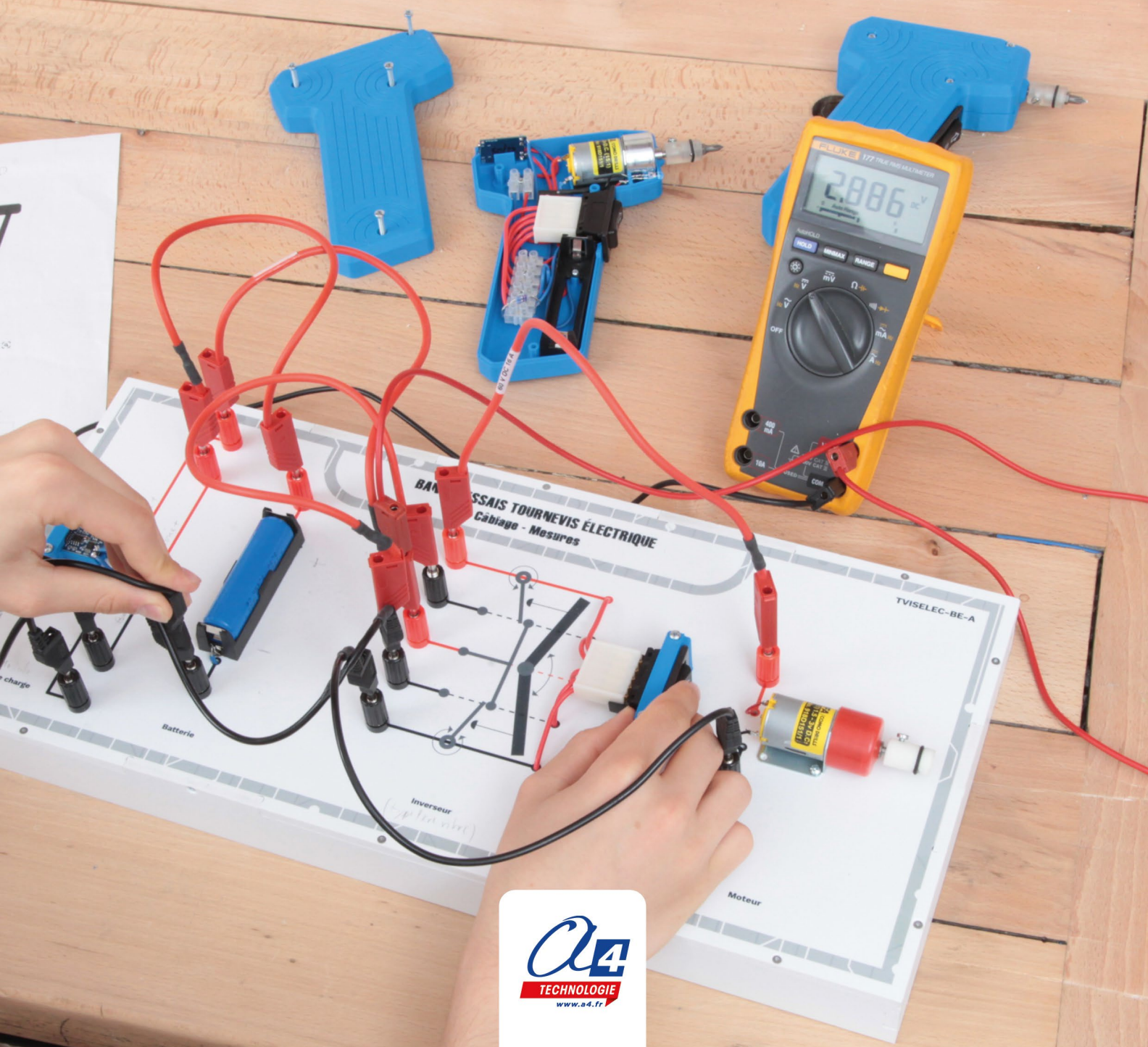


Tournevis électrique didactique

Dossier technique & pédagogique





Edité par la société A4 Technologie
5 avenue de l'Atlantique - 91940 Les Ulis
Tél. : 01 64 86 41 00 - www.a4.fr



Les documents techniques et pédagogiques signés A4 Technologie sont diffusés librement sous licence Creative Commons BY-NC-SA :

- **BY** : Toujours citer A4 Technologie comme source (paternité).
- **NC** : Aucune utilisation commerciale ne peut être autorisée sans l'accord de A4 Technologie.
- **SA** : La diffusion des documents modifiés ou adaptés doit se faire sous le même régime.

Consulter le site <http://creativecommons.fr/>

Documentations téléchargeables gratuitement sur www.a4.fr

Table des matières

I. Préambule : pourquoi ce produit ?	4
1. Le tournevis électrique didactique	4
2. Le banc de câblage	5
3. Version didactique ou version design	6
II. Dossier technique	9
1. Éclaté	9
2. Nomenclature générale	10
3. Nomenclature des sous-ensembles	11
4. Schéma électronique	12
5. La batterie 18650 avec MBS	13
6. Le circuit de charge 4056 – HW373	14
7. L'inverseur spécial type lève vitre	15
8. Schéma et photo du câblage – Version de base	16
9. Schéma et photo du câblage – Avec l'option éclairage	18
III. La réalisation	20
1. Fabrication de la coque et des pièces mécaniques annexes	20
1.01. Impression 3D de la coque	20
1.02. Impression du porte-embout	22
1.03. Assemblage du porte-embout	22
1.04. Réalisation de la vitre du voyant de la carte de charge	23
2. Préparation du câblage	24
2.01. Préparation des fils de l'inverseur	24
2.02. Préparation des fils du moteur	24
2.03. Préparation des fils du support batterie	25
2.04. Préparation des fils du module de charge	25
2.06. Préparation de l'option éclairage	26
3. Connectique - câblage	27
3.01. Raccorder l'inverseur au domino 6 points	27
3.02. Raccorder le résistor 1,2 Ohm sur le domino 6 points	27
3.03. Raccorder le module de charge sur le domino 2 points	28
3.04. Raccorder le module de charge + la bretelle sur le domino 6 point	28
3.05. Raccorder le support de batterie au module de charge	29
3.06. Raccorder le moteur sur le domino 6 points	29
4. Mise en place des éléments dans la demi-coque gauche	30
4.01. Préparation à la mise en place dans la demi-coque gauche	30

4.02. Fixation du module de charge et du domino 2 points dans la demi-coque gauche.....	31
4.03. Mise en place du moteur.....	31
4.04. Fixation du support de batterie	32
4.05. Mise en place de l'inverseur	33
4.06. Test du fonctionnement du moteur	33
4.07. Test du fonctionnement du module de charge	34
4.08. Montage de l'option éclairage	35
5. Fermeture du boîtier	36
5.01. Mise en place des 4 écrous M3 sur l'extérieur de la demi-coque gauche.....	36
5.02. Fermer le boîtier avec la demi-coque droite	36
5.03. Maintenir fermé le boîtier par les 4 vis M3 x 30	37
5.04. Accoupler le porte-embout.....	37
IV. Le banc d'essais et de câblage	38
1. Présentation.....	38
2. Activités élèves suggérées.....	39
2.01. Schéma	40
2.03. Banc de câblage	40
2.04. Banc de câblage avec câblage en place (corrigé).....	40
Document élève	41

I. Préambule : pourquoi ce produit ?

Faire travailler sur un objet technique contemporain et usuel.

Le fabriquer, l'assembler, l'étudier, le démonter, le réparer, l'améliorer.

Le sujet du tournevis électrique est riche de contenu ; de la mécanique, du câblage de l'électricité et de l'électronique.

C'est un objet courant dont il existe de nombreux modèles sur le marché et que presque tout bricoleur possède déjà. Les élèves pourront facilement en trouver un autour d'eux.

C'est un objet de bonne taille pour être étudié en classe, pas trop grand ni trop lourd pour tenir sur la table et se ranger facilement, mais pas trop petit ; assez grand pour être lisible et pas trop délicat à être manipulé.

Les modèles « industriels » du commerce ne sont pas adaptés aux contraintes de la classe, en particulier des activités de démontage / remontage, réparation ou modification.

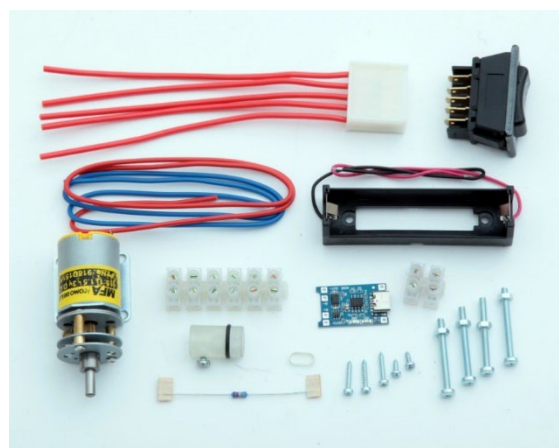
La plupart ne sont pas faits pour être démontables facilement ; des composants sont sertis ou clipsés, voire collés. Ils sont compacts, avec très peu de vide dans le boîtier. Ils sont délicats à câbler et constitués d'éléments internes dont certains sont trop petits ou trop fragiles et trop délicats à remettre en place après démontage. Rares sont ceux qui se prêtent à des activités pédagogiques en groupe et en temps limité.

1. Le tournevis électrique didactique

Nous proposons un modèle spécial, didactique, fonctionnel, lisible, démontable facilement, simplifié, mais conçu dans les règles de l'art. Sans offrir une image fausse de l'objet technique, il permet de facilement analyser et comprendre son fonctionnement.



TVISELEC-M
Le tournevis électrique
didactique livré monté



TVISELEC-K-ELEC
Le kit complet des éléments méca et élec.
Ne comprends pas :
- Le boîtier que l'on peut imprimer soi-même ;
- La batterie 18650



TVISELEC-ECLAIR
Le kit de l'option éclairage

- Les connectiques sont sur dominos, encombrants, mais tellement plus faciles à manipuler ;
- Tous **les éléments sont démontables, câblés sur dominos** ;
- **Chaque élément est indépendant de la coque** et peut en être extrait tout en restant intègre* ;
- Il y a de la place autour des éléments, pour faciliter le montage et le câblage ;
- **Les éléments ne sont pas superposés** pour une lecture facile à plat de l'objet et de ses blocs fonctionnels ;
- Le boîtier en seulement 2 pièces est dessiné pour être **facile à imprimer en 3D**, **sans support** ;

➔ Il en résulte un objet un peu encombrant dans la main et au design brut, mais bien plus facile à travailler par les élèves.

Nous proposons aussi l'exemple d'une version plus proche du réel commercial et industriel, avec coque au design abouti et avec strictement les mêmes éléments internes que dans le modèle didactique.

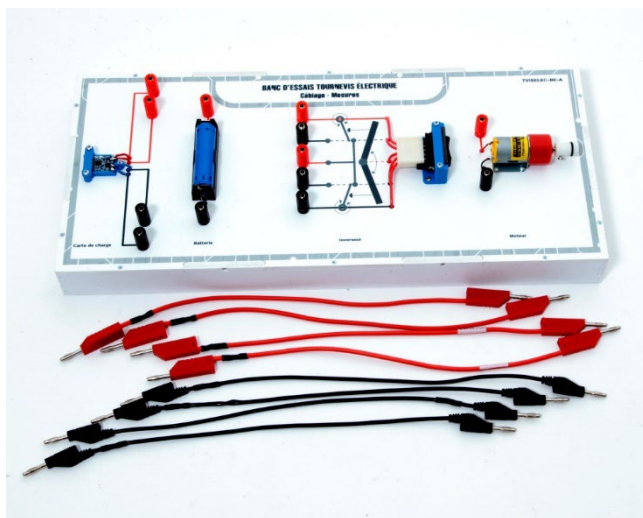
Cela permet de montrer qu'avec les mêmes éléments et le même câblage on peut largement améliorer le produit pour qu'il soit réellement comparable à un objet du commerce.

➔ Il en résulte un objet technique plus ergonomique et plus « vendeur », mais dont la coque est délicate à imprimer en 3D à cause de la nécessité de supports fastidieux à enlever (40 minutes de post-traitement lors de nos essais) et dont le câblage est plus délicat et exigeant. Les éléments sont très serrés, les fils plus laborieux à connecter et à placer, le boîtier plus délicat à fermer.

**La plupart des objets industrialisés sont conçus autant que possible de façon à limiter le nombre de pièces qui les constituent. Par exemple des éléments internes tels que les boîtiers d'interrupteurs peuvent être intégrés à la coque du produit. Ainsi en ouvrant la coque, on ouvre l'interrupteur et toutes les petites lamelles métalliques risquent de sauter et être très délicates à remonter. Il en va de même pour les supports de batteries ou les supports des éléments mécaniques du moto-réducteur ; en ouvrant le boîtier, on peut libérer des engrenages délicats ensuite à remonter. Sans parler de la graisse que l'on peut trouver sur les engrenages à l'air libre une fois la coque ouverte. Dans notre modèle « didactique » les éléments se démontent tout en restant intègres (réducteur, inverseur).*

2. Le banc de câblage

Ce banc permet de confortablement tester et réaliser le câblage des éléments du tournevis et de relever des mesures.



