

# Moteurs : Introduction à l'utilisation des moteurs avec une carte Arduino.



## Ateliers Arduino

par X. HINAULT

[www.mon-club-elec.fr](http://www.mon-club-elec.fr)



Tous droits réservés – 2012.

**Ce document légèrement payant est soumis au droit d'auteur et est réservé à l'usage personnel.**

Afin d'encourager la production de supports didactiques de qualité, ce document est légèrement payant.

La licence d'utilisation est attribuée pour un usage personnel uniquement, dans le cercle familial. Mise en ligne et diffusion non autorisées.

Si vous n'avez pas payé pour l'usage de ce document, soyez sympa, merci d'acheter votre exemplaire personnel ici : <https://monclubelec.dpdcart.com/>

Pour tout problème lié à l'utilisation de ce document, veuillez envoyer une copie ici : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Pour obtenir tout autres types de licence d'utilisation (enseignement, commercial, etc...), veuillez contacter l'auteur ici : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Vous avez constaté une erreur ? une coquille ? N'hésitez pas à nous le signaler à cette adresse : [support@mon-club-elec.fr](mailto:support@mon-club-elec.fr)

Truc d'utilisation : pour visualiser ce document en diaporama, faire F5 dans le visionneur PDF. Navigation avec les flèches HAUT / BAS ou la souris.

En mode fenêtre, l'activation du panneau latéral vous facilitera la navigation dans le document. Bonne lecture !

Lancer également le logiciel Arduino et connecter votre carte Arduino afin de pouvoir tester au fur et à mesure les codes d'exemples !

## 1. Intro

L'objectif ici est d'avoir une vue d'ensemble des différents types de moteurs utilisables avec une carte Arduino.

### **Précision :**

**Il ne s'agit ici que de donner une vue d'ensemble rapide des possibilités de motorisation existantes utilisables avec Arduino.  
Dans les ateliers suivants, nous rentrerons dans le détail de la mise en oeuvre  
pour chaque type de motorisation avec exemples de montage et de code.**

A la fin de cet atelier, vous ne serez donc pas encore en mesure d'utiliser un moteur (mais presque !) : ce sera l'objet des ateliers suivants.

## 2. Vue d'ensemble des différents types de moteurs

### Introduction

Un des intérêt majeur d'une carte Arduino est de pouvoir réaliser le contrôle de motorisations variées selon ses besoins, en interaction avec des capteurs, des boutons poussoirs, etc... On pourra de la sorte construire assez simplement un robot motorisé et interactif intelligent !

### Vue d'ensemble des différents types de moteurs

Il existe 3 grandes familles de motorisation utilisables avec Arduino, chacune ayant ses avantages et ses inconvénients comme nous allons le voir :

- les **servo-moteurs** qui se subdivisent en :
  - servomoteurs standards (maintien de position entre 0° et 180°)
  - servomoteurs à rotation continue (rotation continue )
- les **moteurs à courant continu (dits CC)** avec :
  - les moteurs CC simple (rotation rapide)
  - les moto-réducteurs (rotation plus lente avec engrenage de force)
- les **moteurs dits « pas-à-pas »** (rotation à vitesse lente ou moyenne de précision – la trotteuse ) avec 2 technologies :
  - les moteurs pas à pas unipolaires
  - les moteurs pas à pas bipolaires

### A quel coût ?

Pour la plupart de ces moteurs, on en trouve neufs à partir de moins de 10€ pièce pour des modèles standards... et chaque gamme propose une grande variété avec des caractéristiques variées.

Mais **le véritable « coût » d'un moteur n'est pas, à mon avis, le prix du moteur individuel mais le prix de l'ensemble du matériel « interface + moteur » nécessaire pour l'utiliser.** En effet, dans la plupart des cas, il faudra un circuit électronique d'interface entre le moteur et la carte Arduino A titre indicatif, une interface moteur polyvalente coûtera dans les 15-20€.

**La bonne nouvelle : il existe un modèle de moteur utilisable en rotation continue dans les 2 sens et à vitesse variable sans interface à... 12€ pièce !**

**Suivez le guide !**

### Servomoteurs



standard



à rotation continue

### Moteurs et moto-réducteurs à courant continu



moteur CC



avec engrenages



moto-réducteur

### Moteurs « pas à pas »



moteur pas à pas

### 3. Panorama global des caractéristiques des moteurs utilisables avec Arduino

	Servomoteurs		Moteurs Courant Continu		Moteurs pas à pas	
	Standard	Rotation continue	Moteur CC	Moto-réducteur	Bipolaire	Unipolaire
Description	Boitier plastique avec pignon + 3 fils	Boitier plastique avec pignon + 3 fils	Moteur avec axe + 2 fils	Moteur avec engrenages + 2 fils	Moteur avec axe + 4 fils	Moteur avec axe + 4 fils
Type de mouvement	Position angulaire 0-180°	Rotation continue vitesse maxi moyenne	Rotation continue vitesse maxi rapide	Rotation continue vitesse maxi moyenne	> Positionnement angulaire par « crans » > ou Rotation continue vitesse maxi moyenne	
Brochage	3 broches : PWM servo (numérique) / V+ / 0V		2 broches : V+ et 0V, polarité indifférente, fixe le sens		4 broches : 2 par phase x 2 phases	5 broches : 1 commune et 1 par phase x 4 phases
Principe contrôle	Largeur impulsion entre 1ms et 2ms fixe la position	Largeur impulsion entre 1ms et 2ms fixe sens ET vitesse	> La polarité fixe le sens de rotation > impulsion PWM fixe la vitesse		Séquence de polarité V+ successive sur les 4 broches	
Caract. Mécaniques	180° ou 360°		2000 tr/min ou + Force en rotation lente	200 tr/min voire moins Force en rotation lente	100 tr/min – Force faible en rotation lente	
Caract. électriques	Tension = 5V voire 6V I alim = 100mA ou + I contrôle = 5mA		Tension entre 7 et 12V I alim de 200mA à 2000mA ou +		Tension entre 7 et 12V I alim de 200mA à 2000mA ou + par phase	
Maintien position hors tension	Blocage correct de la position courante		en « roue libre »	Blocage de la position courante	en « roue libre »	
Codage	Simple avec librairie Arduino Servo (1 broche par servo)		Simple via interface soit avec 2 broches PWM, soit 1 broche sens et 1 PWM vitesse		Simple avec la librairie Arduino Stepper en mode 2 ou 4 broches	
Interface	<b>AUCUNE. Circuit de connexion vite utile.</b> Jusqu'à 20 servos avec 1 carte Arduino ! Alim ext 5-6V si + de 3 servomoteurs		<b>OBLIGATOIRE : 1 « pont en H »</b> par moteur . Réalise adaptation tension, intensité + contrôle sens, vitesse		<b>OBLIGATOIRE : 2 « ponts en H »</b> par moteur . Réalise adaptation tension, intensité	
Alimentation	5V carte Arduino ou 5V reg ext voire 6V ext Vin / 2A ou+		Alim externe obligatoire 1 à 4A voire +		Alim externe obligatoire 1 à 4A voire +	
Prix unitaire	dès < 10€	dès < 12€	récup – neuf dès 5€	récup – neuf dès < 10€	récup - neuf dès 15€	récup – neuf dès 15€
Coût global unitaire	dès < <b>10€ / servo</b> +/- alim si + de 3	dès < <b>12€ /servo</b> +/- alim si + de 3	5€/mot + interf 7,5€/mot = <b>12,50€/mot</b> (pas réducteur) + alim ext 1 à 4A	10€/mot + interf 7,5€/mot = <b>17,50€/mot (25€ mini)</b> + alim ext 1 à 4 A	15€/mot + interf 12,5€/mot = <b>27,5€/moteur (36€ min)</b> + alim ext 1 à 4A	15€/mot + interf 1€/mot = 16€/mot min + alim ext 1 à 4A
Utilisation type	Tourelles, bras, hexapode	<b>Robot initiation low cost</b>	Hélice	Robot mobile 1Kg	Découpe numérique, CNC, Robot mobile	
Avantages	1 broche, pas interface	<b>1 broche sens ET vitesse</b>		<b>Force et blocage !</b>	Silencieux, précis	Silencieux, précis
Inconvénients	+/- Vibration	Peu courant ?	Bruit, intensité	intensité, bruit réduit	Force faible et pas blocage	Force faible et pas blocage

