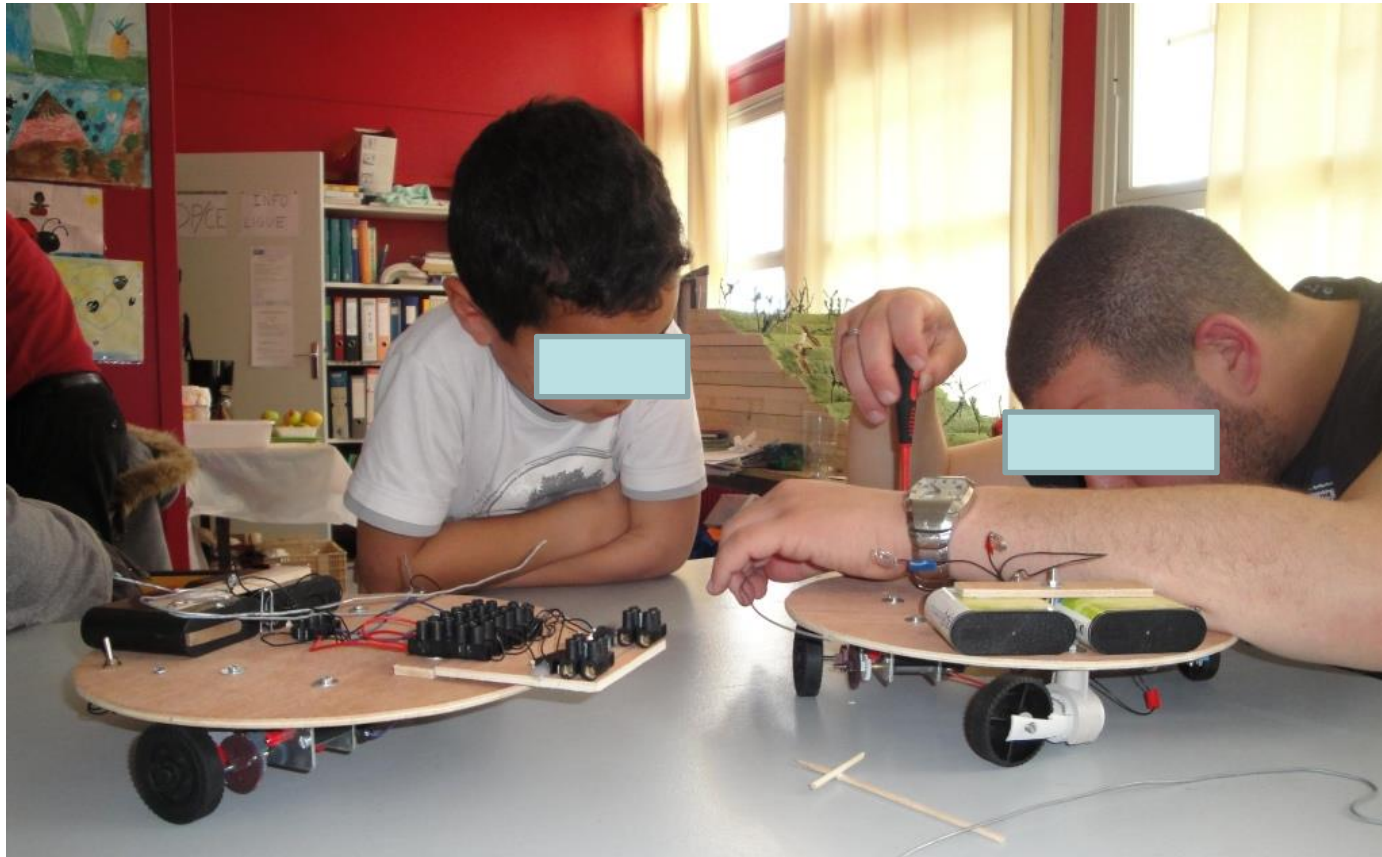
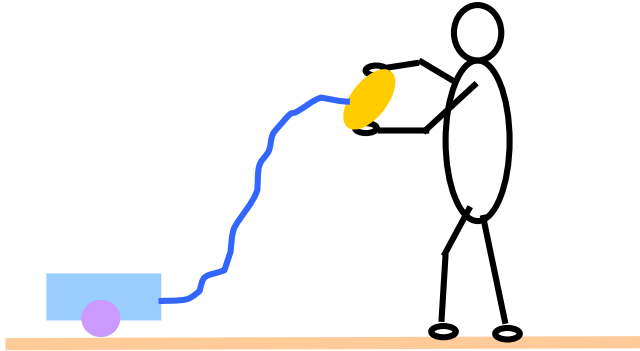


ACTIVITES ROBOTIQUE



But de l'activité

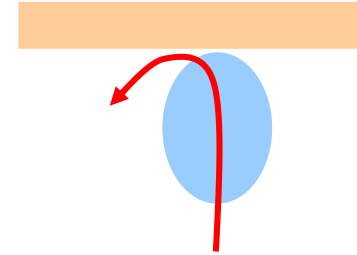


Réalisation d'une plateforme agile filoguidée

- marche avant / arrière
- tournant sur elle-même

→ servira de base pour réaliser un robot autonome

➔ Vous pourrez emporter le robot autonome chez vous



Réalisation d'un véhicule autonome

- capable d'éviter les obstacles

Introduction

Le mot robotique fait rêver.

Les robots sont souvent présents dans les films de science fiction où ils apparaissent parfois aussi intelligents que les humains....

Probablement beaucoup parmi vous seront confrontés à ces fameux robots. Peut-être certains d'entre vous travailleront dans le domaine de la robotique et inventeront de prodigieux esclaves mécaniques. On espère d'ailleurs qu'ils resteront toujours nos esclaves...

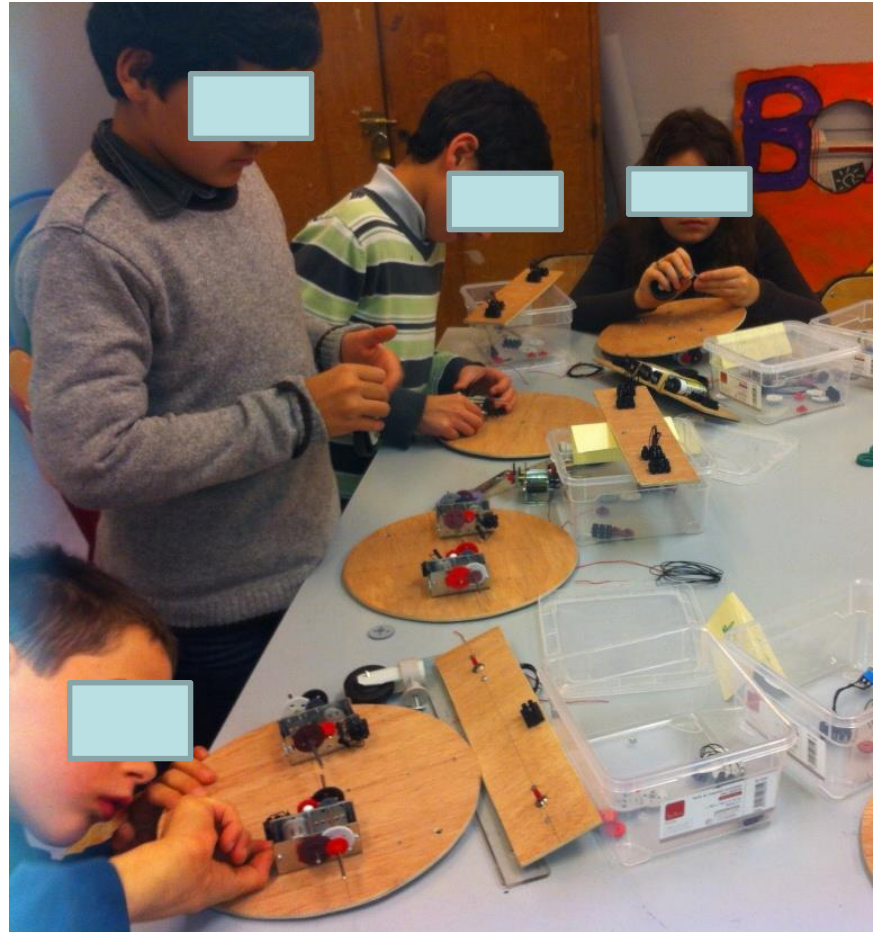
En attendant, vous allez faire vos premiers pas en robotique en construisant d'abord un robot filoguidé. Ce robot filoguidé aura besoin de vos yeux et de votre cerveau pour éviter les obstacles... il ne sera pas très autonome !

Ensuite, vous couperez le fil... et votre robot gagnera en autonomie... Il n'aura plus besoin de vous pour éviter les obstacles !

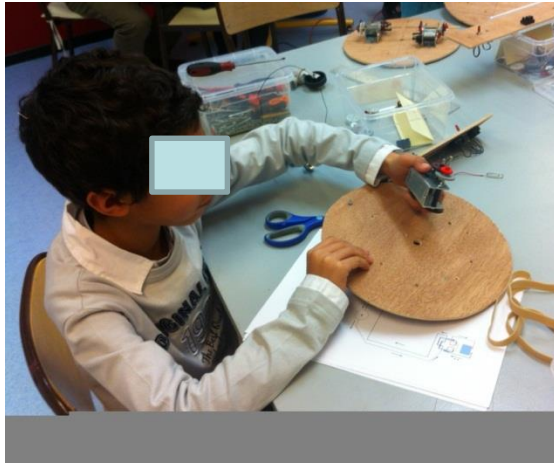
Au cours de ces activités vous apprendrez des notions de mécanique et d'électricité qui sont également utiles dans bien d'autres domaines.

Mais d'abord, avant de voir où en sont les robots actuels...quelques photos souvenir...

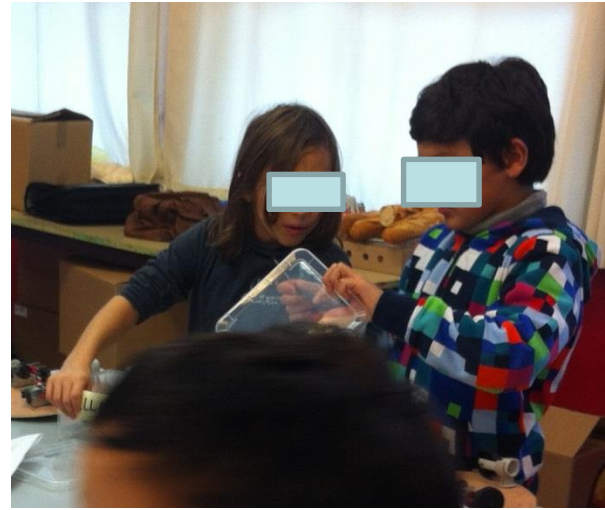
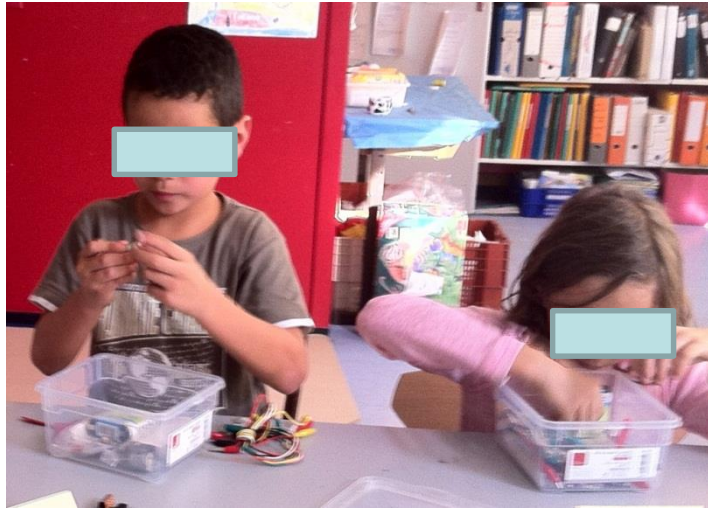
Quelques photos souvenir (année 2012 / 2013)



Quelques photos souvenir (année 2012 / 2013)



Quelques photos souvenir (année 2012 / 2013)



Quelques photos souvenir (année 2012 / 2013)

Quand je revois ces photos, je constate combien vous avez été intéressés par ces activités scientifiques. Vous avez été capables de vous engager sur presque 15 séances, ce qui est remarquable !

J'espère que vous garderez longtemps votre enthousiasme et le goût pour les sciences. Notre pays aura toujours besoin de citoyens formés aux sciences. Que vous soyez maçon, électricien, technicien ou ingénieur vous utiliserez les découvertes scientifiques accumulées depuis des millénaires. Et si vous devenez chercheur, alors vous ferez progresser à votre tour les sciences en découvrant les lois du monde qui nous entoure.

Je garderai un excellent souvenir de votre groupe, même si parfois c'était très animé.....

Et maintenant revenons à nos robots....

Les robots

Différents types de robots (1/2):



Robots industriels (peinture / soudure)

→ ils font des gestes répétitifs

→ en général, ils ne s'adaptent pas (si on change la forme des pièces à souder, ils font des bêtises...)

Les robots

Les robots les plus répandus aujourd'hui:

Ce sont souvent des robots industriels programmés pour effectuer des tâches répétitives. On en rencontre sur les chaînes d'assemblage des voitures (robots soudeurs par exemple). Ils ne sont pas capables de s'adapter aux changements.

Mais au fait, d'où vient le mot robot ?

Le mot robot vient du Tchèque **robota**, travail forcé. Ce mot apparaît pour la première fois en 1920, dans une pièce de théâtre pour désigner un être à l'apparence humaine capable d'effectuer toutes les tâches humaines. Un esclave mécanique en quelque sorte... C'est parfaitement le cas des robots soudeurs de l'industrie !

Un robot plus évolué, capable de s'adapter au changement, est constitué de:

- capteurs qui lui permettent de percevoir son environnement
- moteurs qui lui permettent de bouger et d'agir sur l'environnement
- un ordinateur qui contrôle ce que fait le robot en fonction de l'environnement

Les robots

Différents types de robots (2/2):



Course de voitures robot



Robot marcheur tout terrain

→ Ces robots sont en partie autonomes et s'adaptent au terrain

Les robots

Les robots peuvent-ils être totalement autonomes ?

Oui, c'est possible en partie.

Sur la photo de gauche on voit l'arrivée d'une course de voitures sans pilote organisée aux états unis par la DARPA. Ces voitures savent se déplacer sur la route en évitant les obstacles non prévus à l'avance.

Un autre exemple moins connu est BIG DOG (photo de droite). C'est sans doute le robot marcheur le plus évolué. Il s'adapte de façon spectaculaire à tous les terrains. Il est totalement autonome pour marcher même quand le sol est recouvert de cailloux, de neige et même de glace !

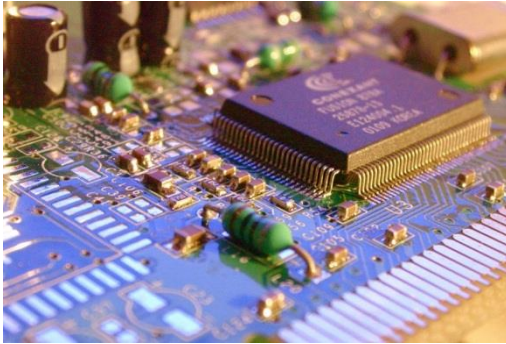
(→ voir la video sur <http://www.bostondynamics.com/>)

Sont-ils cependant totalement autonomes ? Non car ce sont les hommes qui décident de l'endroit où ils doivent aller... Les humains ont encore un peu d'avance...

Et notre plateforme filoguidée ?

Elle sera nos bras et nos jambes (actuateurs) et bénéficiera de nos yeux (capteurs) et de notre cerveau (organe de décision). Finalement, elle ne sera pas la moins performante....grâce à notre cerveau qui est capable de décider du but à atteindre....

La robotique: un carrefour de techniques



La robotique: un carrefour de techniques

Les robots en général:

Nous avons vu qu'un robot évolué doit être capable d'interagir avec le milieu qui l'entoure. Pour cela, il doit être muni de capteurs pour s'informer du milieu. De plus, s'il veut avoir un comportement adapté au milieu, il doit prendre de bonnes décisions en fonction de l'information fournie par les capteurs.

On voit donc que beaucoup de disciplines techniques ou scientifiques doivent être utilisées:

- la mécanique (roues, bras, jambes, actionneurs...)
- l'électricité et les technologies des sources d'énergie (piles, batteries...)
- L'électronique pour réaliser les capteurs qui lui permettront de connaître l'environnement (contacts sensibles, caméras, détecteurs de bruit, d'odeurs....)
- l'informatique pour fabriquer le « cerveau » qui lui permettra d'analyser les signaux venant des capteurs d'environnement, puis de calculer une réponse adaptée.

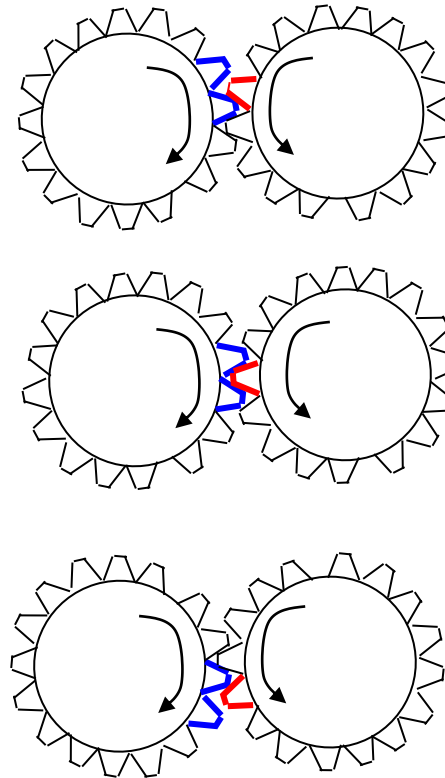
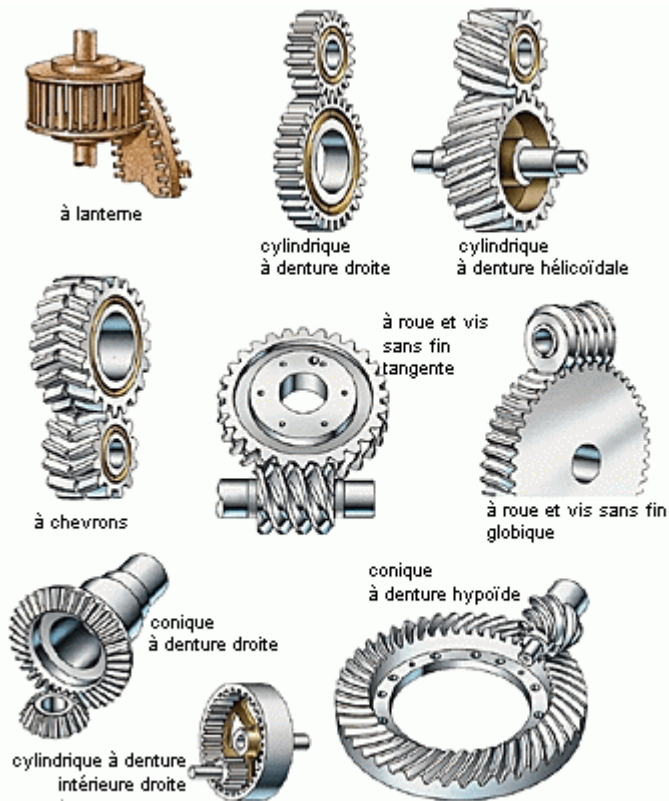
Et notre robot ?