TVISELEC-BE-A
Le banc d'essai et de câblage

3. Version didactique ou version design

Un matériel didactique conçu spécialement :

- Pour être facile à monter et câbler
- Démontable rapidement de multiples fois
- Lisible avec des éléments facilement identifiables
- Avec le minimum de petites pièces
- Pour être facilement et rapidement remis en état initial à la fin d'un cours



Photos coques ouvertes, éléments montés dans la demi-coque de gauche

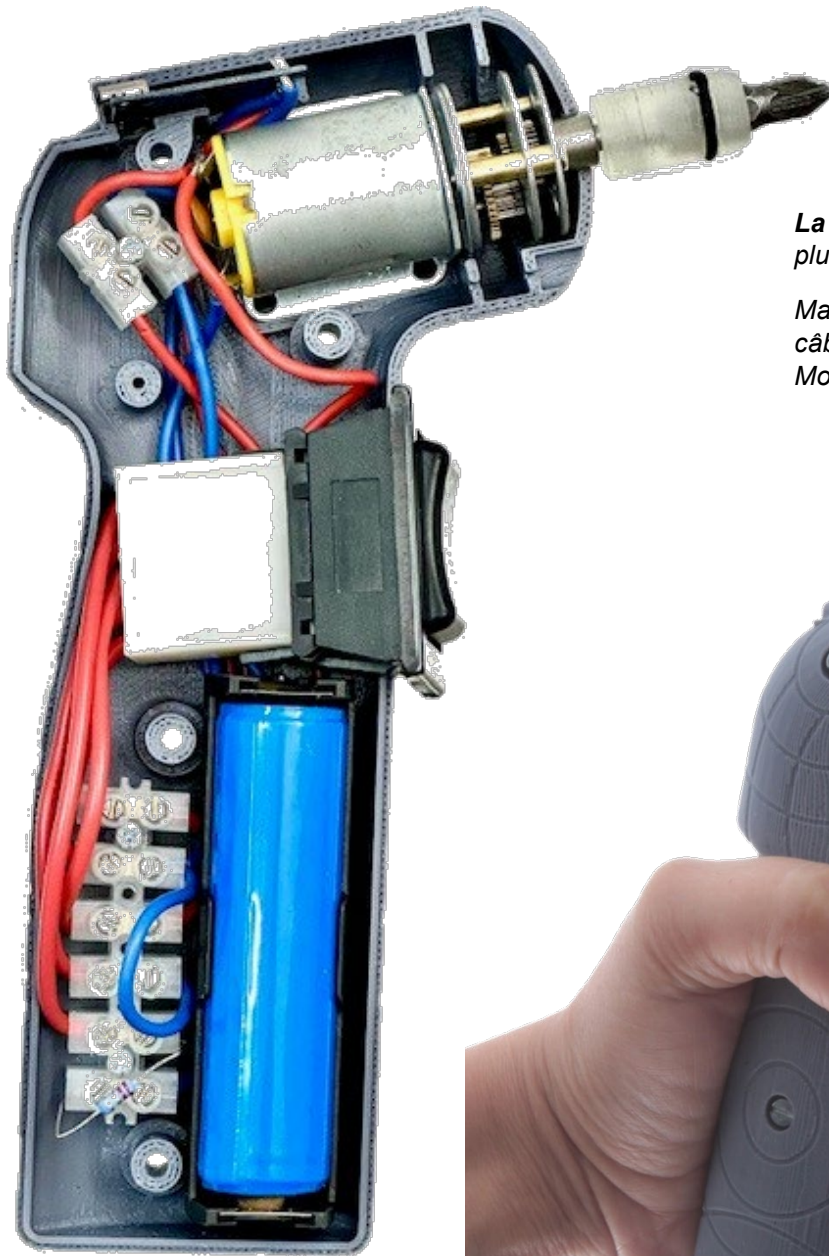


Modèle « didactique »

Câblage lisible et facile à effectuer.

Coque aisée à imprimer en 3D.

C'est le modèle que nous produisons et que nous vous proposons prêt à l'emploi.



La version design pour montrer une ergonomie plus proche des standards industriels

*Mais la coque est délicate à imprimer en 3D et le câblage plus serré est moins facile à réaliser.
Modèle à imprimer par vos soins.*



Les deux versions intègrent exactement les mêmes éléments.

La seule différence réside dans le design du boîtier :

- Sa facilité ou difficulté d'impression 3D
- La place à l'intérieur pour réaliser avec plus ou moins d'aisance le câblage des éléments

Un objet technique didactique, adapté aux contraintes de la classe, mais conçu dans les règles de l'art.

*Embout de vissage avec maintien
de l'outil par friction*



*Commande avec inverseur
du sens de rotation*



Éclairage de la zone de travail (option)

*Assemblage pas vis
métriques sur écrous noyés*



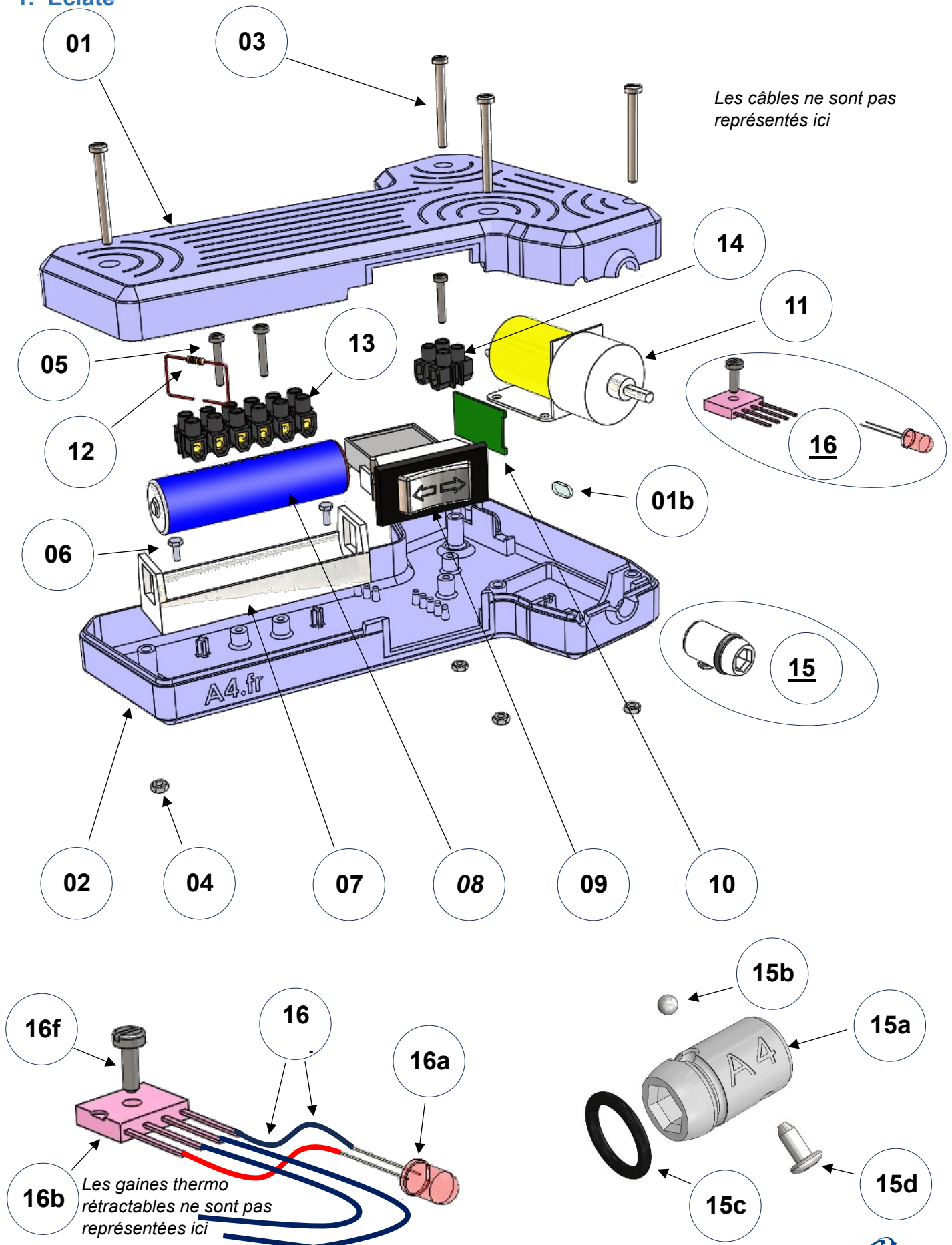
Recharge par cordon USB C

Une conception électronique pour le maximum de sécurité :

- Batterie protégée contre les surintensités, les surcharges et les sous-charges (module BMS intégré)
- Contrôleur de charge sécurisé contre les courts-circuits et le survoltage de la batterie

II. Dossier technique

1. Éclaté



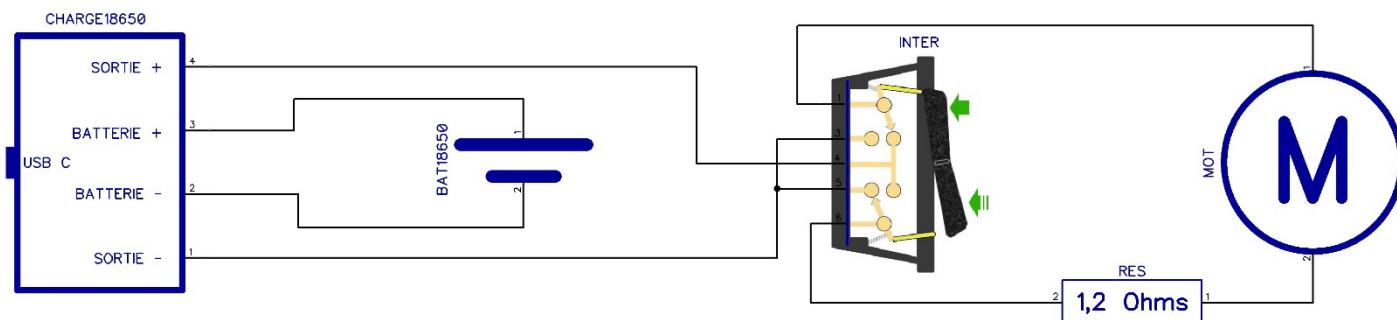
2. Nomenclature générale

Repère	Désignation - Caractéristiques	Référence	Qté
01	Demi-coque droite - PLA imprimé en 3D	TVISELEC-COQUE-D	01
01b	Vitre du voyant de la carte de charge PMMA Crystal 2 mm découpé laser	TVISELEC-VIT	01
02	Demi-coque gauche - PLA imprimé en 3D	TVISELEC-COQUE-G	01
03	Vis acier tête cylindrique fendue M3 x L30	VIS-ACZ-M3X30	04
04	Ecrou acier Hexagonal M3	ECR-N-ACZ-M3	04
05	Vis tôle tête cylindrique $\varnothing 2$ x L 13	VT-TC-2X13-100	03
06	Vis tôle tête cylindrique pour plastique D2xL6.5	VT-TC-2X6-100	02
07	Support batterie 18650	BHC-18650-1A150	01
08	Batterie lithium 18650-2000 mAh - 3,7 V Protégée sur-intensité – Non fournie avec le kit	PILE-18650-A	01
09	Inverseur type lève-vitre-5 poles Avec connecteur fils 120 mm	INV-LEVIT-KIT2PCES	01
10	Module de charge type 4056 Pour batterie 18650 - 1A 5V	CHARG-BT-5V	01
11	Moteur MFA 918D 151/1 Avec réducteur 15/1 - 3 à 6 V	MF-918D151-1	01
12	Résistor métal oxide 0.5W 1,2 Ohm	RES-1R2-05W	01
13*	Barrette de connexion 6 points 3A maxi - Section 2,5 mm ²	DOMINO-3A-06	01
14*	Barrette de connexion 2 points 3A maxi - Section 2,5 mm ²	DOMINO-3A-02	01
15	Porte-embout TVIS - Pour axe D4 Assemblage de pièces	TVISELEC-PORTEMBOUT	01
16	Option éclairage Assemblage de pièces	TVISELEC -ECLAIR	01

3. Nomenclature des sous-ensembles

Repère	Désignation - Caractéristiques	Référence	Qté
*13 - 14	Pièces issues de la barrette de connexion 12 points - 3A maxi - Section 2,5 mm ²	DOMINO-3A-12	01
15	Porte-embout TVIS		
15a	Porte-embout TVIS – Corps Pièce imprimée en 3D à stéréolithographie (SLA)	TVISELEC-EMBOUT	01
15b	Joint torique Nitrile Dint 5,7 mm - D tore 1,9 mm	JT-TOR-5M7X9M5	01
15c	Bille acier inox Ø3 mm	BAD3	01
15d	Vis acier tête cylindrique fendue M3 x L6	VIS-ACZ-M3X6	01
16	Option éclairage	TVISELC-ECLAIR	
16a	DEL Blanche ultra haute luminosité 5mm	DEL-5-BC-UHTL	01
16b	Pont redresseur Monophasé, 3A, 600V, 4 broches, D3K-Sachet de 10	DIOD-PONT-3A-10	01
16c	Câble multibrins 1 conducteur 0,93 mm ² -Rouge-Longueur 160 mm	FIL-SOUP93-1C-R	01
16d	Câble multibrins 1 conducteur 0,93 mm ² - Bleu ou noir - Longueur 160 mm	FIL-SOUP93-1C-B	01
16e	Gaine thermo-rétractable D3,2/D1,6 mm après rétreint - 100 mm -	GAINE-TH-3D21D6	01
16f	Vis tôle tête cylindrique ø2 x L 13	VT-TC-2X13	01

4. Schéma électronique



Les caractéristiques du module de charge, de la batterie et de l'inverseur lève-vitre sont détaillées dans les pages suivantes.

Le résistor 1,2 Ohm sert à limiter le courant d'appel au démarrage du moteur.

En effet au démarrage un moteur à courant continu a une résistance très faible avant qu'il ne commence à tourner. Ce n'est pas l'objet de ce dossier de faire un cours sur le fonctionnement d'un moteur et le phénomène d'induction.

Retenons juste ici qu'au démarrage du moteur l'appel de courant est fort et sature la batterie. Mais à la fois le circuit de charge et la batterie elle-même sont dotés d'un système de protection contre les sur-intensités (court-circuit). De ce fait, sans un résistor en série avec le moteur, à chaque démarrage il y a le risque de mise en sécurité du module de charge et/ou de la batterie.

Il serait possible d'ajouter un module électronique limitant le courant au démarrage ; cela aurait complexifié trop ce modèle didactique.

Le moteur MFA 918D 151/1, réducté, a été choisi pour un bon compromis entre puissance (couple) suffisante, consommation et sécurité d'un système conçu pour être manipulé par des mains non expertes. Aussi pour limiter les risques, nous optons pour un matériel qui fonctionne sous faible courant. Ce tournevis reste fonctionnel pour visser et dévisser, mais n'offre pas un fort couple pour forcer le serrage ou débloquer des vis grippées.