Purchased by Franck Ourion, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) #6280170

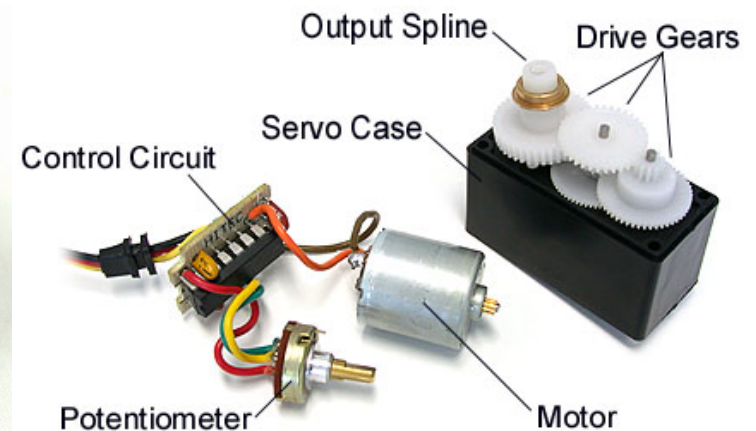
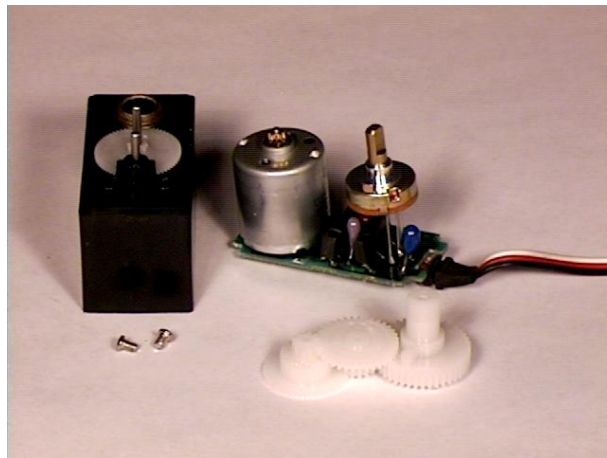
Atelier Arduino : Moteurs : introduction à l'utilisation des moteurs avec Arduino



#### 4. Servomoteurs : les servomoteurs standards : concrètement



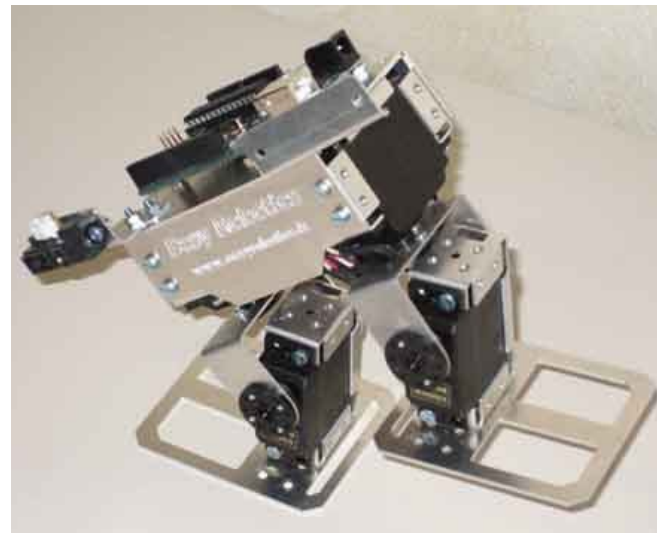
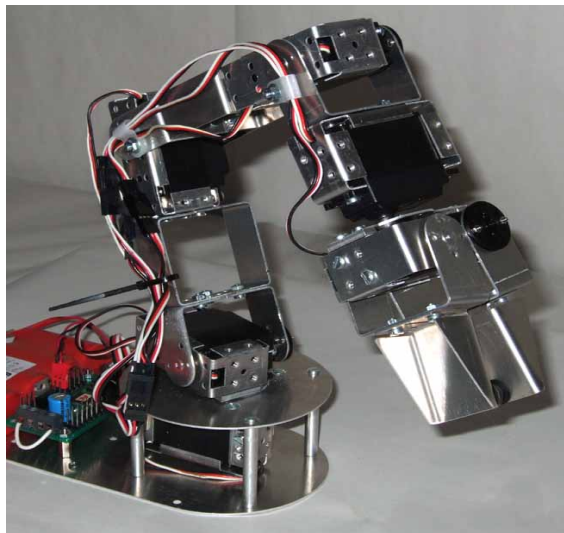
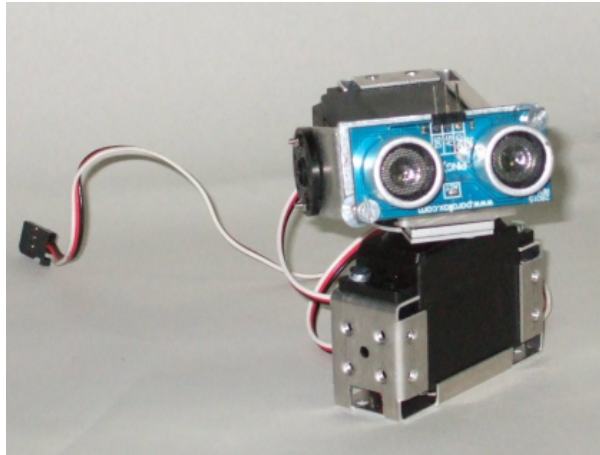
Servomoteur vu de l'intérieur (en pratique, on n'a pas besoin de le démonter... juste pour comprendre) :



