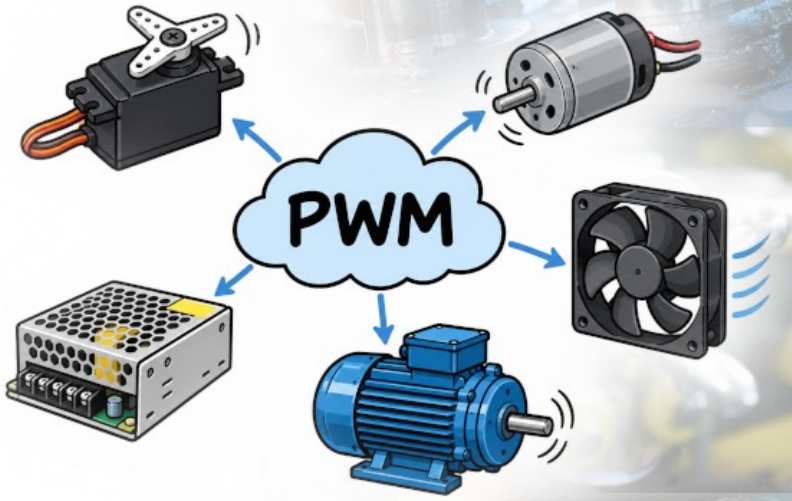
Les sorties PWM

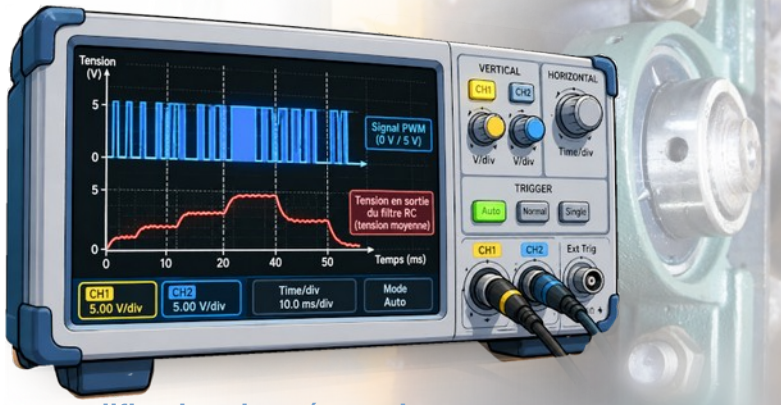
- **Certaines broches de l'Arduino sont marquées PWM**
  - PWM = Pulse Width Modulation
- **Principe :**
  - Des impulsions sont envoyées toutes les X ms
  - Prenons par exemple un signal 0-5V périodique de 50Hz = une impulsion toutes les 20ms
    - Une durée d'impulsion de 20ms = V_{moy}=5V
    - Une durée d'impulsion de 0ms = V_{moy}=0V
- **Le microcontrôleur n'est pas équipé pour offrir des sorties analogiques entre 0 et 5V**
  - À la place, il sait générer un signal carré modulé en PWM
  - C'est à dire un signal en créneaux avec une valeur moyenne entre 0 et 5V



PWM – on en fait quoi ?