5. La batterie 18650 avec MBS

Il existe plusieurs modèles de batterie 18650.

La batterie 18650 réf. PILE-18650-A utilisée (fortement recommandée) dans le tournevis électrique pédagogique « TVISELEC » est sécurisée par Circuit BMS (Batterie Management System)* de façon qu'elle puisse tolérer les fausses manipulations qui risquent fort de se produire lorsque vos élèves vont s'essayer au câblage du tournevis, par exemple un court-circuit franc ou un mauvais câblage du circuit de charge.

Il est bien entendu que vos élèves devront être sensibilisés au risque important encouru lorsque l'on manipule sans précaution les circuits électriques et plus particulièrement les batteries.

La sécurité ne doit jamais tenir qu'à une seule protection, mais réside dans un ensemble de mesures prises dont la première est la formation des utilisateurs.

Caractéristiques de la batterie « PILE-18650-A » : 3,7 V – 2000 mAh – 7,4 Wh

** Un BMS est un circuit de sécurité « intelligent » qui protège une batterie contre :*

- *la surtension : le BMS évite la surcharge, en particulier au moment de la recharge ;*
- *la sous-tension : le BMS permet d'isoler (déconnecter) la batterie à partir d'un certain seuil de décharge, afin d'éviter une décharge profonde, qui raccourcirait sa durée de vie ;*
- *la surintensité : le BMS protège la batterie contre les surintensités, c'est-à-dire tout ce qui est court-circuit ou courant trop important qui la ferait trop chauffer.*

Le BMS est alimenté par la batterie qu'il protège.

Dans le cas de notre batterie « PILE-18650-A », le circuit BMS est intégré directement sur la batterie.

Sur la photo de la batterie écorchée, on voit le BMS qui était fixé en bout et dont l'épaisseur est d'environ 1,5mm.



Informations sur les BMS : le site [passionelectronique](https://passionelectronique.fr/bms-fonctionnement-choix-18650-lithium/) donne beaucoup d'informations intéressantes : <https://passionelectronique.fr/bms-fonctionnement-choix-18650-lithium/>

6. Le circuit de charge 4056 – HW373

Réf. CHARG-BT-5V

Ce circuit de charge est adapté à une batterie 18650.

Il est protégé contre les inversions de polarité et les sur-intensités.

Il protège la batterie :

- En contrôlant automatiquement le courant de charge et en empêchant la surcharge de la batterie (coupure de la charge au-delà de 4.2 V) ;
- En évitant la décharge excessive de la batterie (en deçà de 2,5 V, il isole automatiquement la batterie).

2 témoins permettent de visualiser l'état de charge de la batterie :

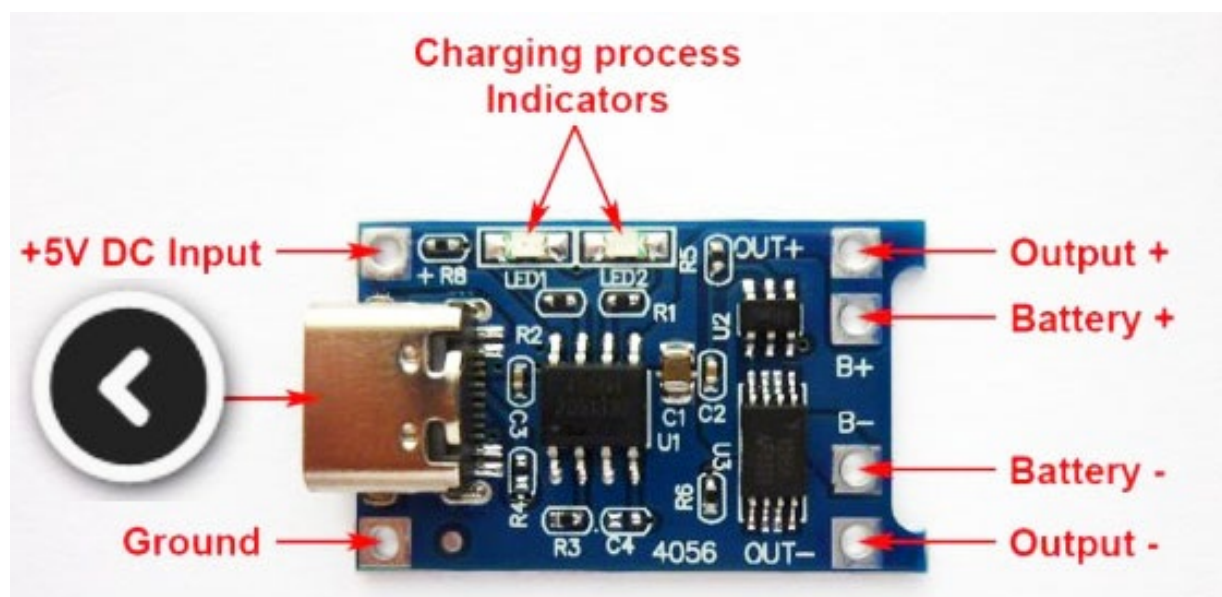
- La LED bleue allumée indique qu'il y a une alimentation électrique (chargeur USBC connecté)
- La LED rouge clignotante indique que la batterie est en charge
- La LED rouge allumée en continu indique que la batterie est chargée

Interface de charge par source stabilisée 5 V DC ou par cordon USBC et chargeur « standard » USB ou source d'alimentation 5 V.

En cas de mise en sécurité, il suffit de remettre le circuit en charge un court instant.

Spécifications

- Tension d'entrée : 4,2V-5V
- Courant de charge maximum : 1 A
- Tension de coupure de charge : 4.2V \pm 1%
- Tension de protection contre les surdécharges de batterie : 2.5V /3A
- Taille du circuit : 28 mm x 17 mm x épaisseur 4,5 mm



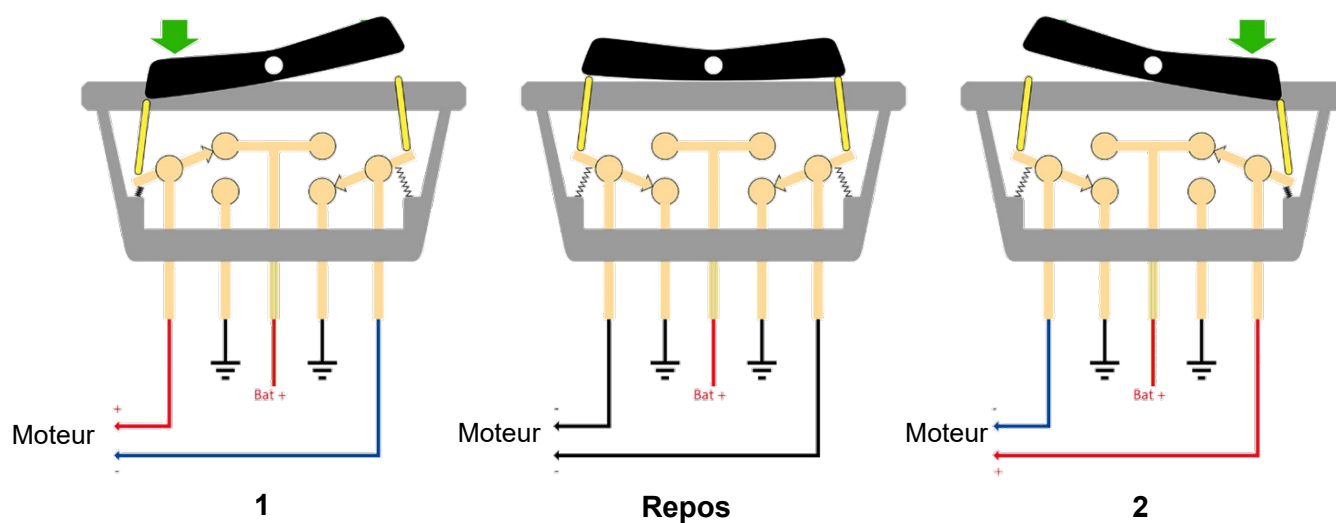
7. L'inverseur spécial type lève vitre

Réf. INV-LEVVIT-KIT2PCES

Cet inverseur particulier permet l'inversion du sens du courant pour actionner un moteur dans les deux sens, sans avoir recours à de l'électronique.

Il possède 3 positions avec retour automatique au repos.

- Position au repos : les deux bornes du moteur sont court-circuitées à la masse (-).
- Position fugitive 1 : borne A du moteur reste à la masse, l'autre est au + le moteur tourne dans un sens
- Position fugitive 2 : borne B du moteur reste à la masse, l'autre est au + le moteur tourne dans l'autre sens



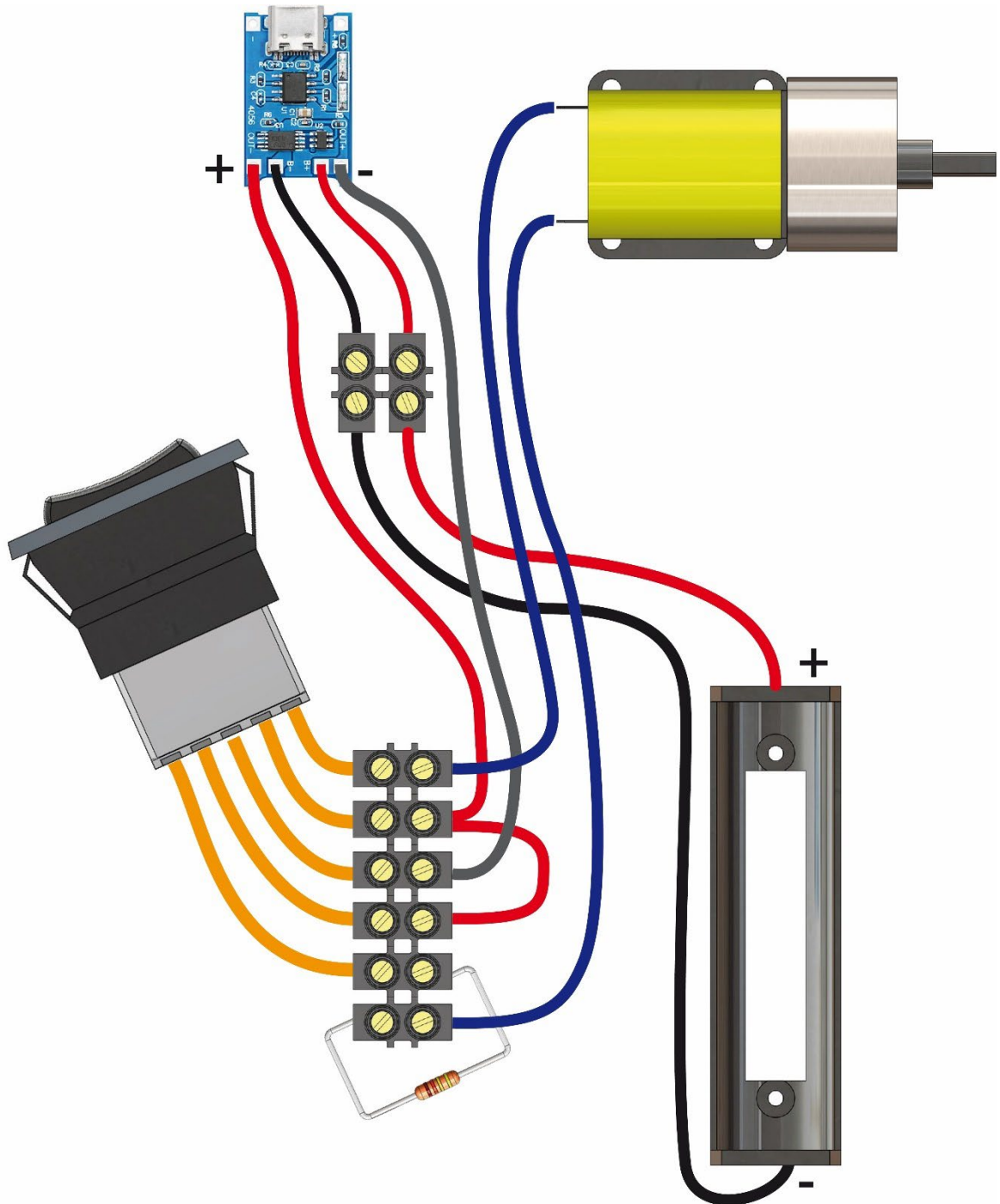
[Baton Rouge, LA - Detailed Auto Topics - Diagnosing Power Window Problems \(pinterest.fr\)](#)

[5 pin window switch and 5 pin relay wiring | Hot Rod Forum \(hotrodders.com\)](#)

[Schéma Inverseur type lève vitre - Recherche Google](#)

[Gebildet Commutateur Universel de Fenêtre de Voiture à 5broches avec Interrupteur et Faisceau de Câbles Interrupteur de levage de verre Momentané DC 12V : Amazon.fr: Bricolage](#)