Il va utiliser une partie de ces disciplines:

- la mécanique, qui lui permettra de se déplacer
- l'électricité, qui lui fournira l'énergie
- l'électromécanique qui lui fournira des capteurs simples ainsi qu'un « cerveau » élémentaire...

Mécanique: les engrenages

Principe des engrenages (1/2):



→ Avec les engrenages, c'est dent pour dent !

Mécanique: les engrenages

Les engrenages sont constitués de plusieurs roues dentées qui sont en contact par leurs dents. On dit qu'elles s'engrènent.

Leur but est essentiellement de transformer les mouvements de rotation sans perdre d'énergie par frottement. Il en existe de très nombreuses sortes comme vous pouvez voir sur l'illustration de gauche.

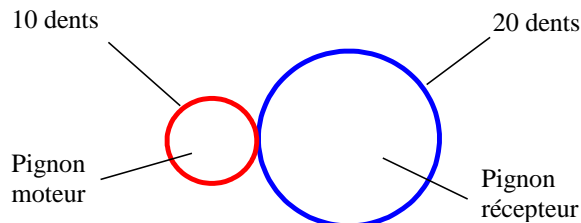
Ils sont au coeur des boîtes de vitesse de toutes les voitures. Il y a souvent beaucoup de technique et de savoir-faire dans ces engrenages. Souvent, afin de réduire les frottements mécaniques, ils baignent dans l'huile. Par exemple les engrenages des boîtes de vitesse sont entourés d'un carter étanche qui contient l'huile pour la lubrification.

Dans notre projet robotique, on va utiliser des engrenages très simples comme ceux représentés sur le schéma de droite.

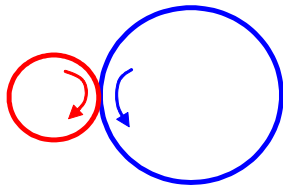
Quand une roue dentée tourne, les dents en contact se repoussent, obligeant l'autre roue dentée à tourner aussi d'une dent. Il y a donc un échange de mouvement entre les deux roue dentées qui se fait dent par dent.

Mécanique: les engrenages

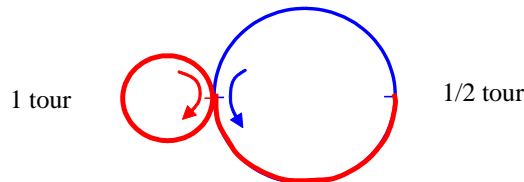
Principe des engrenages (2/2):



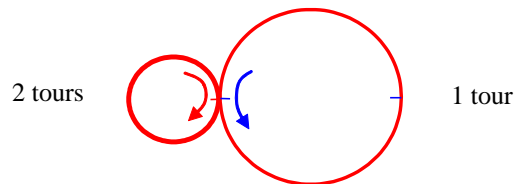
→ Le petit pignon moteur va échanger ses 10 dents contre les 20 dents du grand pignon récepteur



→ Les dents s'échangent une par une



→ quand le petit pignon a fait 1 tour, le grand pignon a fait $\frac{1}{2}$ tour. Il faudra 2 tours du petit pignon pour 1 tour du grand pignon



→ Dans cet exemple, le rapport de réduction vaut 2: la vitesse de rotation du grand pignon récepteur est divisée par 2

Mécanique: les engrenages

Le Schéma présenté parle de lui-même.

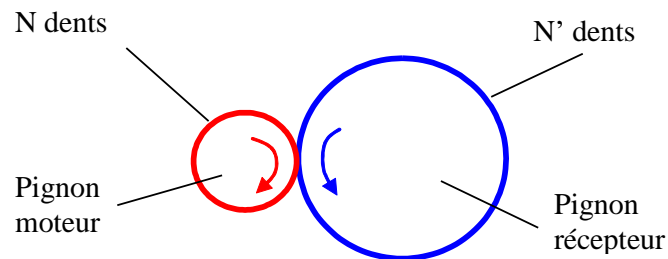
Comme l'échange de mouvement entre les deux roues dentées se fait dent par dent, il suffit de compter les dents de chaque roue pour comprendre ce qui se passe. Au « jeu du dent pour dent », c'est la petite roue qui doit faire le plus de tours.

Ce qui est transformé, c'est la vitesse de rotation des roues dentées. Cette vitesse de rotation s'exprime par exemple en tours par minute. Dans une voiture, si vous regardez le compte tours, vous verrez que la vitesse de rotation de l'arbre moteur peut atteindre quelques milliers de tours / minute.

Cette vitesse de rotation de l'arbre moteur est ensuite réduite par les engrenages de la boîte de vitesse avant d'être transmise aux roues.

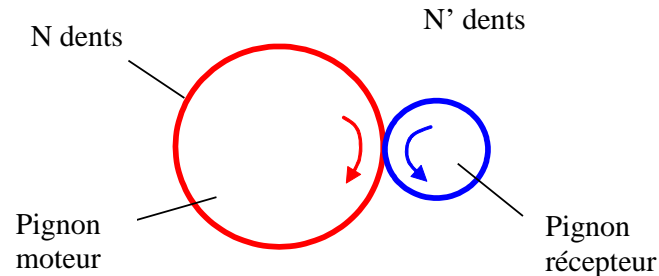
Mécanique: les engrenages

Rapport de réduction / Rapport de multiplication:



→ Le pignon récepteur tourne moins vite que le pignon moteur

→ Rapport de **réduction** est de N'/N sur l'exemple



→ Le pignon récepteur tourne plus vite que le pignon moteur

→ Rapport de **multiplication** est de N/N' sur l'exemple

Mécanique: les engrenages

Ici aussi le schéma parle de lui-même.

Dans tous les cas, quand deux roues dentées s'engrènent, c'est celle avec le plus grand nombre de dents qui tourne le plus lentement. Et la plus petite qui tourne le plus vite.

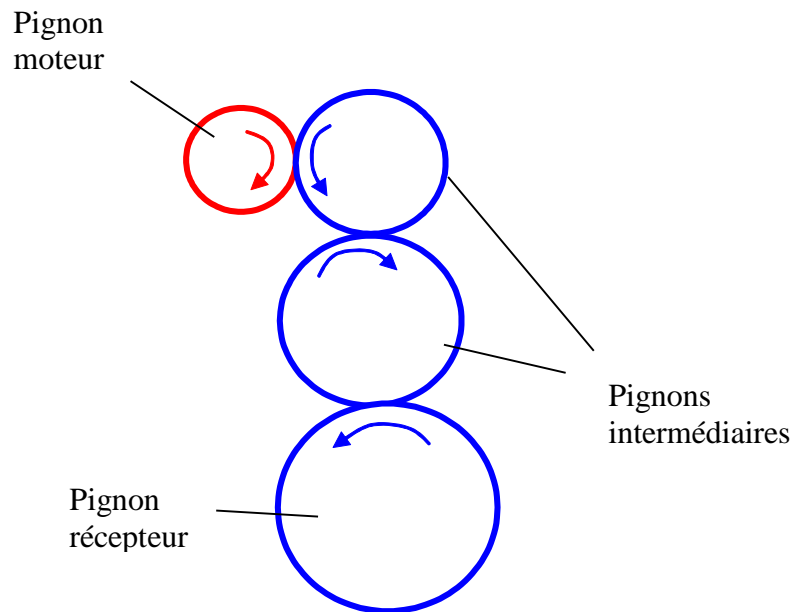
Ainsi, si la plus grande roue est située sur l'arbre moteur, la plus petite sera sur l'arbre récepteur qui tournera donc plus vite que l'arbre moteur. On aura réalisé une multiplication de la vitesse de rotation.

Lorsque c'est la petite roue dentée qui est sur l'arbre moteur et la plus grande sur l'arbre récepteur, alors l'arbre récepteur tourne moins vite que l'arbre moteur. On a réalisé un réducteur. C'est ce que fait fondamentalement la boîte de vitesse d'une voiture.

Dans tous les cas, le rapport de réduction ou de multiplication est le rapport (division) du nombre de dents des roues dentées.

Mécanique: les engrenages

Train d'engrenages:



→ Plusieurs roues dentées qui s'engrènent les unes avec les autres constituent un train d'engrenages

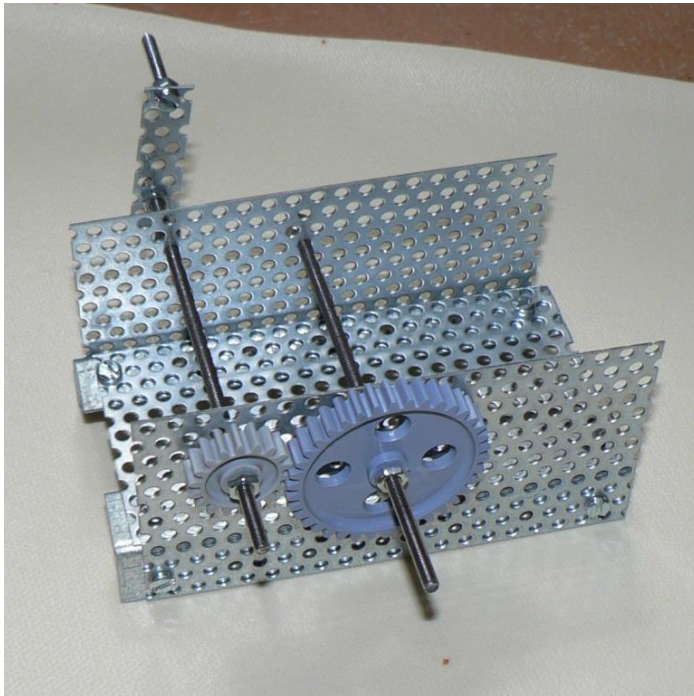
Mécanique: les engrenages

Généralement, afin d'obtenir des rapports de réduction ou de multiplication importants, on utilise plusieurs roues dentées intermédiaires, entre arbre moteur et arbre récepteur.

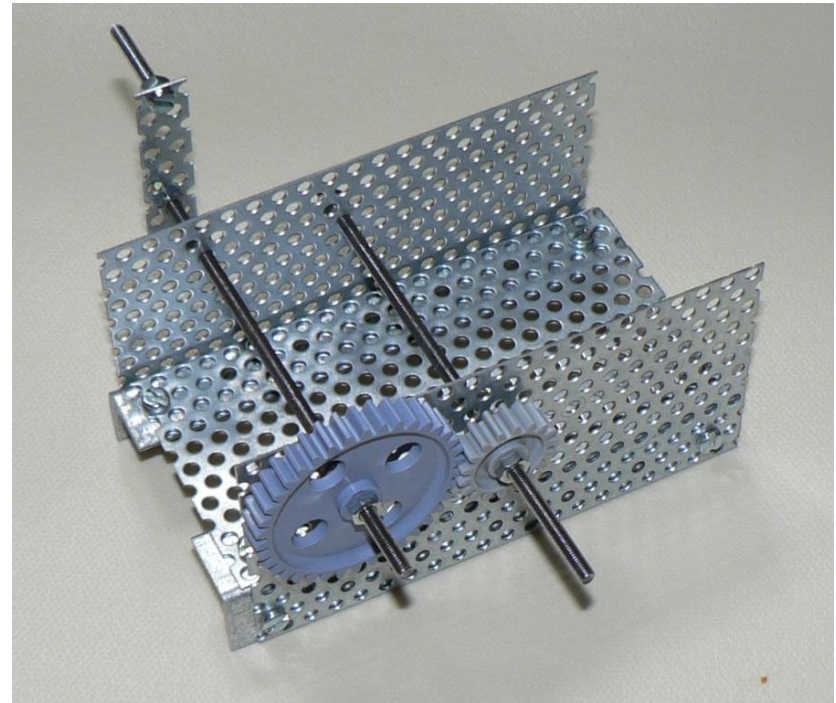
On appelle cela un train d'engrenages. On en trouve bien sûr dans les boîtes de vitesse des voitures mais surtout dans les boîtes de vitesse de tracteurs où les rapports de réduction doivent être importants. En effet, l'arbre moteur d'un tracteur tourne à quelques milliers de tours par minute, alors que ses roues tournent à quelques tours par minute.

Mécanique: réaliser un engrenage

Deux montages avec le kit « engrenages »:



Montage réducteur



Montage multiplicateur

Mécanique: réaliser un engrenage

Mise en pratique:

A l'aide du kit « engrenages » qui vous a été fourni, vous avez réalisé deux montages:

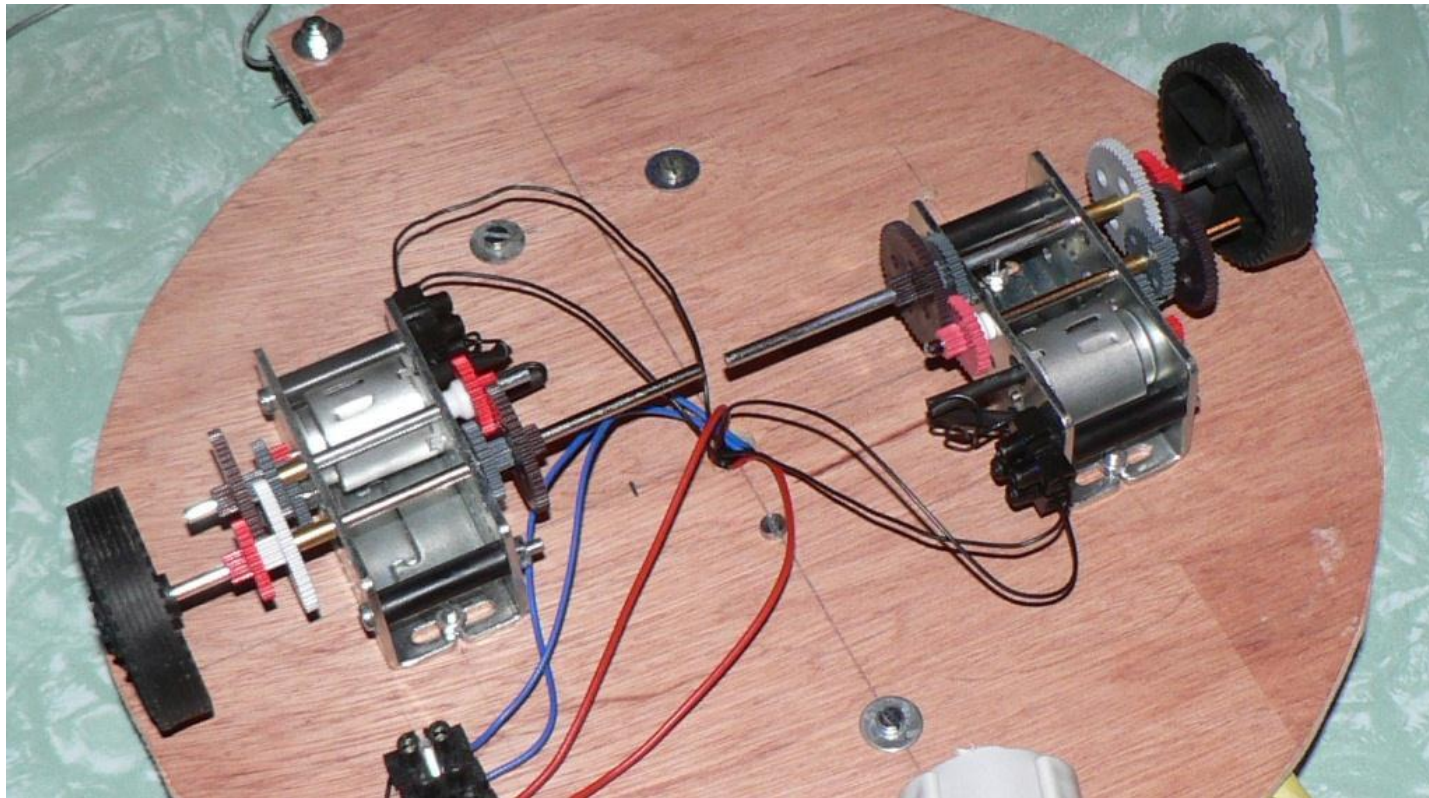
- Un montage réducteur: l'arbre moteur (ou axe moteur) est constitué par la manivelle que vous tournez à la main. Une petite roue dentée communique sa rotation à la grande roue dentée montée sur l'arbre récepteur (ou axe récepteur). L'arbre récepteur tourne moins vite que l'arbre moteur.
- Un montage multiplicateur: l'arbre moteur (ou axe moteur) est constitué par la manivelle que vous tournez à la main. Une grande roue dentée communique sa rotation à la petite roue dentée montée sur l'arbre récepteur (ou axe récepteur).

Comment déterminer le rapport de réduction ou de multiplication ?

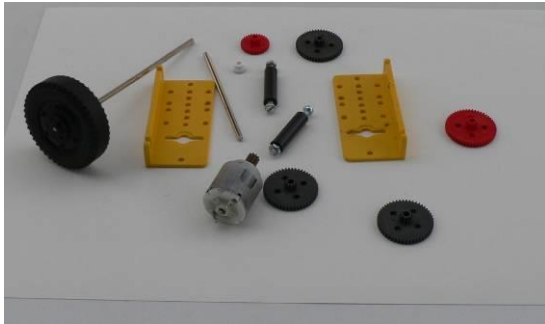
- En comptant les nombres de dents des deux roue dentées, puis en divisant le plus grand par le plus petit
- en faisant un trait sur les deux roues dentées et en comptant le nombre de tours que fait la petite roue pendant que la grande roue fait un tour

Mécanique: montage du motoréducteur

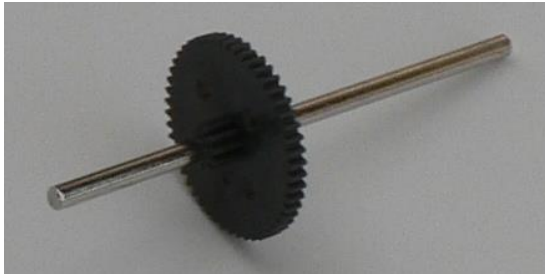
Le petit robot utilise deux motoréducteurs:



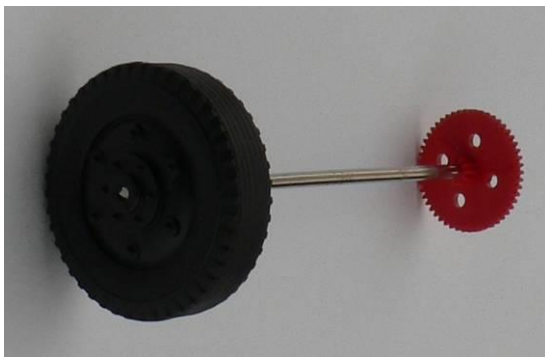
Mécanique: montage du motoréducteur



Voici l'ensemble du kit OPITEC qui permet de réaliser un moto-réducteur.