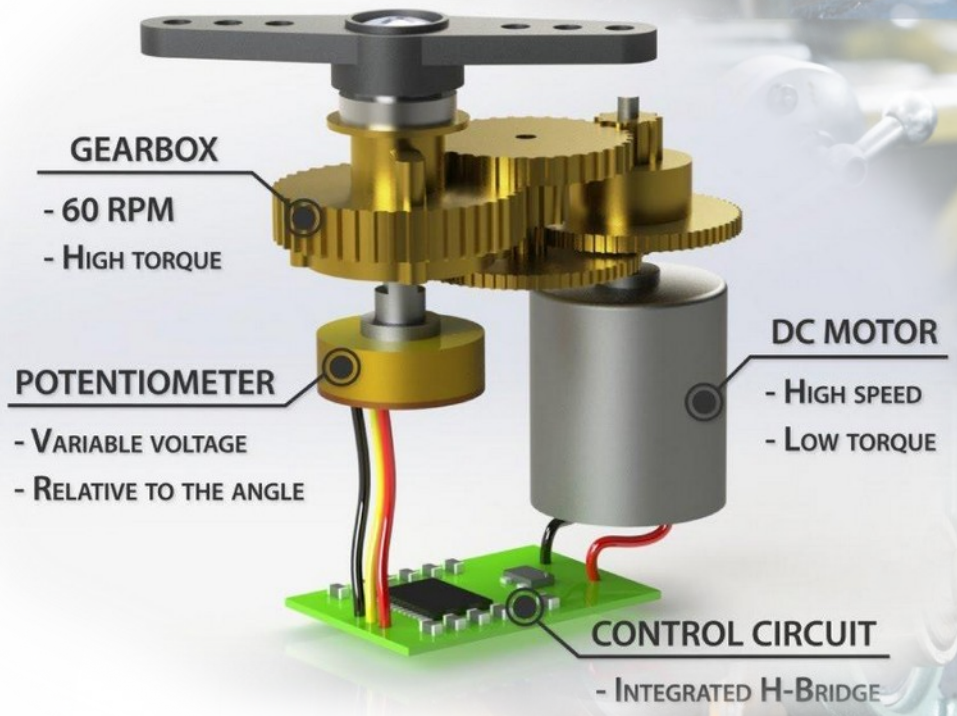
- Un grand nombre de circuits utilisent le signal PWM tel quel
  - Servomoteur de modélisme
  - Variation de vitesse des moteurs à courant continu
  - Variation de la luminosité des LED
  - Ventilateurs à vitesse variable
  - Alimentations à découpage
  - Variateurs de fréquence pour les moteurs alternatifs
- On peut aussi le transformer en tension analogique pour une utilisation analogique