8. Schéma et photo du câblage – Version de base

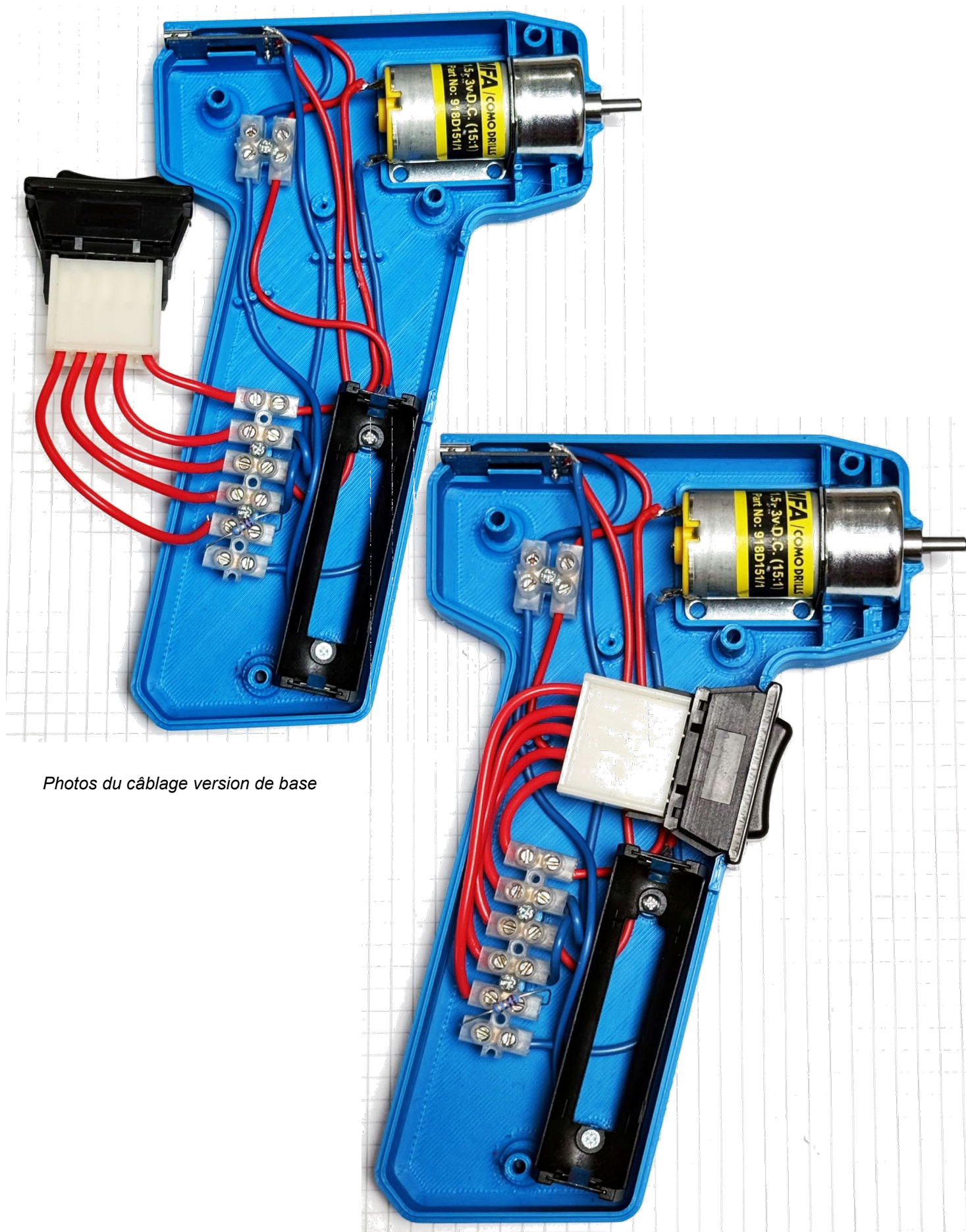


Fils à braser :

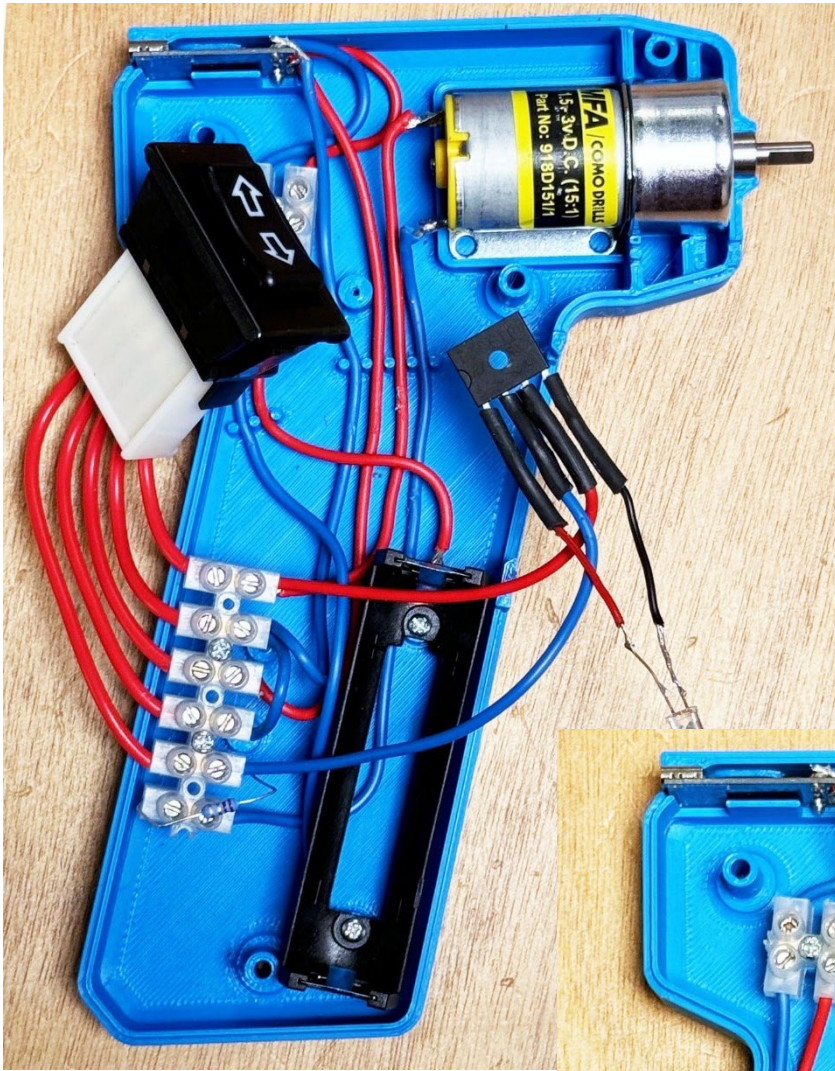
- sur le module de charge 4056
- sur le moteur
- sur le support de batterie 18650

⇒ Les longueurs de fils sont indiquées dans la procédure de fabrication :

2. Préparation du câblage



Photos du câblage version de base



Photos du câblage avec option éclairage

III. La réalisation

Cette partie propose un séquençage des opérations et donne toutes les indications nécessaires pour la fabrication et le montage. Son objet n'est pas d'apporter tous les éléments de connaissances générales en mécanique, électronique ou utilisation des outils comme les imprimantes 3D, les fers à souder, les multimètres, etc. selon le niveau de vos élèves et vos objectifs, il convient de vous reporter pour cela vers les multiples ressources qui existent déjà. Sinon, chaque dossier d'un OT deviendrait un énorme pavé.

1. Fabrication de la coque et des pièces mécaniques annexes

La coque est réalisée en impression 3D. Vous l'imprimez ou nous la proposons déjà imprimée.

La vitre du voyant est réalisée en découpe laser. Elle est fournie dans le kit de base.

Le corps du porte-embout est réalisé en impression 3D SLA. Il est fourni dans le kit de base.

1.01. Impression 3D de la coque

2 demi-coques sont à imprimer en FDM (filament fondu), en PLA (ou ABS).

Deux modèles sont proposés :

- Modèle « didactique », facile à imprimer sans support et suffisamment large pour une implantation des éléments et un câblage facilité.
 - Une face extérieure plate pour pouvoir imprimer sans supports directement sur le plateau machine ;
 - Une poignée volumineuse pour une intégration facile des éléments et une certaine aisance pour le câblage.

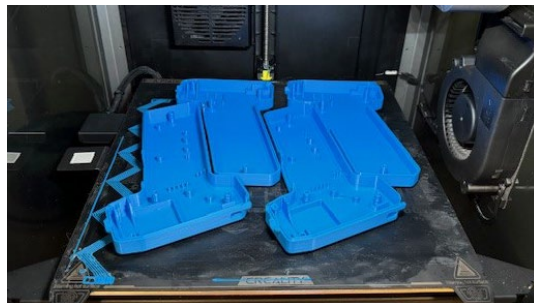
→ Un design un peu pataud ; impression sans support.

- Modèle « design »
 - Corps profilé pour une tenue confortable dans la main et un design attrayant ;
 - Éléments internes serrés pour une meilleure ergonomie et que l'objet soit maniable et facile en main.

→ Impression 3D nécessitant des supports, un temps d'impression plus long et un post-traitement un peu long et délicat si on imprime face intérieure contre le plateau, pour une belle face extérieure. En revanche, si on imprime face intérieure au-dessus, la face extérieure sera beaucoup moins belle.

Les deux modèles sont libres en téléchargement sur www.a4.fr dans les ressources accessibles depuis la page du produit.

**Seul le modèle « didactique » plus facile à imprimer est proposé imprimé par nos soins.
Le modèle « design » demande trop de main-d'œuvre pour ôter les supports et serait trop onéreux à la vente.**



Impression par deux coques (4 demi-coques) sur Creality K1 Max

Coque « didactique » facile à imprimer

Impression sans support.

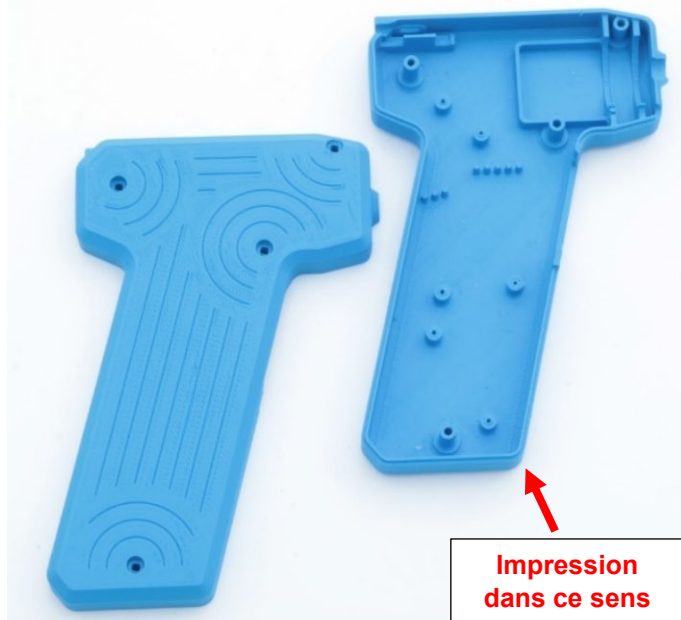
Face extérieure plate contre le plateau.

Sur Tiertime UP 300

PLA - Mode turbo - Remplissage 15 % - Couches de 0,2
Paramètres par défaut : Conso. 150 g - Temps 7 h

Sur Creality K1 Max

Mode rapide avec Ultra PLA - Couches de 0,2
Paramètres par défaut : Conso. 102 g – Temps 3h30



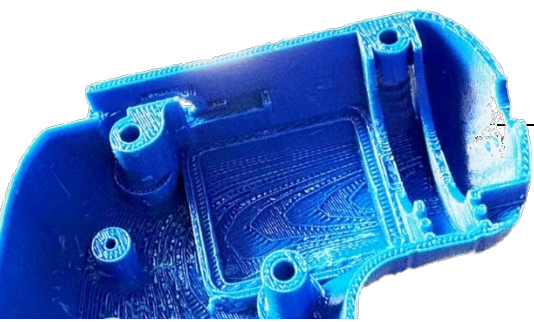
Pour réaliser la coque « design » qui est convexe, on est contraint d'imprimer côté extérieur en haut, pour que son aspect extérieur soit convenable.

Cela implique des supports côté intérieur de la coque. L'état de surface intérieure est donc moins fini, ce qui n'a pas d'importance, mais les supports d'impression ne sont pas aisés à retirer rapidement.

L'exemple sur les trois photos ci-contre a été imprimé en PLA avec une UP 300. Une machine qui se situe dans le « haut du panier » sur le plan de la qualité d'impression et de la bonne gestion des supports et surtout de facilité de les enlever.

Mais il faut bien 20 minutes avec les bons outils pour ôter les supports.

Nota : l'imprimante 3D K1 Max est plus rapide que la UP300. Mais les pièces ne sont pas construites avec la même densité de filament ni la même finesse. Pour notre tournevis avec cette coque au design facile à imprimer, la qualité avec la K1 Max est très satisfaisante.



Coque « design » difficile à imprimer

Impression avec supports.

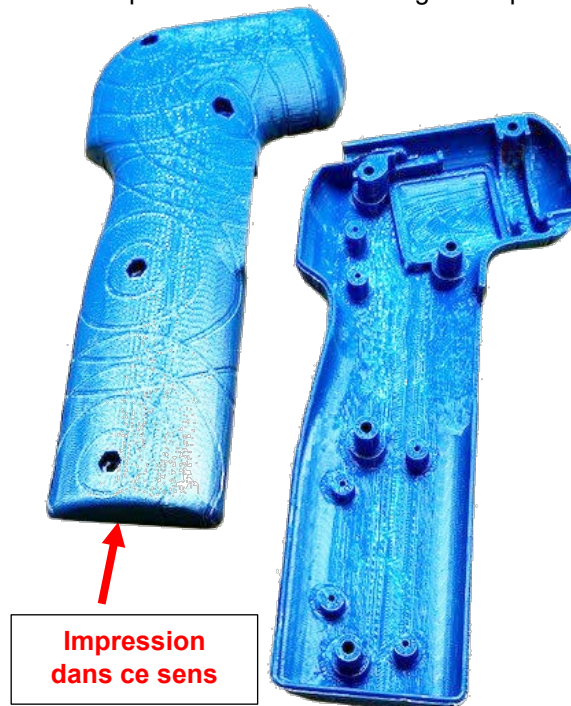
Face extérieure bombée au-dessus.

Sur Tiertime UP 300

PLA - Mode turbo - Remplissage 15 % - Couches de 0,2
Paramètres par défaut : Conso. 165 g – Temps 8h30

Sur Creality K1 Max

Mode rapide avec Ultra PLA - Couches de 0,2
Paramètres par défaut : Conso. 130 g – Temps 5h15



La surconsommation de plastique par rapport à la coque didactique simple, s'explique par la nécessité de supports d'impression dont on voit ici les résidus.

1.02. Impression du porte-embout

Le corps du porte-embout (nomenclature repère n° 15a) nécessite une bonne précision de fabrication et est réalisé par impression 3D résine stéréolithographique SLA.

Il est fourni avec le kit des éléments, car peu d'établissements possèdent une imprimante à stéréolithographie.