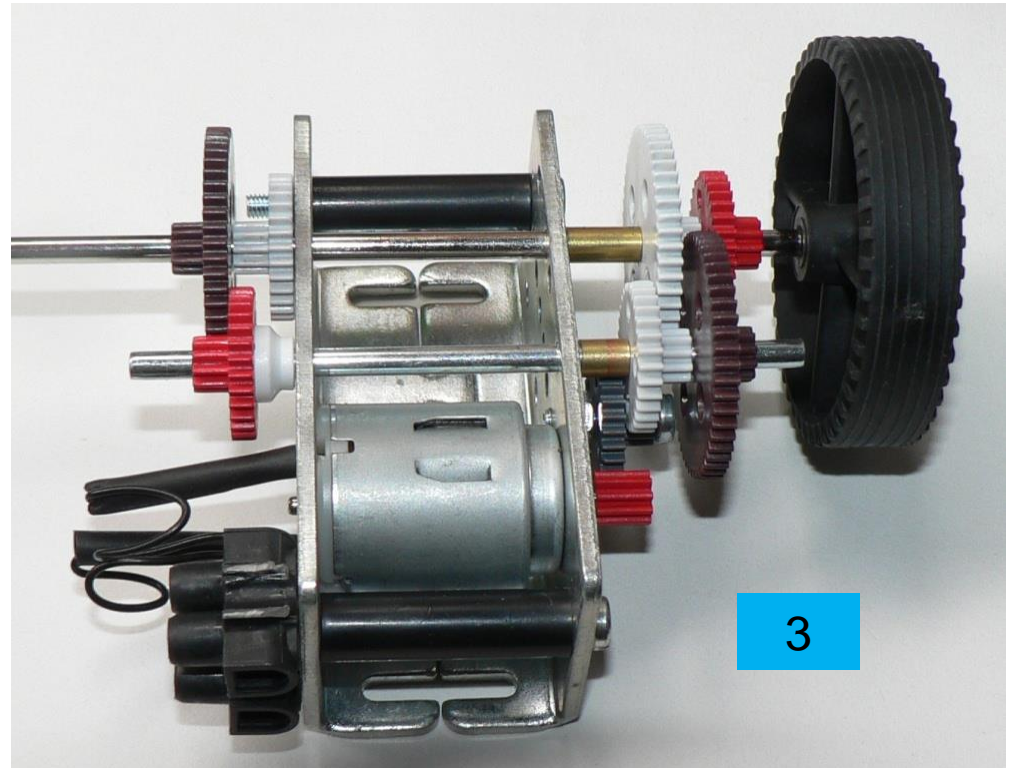
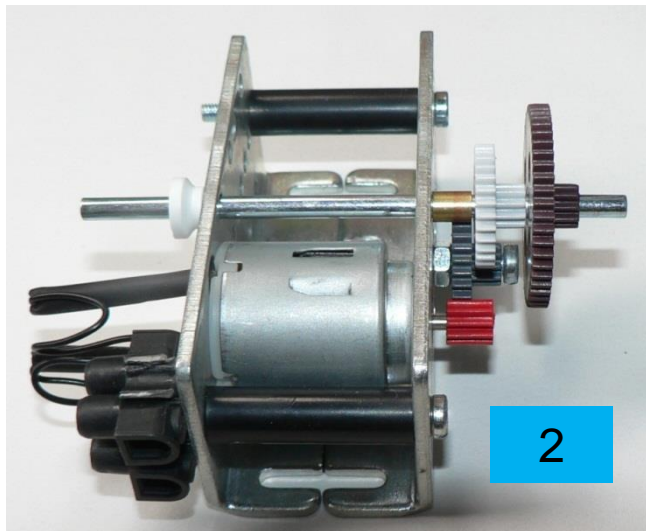
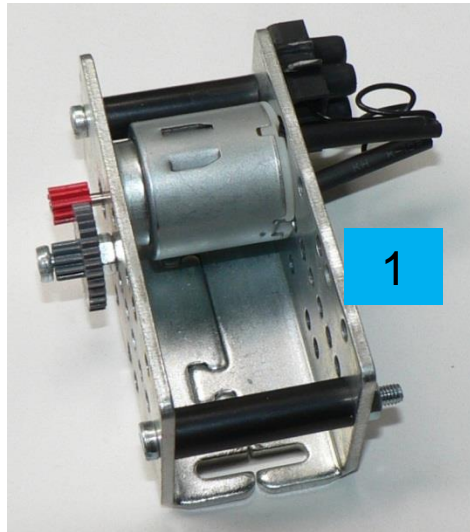


Les pignons gris tournent librement sur l'axe.



Les pignons rouges sont liés en rotation à l'axe. Si le pignon rouge tourne, il fera tourner l'axe qui entraînera à son tour la roue.

Mécanique: montage du motoréducteur



Mécanique: montage du motoréducteur

Réalisation de l'étape 1:

On monte le moteur entre les deux flancs métalliques maintenus écartés par deux entretoises (tubes noirs serrés par deux longues vis). On monte la toute petite roue dentée rouge sur l'axe du moteur. On monte également une petite roue dentée grise qui s'engrène avec la roue dentée du moteur. La roue dentée grise est fixée par une vis qui se visse dans le flanc. Un écrou bloque la vis pour qu'elle ne tourne pas avec la roue.

Réalisation de l'étape 2:

On monte un axe intermédiaire. Du côté droit on place une entretoise (bague en laiton), une petite roue grise et une roue rouge qui se bloque sur l'axe. Du côté gauche, on place une petite bague qui empêche l'axe de sortir lorsque les roues tournent.

Réalisation de l'étape 3:

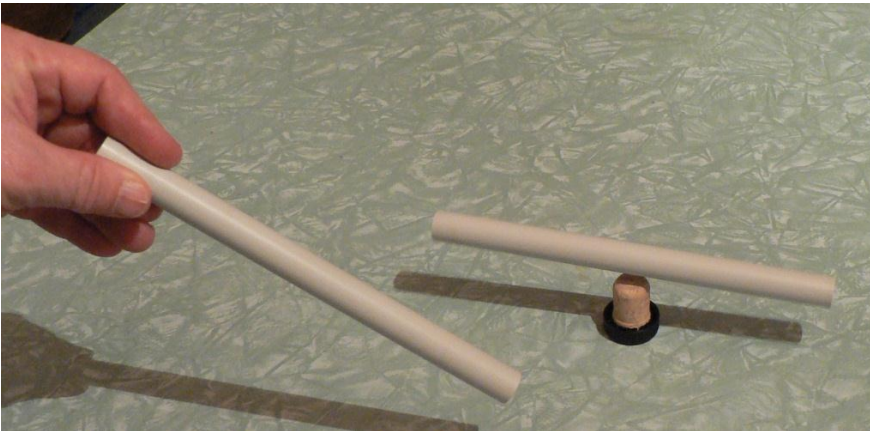
Cette dernière étape correspond au montage de l'arbre moteur. A droite on place une entretoise en laiton, une grande roue grise, une petite roue rouge qui bloque l'axe, puis enfin une roue du robot. A gauche, une petite roue grise sert d'entretoise et une grande roue rouge vient s'engrener sur la petite roue rouge de l'axe intermédiaire.

Electricité: l'origine



Tuyau plastique / papiers:

Les petits bouts de papier se dressent, attirés par le tube frotté avec un chiffon sec



Tuyau plastique / boussole:

Le tube frotté et en équilibre sur le pivot se met à tourner à l'approche de l'autre tube également frotté.

Electricité: l'origine

Surpris ?

Vous avez été sans doute très surpris de voir que la première leçon d'électricité a commencé avec un tuyau en plastique, un chiffon et des bouts de papier ! Vous attendiez sûrement une pile, des fils et des ampoules....

Et pourtant, c'est bien avec des petits grains d'électricité que vous avez joué !

Une première observation:

Le tube en plastique frotté avec le chiffon sec attire les petits bouts de papier: Chaque fois que l'on approche le tube des bouts de papier, ils sont attirés et viennent se coller au tube.

Une deuxième observation:

On place un premier tube frotté avec un chiffon sec en équilibre sur une aiguille. Comme le pivot est très pointu (aiguille), le tube peut tourner très facilement. Observez ce qui se passe quand vous approchez l'autre morceau de tube également frotté avec le chiffon sec.... Cette fois, l'extrémité du tube en équilibre est repoussé ! Et si vous faites cette expérience par un temps très sec, vous pouvez constater que le tube en équilibre commence à tourner quand le tube frotté est à plus de 20 centimètres de distance ! Ca ressemble à de la magie !

Electricité: l'origine



Photographie d'un morceau d'ambre
(Elektron en grec ancien)

Electricité: l'origine

Déjà au temps des grecs, il y a plus de 2500 ans...

Comme nous, les grecs avaient déjà remarqué que de l'ambre frottée était capable d'attirer des grains de poussière !

Evidemment, à cette époque il n'y avait pas de matière plastique qui sera inventée et fabriquée seulement il y a à peine plus d'un siècle. Par contre, il existait une substance naturelle, l'ambre, produite par des arbres résineux (sorte de résine de pin durcie par le temps): vous pouvez en voir un morceau sur la photographie (au passage observez les insectes prisonniers depuis plusieurs millénaires....).

Est-ce que les grecs savaient ce qu'est l'électricité ?

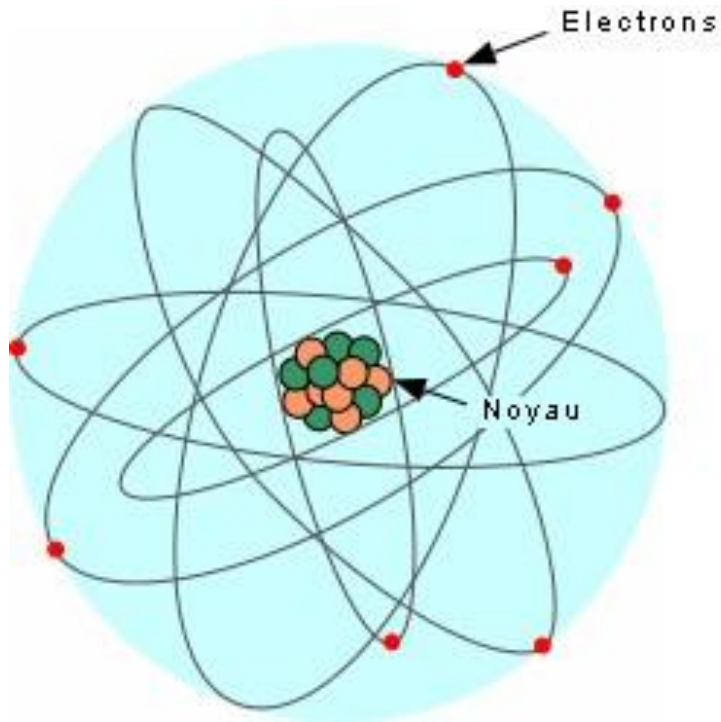
Pas du tout ! Avant de comprendre la relation entre ces expériences et l'électricité qui fait briller nos ampoules, il s'est écoulé beaucoup de temps: Il y a à peine 150 ans que les physiciens ont commencé à comprendre...

L'ambre a donné son nom à l'électricité !

Comment disait-on « ambre » en grec ancien ? Tout simplement « Elektron » !

Les physiciens modernes qui ont commencé à étudier l'électricité se sont souvenu des expériences des grecs avec l'ambre: c'est ainsi qu'ils ont appelé « électricité » le fluide qui fait briller nos ampoules...

Electricité: Qu'est-ce que c'est ?



Un atome est constitué d'un noyau central entouré d'un nuage d'électrons

Les électrons sont les petits grains d'électricité avec lesquels nous avons joué

Schéma d'un atome avec ses électrons

Electricité: Qu'est-ce que c'est ?

Les atomes

Voilà encore une invention des grecs !

Les grecs imaginaient que la matière qui nous entoure pouvait être divisée en grains très petits. Prenons par exemple un morceau de fer et imaginons qu'on le divise en grains de plus en plus petits. Les savants grecs d'il y a 2500 ans imaginaient qu'à partir d'une certaine taille, il ne serait plus possible de couper encore les grains. Ce petit grain élémentaire qui a encore les propriétés du fer et qui ne peut être coupé plus petit est un atome: « Atome » en grec veut dire « insécable » ou « incassable ».

Les grecs avaient vu juste !

Effectivement les atomes sont la plus petite quantité d'un corps simple. Dans notre univers, il existe environ 92 atomes naturels différents. Tous les corps de l'univers sont construits à partir de ces 92 atomes de base. Ces assemblages d'atomes s'appellent des molécules.

Nous-même, nous sommes également composés de molécules constituées principalement par des atomes de carbone, hydrogène, oxygène et azote.

A quoi ressemble un atome ?

Tous les atomes de l'univers se composent d'un noyau et d'un nuage d'électrons, comme sur le schéma. **Les électrons sont les petits grains d'électricité avec lesquels nous avons joué.**

Electricité: les électrons sont partout



Quand vous serrez la main à vos camarades, ce sont vos électrons qui se touchent !

Electricité: les électrons sont partout

Les électrons sont partout !

Les électrons sont toujours à l'extérieur des atomes. Si on compare un atome à une orange, le noyau est au centre et les électrons sont à la surface, sur l'écorce.

Quand plusieurs atomes se mettent ensemble pour former des molécules, ils partagent les électrons. Les noyaux eux ne se rencontrent pas.

Les électrons sont donc partout en surface des atomes et molécules. Quand vous serrez la main de vos camarades... ce sont vos électrons qui se touchent !... **Et quand vous frottez le tube avec le chiffon vous arrachez des électrons !**

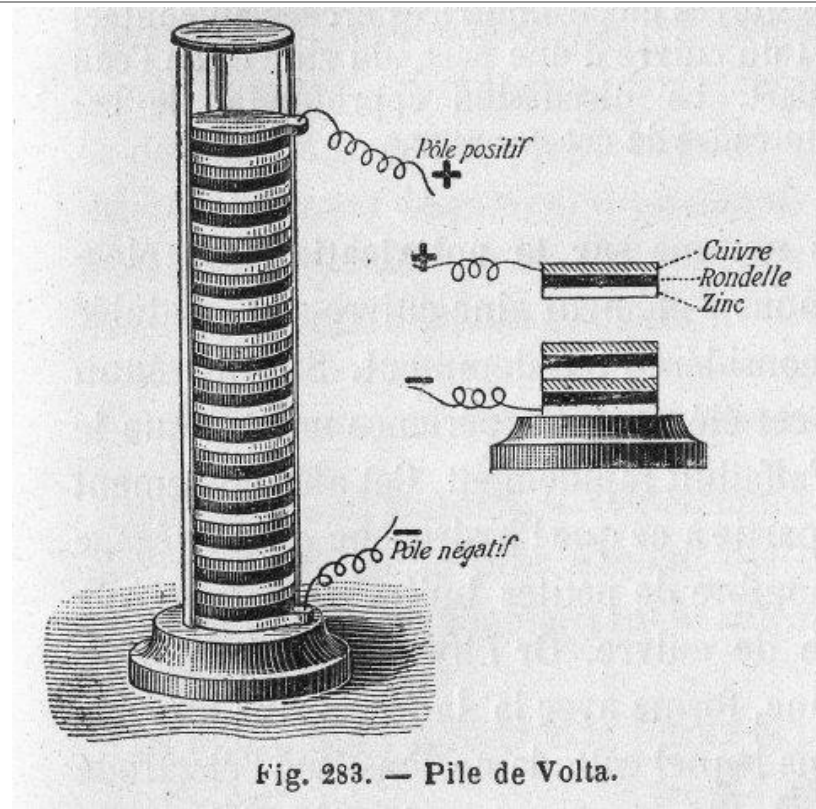
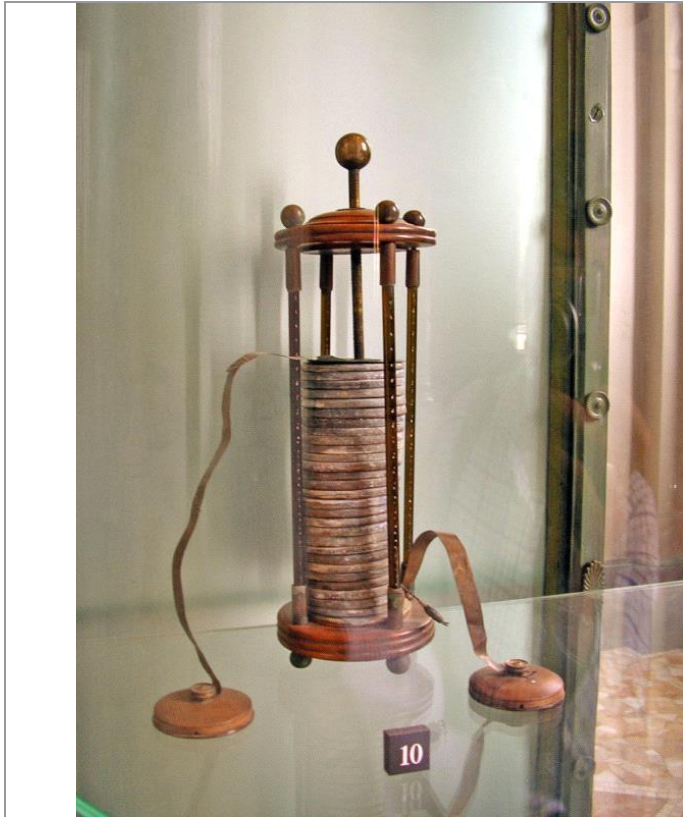
Les électrons ont des propriétés étranges ..

Ces petits grains d'électricité sont capable d'action à distance: deux électrons séparés par une faible distance se repoussent. Vous en avez fait l'expérience sans le savoir avec le tube sur le pivot. Mais ils sont capables de beaucoup plus encore....

Le triomphe de l'électricité moderne...

...C'est d'avoir réussi à domestiquer ces petits grains d'électricité pour faire briller nos ampoules, tourner nos moteurs et bien d'autres choses encore ! C'est bien plus intéressant que de les utiliser pour attirer des petits papiers !

Electricité: le début de l'électricité moderne



Les piles sont des sources d'électrons (pile Volta inventée vers 1800)

Electricité: le début de l'électricité moderne

La première source d'électrons

L'histoire moderne de l'électricité commence vraiment avec l'invention de la première source capable de produire beaucoup d'électrons et de les faire circuler dans un circuit conducteur: Il s'agit de la pile inventée par VOLTA dans les années 1800.

Grâce à cette pile on peut produire facilement des électrons et les faire circuler dans des fils conducteurs métalliques. Ces électrons en mouvement produisent alors des effets très intéressants:

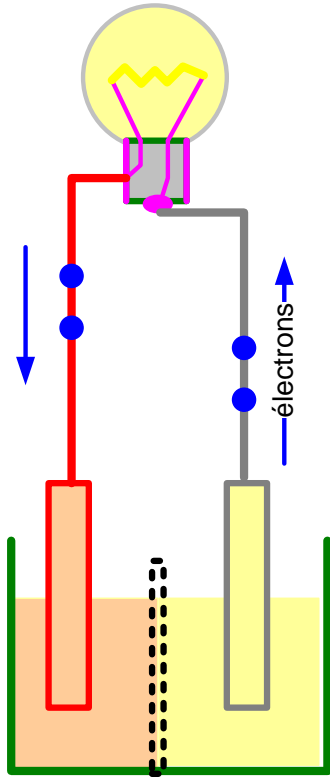
- Chaleur qui peut être utilisée pour faire briller le filament d'une ampoule
- Forces magnétiques (comme un aimant) qui peuvent être utilisées pour faire tourner un moteur électrique

Mais pourquoi avoir choisi le nom de pile ?

Il suffit d'observer celle fabriquée par VOLTA. Elle est constituée par un empilement de ronds de cuivre et de zinc séparés par des rondelles de tissu imbibées d'eau salée.

De nos jours, les piles fonctionnent toujours selon ce même principe.