## 5. Servomoteurs : les servomoteurs standards : exemples d'utilisation

Voici quelques exemples d'utilisation de servomoteurs contrôlés avec Arduino et basés sur une mécanique de chez <http://www.easyrobotics.fr/>

# EasyRobotics



**Une carte Arduino associée à une simple alimentation adaptée peut permettre de contrôler jusqu'à 20 servomoteurs à la fois !**

Purchased by Franck Ourion, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) #6280170

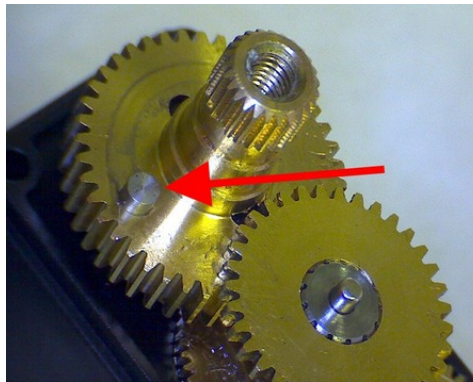
Atelier Arduino : Moteurs : introduction à l'utilisation des moteurs avec Arduino

## 6. Servomoteurs : les servomoteurs à rotation continue : concrètement

Les servomoteurs à rotation continue « prêts à l'emploi » sont plutôt rares bien que très pratiques : une référence utile, le So4NF de DGServo.



Certains servomoteurs standards peuvent être modifiés en servomoteurs à rotation continue...

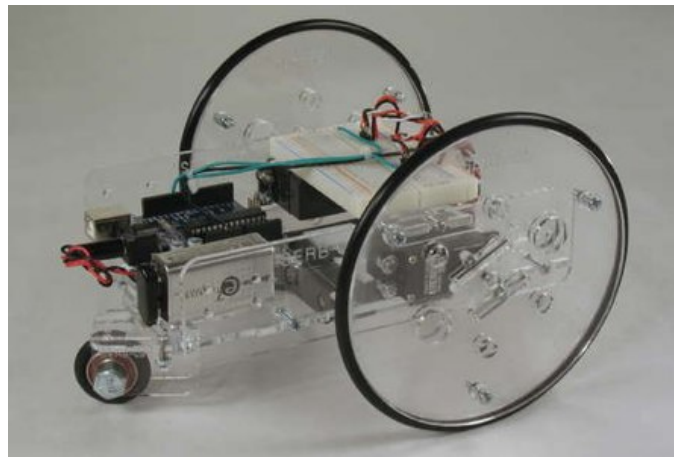


## 7. Servomoteurs : les servomoteurs à rotation continue : exemples d'utilisation

L'utilisation type des servomoteurs à rotation continue = réalisation d'un robot mobile d'initiation.

**Le très grand avantage des servomoteurs à rotation continue :**  
**permettre le contrôle de la vitesse ET du sens de rotation**  
**avec une seule broche de la carte Arduino**  
**et sans avoir besoin d'une interface supplémentaire !**

On dispose ainsi d'une base ultra-simple et low-cost permettant de contrôler la marche avant / arrière et tourne droite / gauche.





## 8. Les moteurs et moto-réducteurs à courant continu ou CC : concrètement

Les moteurs CC seuls : pas chers (dès 3-4€), tailles variées, mais peu utilisables « tel que » sauf pour les rotation rapides simples (plusieurs milliers tr/min - hélices)



Les moto-réducteurs (moteurs + engrenages) sont beaucoup plus utiles : vitesse de rotation réduite (centaines tr/min) et force de rotation importante.

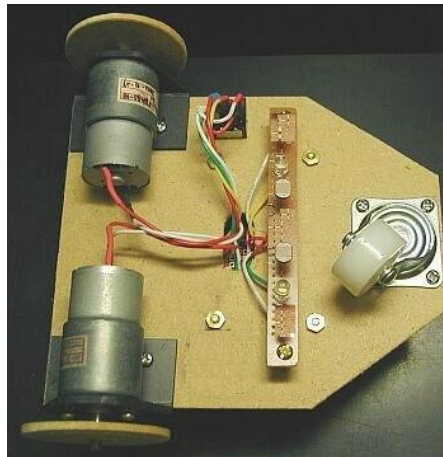
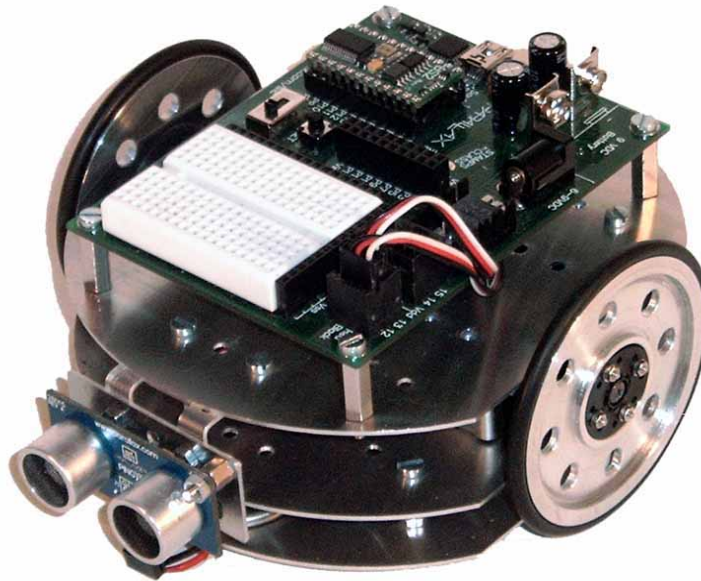