On peut tenter une impression à filament fondu (FDM) avec une buse de diamètre 0,2 et des couches de 0,1. Mais la qualité et la résistance mécanique seront médiocres par rapport aux attendus. Les ajustements avec l'axe du moteur, les embouts de vissage et la petite bille doivent être précis au 1/10 maximum. Le taraudage pour la vis de serrage (Nomenclature repère 15d) est directement dessiné sur le modèle 3D. L'impression à filament fondu ne peut pas permettre un tel niveau de détail.

Si vous possédez une imprimante 3D SLA il peut être intéressant de faire redessiner un modèle un peu différent et l'imprimer. C'est une pièce techniquement intéressante, assez facile à dessiner, assez rapide à imprimer et peu coûteuse à produire du point de vue de la consommation de résine.

Nota : on peut préconiser d'utiliser plutôt des résines stéréolithographiques rinçables à l'eau ; presque aussi solides, mais tellement plus faciles à post-traiter (rinçage à l'eau au lieu de l'alcool isopropylique).

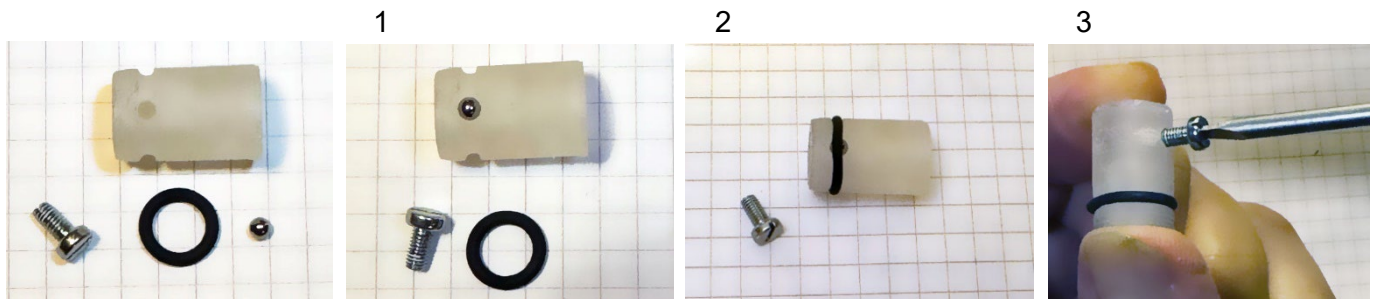
Fichiers 3D avec les ressources disponibles sur notre site depuis la page du produit.

1.03. Assemblage du porte-embout

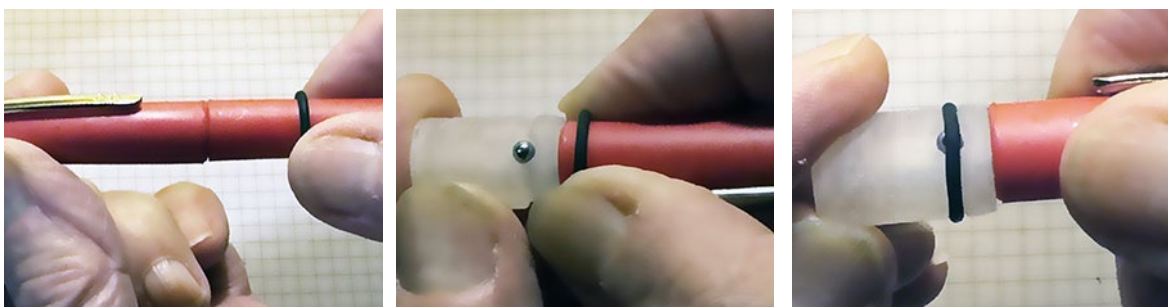
1. Mettre en place la bille acier diam 3mm (nomenclature repère 15c)
2. Placer le joint torique qui fait office d'élastique (nomenclature repère 15b)
Pour faciliter la pose du joint torique on peut par exemple le faire glisser sur le capuchon conique de stylo puis le transférer sur le porte embout.
3. Mettre en place la vis de serrage M3x6 (nomenclature repère 15d)



Engager la vis bien dans l'axe du taraudage. Les filets sont ébauchés dans l'impression 3D, mais sont fragiles et doivent être rodés par le premier passage de la vis.



Pour faciliter la pose du joint torique, on peut utiliser une pièce conique qui permet de le distendre progressivement. Par exemple le faire glisser sur le capuchon d'un stylo puis le transférer sur le porte embout.

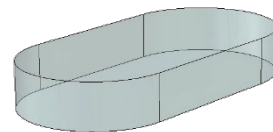


1.04. Réalisation de la vitre du voyant de la carte de charge

La vitre du voyant de la carte de charge est réalisée en découpe laser de PMMA crystal épaisseur 2 mm.

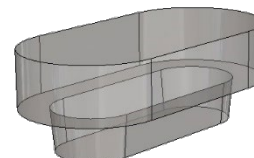
Elle est fournie avec le kit des éléments.

Si vous possédez une découpeuse laser de type CO2 (les lasers diode ne découpent pas les matières transparentes) vous pourriez les faire dessiner et réaliser par vos élèves. Mais il n'y a pas de variantes possibles. La pièce doit s'insérer dans le trou du boîtier et il n'y a qu'une forme possible.



Si vous possédez une imprimante 3D qui peut réaliser des pièces transparentes (filaments transparents ou résines transparentes) vous avez une certaine liberté de dessin :

- une vitre avec du relief sur sa surface (pour diffuser mieux la lumière)
- une vitre 3D qui peut s'encastrer dans le boîtier



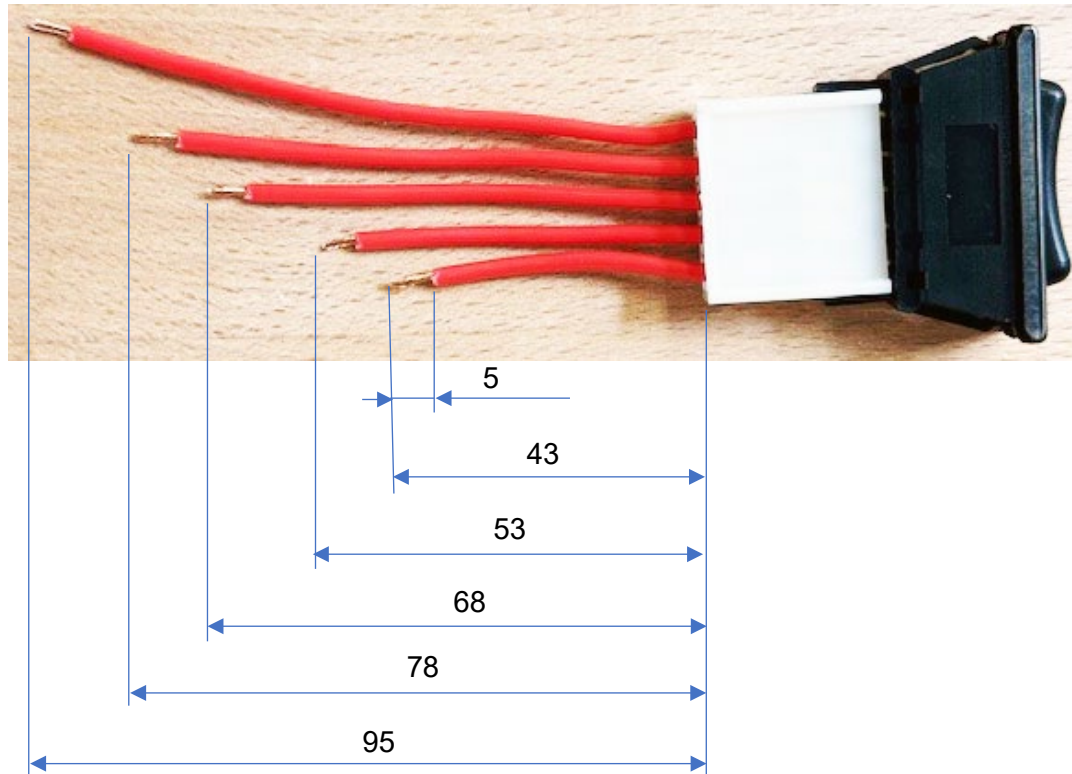
Il y a alors un vrai intérêt pédagogique à faire réaliser ou modifier une pièce simple qui s'imprime très rapidement vu son tout petit volume.

Fichiers 3D avec les ressources disponibles sur notre site depuis la page du produit.

2. Préparation du câblage

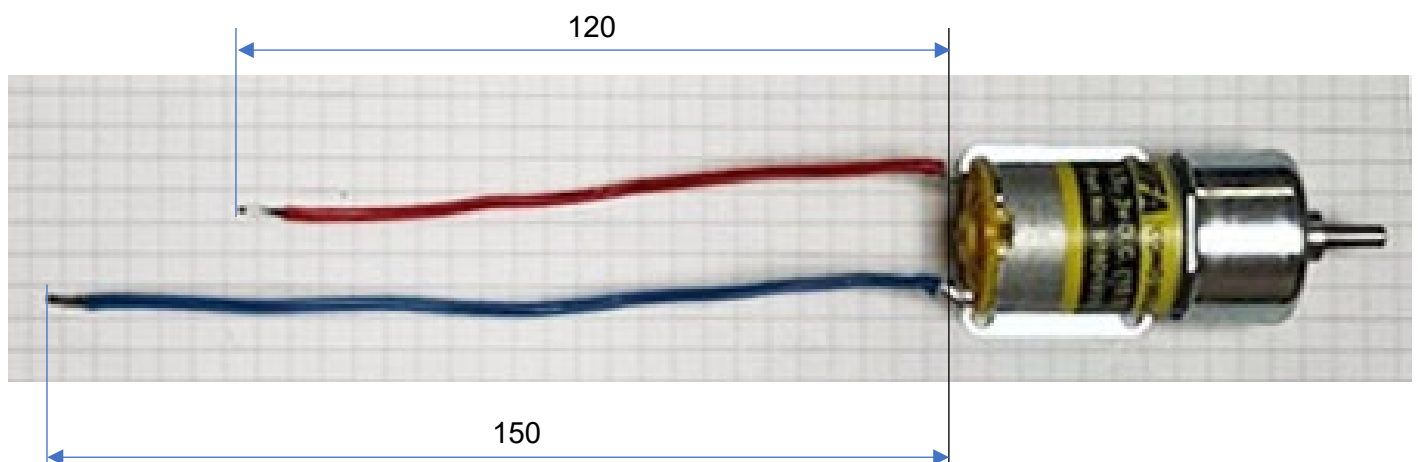
2.01. Préparation des fils de l'inverseur

- Couper à longueur les 5 fils
- Dénuder sur 5 mm les 5 fils




2.02. Préparation des fils du moteur

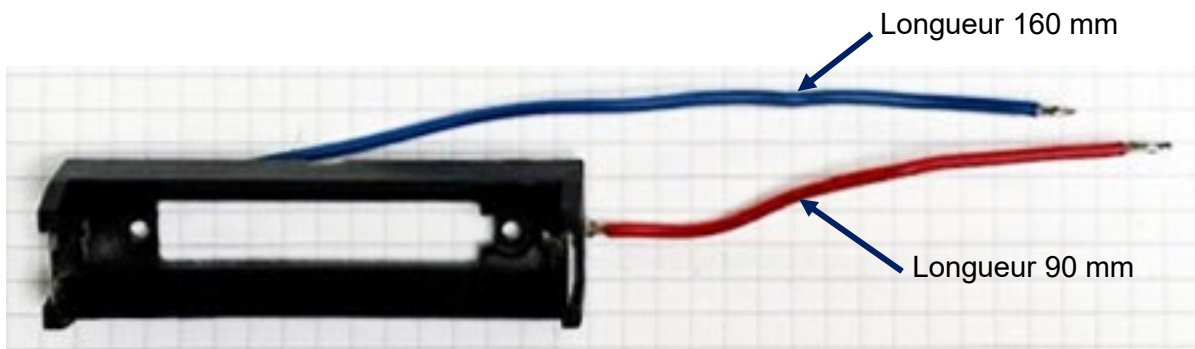
- Mettre à longueur les deux fils
- Dénuder les deux extrémités de chaque fil sur 5 mm
- Braser les fils sur les deux cosses du moteur



2.03. Préparation des fils du support batterie

- Mettre à longueur les deux fils (1 bleu ou noir et 1 rouge)
- Dénuder les deux extrémités de chaque fil sur 5 mm
- Braser les fils sur les deux cosses du support de batterie

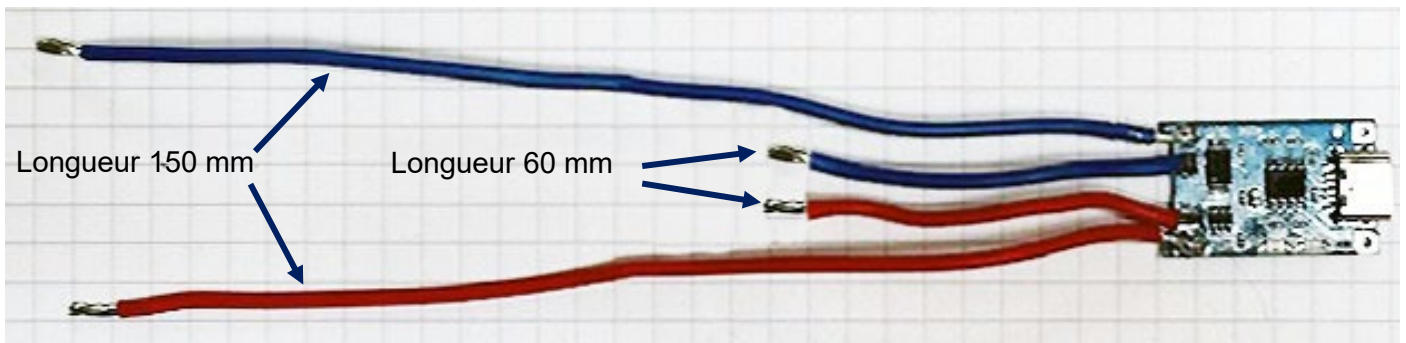
 **Respecter la polarité : fil rouge = + ; fil noir ou bleu = -** (Voir repères + et - sur le boîtier)