Electricité: qu'est-ce qu'une pile ?



Une pile est constituée de deux parties qui échangent des électrons par un circuit extérieur



La réaction chimique entre deux produits s'arrête quand tous les produits ont réagi

Electricité: qu'est-ce qu'une pile ?

Comment ça marche ?

L'élément de base de la pile est constitué par un couple de corps séparés par un mur perméable baignant dans un liquide conducteur (par exemple eau salée). Dans la pile de VOLTA les deux corps étaient du cuivre et du zinc, le mur de séparation du coton et le liquide conducteur l'eau salée.

L'un des corps aime donner des électrons pendant que l'autre aime en recevoir. Comme les corps sont dans deux parties séparées, ils ne peuvent pas échanger directement leurs électrons. Alors, c'est au travers d'un circuit conducteur extérieur que les électrons peuvent s'échanger, du donneur d'électrons vers le receveur. Au passage ces électrons passent par exemple à travers le filament d'une ampoule électrique qui se met à chauffer et à briller.

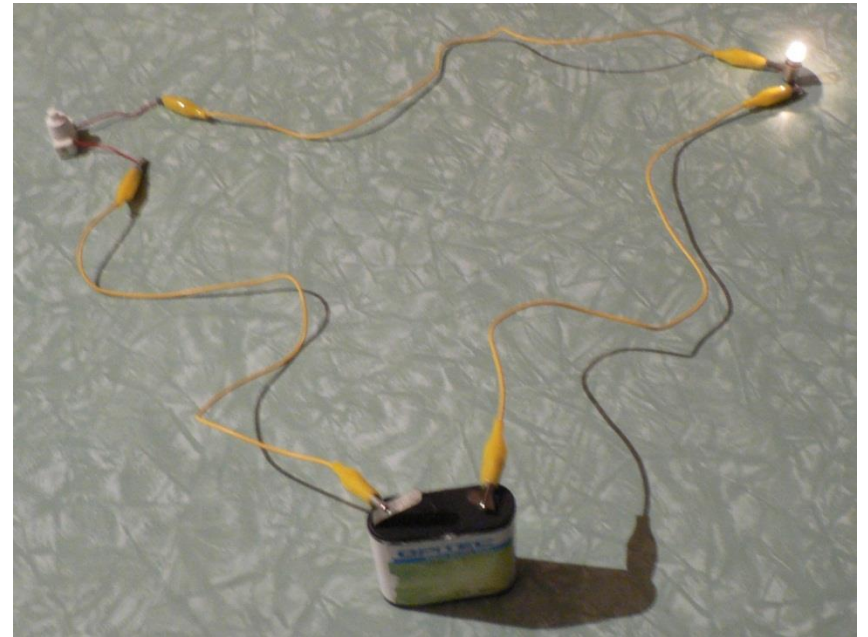
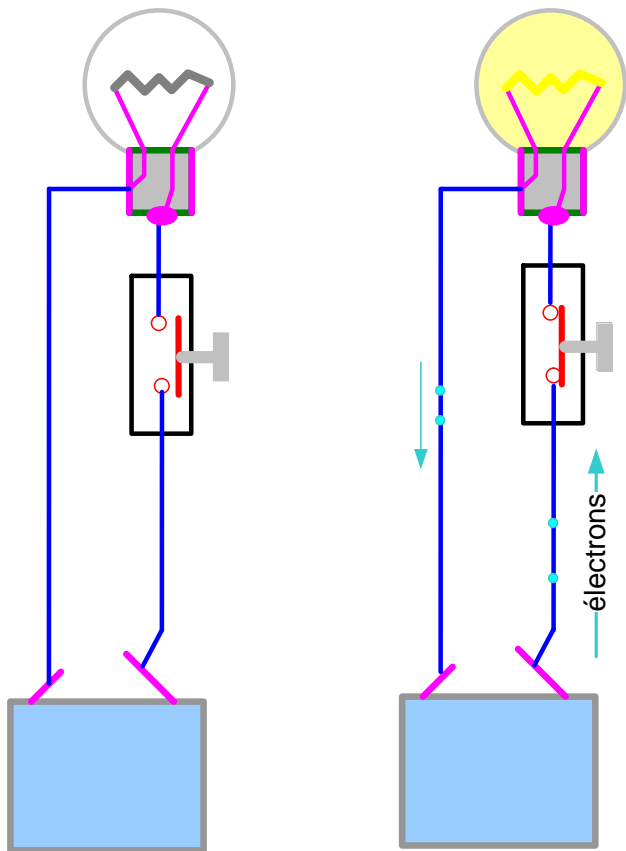
Une pile, c'est éternel ?

Lorsque les corps donnent et reçoivent des électrons, ils se transforment. Pour chaque électron échangé, quelques atomes et molécules sont transformés. Au bout d'un certain temps, tous les produits sont transformés et plus aucun électron n'est échangé. L'ampoule s'éteint. Il n'y a plus de réaction chimique à l'intérieur de la pile. C'est pour cela que vous devez toujours déconnecter la pile de votre montage lorsque vous rangez vos affaires.

Un exemple de réaction chimique

Pour illustrer ce qu'est une réaction chimique, nous avons expérimenté la réaction entre du bicarbonate de soude et du vinaigre. On a constaté la production de gaz carbonique, jusqu'à ce que tous les produits soient transformés. Plus aucune bulle de gaz après la fin de la réaction.

Premiers montages électriques



Un circuit simple

Premiers montages électriques

Le premier circuit électrique simple:

Il est constitué par une pile, une ampoule et un interrupteur.

On a vu précédemment que les électrons produits à une des bornes de la pile (borne « moins ») doivent obligatoirement retourner à l'autre borne de la pile (borne « plus ») pour que la réaction chimique puisse se faire.

C'est pour cela que les circuits électriques ont toujours la forme d'une boucle: les électrons partent de la borne « moins », passent par l'interrupteur puis par l'ampoule, puis reviennent à la borne « plus » de la pile. Notez que c'est la languette longue qui est la borne « moins » de la pile (ou pôle -) et la languette courte qui est la borne « plus » (ou pôle +).

Isolants et conducteurs:

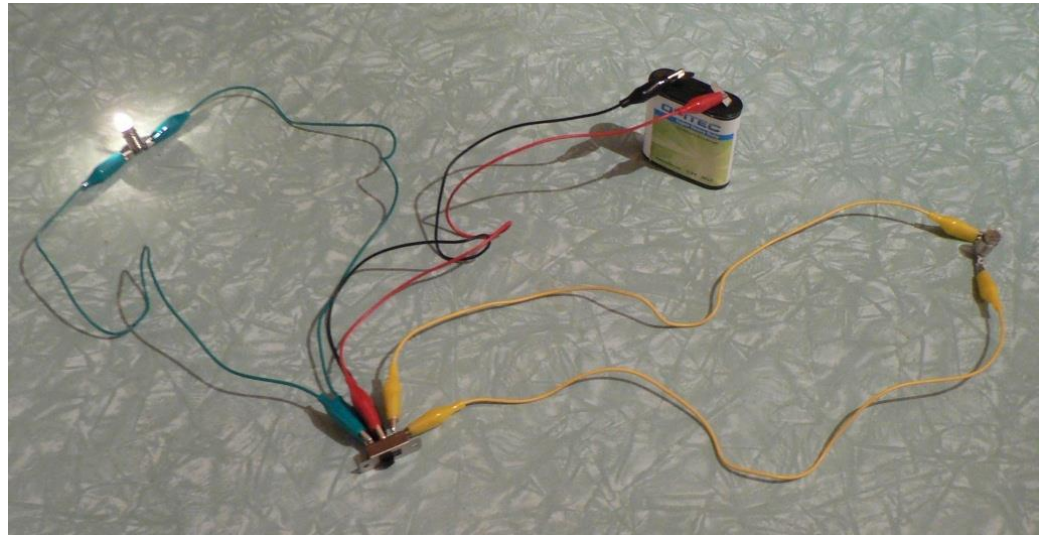
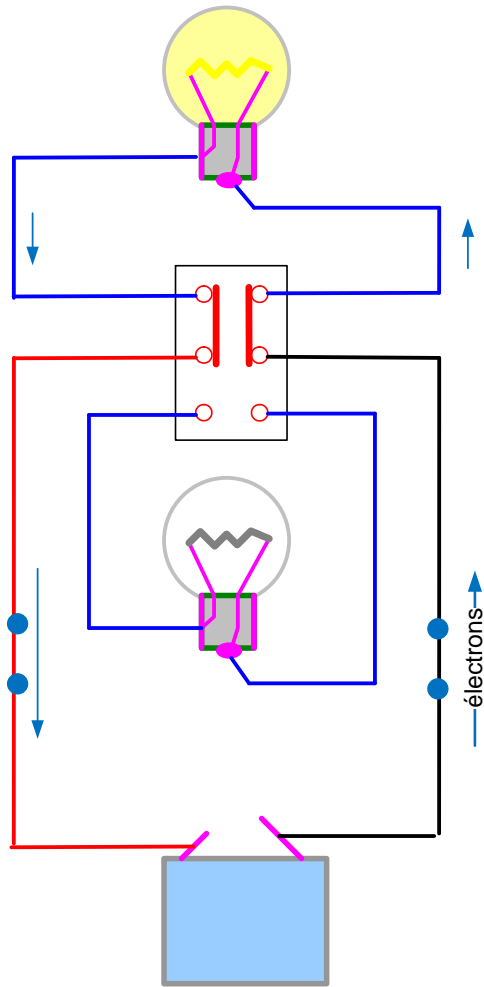
Les fils qui relient la pile, l'interrupteur et l'ampoule sont des fils métalliques conducteurs. Ils sont en cuivre qui est un très bon conducteur de l'électricité.

Vous vous souvenez qu'on a expérimenté d'autres corps qui ne sont pas des conducteurs mais des isolants, comme le plastique par exemple.

Comment fonctionne l'interrupteur ?

L'air est aussi un très bon isolant. C'est pour cela que lorsque l'interrupteur est ouvert, les électrons ne peuvent pas passer et que l'ampoule s'éteint - l'interrupteur interrompt le passage des électrons en créant un pont d'air isolant que les électrons ne peuvent « sauter ».

Premiers montages électriques



Un circuit double

Premiers montages électriques

Un circuit un peu plus compliqué

Voici un exemple de circuit un peu plus compliqué que vous avez également réalisé. Il y a maintenant deux ampoules et un double interrupteur inverseur.

Dans la position du schéma, les électrons peuvent passer dans l'ampoule du haut.

Lorsque l'on manœuvre le bouton poussoir, les deux contacts se déplacent en même temps vers le bas. Alors les électrons s'arrêtent de passer dans l'ampoule du haut et traversent maintenant l'ampoule du bas.

Mais au fait, qu'est-ce qui fait briller l'ampoule ?

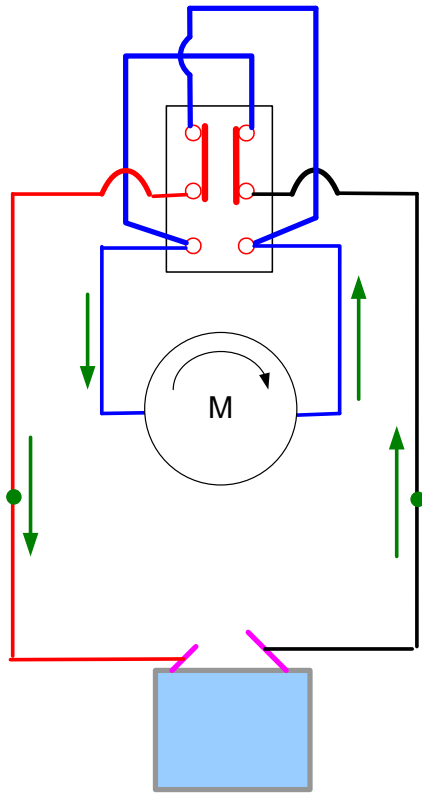
Le filament de l'ampoule n'est pas un bon conducteur. Il est comme un passage étroit dans lequel les électrons ont du mal à passer.

Quand les électrons le traversent, ils se comportent comme vous lorsque vous cherchez à passer en groupe dans un couloir étroit: il y a des frottements. Ces frottements produisent de la chaleur comme quand vous vous frottez vivement les mains (ou comme quand les hommes préhistoriques allumaient du feu en frottant deux bouts de bois).

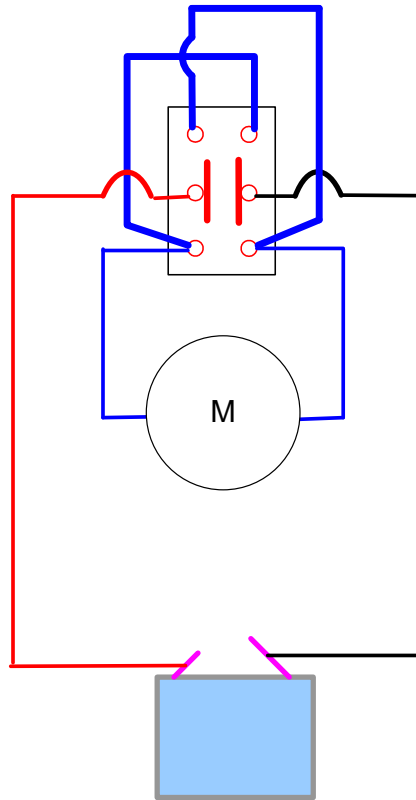
La chaleur produite rend le filament très chaud. Sa température atteint 2500 degrés ! A ce moment le métal du filament (tungstène) émet de la lumière blanche.

Tous les corps chauffés émettent de la lumière. Par exemple la braise du barbecue qui est à une température d'environ 800 degrés émet une lumière rouge orangée.

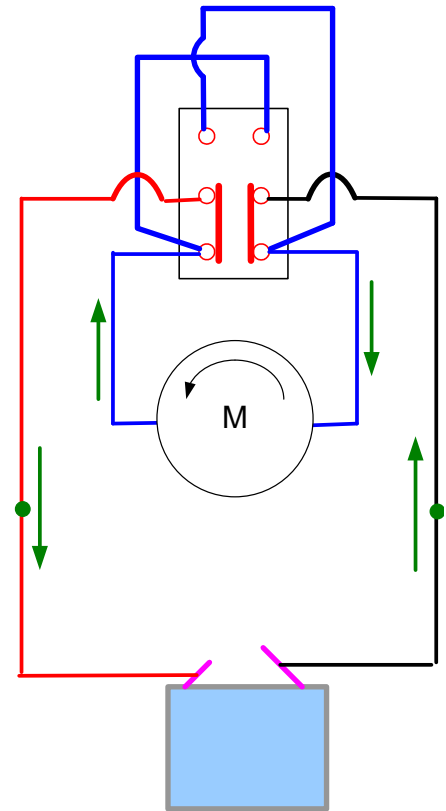
Premiers montages électriques



Marche avant



Arrêt



Marche arrière

Circuit inverseur pour moteur

Premiers montages électriques

Un moteur électrique sensible au sens de passage des électrons

Nous avons fait une expérience intéressante avec les moteurs du kit OPITEC. Nous avons observé ce qui se passe quand on inverse le sens du passage des électrons dans le moteur.

Je suis sûr que vous avez retenu le résultat: quand on change le sens du passage, on change le sens de rotation du moteur ! On avait d'ailleurs fixé une hélice sur son axe et on sentait que l'air était soufflé ou aspiré par l'hélice suivant le sens de rotation.

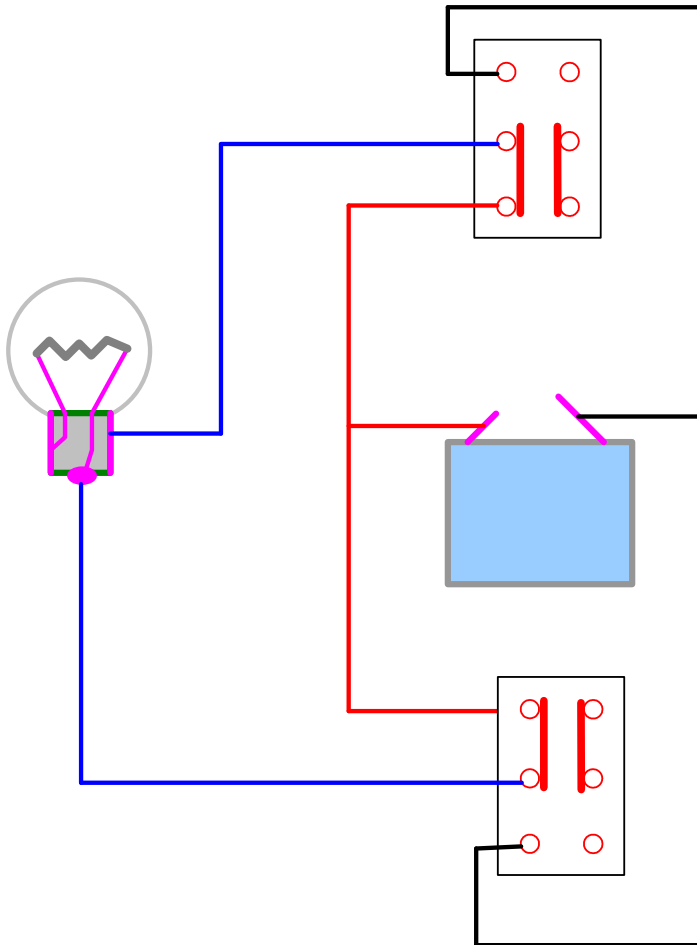
Comme vous l'avez constaté également, ce n'est pas la même chose avec une ampoule: elle brille toujours de la même façon, quel que soit le sens de circulation des électrons.

Un montage inverseur pour inverser le sens de rotation d'un moteur

Pour notre robot, il est important de pouvoir faire tourner les moteurs dans les deux sens pour avancer ou reculer. L'utilisation du double inverseur avec le câblage indiqué sur les schémas permet de réaliser cette fonction. Sur le schéma on a représenté 3 cas: marche avant, arrêt et marche arrière.

Pour comprendre comment ça marche, il suffit de suivre avec les doigts le trajet des électrons. Notez que ces électrons partent toujours de la borne « moins » de la pile (longue) mais passent ensuite dans un sens ou dans l'autre dans le moteur, suivant la position du bouton de l'inverseur. Vous vous souvenez que l'inverseur que vous avez utilisé pour le robot filoguidé avait 3 positions. Celle du milieu (au repos, sans rien toucher) arrêtait les moteurs: c'est la position arrêt avec les contacts qui ne relient plus la pile au moteur.

Premiers montages électriques



CIRCUIT DEVINETTE

Que se passe-t-il si vous manœuvrez l'inverseur du haut ?

Et si vous continuez en manœuvrant celui du bas ?

Et si vous continuez encore en manœuvrant celui du haut ?

Premiers montages électriques

Jouons un peu: A quoi sert ce circuit ?