**Une difficulté souvent rencontrée lors la mise en oeuvre d'un moteur : réaliser une fixation simple...**

La gamme de moteur MFA, distribuée notamment par GoTronic, propose plusieurs modèles de moteurs et moto-réducteurs CC **avec support intégré.**

## 9. Les moteurs et moto-réducteurs CC : exemples d'utilisation

L'utilisation « type » des moteurs CC est la motorisation d'un robot mobile roulant

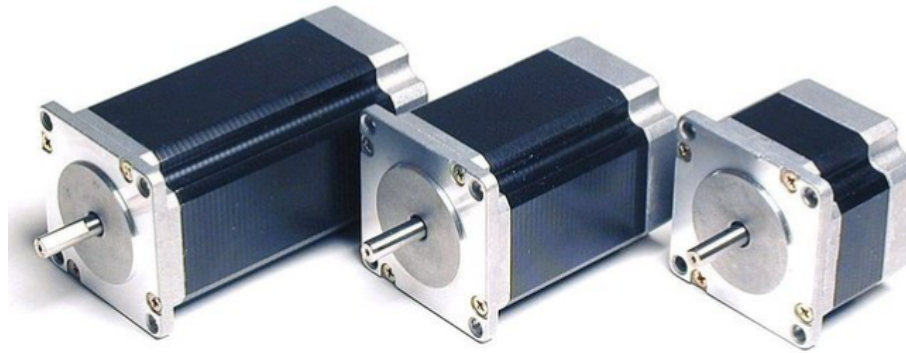


Purchased by Franck Ourion, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) #6280170

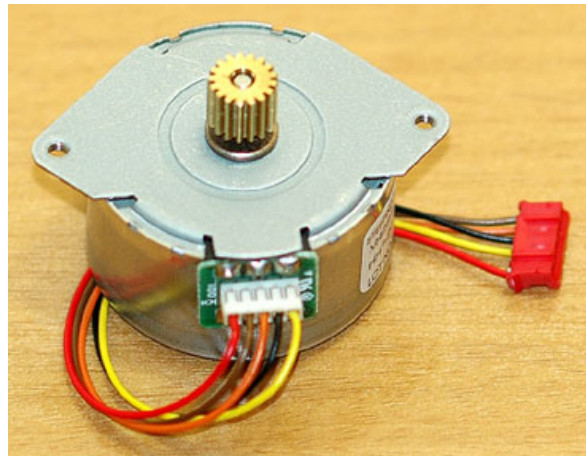
Atelier Arduino : Moteurs : introduction à l'utilisation des moteurs avec Arduino

## 10. Les moteurs pas à pas : concrètement

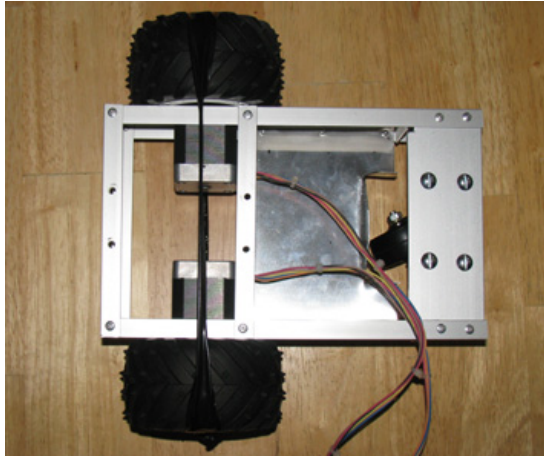
Les moteurs pas à pas existent en différentes tailles et puissance :



Les 2 types de moteurs pas à pas : unipolaires (5 fils de commande) et bipolaire (4 fils de commande)



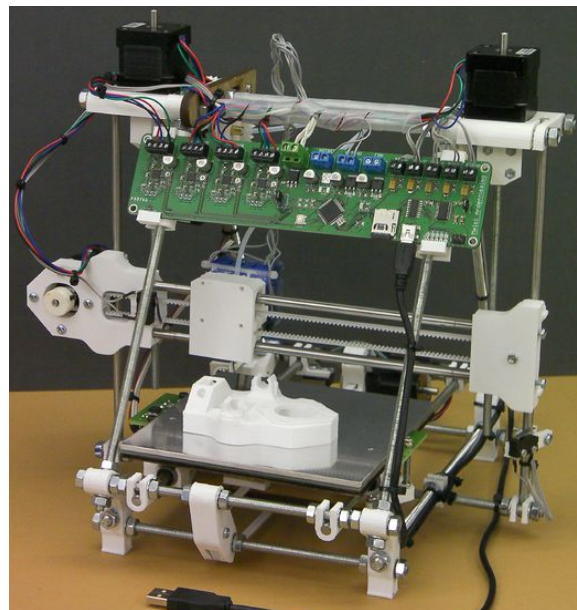
## 11. Les moteurs pas à pas : exemples d'utilisation



Châssis de robot mobile



Découpe et perçage CNC



Imprimante 3D

voir le projet open source RepRap : <http://reprap.org/>

Purchased by Franck Ourion, [franck.ourion@univ-lorraine.fr](mailto:franck.ourion@univ-lorraine.fr) #6280170

Atelier Arduino : Moteurs : introduction à l'utilisation des moteurs avec Arduino



## 12. Introduction aux interfaces de contrôle des moteurs : remarque préliminaire



Dans les pages qui suivent, je prends le temps de bien détailler l'utilisation de l'alimentation interne de la carte Arduino pour plusieurs raisons :

- pour vous apprendre à avoir le bon raisonnement technique et ne pas faire n'importe quoi...
- pour vous éviter de « griller » bêtement votre carte Arduino,
- pour n'utiliser une interface que lorsque cela est nécessaire, s'en passer lorsque cela est possible et donc éviter des dépenses inutiles,
- pour savoir et comprendre ce que vous faites lorsque vous utiliserez un circuit d'interface moteur.

Au final, avec un minimum de réflexion, vous sauverez rapidement quelques dizaines d'euros et vous vous ferez plaisir à moindre frais !