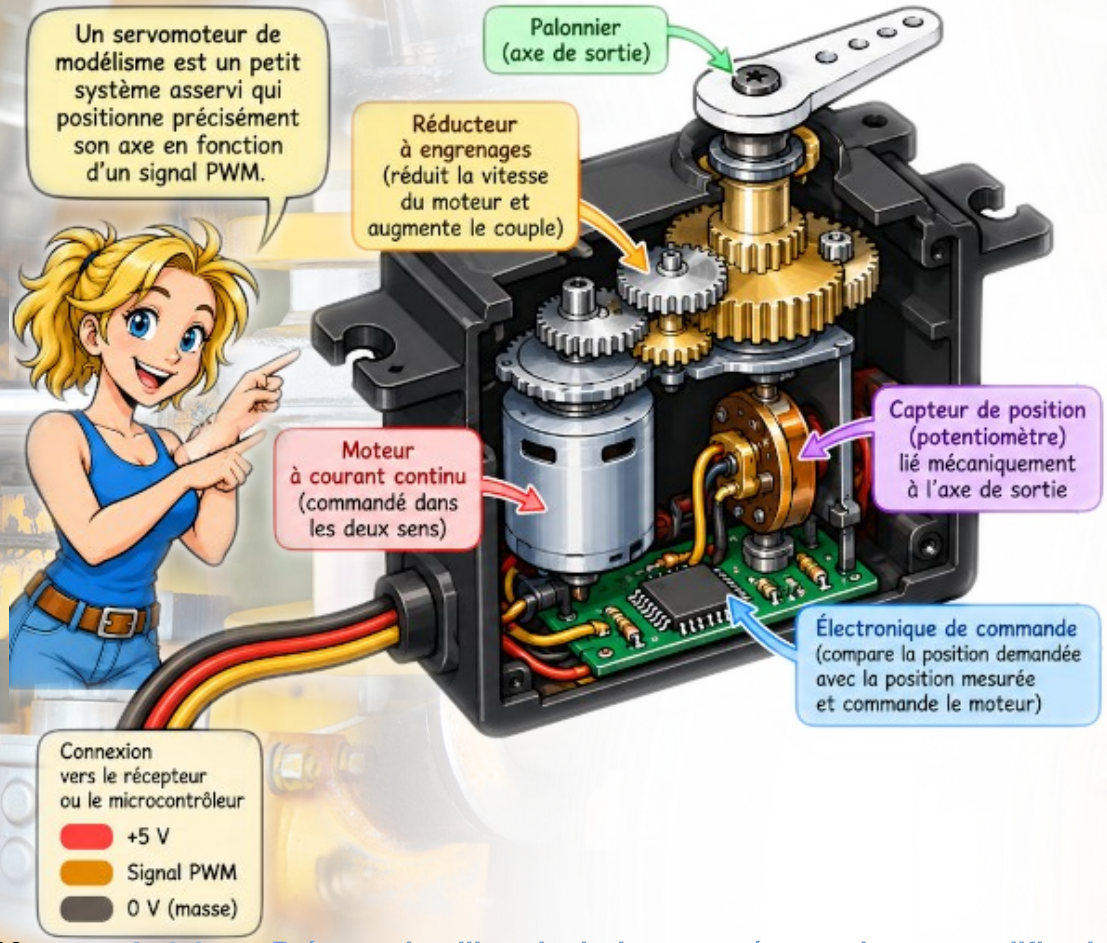
Le servo de modélisme

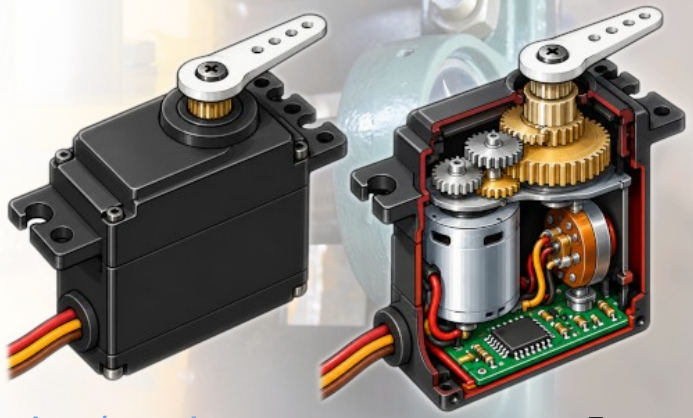
- La position angulaire du palonnier est commandée par un signal PWM
- En interne :
  - L'électronique de commande reçoit un signal PWM ...
  - ... et compare en continu la valeur du PWM à la tension mesurée par potentiomètre interne
  - La rotation du moteur est commandée par l'écart entre la consigne PWM et la tension potentiomètre.
    Par exemple, utilisation d'un ampli op
- En général pour les servos de modélisme :
  - Pas de calcul du rapport cyclique
  - Période signal : 20ms (50Hz)
  - Durée de l'impulsion :
    1ms : palonnier au mini
    1.5ms : palonnier au milieu
    2ms : palonnier au maxi



IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

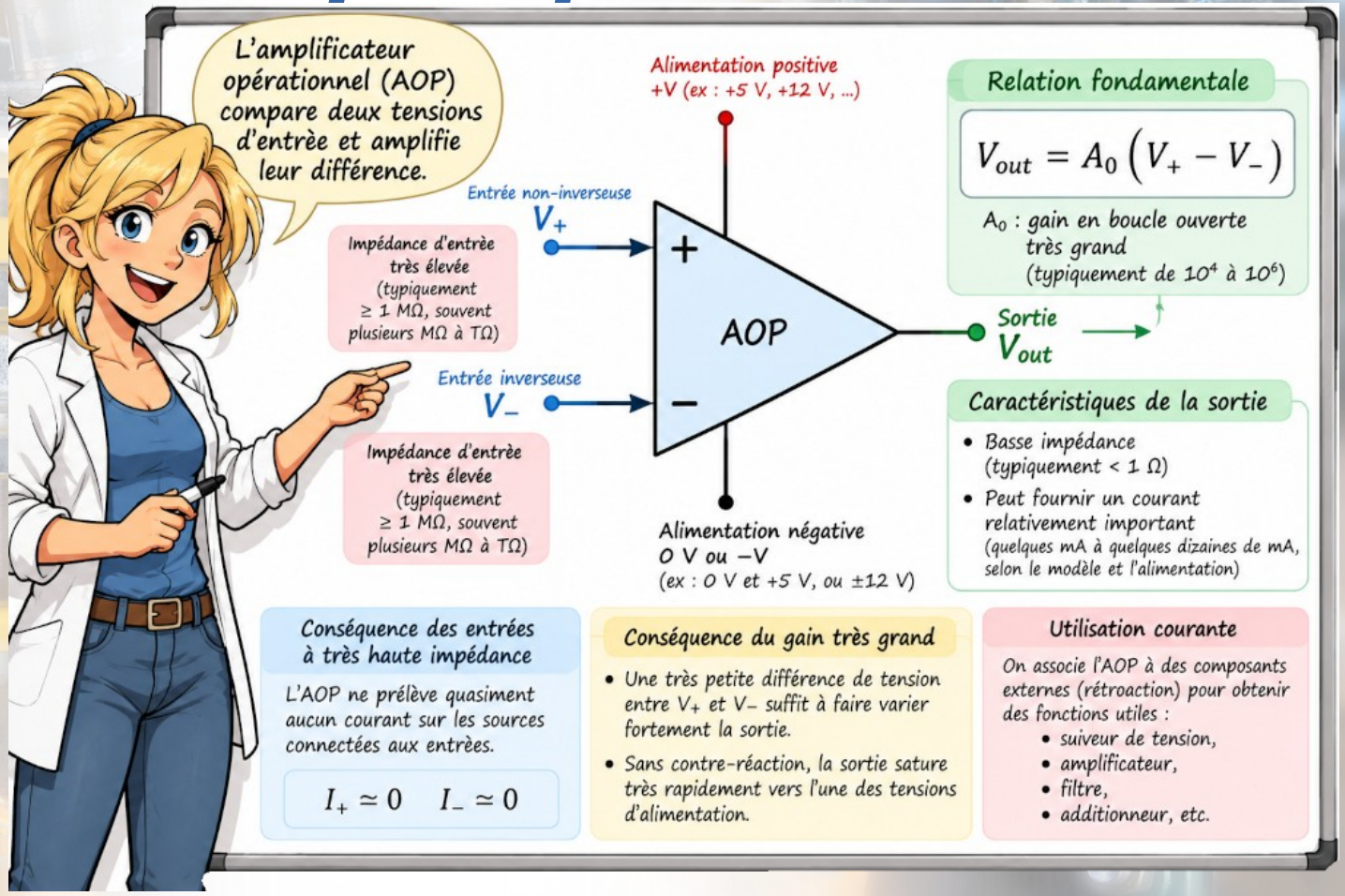
Servo de modélisme





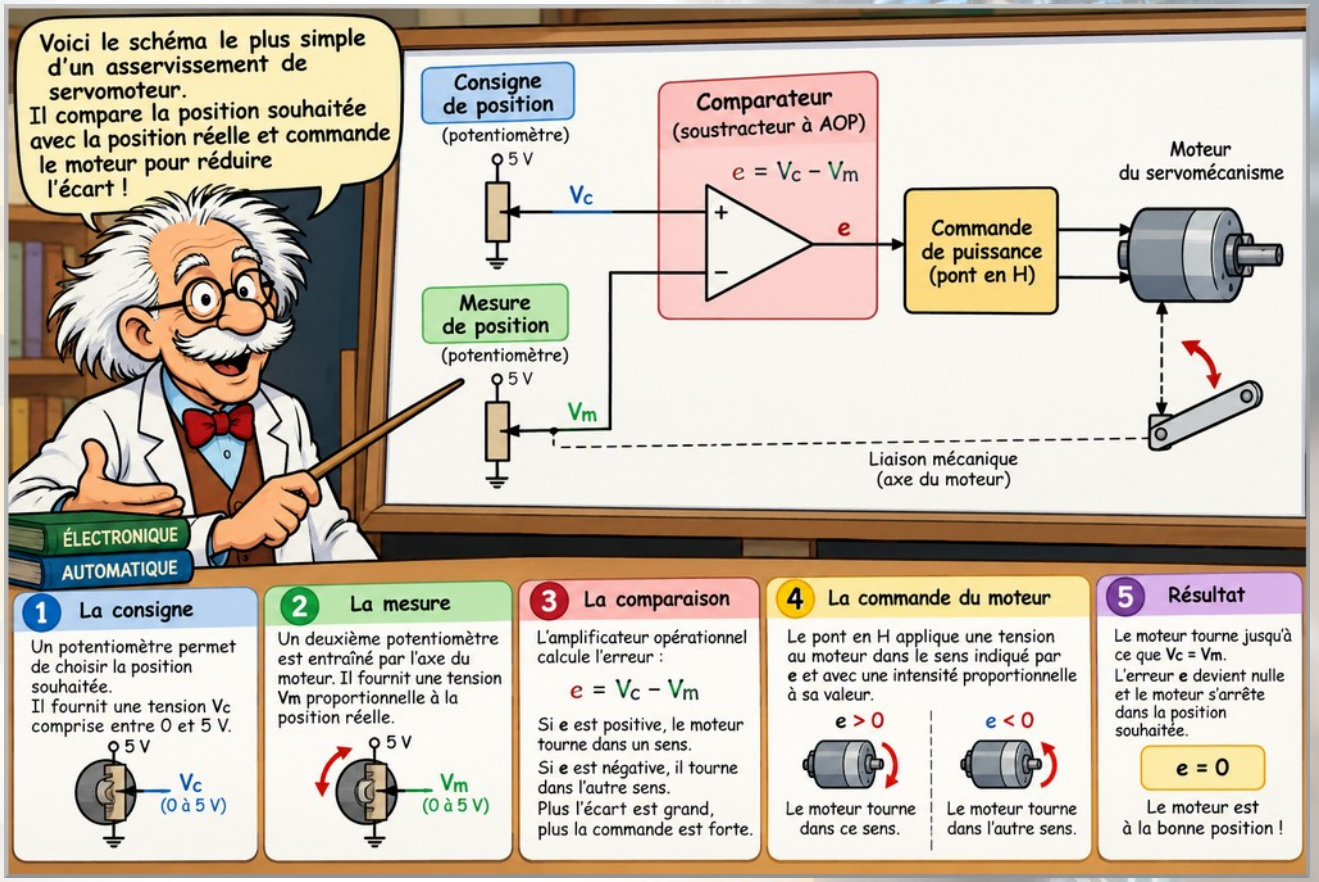
L'ampli opérationnel

- **Un circuit malin à mettre à toutes les sauces**
  - Par exemple dans un servo
- **Utilisations**
  - Suiveur de tension
  - Comparateur de tensions
  - Asservissement
  - …