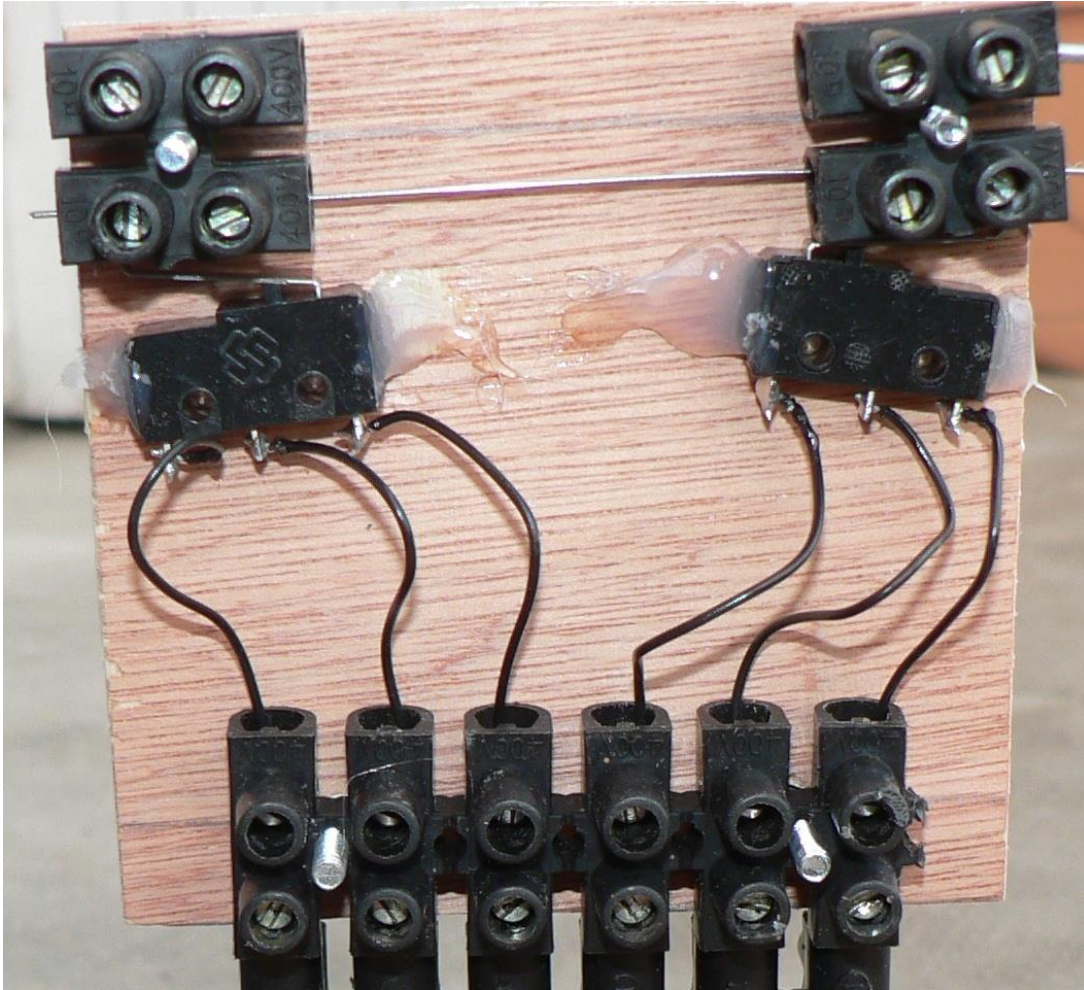
Vous devez pouvoir le trouver en répondant aux questions posées.

Il y en a dans presque toutes les maisons, surtout celles qui ont un long couloir avec une ampoule au milieu et deux interrupteurs à chaque extrémité.

Imaginez que vous vouliez traverser ce couloir bien sombre. C'est pratique de pouvoir allumer l'ampoule dès que vous entrez et pouvoir éteindre dès que vous avez traversé.... Et vous pouvez même retraverser le couloir dans l'autre sens, ça marche encore....

C'est un classique en électricité: ce circuit s'appelle un va-et-vient.

Connexions



Comment relier
ou connecter les
différents
éléments d'un
circuit ?

Connexions

Avec des pinces crocodile ?

Jusqu'à présent, pour nos premiers montages électriques nous avons relié les piles, interrupteurs, ampoules et moteurs avec des fils conducteurs terminés par des pinces crocodile (attention, ça mord !). Est-ce qu'on pourrait utiliser ces pinces sur notre robot ?

C'est sans doute possible, mais ça ne serait sans doute pas pratique. Dans le cas de la tête de détection présentée sur la photo, il faudrait déjà 6 fils et 12 pinces crocodile ! Le montage serait très encombré ! De plus, le risque serait que les vibrations du robot lorsqu'il bouge décrochent (déconnectent) les pinces crocodile. Sans compter les risques de court-circuit !

Une solution classique: la soudure

La solution classique est de relier les fils aux bornes des éléments par soudure. Le principe est expliqué dans les pages suivantes.

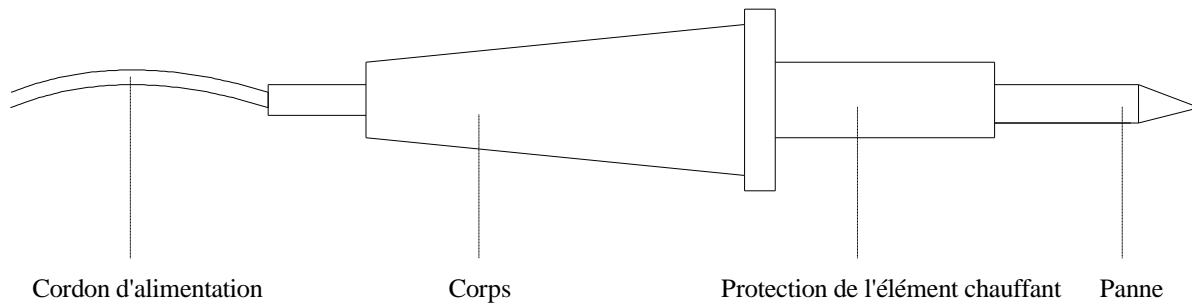
Une solution pour vous: je soude et vous vissez les dominos

Comme vous êtes encore débutants en bricolage, j'ai préféré utiliser la solution présentée sur la photo: je soude une extrémité des fils sur les cosses des interrupteurs et je visse l'autre extrémité dans un domino d'électricien. Pour relier la tête de détection au reste du montage, vous n'avez plus alors qu'à visser les fils dans les cosses du domino, ce qui est beaucoup plus à votre portée.

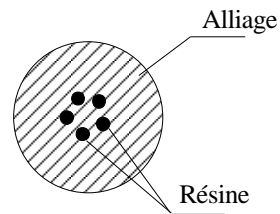
Malgré tout vous vous souvenez que vous avez fait un essai de soudure pour relier les trombones aux fils. Vous avez vu que ce n'est pas si facile. Dans les pages qui suivent vous retrouverez quelques principes expliqués à cette occasion.

Soudure à l'étain

Les outils pour la soudure à l'étain



Le fer à souder



Rouleau de soudure
et fil « d'étain »

Soudure à l'étain

Dans les montages électroniques ou électriques, on doit souvent raccorder des fils ensemble de façon à assurer une continuité électrique (passage des électrons). Pour cela, il existe plusieurs méthodes:

- contacts par cosses serties
- contacts par enroulement (wrapping)
- soudure

On va s'intéresser au plus courant: celui de la soudure à l'étain.

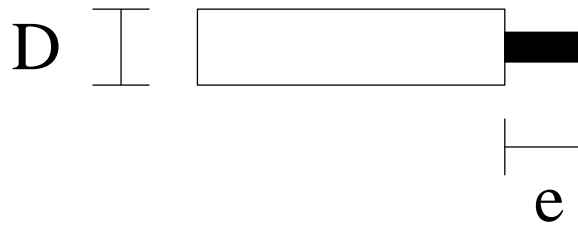
En fait d'étain, il s'agit plutôt d'un alliage constitué de 60% d'étain et de 40% de plomb. Le point de fusion de cet alliage se situe aux environs de 180°.

Pour provoquer sa fusion, on utilise la pointe chaude (panne) d'un fer à souder électrique. La panne du fer est chauffée par une résistance électrique.

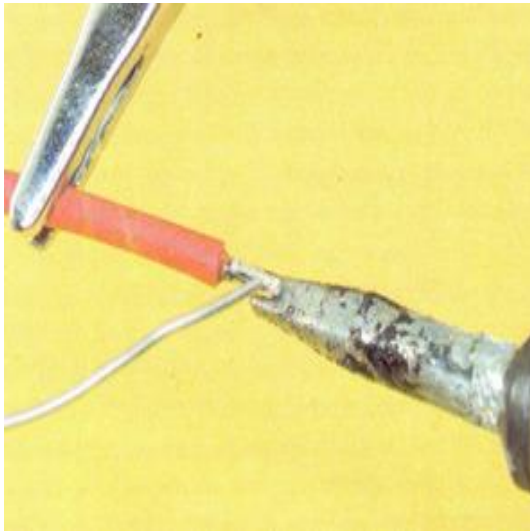
La soudure se présente sous la forme d'un fil malléable, enroulé sur une bobine. Parfois, une résine est ajoutée à la soudure. Son rôle est de décaper (nettoyer) les fils à souder. De cette façon l'étain fondu adhère plus facilement.

Soudure à l'étain

Préparation avant soudure (1/2)



Dénuder les fils sur une longueur e égale au diamètre du fil D



Etamer les fils

- a) On chauffe le cuivre avec le fer à souder
- b) quand le cuivre est chaud, on amène de l'étain
- c) l'étain fond et recouvre le cuivre qui devient brillant

Soudure à l'étain

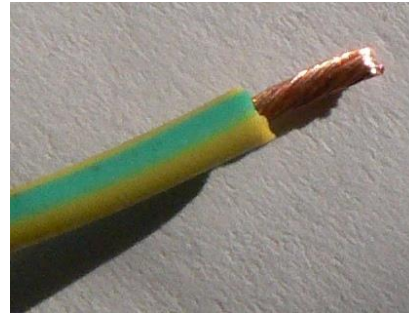
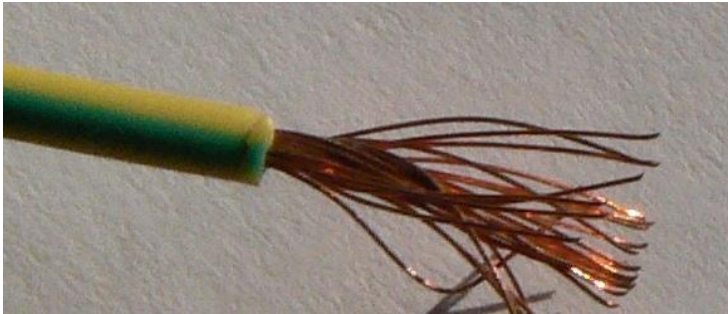
Avant de souder, il faut préparer soigneusement les parties à relier.

D'abord, il faut dénuder (mettre à nu) l'extrémité des fils sur une très courte longueur. Il ne faut pas oublier que l'isolant est une protection contre les courts-circuits. Une dénudation trop importante expose à des risques de court circuit entre fils proches.

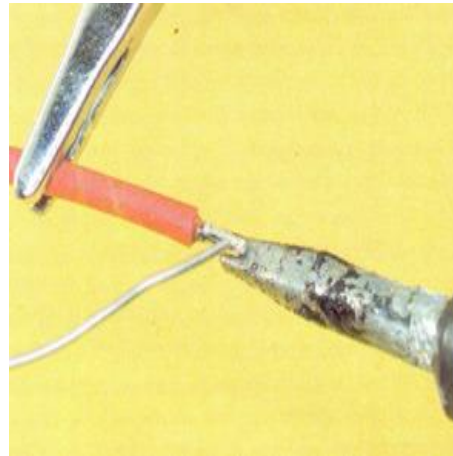
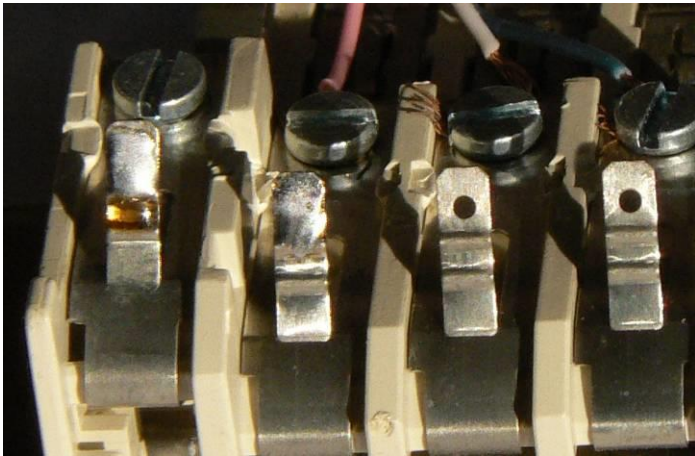
Ensuite, la deuxième opération consiste à étamer les parties à souder. Pour cela on chauffe le métal à étamer et quand il est bien chaud, on amène la soudure au contact. Dès que celle-ci fond, elle mouille toute la surface qui devient alors brillante. On retire aussitôt le fer à souder pour laisser refroidir. Le but de cet étamage est d'assurer un meilleur contact entre fils à relier ensemble, sans pratiquement avoir à amener de la soudure supplémentaire.

Soudure à l'étain

Préparation avant soudure (2/2)



Torsader les brins des
fils multibrins avant
de les étamer



Etamer toutes les
cosses et tous les
fils avant de les
soudier ensemble

Soudure à l'étain

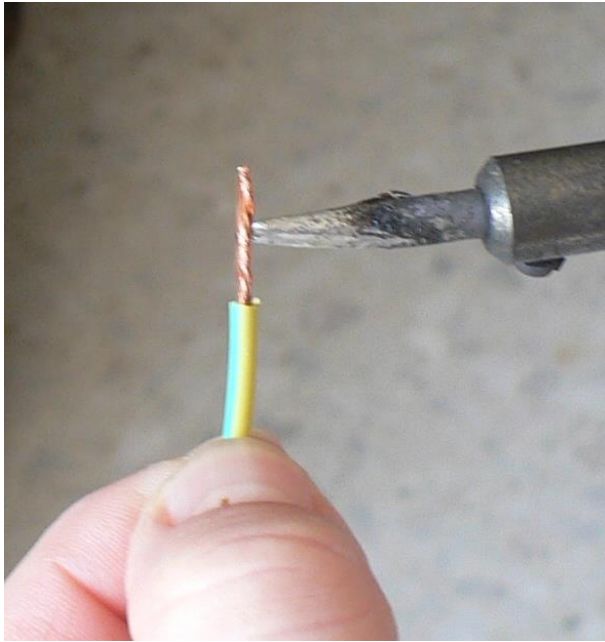
Dans le cas où on utilise du fil multibrins, ne pas oublier de torsader les brins ensemble avant l'étamage.

De la même façon que l'on étame les extrémités des fils, il faut également étamer les contacts des circuits que l'on souhaite relier.

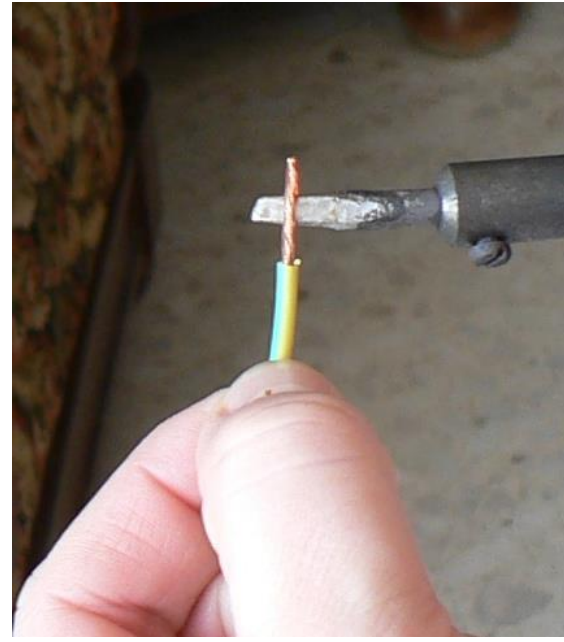
Pour les contacts, on fera très attention de ne pas trop chauffer (trop longtemps), car en général ces contacts sont reliés à des circuits (moteurs, interrupteurs) qui comportent des parties en plastique. La chaleur qui se propage au corps peut le faire fondre ou le détruire.

Soudure à l'étain

Comment chauffer efficacement



Mauvais contact thermique



Bon contact thermique

→ Pour transmettre la chaleur du fer, il faut augmenter la surface de contact

Soudure à l'étain

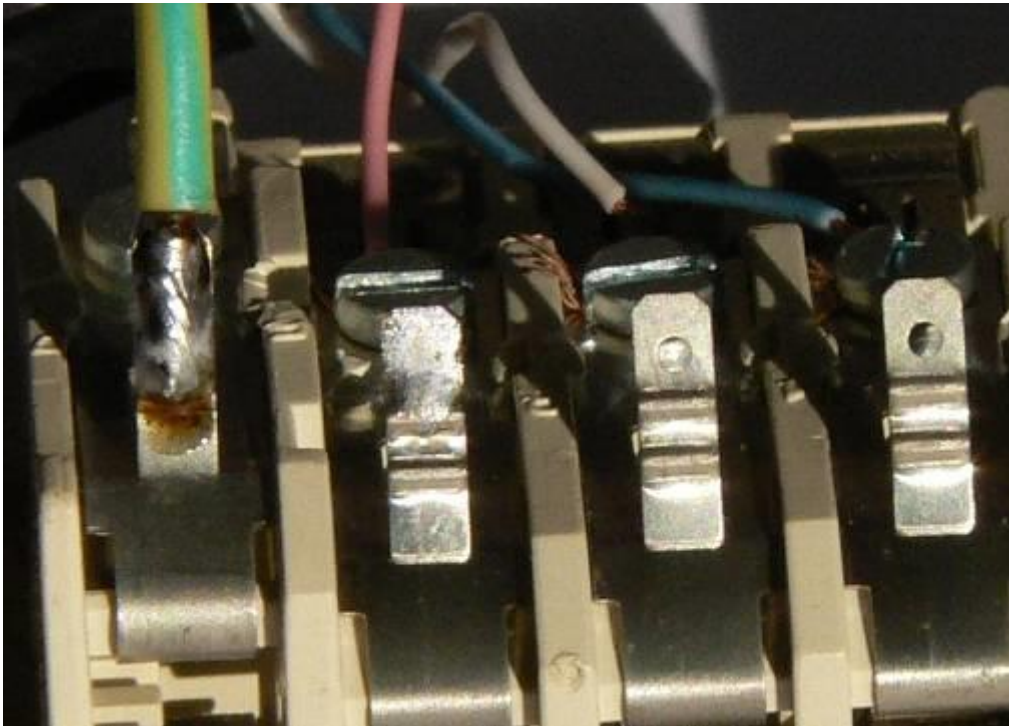
Pour éviter de laisser le fer trop longtemps au voisinage de l'élément à souder et de prendre le risque de détruire l'environnement (plastique, etc...), il faut chauffer efficacement la partie utile.

Il faut donc assurer un bon passage de la chaleur entre la panne et de fil à souder: on dit qu'il faut assurer un bon contact thermique.

Pour cela, comme montré sur la photo, il faut s'arranger pour que le contact entre la panne du fer et le métal soit le plus large possible.

Soudure à l'étain

La soudure fil / contact



Pour souder le fil au contact:

- a) Amener le fil étamé au contact de la cosse étamée
- b) Maintenir ce contact sans bouger (s'aider d'un support à pince si nécessaire)
- c) Chauffer au contact avec le fer jusqu'à ce que la soudure fonde (ne pas apporter de soudure supplémentaire)
- d) Retirer le fer et ne pas bouger jusqu'à la solidification de la soudure

Soudure à l'étain

La dernière opération consiste maintenant à réunir les parties étamées.