### 13. Rappel : Caractéristiques électriques d'une broche Numérique Arduino en sortie

Une broche numérique Arduino individuelle en sortie peut-être considérée **comme une « mini »-alimentation** :

- fournissant une tension de **5V régulé** au niveau HAUT et 0V au niveau BAS.
- pouvant fournir **au maximum 40mA** pour une seule broche en sortie.

Pour l'ensemble des broches numériques :

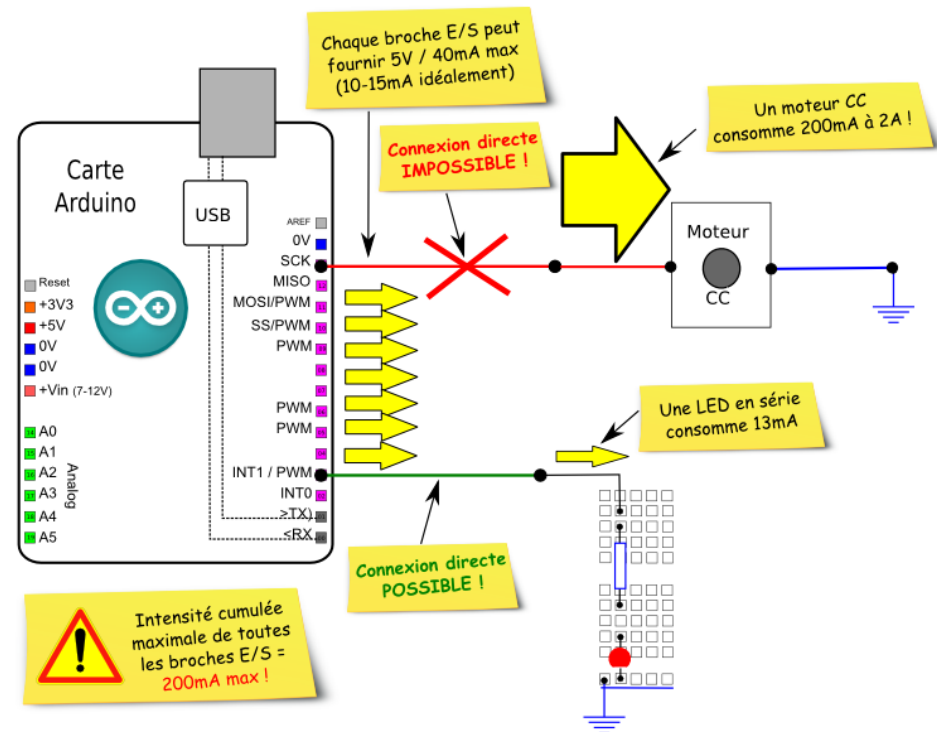
- **l'intensité maximale cumulée ne doit pas dépasser les 200mA.**
- Ainsi, pour éviter les soucis, dans l'hypothèse où l'on utilisera au maximum une 15aine de broches en sortie simultanément, considérer que l'on peut utiliser sans danger  $200\text{mA}/15 = 13\text{mA}$  / broche soit en pratique 10 à 15mA par broche.

**En pratique : considérer qu'une broche Arduino fournit 5V / 10-15mA**

Voici quelques exemples, pour se faire une idée de ce que l'on peut connecter directement sur une broche numérique d'une carte Arduino en sortie :

- une broche d'un autre CI numérique consommera dans les 1 mA, => **connexion directe POSSIBLE !**
- une LED en série avec sa résistance consommera dans les 10-20mA selon la résistance utilisée, => **connexion directe POSSIBLE !**
- la broche de commande d'un servomoteur consommera dans les 5mA, => **connexion directe POSSIBLE !**
- un moteur CC consommera dans les 250mA => **connexion directe IMPOSSIBLE !** (Dans ce cas, on devra utiliser une interface de puissance comme nous le verrons)

**En pratique : TOUJOURS se demander « quelle intensité va être utilisée ? »**



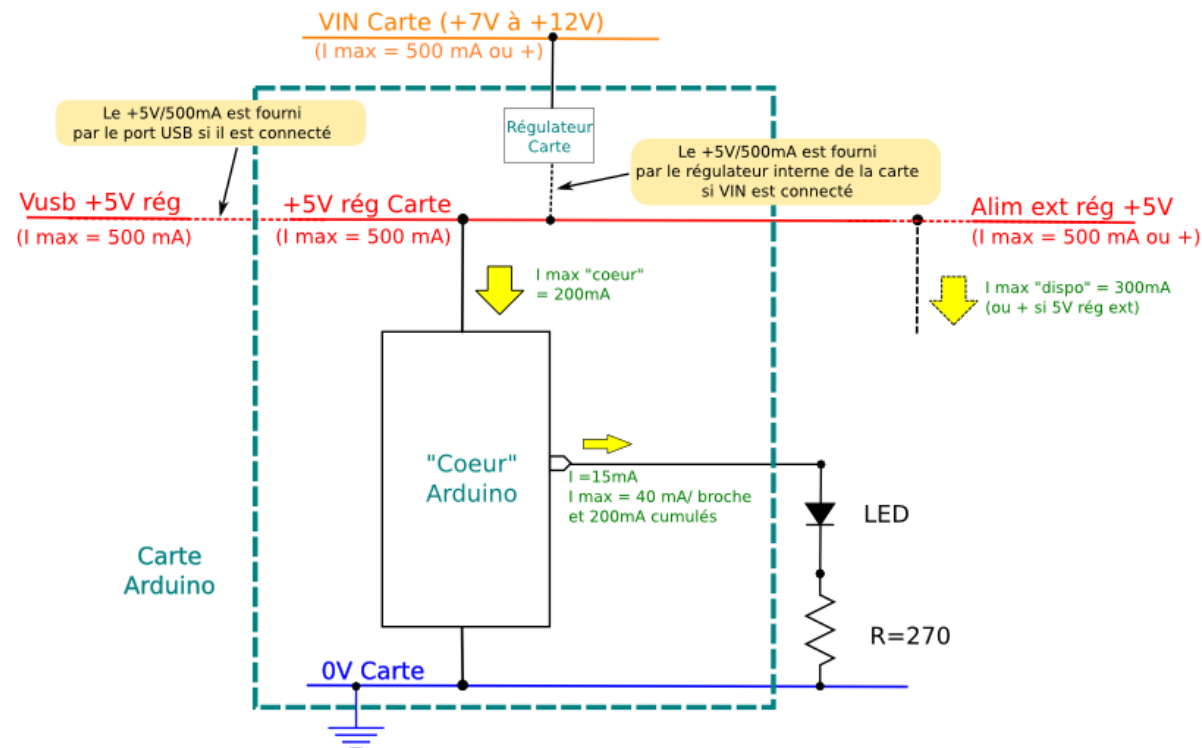
## 14. Technique : l'alimentation de la carte Arduino