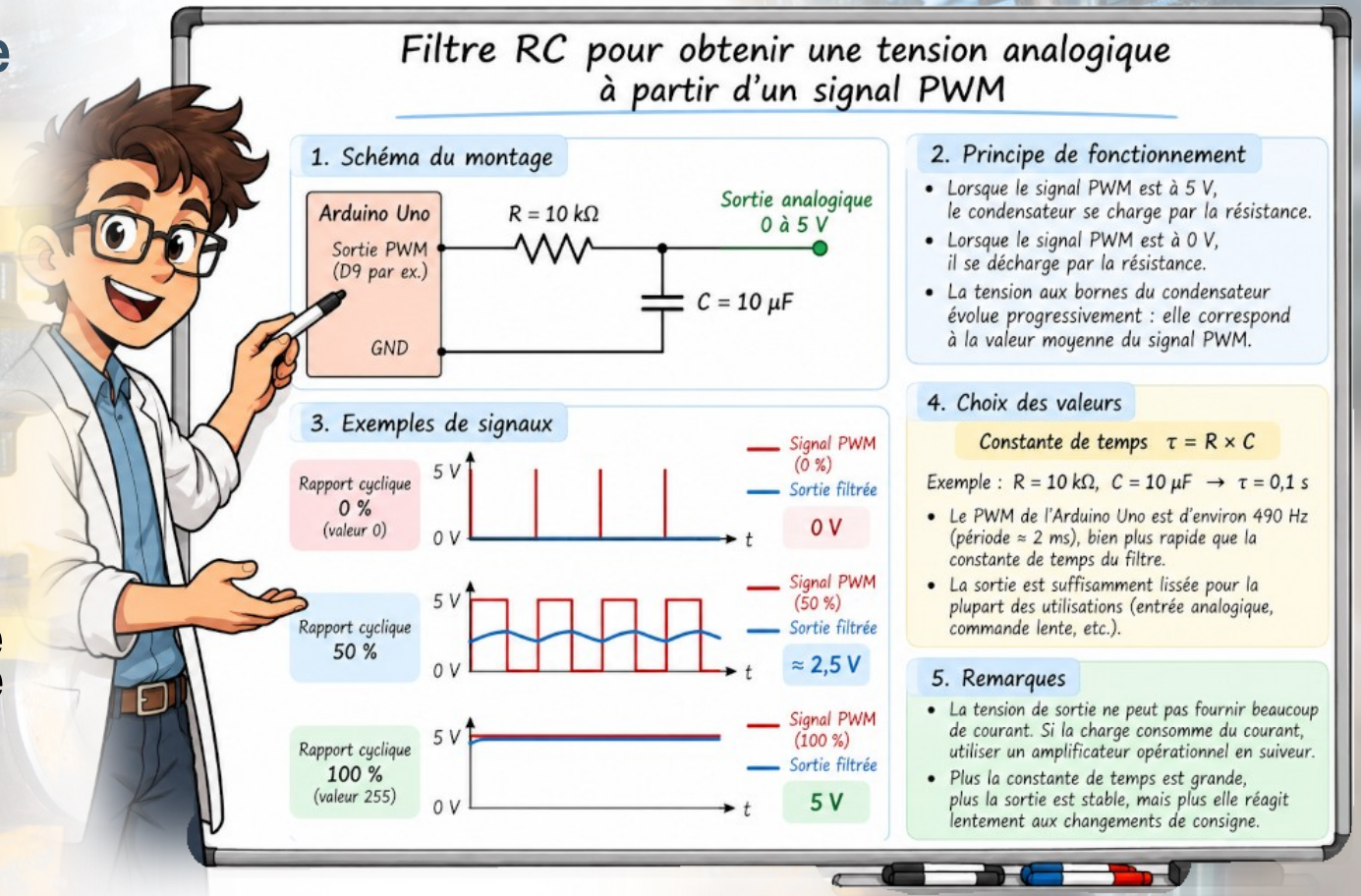
Ampli op & asservissement

- **L'ampli op est le composant adapté pour l'asservissement (analogique) en position d'un moteur électrique**
  - Le moteur électrique est mécaniquement lié à une mesure de position
  - Une consigne donne la position souhaitée (à atteindre ou à suivre)
  - L'ampli op fait la différence entre la position mesurée et la consigne et commande le moteur en vue d'annuler l'écart
- **Asservissement en boucle fermée**
  - Boucle fermée = exploitation de l'écart entre une mesure et une consigne -> commande d'un actionneur
  - Candidat pour faire ça : l'ampli op
- **L'ampli op peut aussi commander un chauffage (écart entre consigne et mesure de température)**