Pour que la qualité de la soudure soit bonne (solidité et bon contact électrique), il ne faut pas bouger pendant la solidification de l'étain.

Si possible, on met donc en contact les éléments à souder, en les maintenant par des pinces fixes.

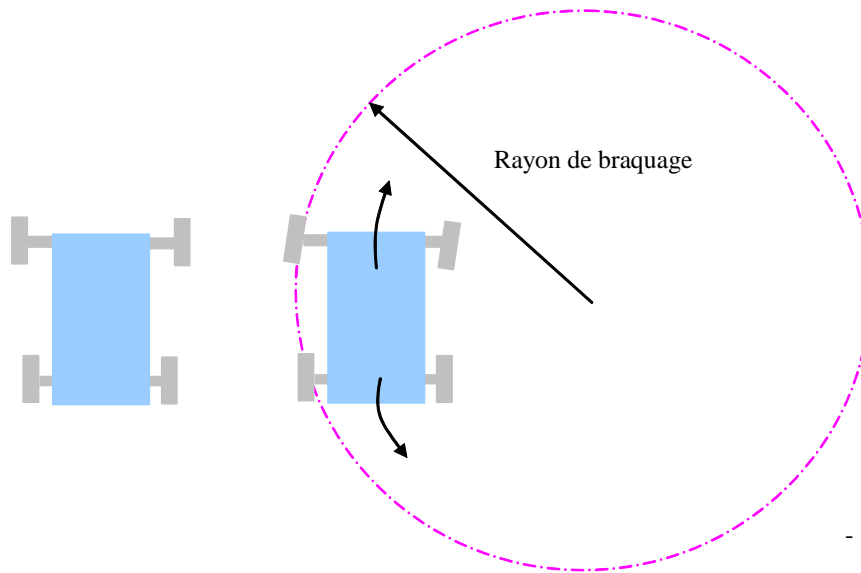
On approche ensuite le fer des deux parties à souder en assurant un bon contact thermique. Dès que l'étain des deux parties étamées fond et se mélange, il faut retirer rapidement le fer et laisser refroidir. La soudure est maintenant réalisée.

Notez qu'il est souvent inutile d'apporter de l'étain supplémentaire. En général, l'étain apporté lors de l'étamage des deux parties est suffisant. On réalise ainsi des soudures « peu chargées » et encore une fois on évite les risques de courts-circuits avec les contacts voisins.

Une plateforme agile

Choix d'un principe (1/4)

→ Il est important que notre plateforme agile puisse avancer, reculer et pivoter sur elle-même (agilité maximale)



Une solution classique ne permet pas de pivoter sur place: un rayon de braquage est nécessaire.

Une plateforme agile

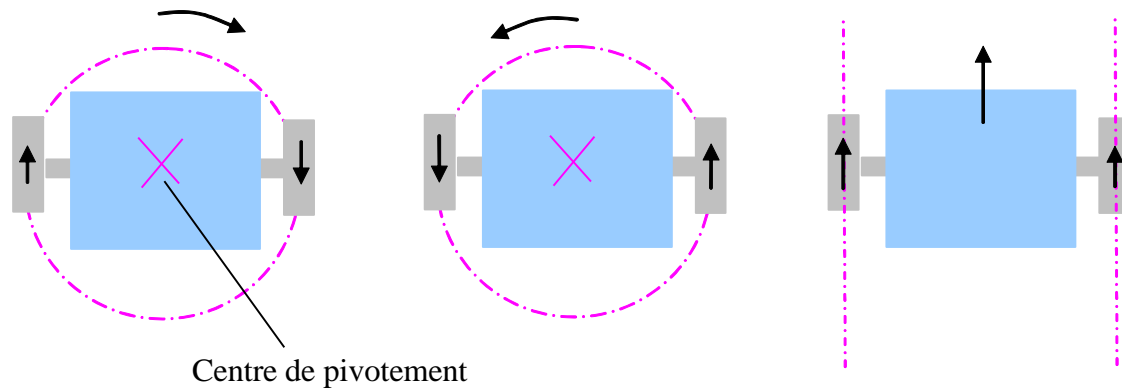
Le terme agile est utilisé en technique pour désigner un dispositif très manoeuvrable, capable de s'adapter (dans la vie courante: agile = adroit).

Dans notre cas, c'est bien ce que l'on souhaite. En particulier, il est important que la plateforme puisse pivoter sur elle-même comme le ferait un footballeur pour récupérer un ballon qui passe à proximité.

Une voiture peut bien sûr tourner, mais vous avez remarqué que lorsque l'on veut faire demi-tour sur une route, on n'y arrive pas directement. Il faut s'y reprendre à plusieurs fois. On dit que le rayon de braquage de la voiture est limité. En effet, on ne peut pas faire pivoter les roues avant avec un angle trop important.

Une plateforme agile

Choix d'un principe (2/4)



- Une solution avec deux roues totalement indépendantes permet à la plateforme de pivoter autour d'elle-même (les roues tournent en sens inverse)
- Tous les mouvements sont possibles (curvilignes et rectilignes)

Une plateforme agile

Quand la plateforme pivote autour d'elle-même, une roue tourne dans un sens pendant que l'autre tourne en sens inverse.

→ Il faut donc que les roues soient indépendantes.

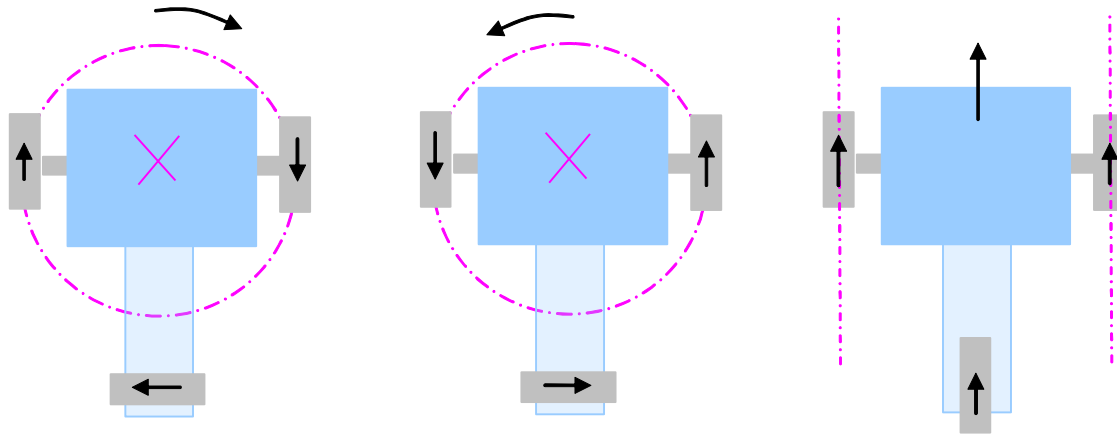
Comme montré sur les schémas, des roues indépendantes permettent tous les mouvements du véhicule

- aller tout droit: déplacement rectiligne
- tourner: déplacement curviligne (selon une courbe)

Avec le matériel dont nous disposons (bloc moto-réducteur), il est facile de réaliser une plateforme à deux roues indépendantes: avec un bloc moto réducteur par roue.

Une plateforme agile

Choix d'un principe (3/4)



- ➔ Une 3^{ème} roue est nécessaire pour la stabilité
- ➔ Comment la rendre orientable automatiquement ?

Une plateforme agile

Bien sûr une troisième roue est indispensable pour la stabilité !

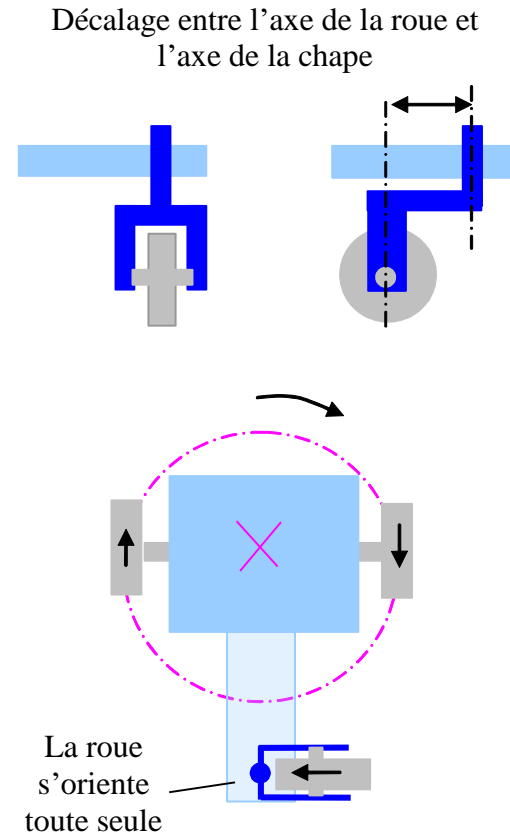
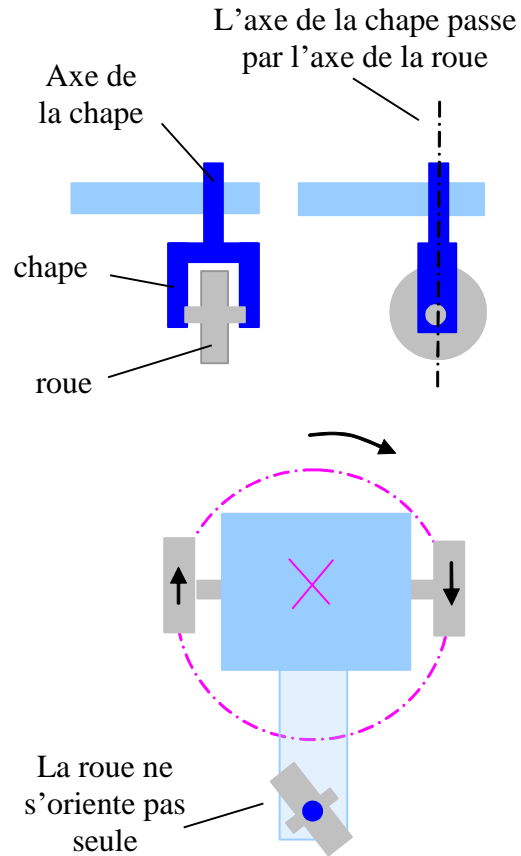
Mais alors se pose le problème de son orientation:

- faut-il mettre un volant ?
- peut-on trouver une roue qui s'oriente toute seule ?

Alors ? Souvenez-vous quand vous poussez le chariot au super marché....

Une plateforme agile

Choix d'un principe (4/4)



Une plateforme agile

L'axe de la roue doit pouvoir pivoter autour d'un axe vertical pour s'orienter (voir schémas).

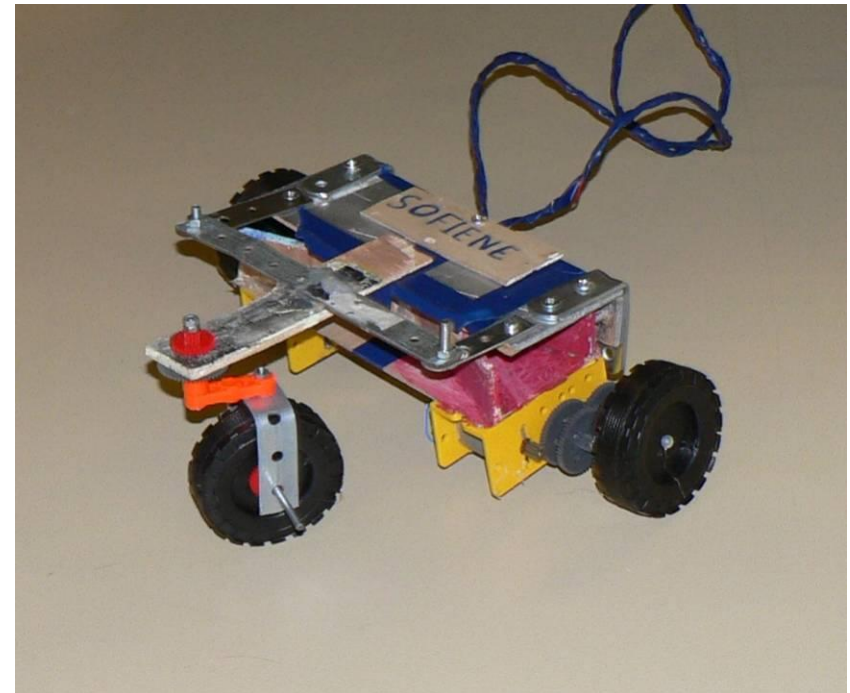
On a le choix de placer cet axe vertical

- juste au dessus de l'axe de la roue
- décalé par rapport à l'axe de la roue

Si l'axe vertical est juste au dessus de l'axe de la roue, on constate que la roue est incapable de s'orienter toute seule quand la plateforme tourne. Elle prend une position indifférente par rapport au mouvement.

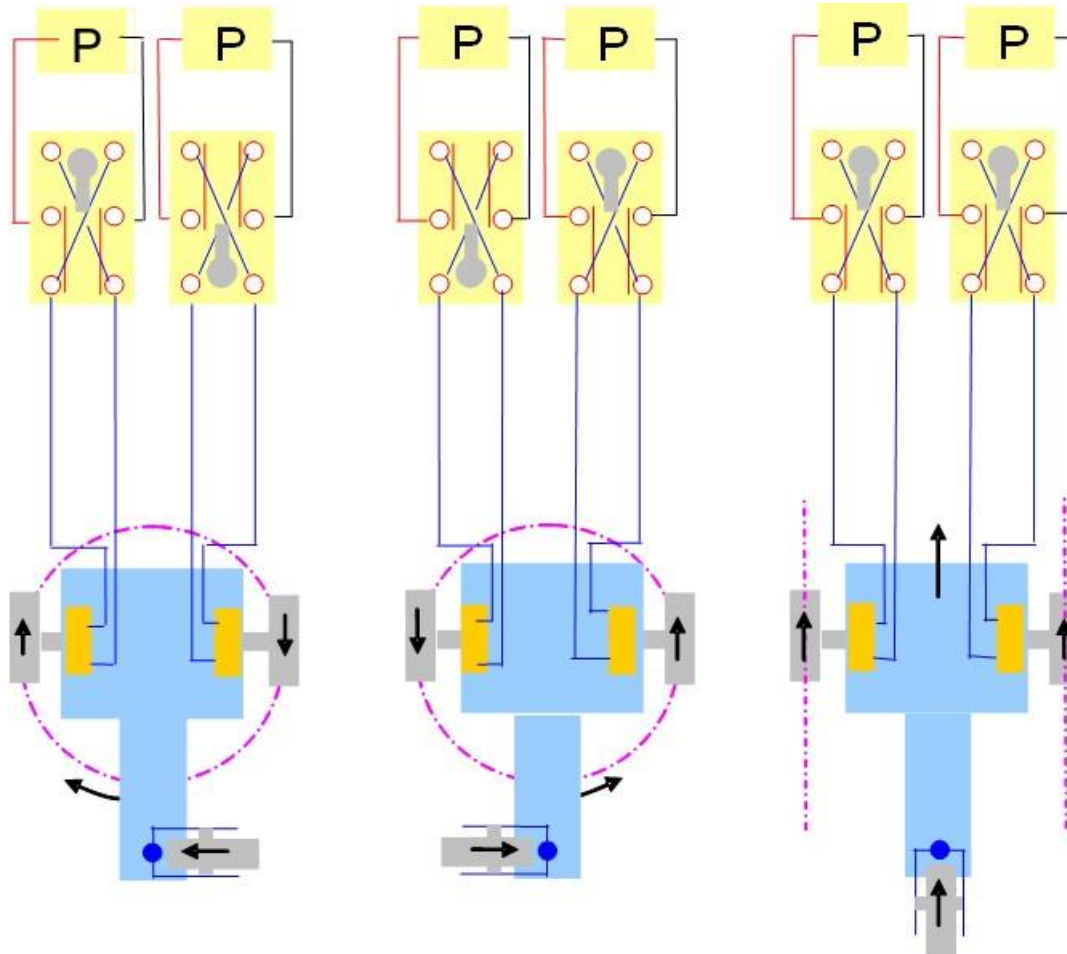
Quand l'axe est décalé, on constate que la roue est « traînée » par l'axe vertical. Elle suit donc le mouvement et s'oriente toute seule dans le sens du mouvement.

Ce principe est utilisé sur les chariots de super marché ou sur les fauteuils roulants...



Une plateforme agile

Le principe du câblage électrique



Une plateforme agile

Voici donc le montage final que vous avez réalisé. Deux piles P alimentent les inverseurs et les moteurs comme expliqué aux pages 44 et 45.

C'est un véritable plaisir de jouer avec ce montage et de constater son agilité.

Avec les deux interrupteurs vers l'avant, en avant toutes !

Avec les deux interrupteurs vers l'arrière, en arrière toutes !

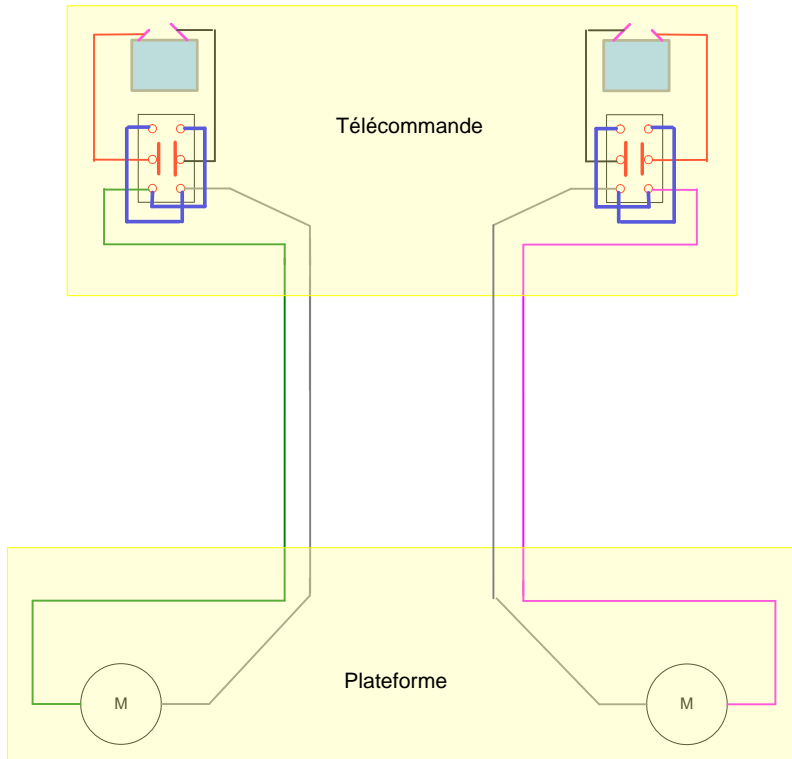
Un interrupteur en avant et l'autre en arrière, et on tourne sur place (rayon de braquage nul).