Lorsque l'on utilise un moteur, il est essentiel d'avoir toujours à l'esprit les notions d'intensité et de tension de la carte Arduino. Comme on l'a déjà vu, la carte Arduino intègre une alimentation interne régulée de **5V rég / 500mA** :

- soit en provenance du port USB
- soit à partir de l'alimentation Vin 7-12V / 500mA (ou +)

Il est essentiel de distinguer :

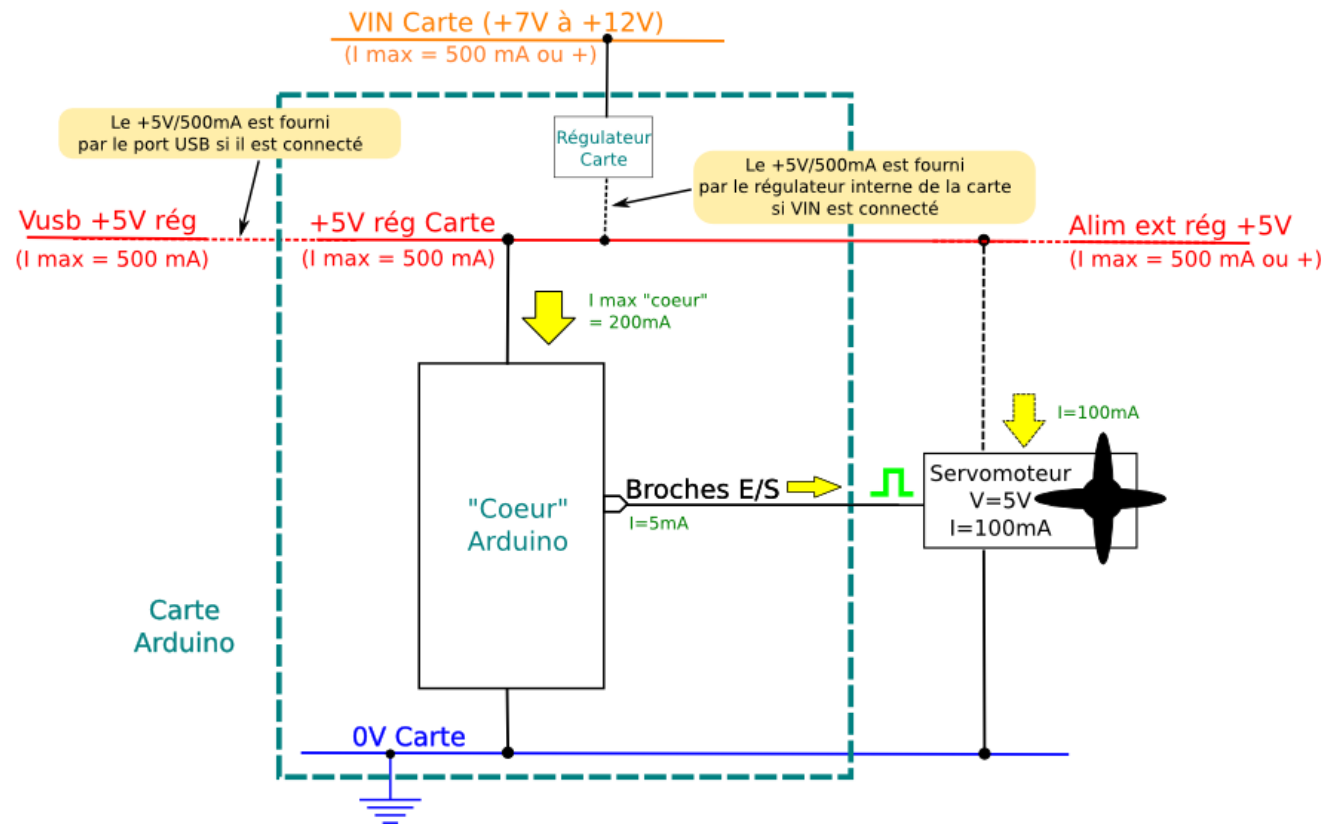
- **l'intensité maximale (200mA) que peut fournir le « coeur »** de la carte Arduino et limité à **40mA par broche** en sortie mais **200mA maximum** pour l'ensemble des broches réunies. Une LED en série avec une résistance utilisera par exemple 15mA fournis par le « coeur » Arduino.
- **l'intensité maximale (500mA) que peut fournir l'alimentation +5V régulé/500mA**. Cette alimentation de +5V/500mA de la carte Arduino peut également être mise en parallèle avec une alimentation externe +5V régulée au besoin.
- **On dispose donc de 300mA supplémentaires maxi pour alimenter des dispositifs 5V directement à partir de l'alimentation de la carte Arduino (mais pas à partir des broches !!)**



## 15. Servomoteurs : les servomoteurs standards : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

On connecte :