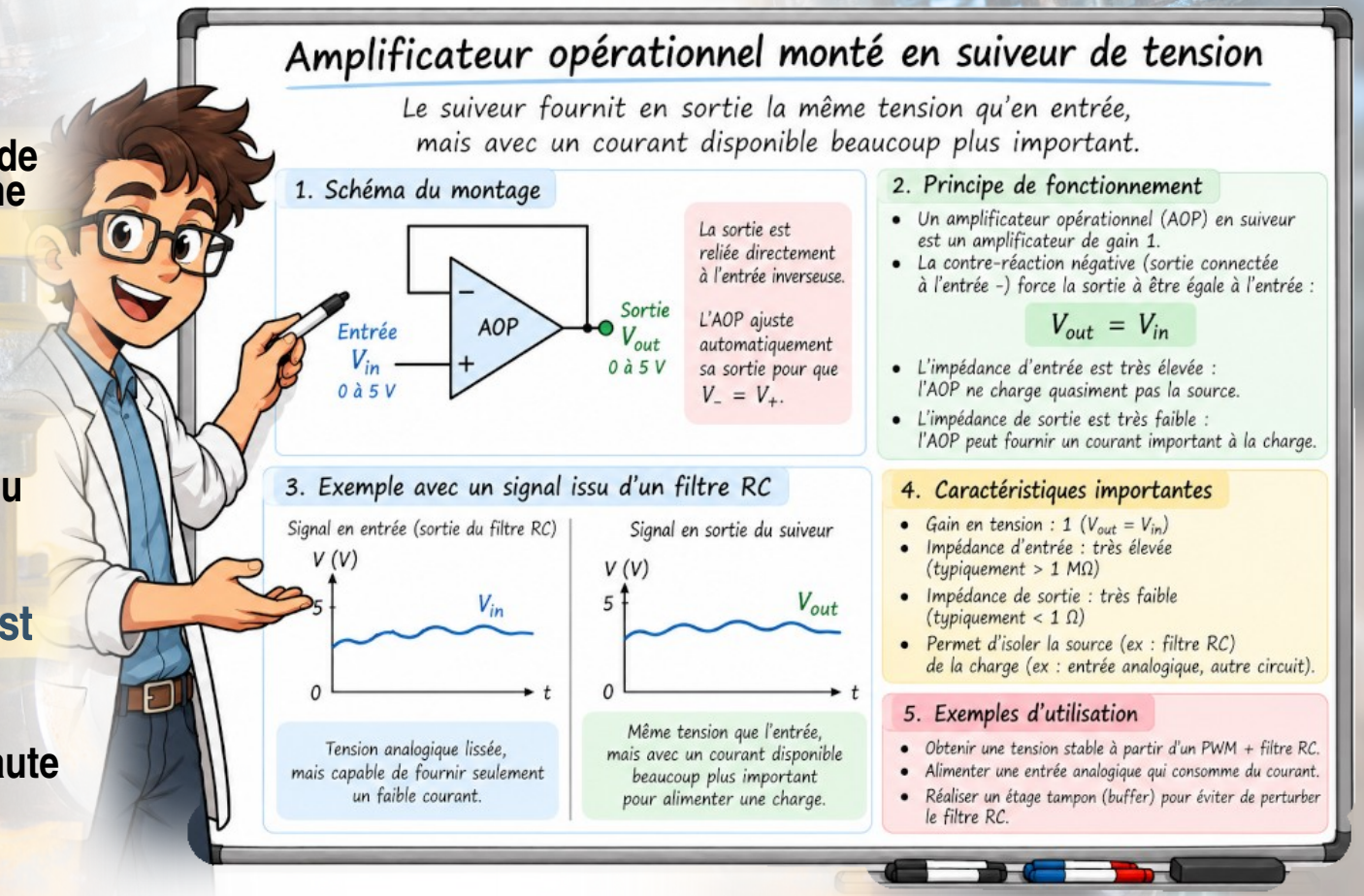
PWM -> Tension analogique

- **Si l'on veut obtenir une tension analogique à partir d'un signal PWM**
  - On peut utiliser un circuit RC
  - Attention : un tel circuit RC ne fournit ni absorbe aucun courant
  - Si on veut fournir du courant il faut appliquer la tension sur une entrée haute impédance, telle que celle d'un amplificateur opérationnel

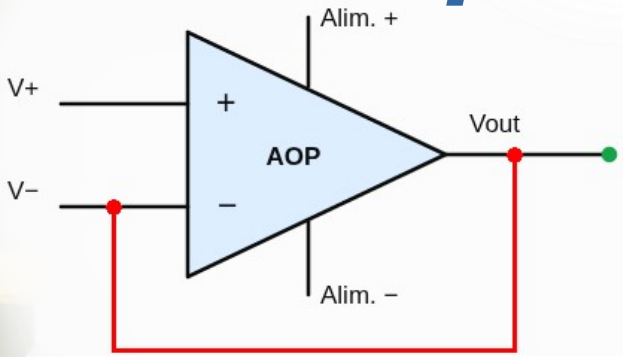


L'ampli op – encore lui !

- **Le circuit RC ne fournit ni n'absorbe aucun courant**
  - **Il faut connecter le point de prise de la tension sur une entrée haute impédance**
- **Avec un ampli op monté en suiveur …**
  - **… on peut alimenter un circuit …**
  - **… à partir de la tension du montage RC qui lisse le PWM**
- **L'ampli op est alimenté, c'est lui qui fournit la tension de sortie**
  - **à partir de ses entrées haute impédance**



L'ampli op en suiveur



$$V_{out} = A_0(V_+ - V_-)$$

$$V_{out} = A_0(V_+ - V_-)$$

Dans un montage suiveur, on relie directement la sortie à l'entrée inverseuse :

$$V_- = V_{out}$$

On peut donc remplacer V_- par V_{out} dans l'équation :

$$V_{out} = A_0(V_+ - V_{out})$$

En développant :

$$V_{out} = A_0 V_+ - A_0 V_{out}$$

D'où :

$$V_{out}(1 + A_0) = A_0 V_+$$

Finalement :