Avec seulement un interrupteur en avant et l'autre au milieu (arrêt), on tourne aussi, mais autour de la roue qui est arrêtée (rayon de braquage égal à la moitié de la distance entre les deux roues)

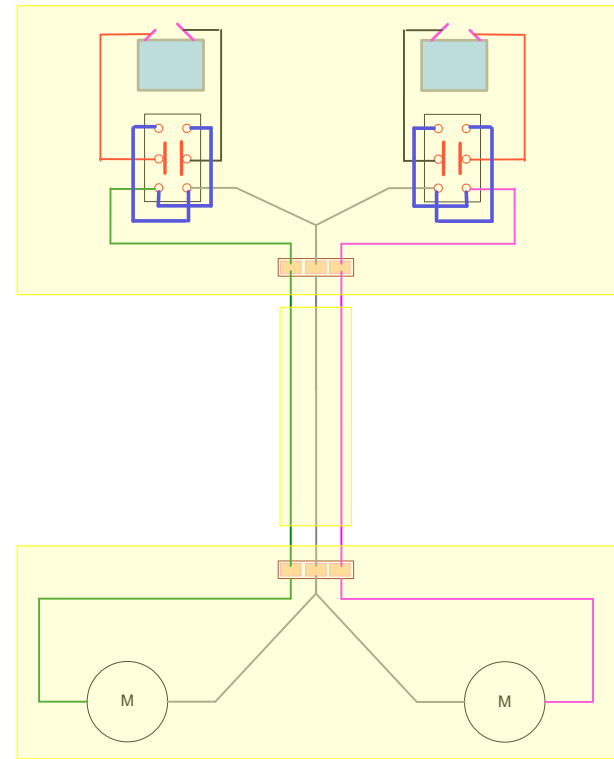
On trouve ce même principe sur les tracteurs à chenilles, les bulldozers, les chars d'assaut...

Une plateforme agile

Comment économiser du cuivre ?



4 fils de liaison entre
télécommande et plateforme



3 fils de liaison entre
télécommande et plateforme

Une plateforme agile

Le montage de base à 4 fils de liaison:

Le schéma de principe expliqué précédemment conduit à avoir 2 ensembles (pile + inverseur + moteur) complètement séparés. Dans ces conditions, il faut également 2 fils de liaison par moteur, soit 4 fils en tout.

Le cuivre est un bon conducteur mais il devient cher !

Les fils qui relient la télécommande aux moteurs doivent être de bons conducteurs de l'électricité, sinon les moteurs ne tourneraient pas correctement. C'est pour cela qu'ils sont en cuivre car le cuivre est le moins cher des bons conducteurs de l'électricité. Malheureusement, le minerai de cuivre que l'on extrait du sol se fait rare et le prix du cuivre augmente. Il y a donc toujours intérêt à diminuer la longueur des fils des montages électriques.

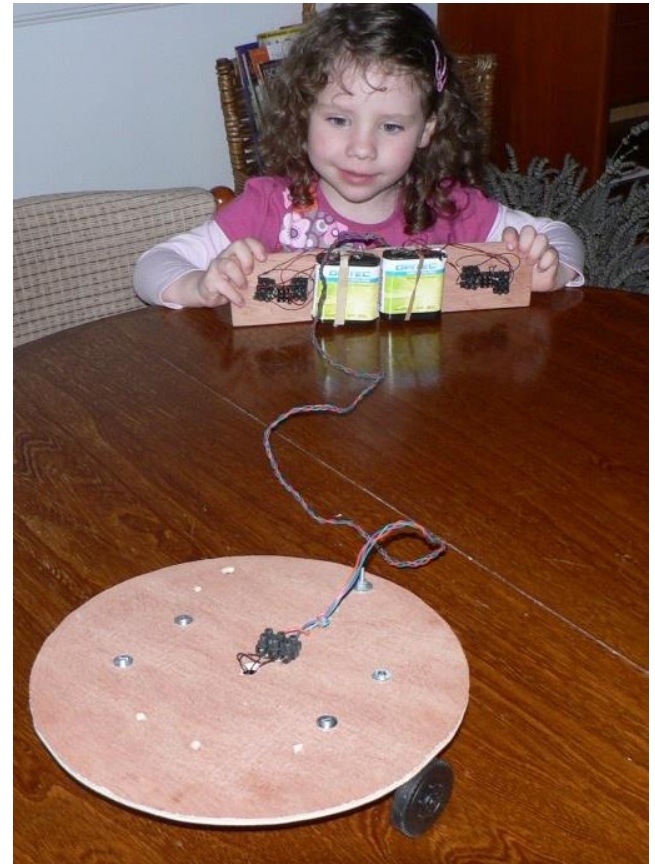
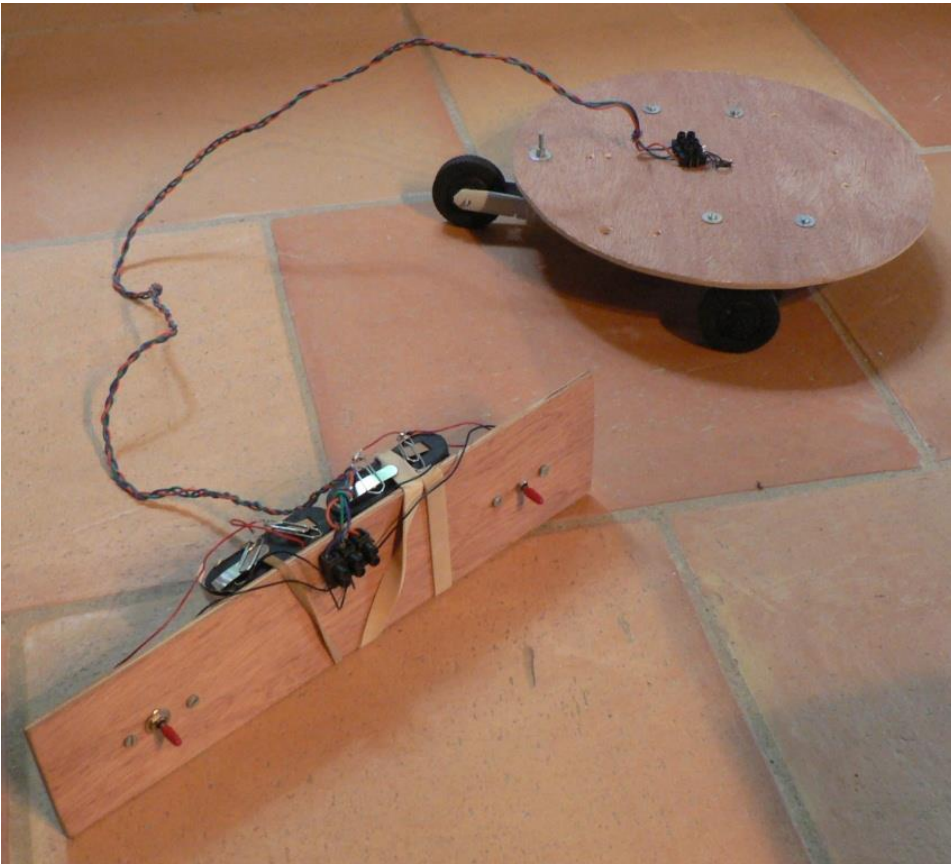
On peut partager un fil et réaliser un montage économique à 3 fils !

Serait-il possible de partager un fil entre les deux montages indépendants ? La réponse est oui, comme le montre le schéma de droite ! Bien qu'ayant un fil en commun, les deux circuits restent totalement indépendants.

Vous remarquerez que suivant l'état des inverseurs, parfois les électrons des deux circuits semblent passer dans le fil commun en allant dans le même sens ou au contraire en sens inverse ! On ne détaillera pas plus ici, vous comprendrez ce qui se passe réellement quand vous étudierez l'électricité au lycée.

Une plateforme agile

La réalisation finale



Une plateforme agile

Voici le montage final que vous avez réalisé !

La télécommande et la plateforme sont reliées par les 3 fils que vous avez tressés ensemble.

Le pilotage du robot filoguidé est très simple: même une très jeune conductrice peut le piloter !

Lorsque vous avez essayé votre montage vous avez pu vous rendre compte de son agilité pour tourner dans les coins, zigzaguer au milieu des bouteilles. Si les voitures étaient construites selon le même principe, plus de problèmes pour faire les créneaux en ville !

Domage que le robot ait besoin de vos yeux et de votre cerveau.... Il est temps maintenant de couper le cordon ombilical qui le relie à la télécommande !

Un robot autonome



Le robot autonome dans son environnement de test (enclos + bouteille)

Un robot autonome

Après la réalisation de la plateforme agile, on va réaliser un véhicule robot autonome, capable d'éviter tout seul les obstacles. On le voit d'ailleurs ici sur la photo, en train d'éviter une bouteille. Il est également capable de changer tout seul de direction lorsqu'il rencontre un mur de l'enclos.

Evidemment il a lui aussi une forme circulaire et deux moteurs indépendants, ce qui lui donne une grande efficacité pour éviter les obstacles comme on vient de le voir avec le robot filoguidé.

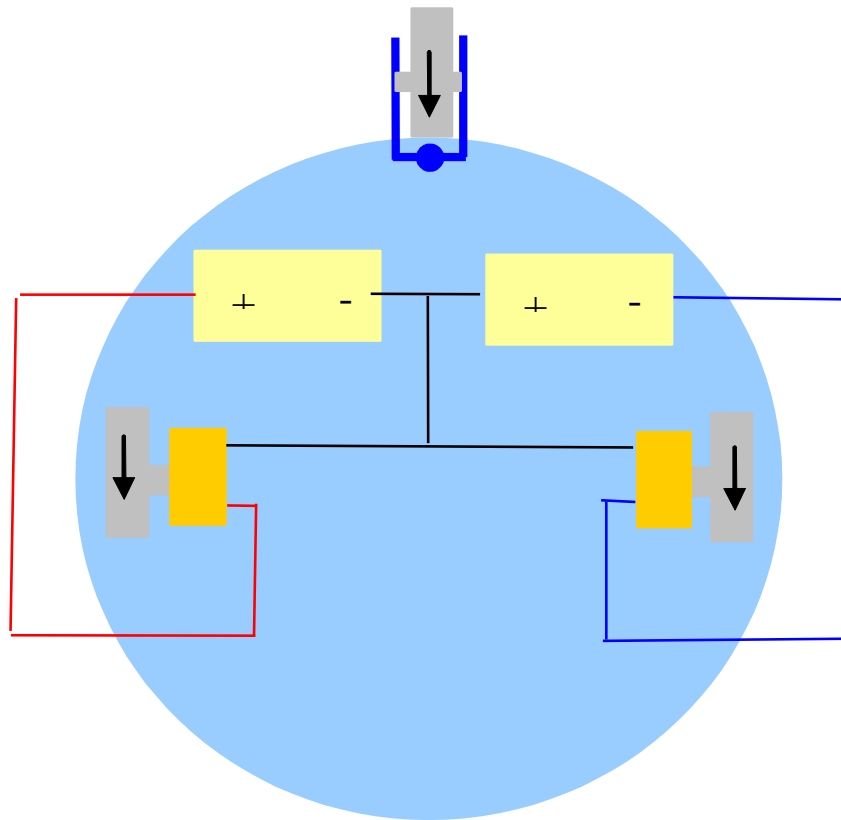
Mais que faut-il encore pour passer du robot filoguidé au robot autonome ?

- Il faut lui donner une source d'énergie (les deux piles de la télécommande)
- Il faut lui donner aussi des « yeux »: ce seront deux moustaches qui lui permettront de sentir les obstacles devant lui.
- Il faut lui donner un cerveau, pour lui dire ce qu'il faut faire quand il rencontre un obstacle

Voyons maintenant, en détail et pas à pas, le câblage électrique qui lui donnera à la fois énergie et intelligence.

Un robot autonome

LE ROBOT AUTONOME PAS A PAS (1/4)



Un robot autonome

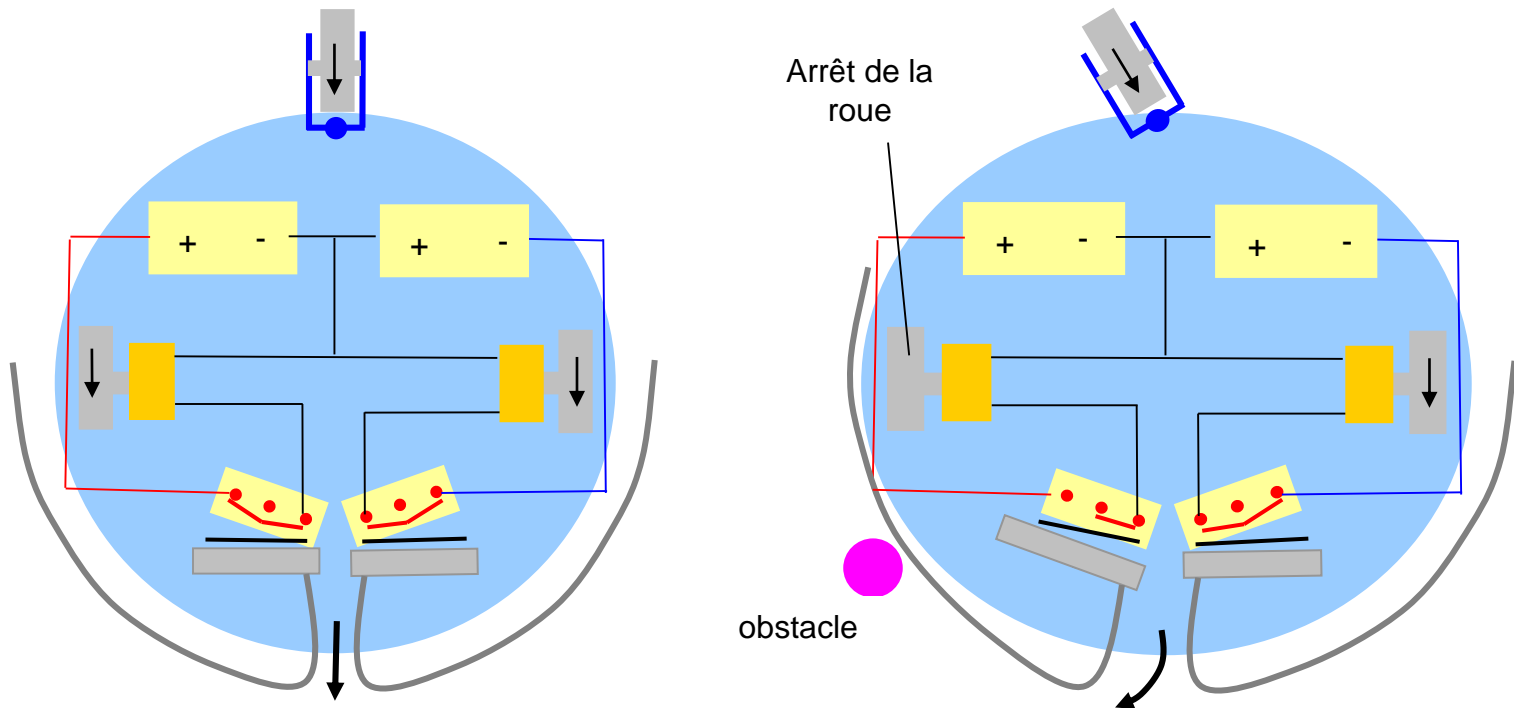
Voici un véhicule qui avance tout seul.

Mais, s'il rencontre un obstacle..... Il ne va pas réagir. Il est aveugle et sourd à son environnement.

Pour le rendre autonome, il faut lui adjoindre des capteurs.

Un robot autonome

LE ROBOT AUTONOME PAS A PAS (2/4)



Un robot autonome

Voici le même véhicule, mais cette fois-ci avec des moustaches et des interrupteurs (capteurs).

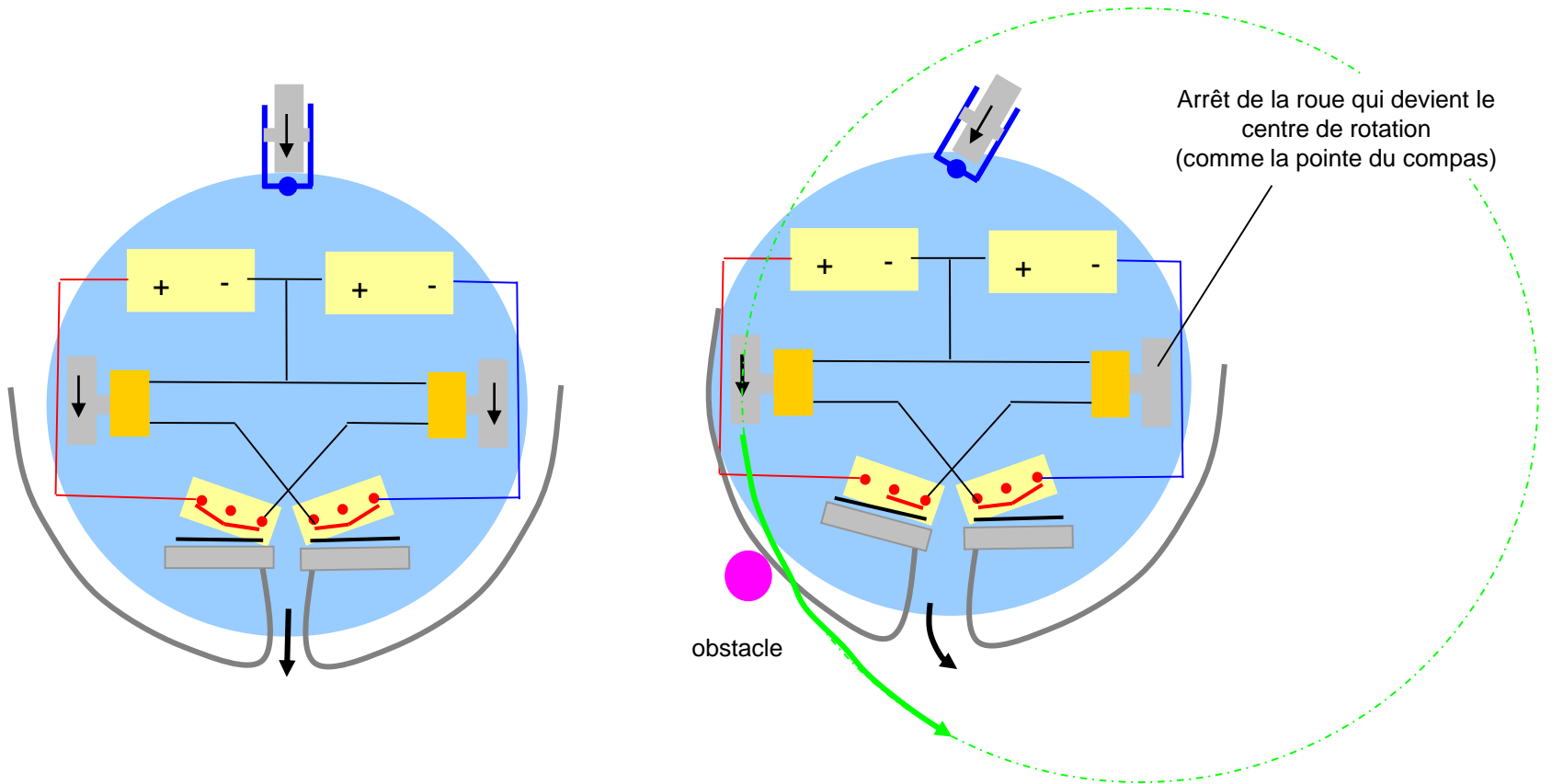
Quand le véhicule rencontre un obstacle, comme montré à droite, la moustache pivote et actionne l'interrupteur de droite (attention, le robot se déplace vers le bas....et donc sa droite est à notre gauche)

A ce moment, le moteur droit n'est plus alimenté électriquement et il s'arrête. Le moteur gauche par contre continue à tourner. Le robot pivote alors autour de la roue qui est arrêtée et se dirige encore plus vers l'obstacle.