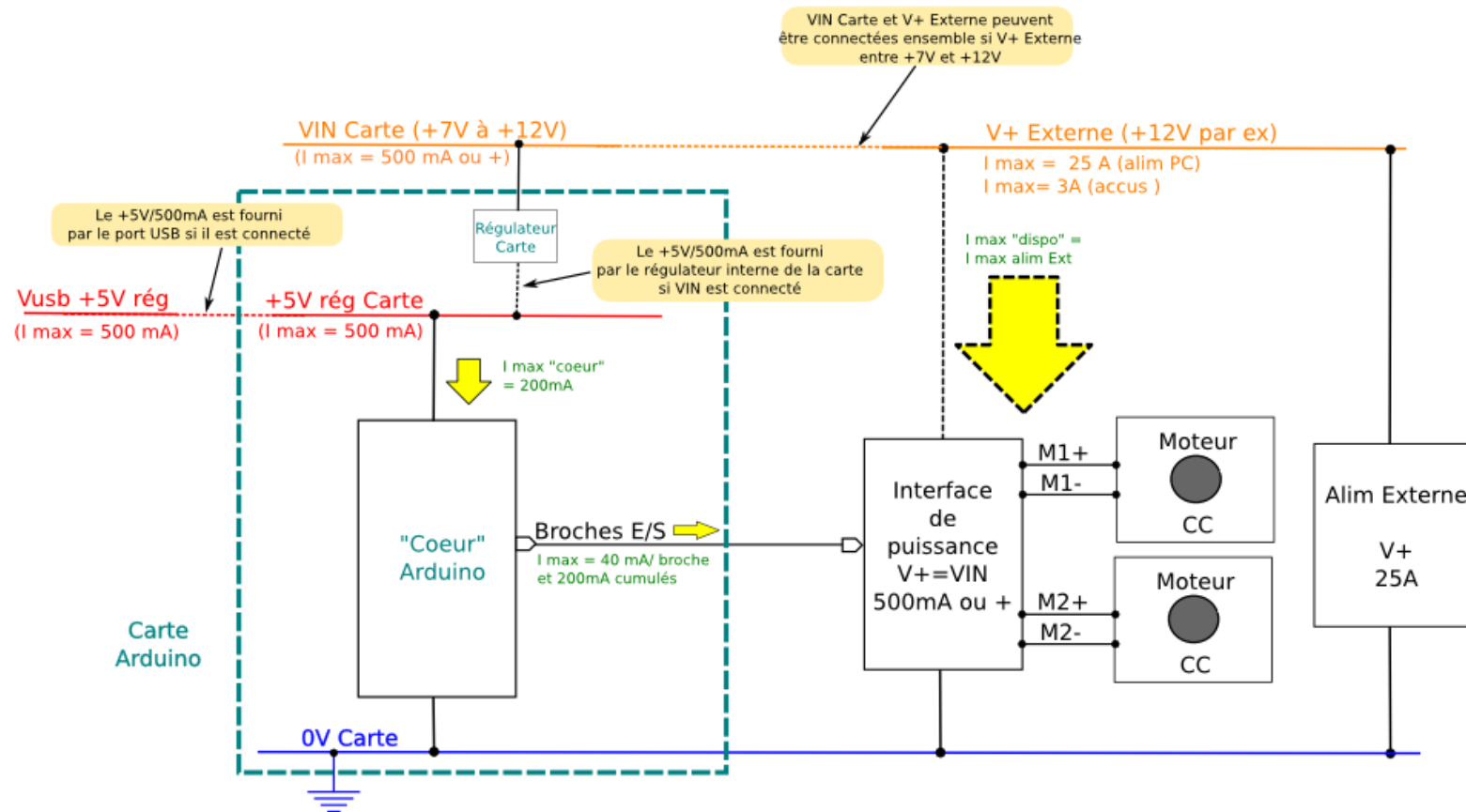
- le + (fil rouge) et le - (fil noir) respectivement au +5V et au 0V de la carte Arduino
- le fil de commande (fil blanc) à une broche numérique en sortie de la carte Arduino.



## 16. Les moteurs et moto-réducteurs CC : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

Pour utiliser un moteur ou un moto-réducteur CC avec une carte Arduino, l'utilisation d'une carte d'interface est OBLIGATOIRE !

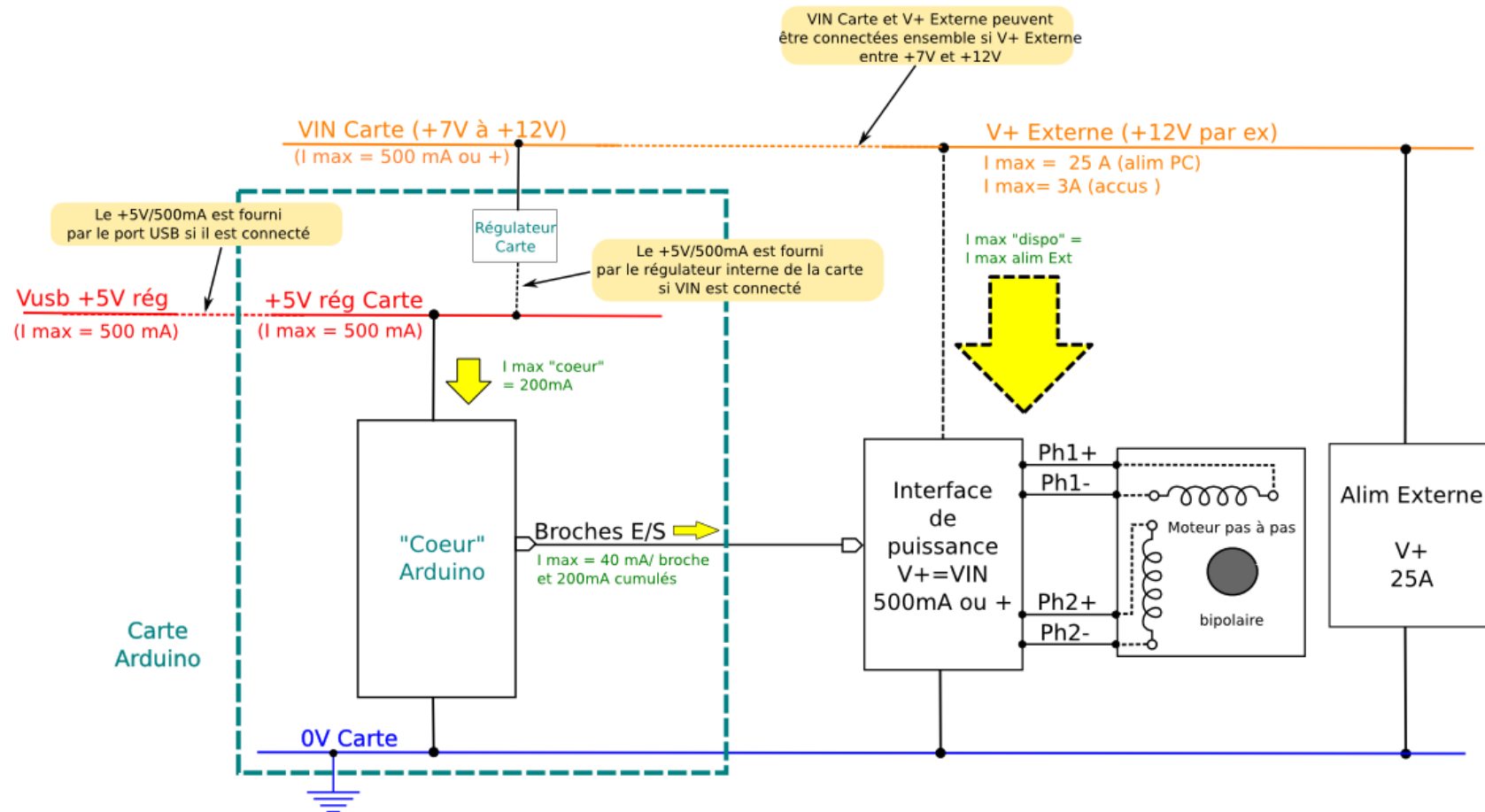
Bien noter le triple rôle de l'interface : adaptation en tension et en intensité ainsi que le contrôle du sens.