2.04. Préparation des fils du module de charge

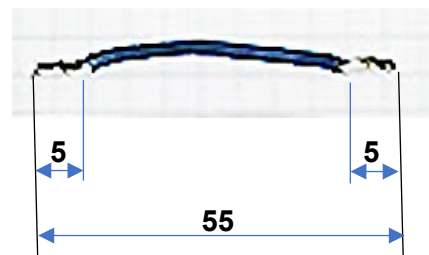
- Mettre à longueur les quatre fils (2 bleus ou noir et 2 rouges)
- Dénuder les deux extrémités de chaque fil sur 5 mm
- Braser les fils sur les pastilles du module de charge

 **Respecter la polarité : fil rouge = + ; fil noir ou bleu = -**



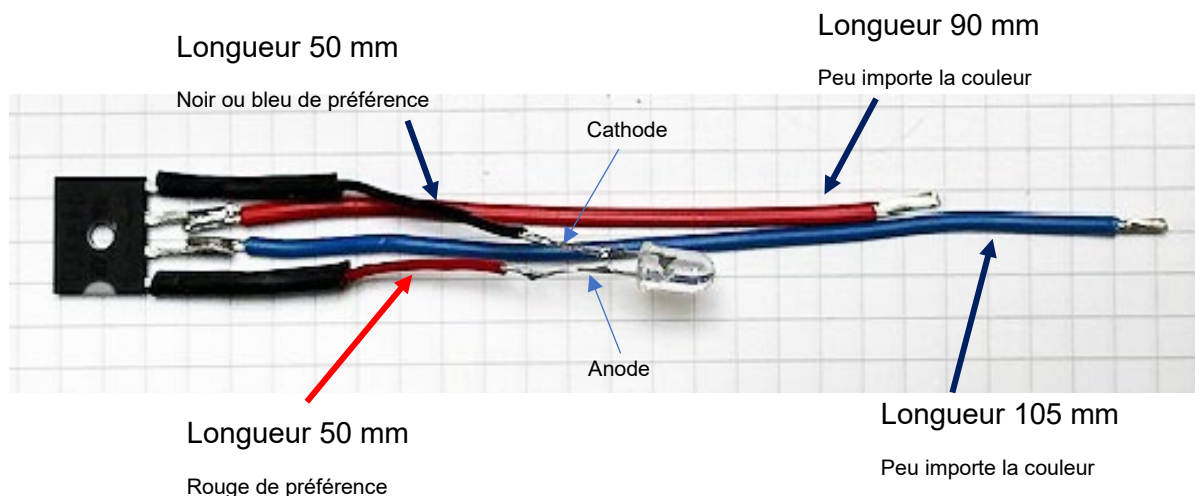
2.05. Préparation de la bretelle de 55 mm

- Mettre à longueur de 55 mm la bretelle de connexion (fil bleu, noir ou rouge ; préférence pour le bleu pour être conforme aux photos du dossier)
- Dénuder les deux extrémités du fil sur 5 mm



2.06. Préparation de l'option éclairage

- Couper à longueur les 5 fils



- Braser les fils sur les broches du pont de diodes et sur celles de la LED, comme montré sur la photo ci-dessus : il y a donc 6 brasures à effectuer.
Les deux fils qui iront aux bornes du moteur sont de longueurs différentes : une borne du moteur est plus proche que l'autre du pont de diodes.



- Il est fortement recommandé d'isoler les broches du pont de diodes avec de la gaine thermorétractable. Sans quoi le risque est élevé de court-circuit.
En revanche, côté LED, les broches sont fixées et séparées par les encoches prévues sur le boîtier. Il est inutile de les isoler. Et d'ailleurs cela pourrait empêcher la fermeture du boîtier.

3. Connectique - câblage

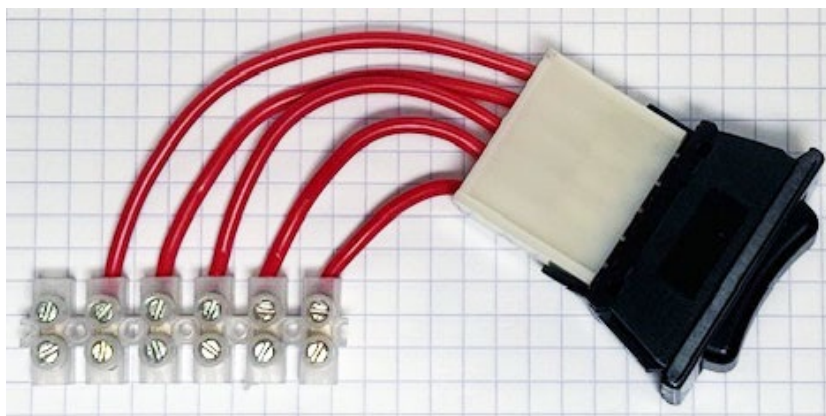


Nota : bien que cela est parfois conseillé, il ne faut normalement pas étamer les fils torsadés avant de les serrer dans un domino. L'étain est trop mou et rapidement le serrage devient inefficace. C'est une cause fréquente de mauvais contacts. Torsader les brins et ne pas trop serrer au risque de casser les brins.

Pour pouvoir réaliser de multiples serrages, démontages / remontages du fil dans le domino.
L'idéal serait de sertir un embout tubulaire sur le fil dénudé.

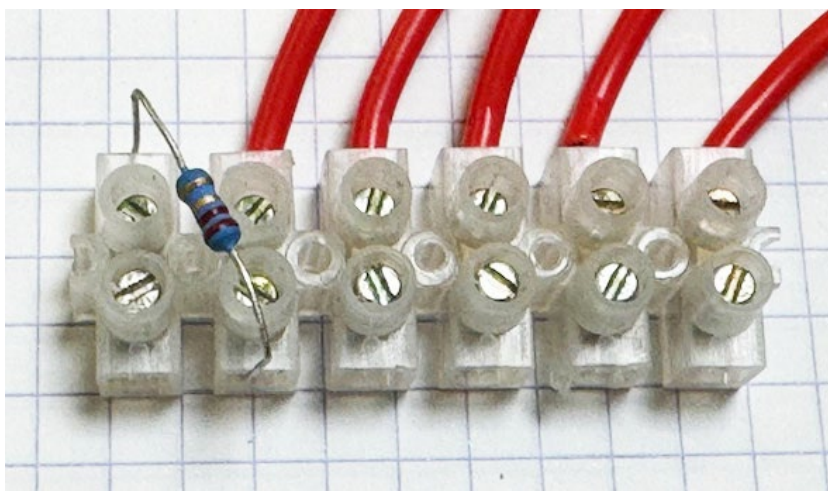
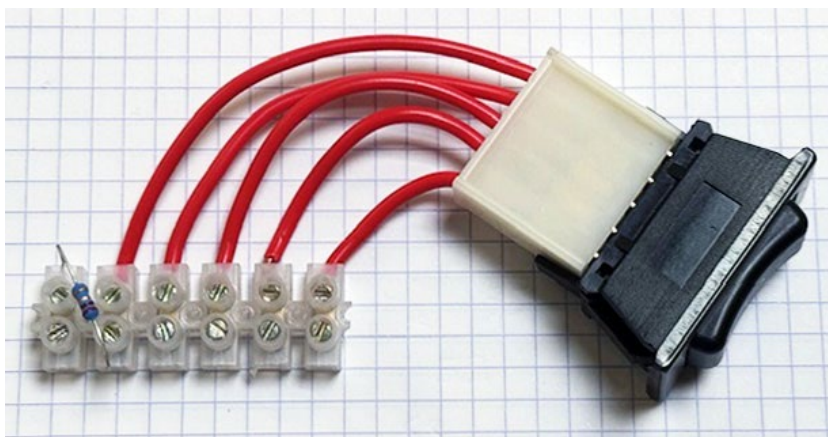
3.01. Raccorder l'inverseur au domino 6 points

- Couper à longueur les 5 fils

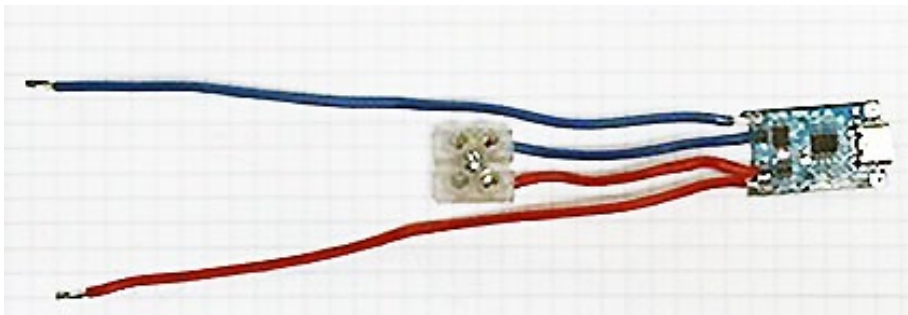


3.02. Raccorder le résistor 1,2 Ohm sur le domino 6 points

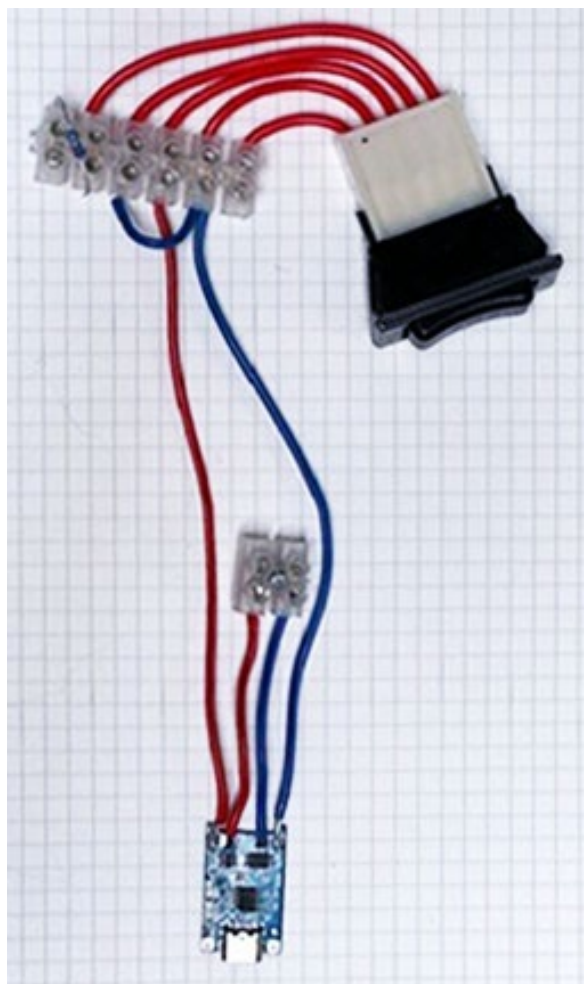
- Plier le résistor comme indiqué
- Fixer dans le domino comme indiqué (photos sur quadrillage 5 mm)