Au bout du compte, il se coince et tout s'arrête. Mais, essayons un autre câblage des interrupteurs...

Un robot autonome

LE ROBOT AUTONOME PAS A PAS (3/4)



Un robot autonome

Cette fois, on a câblé les interrupteurs pour que le moteur droit soit alimenté à travers l'interrupteur gauche et vice versa.

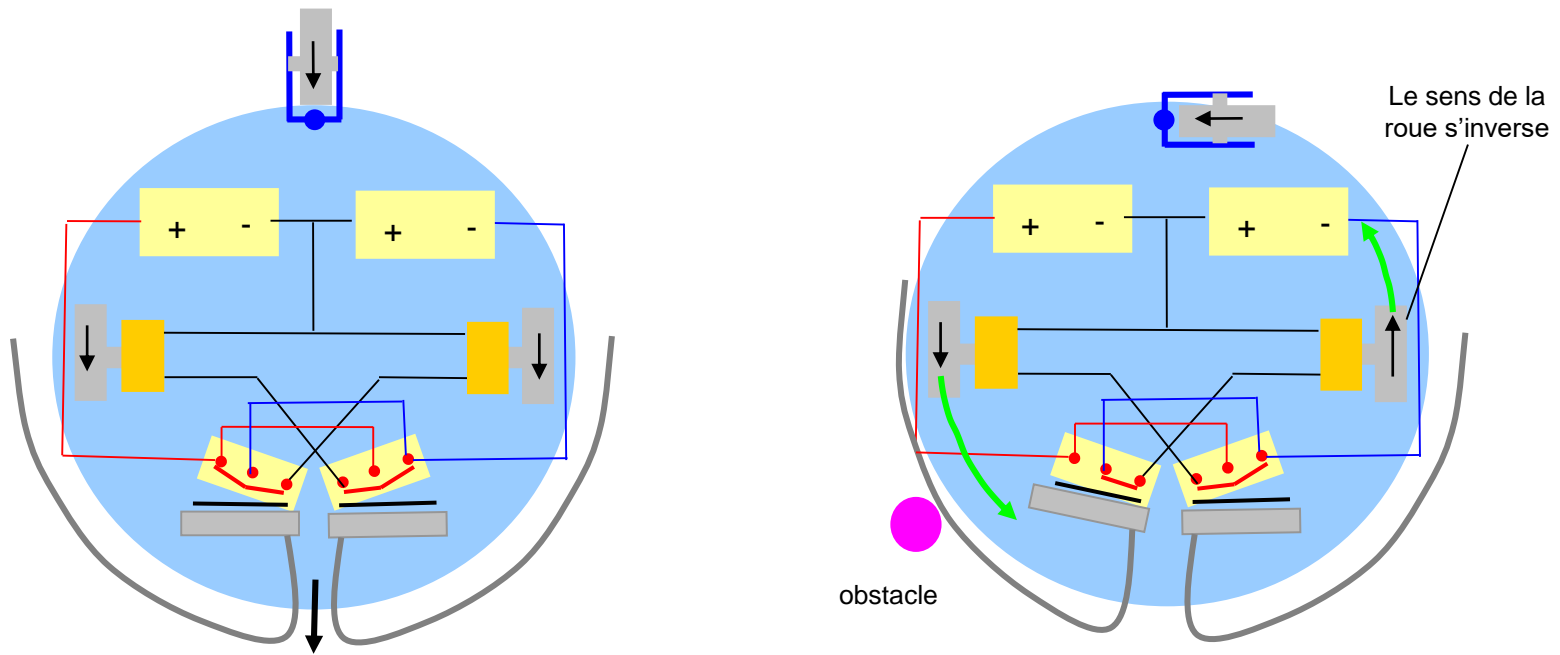
Ce croisement est fondamental !

Maintenant, quand la moustache de droite heurte un obstacle, c'est le moteur gauche qui s'arrête et la roue droite qui continue à avancer. Cette roue droite tourne autour d'un cercle centré sur la roue qui est arrêtée (cercle en pointillés verts).

C'est mieux qu'avec le montage précédent. Mais, ça ne suffit pas à éviter complètement l'obstacle... Regarde bien.... Il y a comme un coincement car le rayon de braquage est encore bien trop grand....

Un robot autonome

LE ROBOT AUTONOME PAS A PAS (4/4)



Un robot autonome

Dans ce montage on a rajouté une fonction de plus, tout simplement en alimentant le troisième contact des inverseurs.

Chaque moteur peut maintenant être alimenté par la pile de droite ou par celle de gauche, suivant la position de l'inverseur. Il tournera alors soit dans un sens, soit dans l'autre.

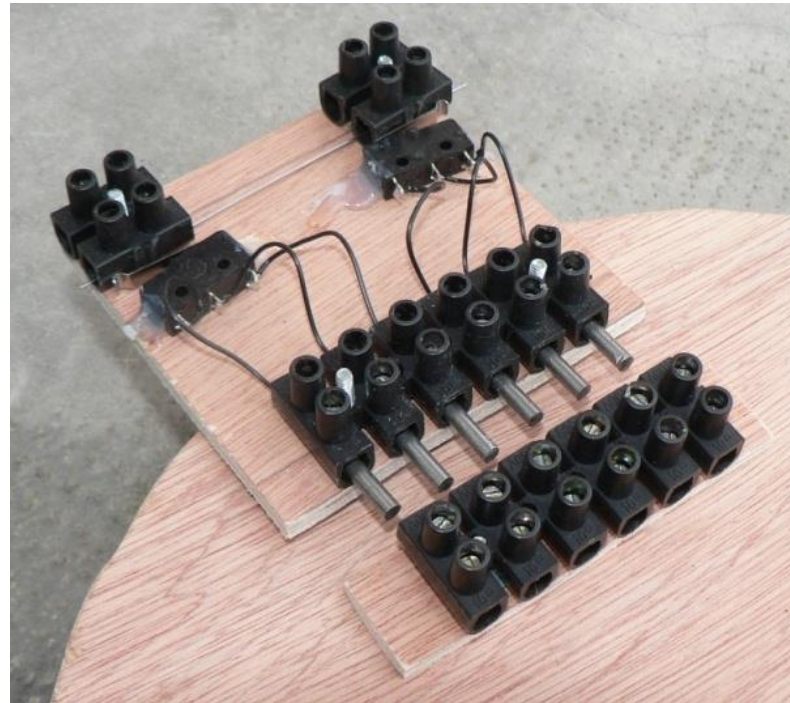
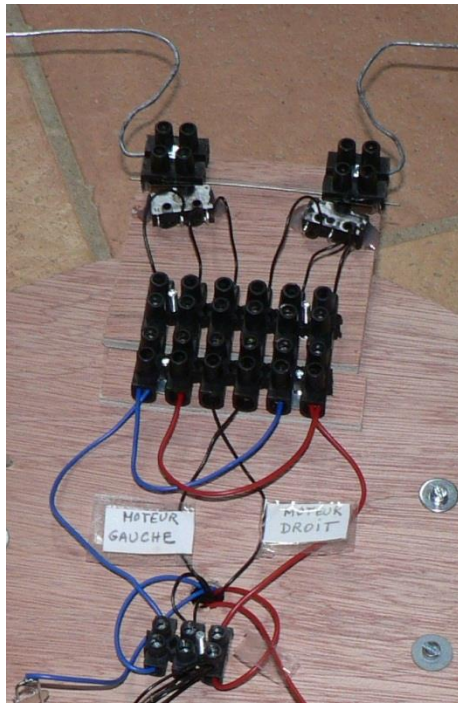
Ainsi, lorsque la moustache de droite heurte un obstacle, le moteur de gauche ne se contente plus de s'arrêter: Il se met à tourner dans l'autre sens !

Cette rotation en sens inverse du moteur gauche est fondamentale pour échapper à l'obstacle rencontré ! Le robot ne tourne plus maintenant autour de la roue arrêtée comme précédemment, mais il tourne autour d'un point situé au centre du plateau circulaire qui porte les différents équipements (cercle en pointillés verts).

Comme le robot tourne maintenant autour de son centre, il ne va plus se coincer contre l'obstacle. Le robot tourne ainsi tant que la moustache reste au contact de l'obstacle. Quand la moustache n'est plus au contact, le robot se remet à aller tout droit, mais dans une autre direction, fuyant ainsi définitivement l'obstacle.

Un robot autonome

Quelques détails (1/3)



Détail du câblage des inverseurs et de la fixation des moustaches

Un robot autonome

Voici maintenant comment sont constitués les inverseurs et le support des moustaches.

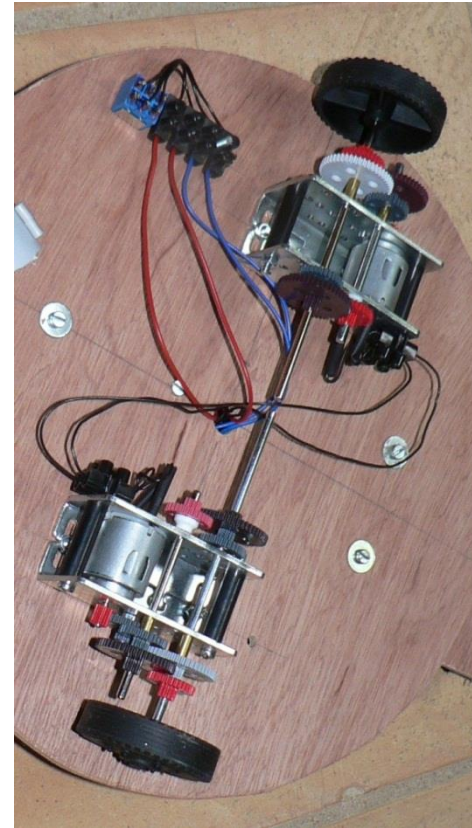
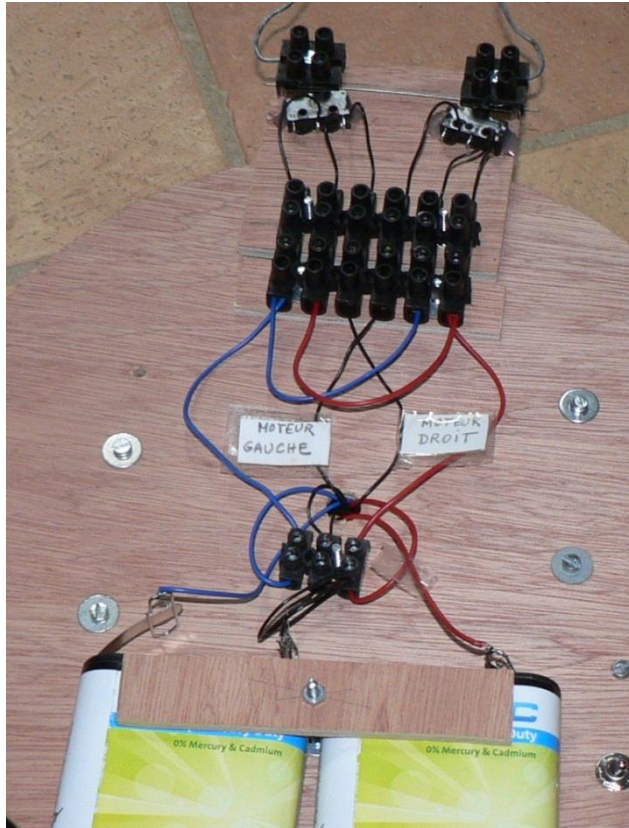
Les deux moustaches sont fixées sur deux dominos qui pivotent autour de leur centre. Une vis tient chaque domino tout en lui permettant de tourner (jeu), mais sans se dévisser. Tout cela grâce au système écrou / contre-écrou décrit dans la planche suivante.

Les deux inverseurs sont collés sur une plaque de bois par quelques points de colle chaude.

Entre les deux dominos, on remarque un fil brillant: c'est un fil d'acier que l'on appelle corde à piano. Il joue le rôle d'un ressort qui ramène les dominos à leur position de repos après la rencontre avec un obstacle.

Un robot autonome

Quelques détails (2/3)



Détail du câblage (face supérieure et face inférieure)

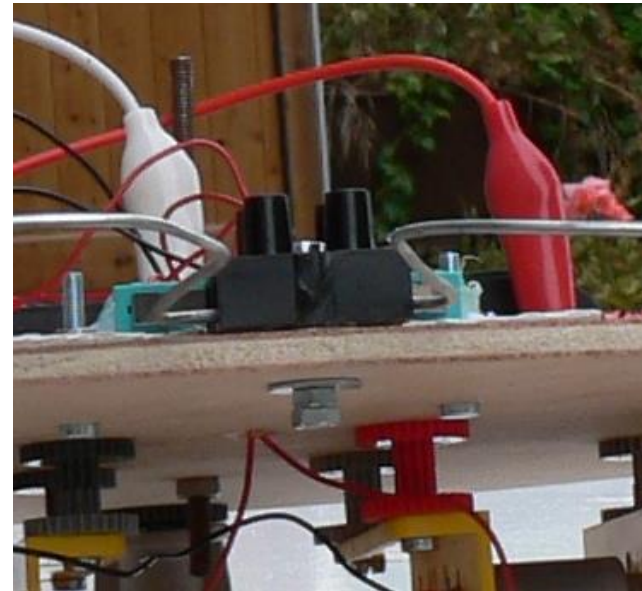
Un robot autonome

Le reste du câblage est visible sur les faces supérieure et inférieure du plateau.

Finalement, il n'y a pas beaucoup de fils et l'ensemble reste très simple.

Un robot autonome

Quelques détails (3/3)



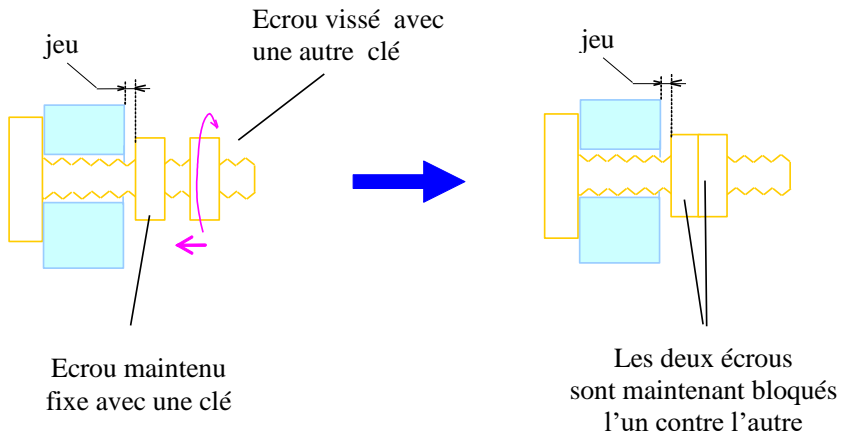
Le système écrou / contre-écrou est constitué par deux écrous vissés l'un contre l'autre.

Un robot autonome

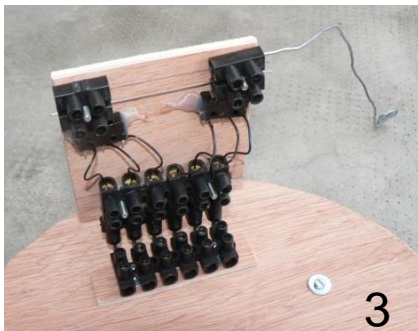
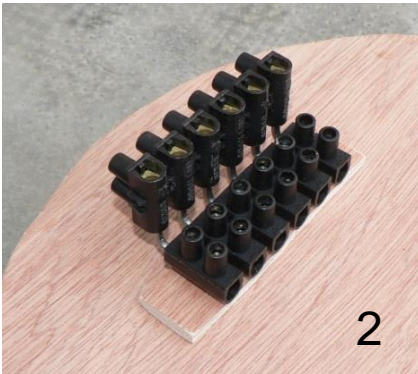
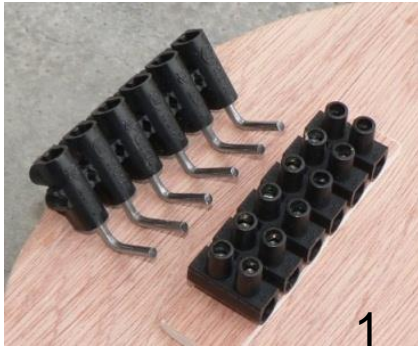
Pour finir, voici deux exemples de systèmes écrou / contre-écrou que nous avons utilisés:

- pour l'articulation de la roulette arrière
- pour l'articulation du domino qui porte les moustaches.

Chaque fois, il s'agit de créer une articulation avec un jeu pour permettre la libre rotation autour de l'axe. Ce jeu doit rester toujours le même, même après de nombreuses rotations dans les deux sens. Les écrous doivent donc rester bloqués. Le principe est donné ci-dessous.



Une autre version du robot



Un robot qui tient sur la table !

Le petit robot que l'on vient de fabriquer évite les obstacles grâce à ses moustaches qui lui permettent de percevoir son environnement. A la page 74 vous pouvez le voir en action dans un enclos. Comme il sait éviter les obstacles, il peut continuer à se déplacer longtemps sans s'arrêter.

Mais imaginez un instant que vous le mettiez sur une table.... On imagine que ses moustaches ne lui permettraient pas de percevoir le bord de la table... et bien sûr il tomberait dès le premier bord rencontré !

Eh bien, en changeant un peu la disposition de la tête de détection et en l'équipant avec une moustache spéciale, il devient capable de détecter un bord de table et de réagir pour éviter de tomber: s'il détecte un bord, il tourne sur lui-même pour changer de direction.

Je vous ai fourni une équerre-domino qui vous permet de monter la tête de détection verticalement. Le montage est simple en suivant les étapes 1 à 3 comme indiqué sur les photos. Pour l'antenne, il faut tâtonner un peu et ajuster la position du poids (domino sur l'antenne), afin que lorsque l'antenne tombe quand un bord est rencontré.

Ne dirait-on pas maintenant un insecte lorsqu'il fait le tour de la table en suivant le bord ?

Conclusion

En route vers des robots plus évolués !



Conclusion

Nous voici arrivés à la fin de ce premier cycle de robotique élémentaire. Nous avons pris contact avec les notions de capteurs (moustaches + inverseurs) et d'actionneurs (moteurs).

Entre ces capteurs et ces actionneurs, nous avons mis une « intelligence » très limitée réalisée elle aussi à partir de composants électromécaniques élémentaires. Dans notre robot, cette « intelligence » se résume d'ailleurs en un simple croisement de fils... ce qui le rend presque aussi intelligent que certains insectes.

D'ailleurs la dernière version qui tient sur une table sans tomber ressemble beaucoup à un insecte qui repère le bord avec ses antennes.

Notre petit robot est donc presque parfait pour échapper aux obstacles. Malgré tout, vous verrez que contrairement à un insecte, il peut rester coincé dans certaines situations où les deux moustaches sont activées en même temps...

Pour aller plus loin, il faudrait introduire une « intelligence » beaucoup plus riche que celle que l'on peut concevoir à partir de quelques fils. Il faudrait passer de la logique câblée à une logique programmée, en utilisant des microcontrôleurs (petits ordinateurs).

Peut-être aurez-vous l'occasion de réaliser de tels robots. Il existe de nombreux clubs de robotique au collège ou au lycée. Peut-être participerez-vous un jour au trophée de robotique organisé chaque année par planète sciences...