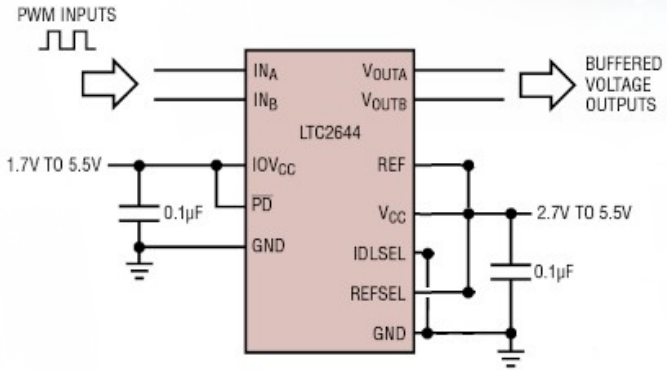
$$\boxed{V_{out} = \frac{A_0}{1 + A_0} V_+}$$

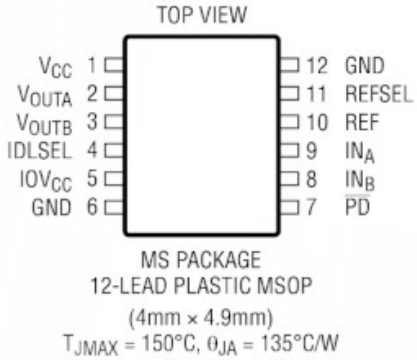
Si le gain interne de l'AOP est de 100 000 :

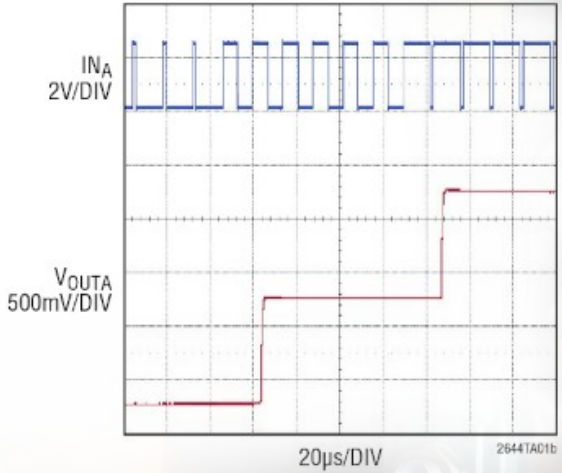
$$V_{out} = \frac{100000}{100001} V_+$$

PWM -> tension analogique

- Il existe des circuits spécialisés qui convertissent un signal PWM en tension analogique
  - Soit avec un filtre RC + étage tampon
  - Soit en mesurant la période et la durée de l'impulsion + calcul du rapport cyclique
    - Période = durée entre deux fronts montants
    - Impulsion : durée entre le front montant et le front descendant
- Exemple de circuit qui fonctionne suivant le second principe :
  - LTC2644 (Analog Devices)
  - Tension propre (sans oscillations périodiques) non dépendante de la fréquence du PWM
  - 2 entrées PWM 0 - 5V entre 30Hz et 6kHz, 2 sorties 0 – 5V
- PWM de l'Arduino
  - Fréquence par défaut entre 400Hz et 1kHz







Commande modélisme

- **Radiocommande ancienne :**
  - La télécommande envoie par radio plusieurs impulsions d'une à deux millisecondes en série toutes des 20ms (une impulsion pour chaque levier)
  - Le récepteur de l'avion radiocommandé sélectionne la première impulsion et l'envoie au premier servo
  - Il sélectionne ensuite la seconde impulsion et l'envoie au second servo
  - … etc …
  - Chaque servo qui commande les gouvernes et le régime moteur de l'avion radiocommandé récopie la position du levier qui lui correspond sur la télécommande
- **Radiocommande moderne :**
  - La télécommande envoie par radio des trames numériques contenant les valeurs des positions de ses leviers
  - Le récepteur décode les trames et commande les servos en PWM



IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

Commande servo

- Montage

Commande servo

- Programme Arduino

IDROLIK
AUTOMATISATION HYDRAULIQUE

- **Fin de la quatrième partie**