3.03. Raccorder le module de charge sur le domino 2 points



3.04. Raccorder le module de charge + la bretelle sur le domino 6 point

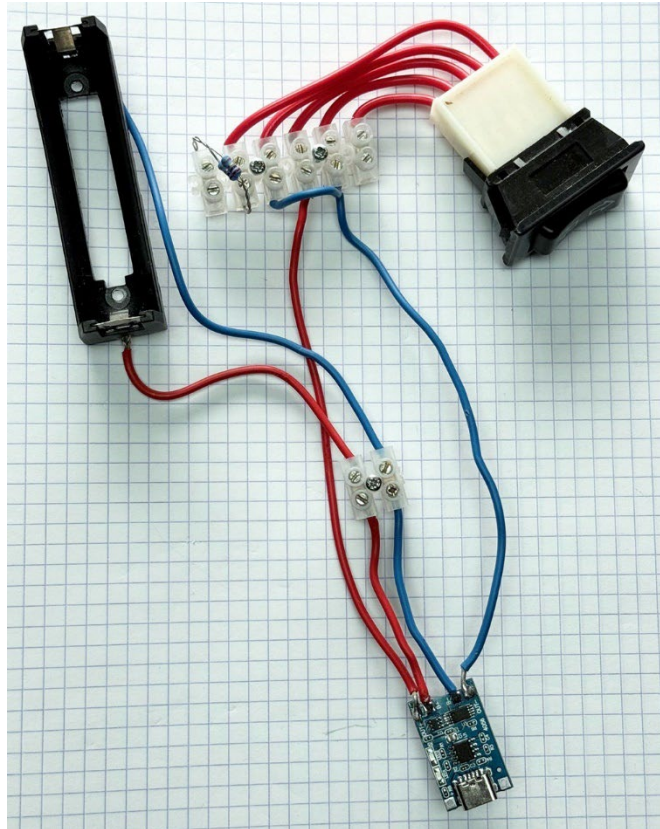


3.05. Raccorder le support de batterie au module de charge



Attention à la polarité

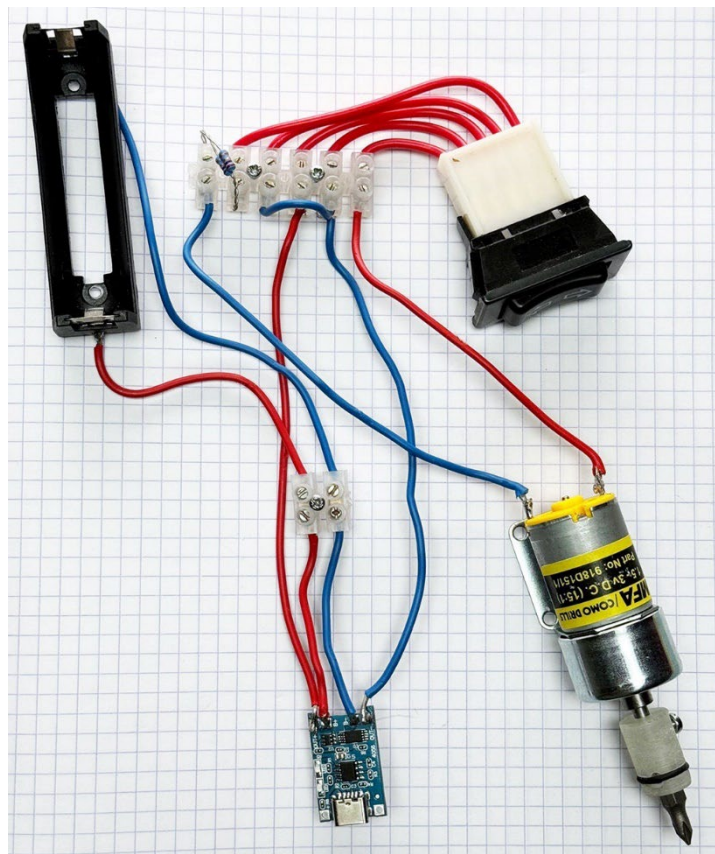
+ = fil rouge



3.06. Raccorder le moteur sur le domino 6 points



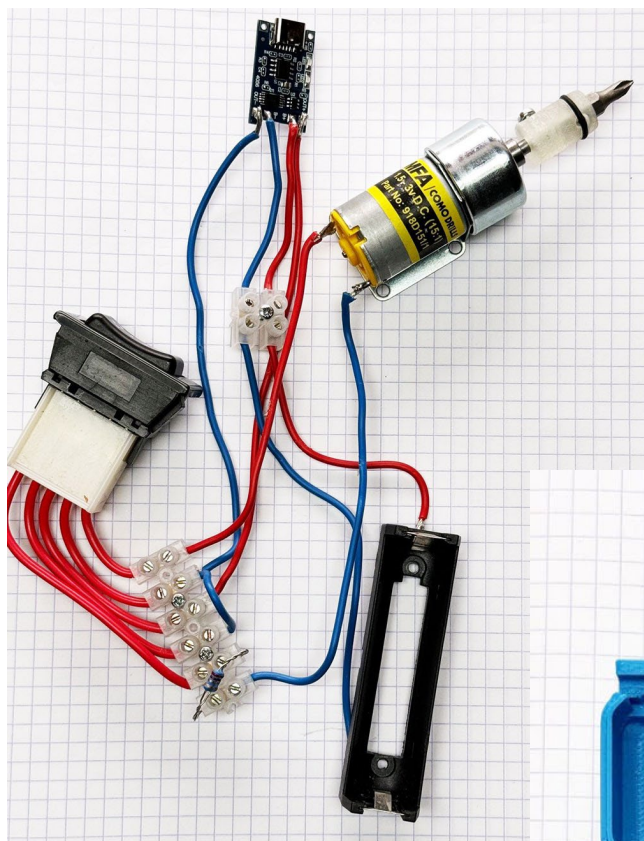
Le fil long du côté du résistor



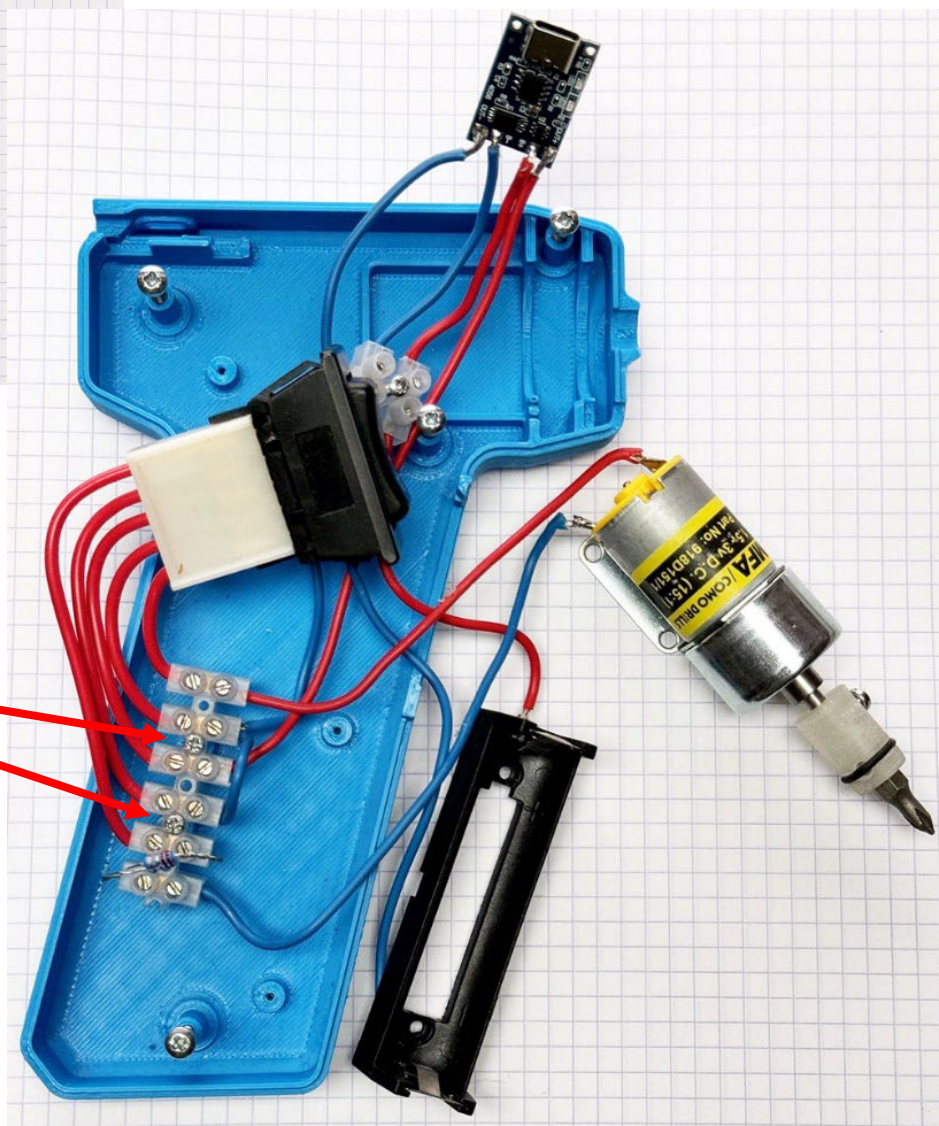
4. Mise en place des éléments dans la demi-coque gauche

4.01. Préparation à la mise en place dans la demi-coque gauche

- Contraindre les fils pour positionner les éléments approximativement dans la position qu'ils auront les uns par rapport aux autres dans la demi-coque.
- Fixer le domino 6 points par deux vis tête cylindrique $\varnothing 2 \times L 13$ (repère n° 5)



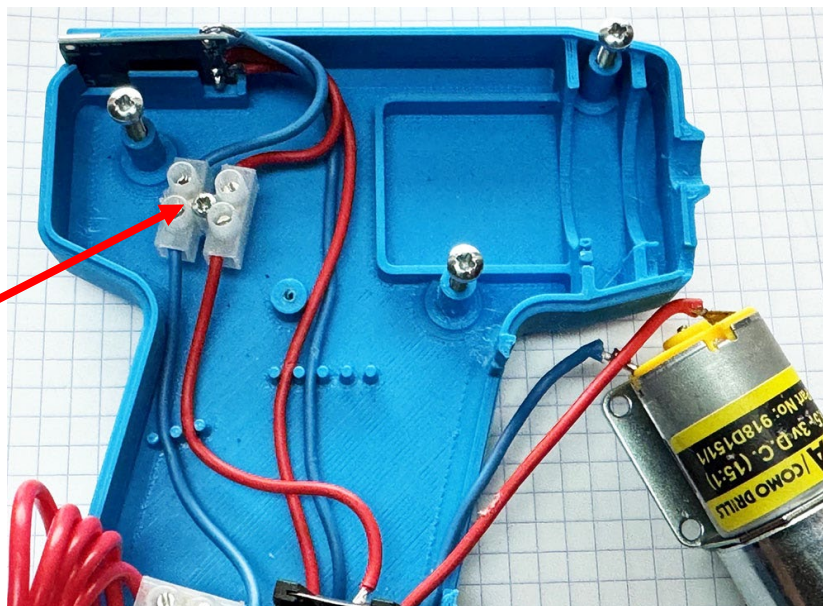
Vis 2x13



4.02. Fixation du module de charge et du domino 2 points dans la demi-coque gauche

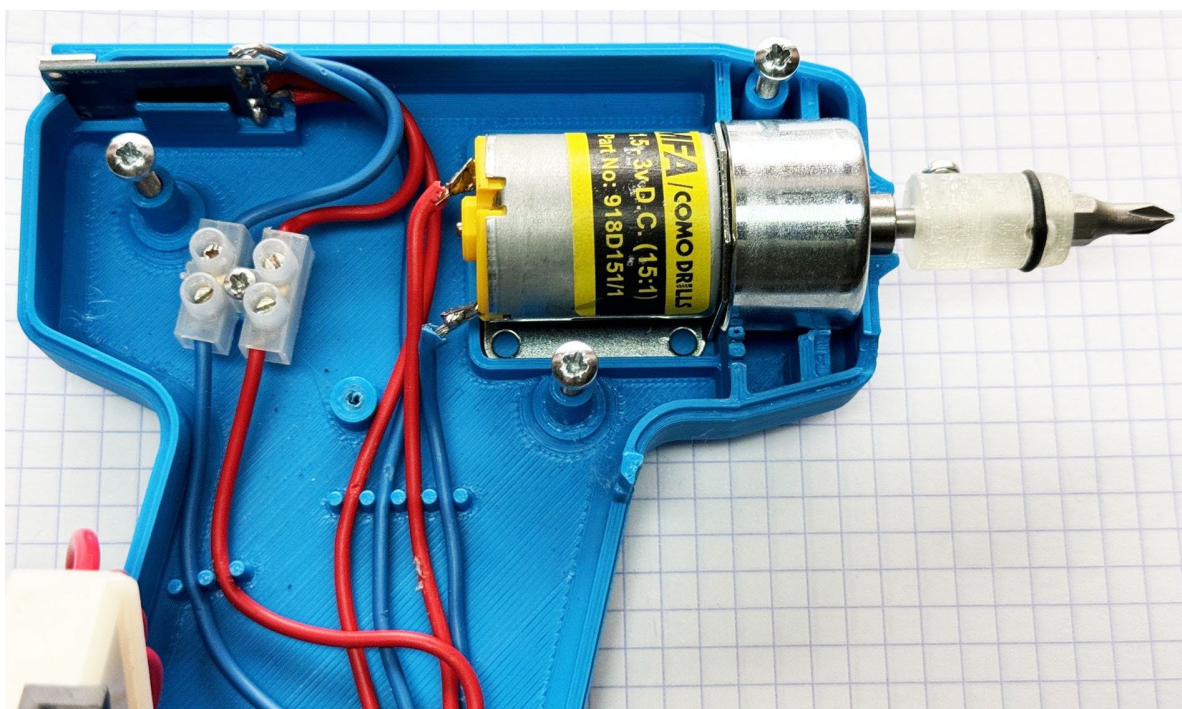
- Mettre en place le module de charge et contraindre ses fils comme montré sur la photo
- Fixer le domino 2 points par une vis tête cylindrique $\varnothing 2 \times L 13$ (repère n° 5)
- Coincer les fils comme montré sur la photo, entre les petites colonnes prévues à cet effet dans la demi-coque

Vis 2x13



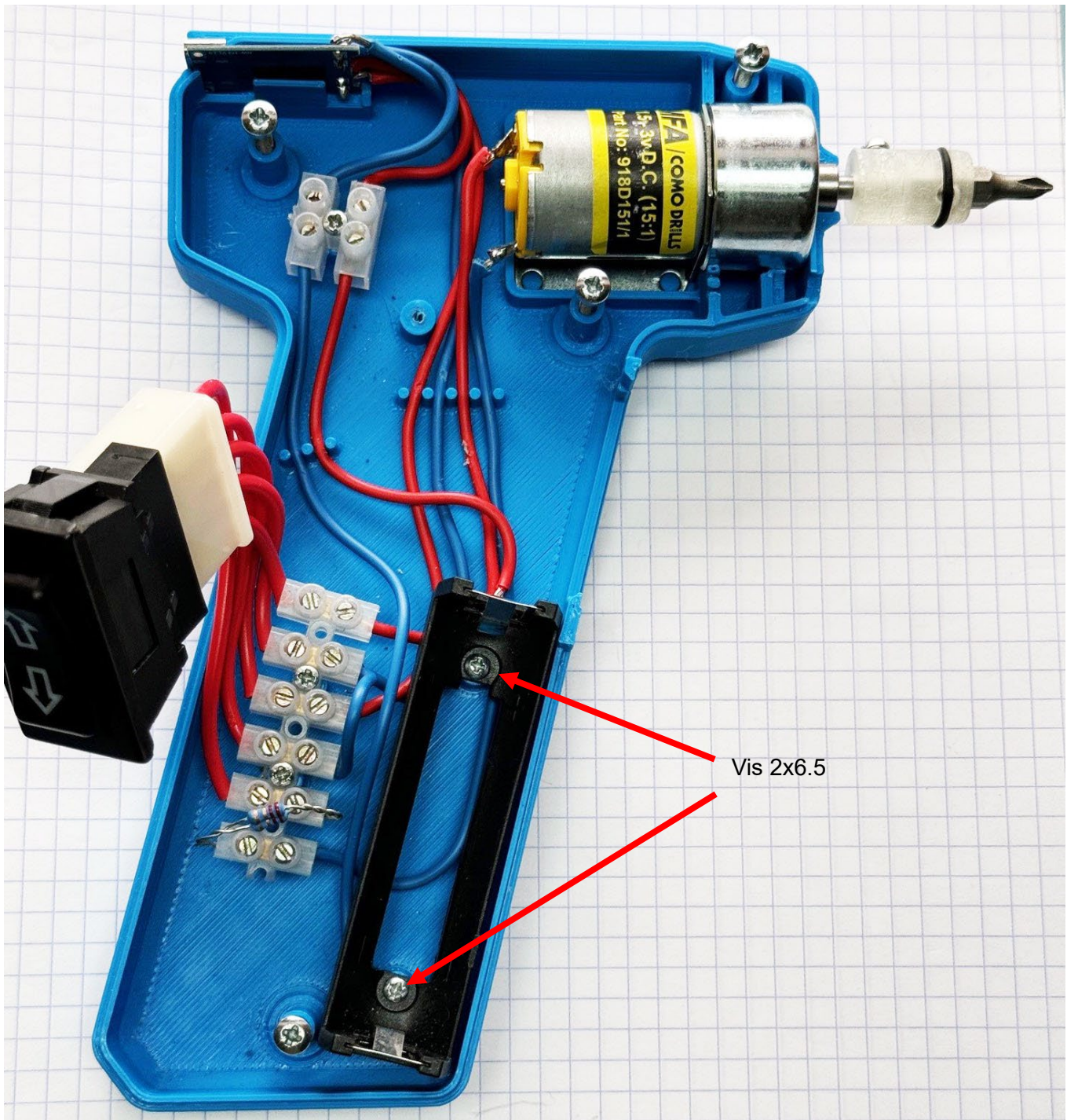
4.03. Mise en place du moteur

- Placer le moteur dans son support
- Coincer les fils comme montré sur la photo, entre les petites colonnes prévues à cet effet dans la demi-coque