## 17. Les moteurs pas à pas bipolaires : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

On connecte :

- la phase 1 sur la sortie du 1er « pont en H »
- la phase 2 sur la sortie du 2ème « pont en H »



## 18. Présentation des circuits d'interface pour moteurs CC ou pas à pas

### Les interfaces de moteurs

- Encore une fois, vous devez vous dire qu'un circuit comme ça, ça doit coûter un max... Et bien pas tant que ça... Il existe des circuits intégrés double « Pont en H » pour quelques euros : notamment le L293D ou encore le L298.
- Ces circuits seuls ne sont pas très faciles à utiliser seuls (ils nécessitent des composants externes) et ils sont donc intégrés dans des cartes d'extension (ou shields) utilisables avec Arduino pour un coût de l'ordre de 15-20€.

### Deux exemples de CI double « pont en H »

- La plupart des interfaces de contrôle de moteurs utilisées avec Arduino sont basées autour de 2 circuits double « Pont en H » très utilisés.
- Le L293 est un CI double « pont en H » de **puissance modérée** :
  - en boîtier DIL, de l'ordre de 3€
  - permettant de contrôler 2 moteurs CC ou 1 moteur pas à pas bipolaire (on verra ça plus tard)
  - capable de fournir **600mA** par moteur (1,2A en pic)
  - sous une tension de 5 à 36V
- Le L293 est un CI double « pont en H » de **puissance élevée** :
  - en boîtier MultiWatt ou SOC, de l'ordre de 6€
  - permettant de contrôler 2 moteurs CC ou 1 moteur pas à pas bipolaire
  - capable de fournir **2000mA** par moteur (3A en pic)
  - sous une tension de 7 à 46V



- Il en existe pleins d'autres qui fonctionnent sur le même principe, mais ce sont les 2 plus importants à connaître en pratique.

### Les cartes et shields d'interface pour moteurs CC

- En pratique, il est plus simple d'utiliser des petites cartes électroniques toutes prêtes qui vont intégrer tous les composants externes nécessaires ainsi que les borniers à vis.
- On peut utiliser avec Arduino :
  - des shields, enfichables broche à broche sur la carte Arduino
  - des cartes électroniques autonomes

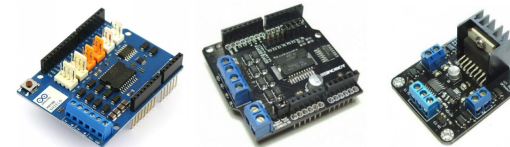
### Exemples de cartes d'interfaces à base de L293 x1

- Ces cartes permettent de contrôler **2** moteurs CC ou 1 moteur pas à pas bipolaire.



### Exemples de cartes d'interface à base de L298 x1

- Ces cartes permettent de contrôler **2** moteurs CC ou 1 moteur pas à pas bipolaire.



### Exemples de cartes d'interfaces à base de L293 x2

- Ces cartes permettent de contrôler **4** moteurs CC ou 1 moteur pas à pas bipolaire.



### Principe d'utilisation avec Arduino

- Selon les modèles, ces interfaces disposeront : soit d'une **broche de direction + une broche de vitesse** (PWM) par moteur, soit de **deux broches contrôlant chacune un sens et la vitesse (PWM) dans ce sens** par moteur

## **19. Quelques liens intéressants**

- Fournisseur de moteurs de tous les types : [www.Gotronic.fr](http://www.Gotronic.fr)
- Fournisseur de mécanique pour servomoteur et robotique amateur : [www.easyrobotics.fr](http://www.easyrobotics.fr)
- Fournisseur d'interface moteurs CC pour Arduino : <http://shop.snootlab.com/>

## **20. Conclusion de cette introduction aux moteurs utilisables avec Arduino**

**Il ne s'agissait ici que de donner une vue d'ensemble rapide des possibilités.  
Dans les ateliers suivants, nous rentrerons dans le détail de la mise en oeuvre  
pour chaque type de motorisation avec exemples de montage et de code.**



# Table des matières

Moteurs : Introduction à l'utilisation des moteurs avec une carte Arduino.

Intro

Vue d'ensemble des différents types de moteurs

Panorama global des caractéristiques des moteurs utilisables avec Arduino

Servomoteurs : les servomoteurs standards : concrètement

Servomoteurs : les servomoteurs standards : exemples d'utilisation

Servomoteurs : les servomoteurs à rotation continue : concrètement

Servomoteurs : les servomoteurs à rotation continue : exemples d'utilisation

Les moteurs et moto-réducteurs à courant continu ou CC : concrètement

Les moteurs et moto-réducteurs CC : exemples d'utilisation

Les moteurs pas à pas : concrètement

Les moteurs pas à pas : exemples d'utilisation

Introduction aux interfaces de contrôle des moteurs : remarque préliminaire

Rappel : Caractéristiques électriques d'une broche Numérique Arduino en sortie

Technique : l'alimentation de la carte Arduino

Servomoteurs : les servomoteurs standards : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

Les moteurs et moto-réducteurs CC : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

Les moteurs pas à pas bipolaires : schéma électrique type d'utilisation avec Arduino

Présentation des circuits d'interface pour moteurs CC ou pas à pas

Quelques liens intéressants

Conclusion de cette introduction aux moteurs utilisables avec Arduino

**Bravo !**  
vous avez terminé cet atelier Arduino !



Prêt pour la suite ? Retrouvez de nombreux autres thèmes d'ateliers Arduino ici :

[http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki\\_mon\\_club\\_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERS](http://www.mon-club-elec.fr/pmwiki_mon_club_elec/pmwiki.php?n=MAIN.ATELIERS)