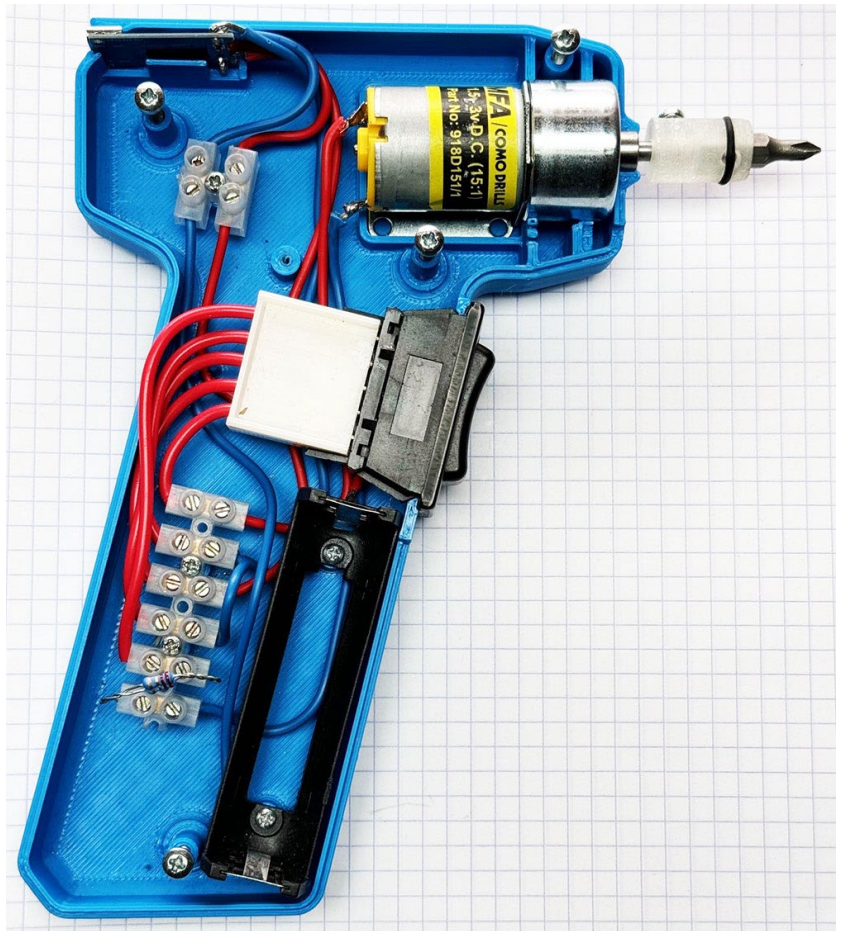


4.04. Fixation du support de batterie

- Fixer le support de batterie par deux Vis tête cylindrique pour plastique D2xL6.5 (repère n° 6)



4.05. Mise en place de l'inverseur

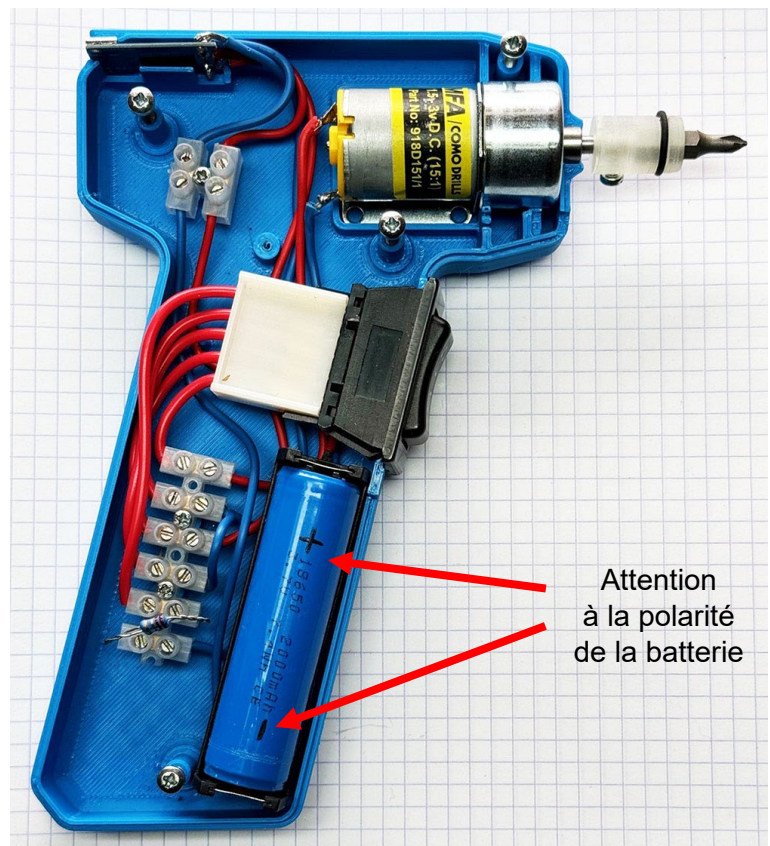


4.06. Test du fonctionnement du moteur

- Placer une batterie chargée
- Tester le fonctionnement du moteur dans les deux sens

Si le moteur ne tourne pas :

- Vérifier que la batterie est dans le bon sens
- Vérifier l'état de charge de la batterie
- Vérifier votre câblage

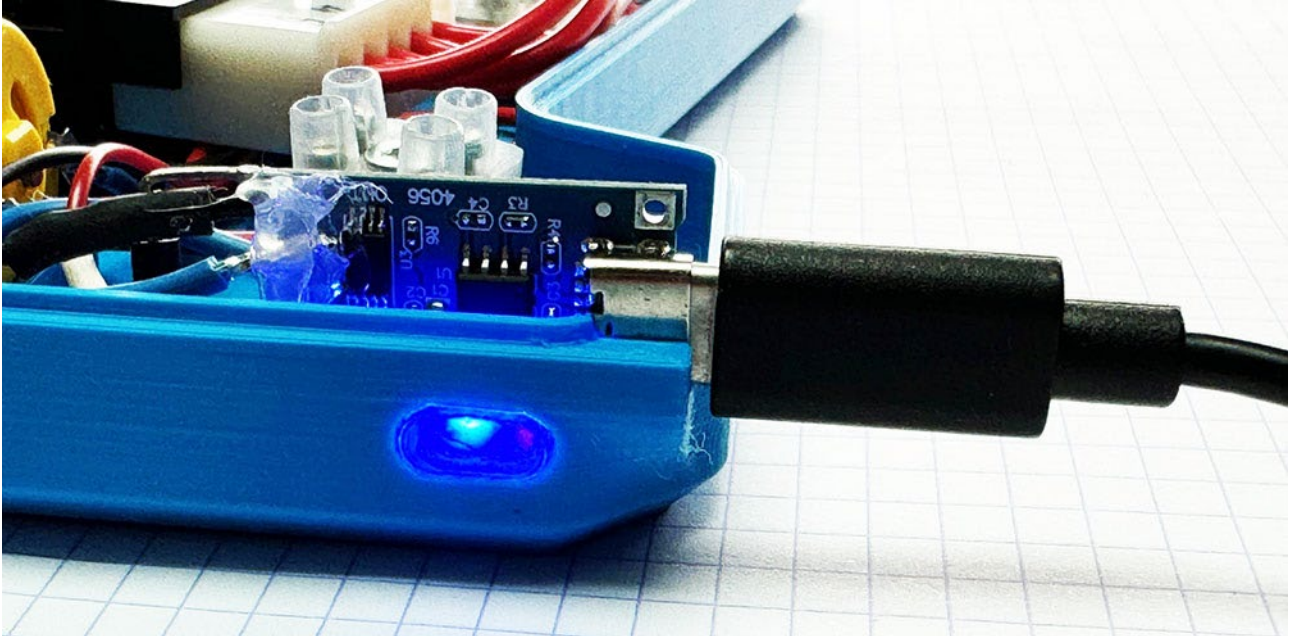


4.07. Test du fonctionnement du module de charge

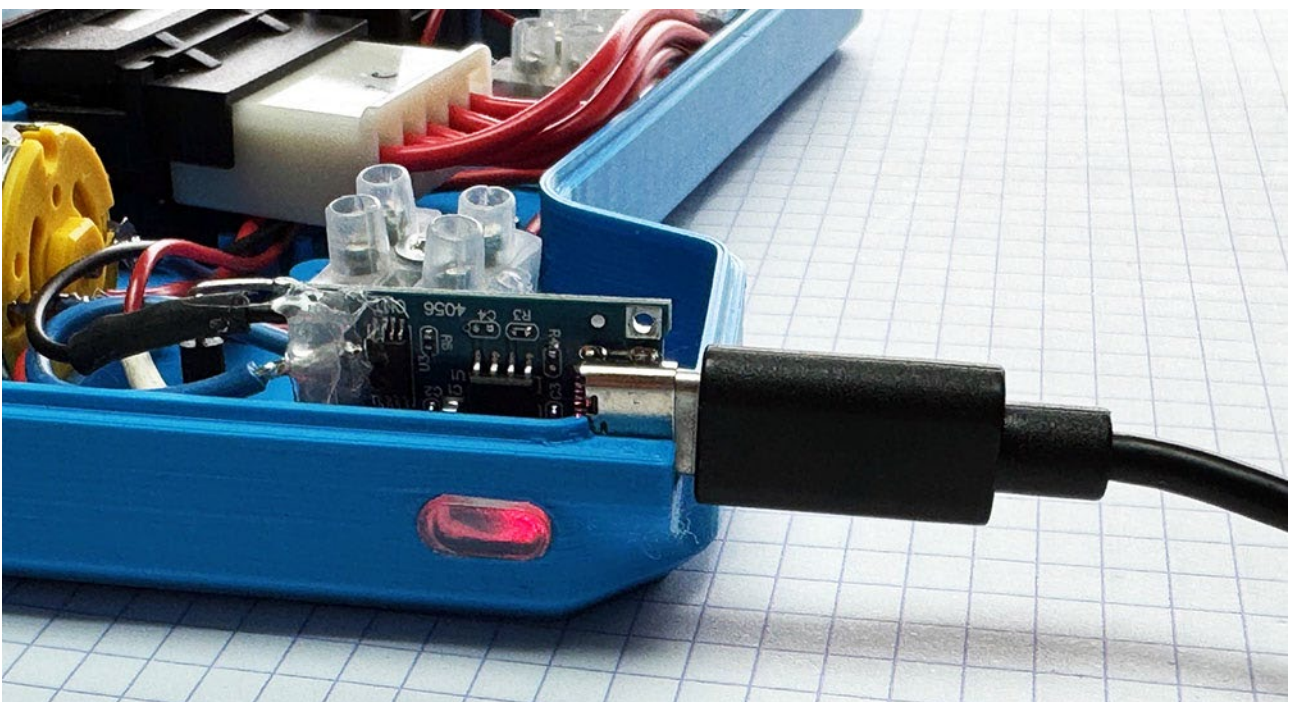
Connecter le module de charge à un chargeur USB-C.

2 témoins permettent de visualiser l'état de charge de la batterie :

- Enlever la batterie
La LED bleue allumée indique qu'il y a une alimentation électrique (chargeur USB-C connecté, mais aucune batterie présente – Ou connexion batterie coupée).

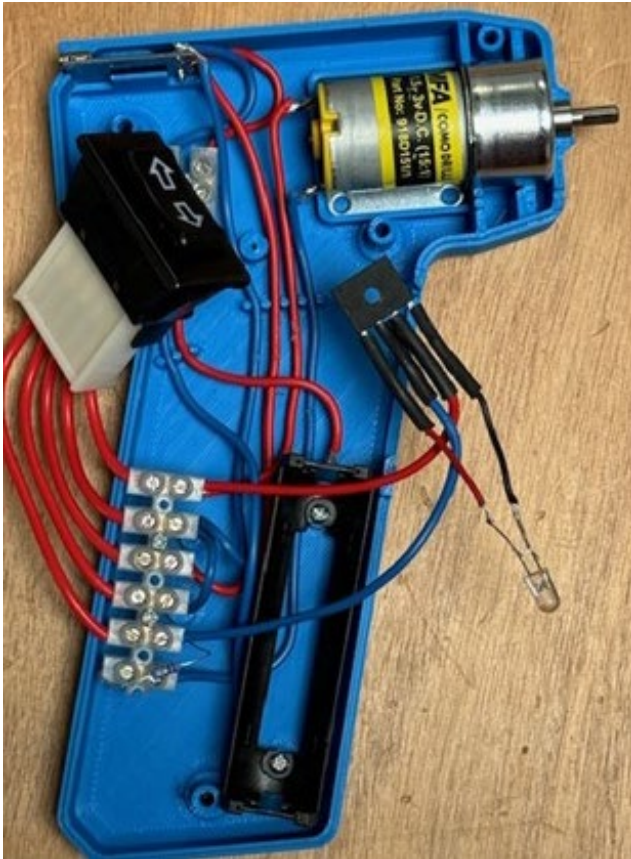


- Remettre en place la batterie (attention à la polarité)
 - la LED rouge clignotante indique que la batterie est en charge.
 - La LED rouge allumée en continu indique que la batterie est chargée.

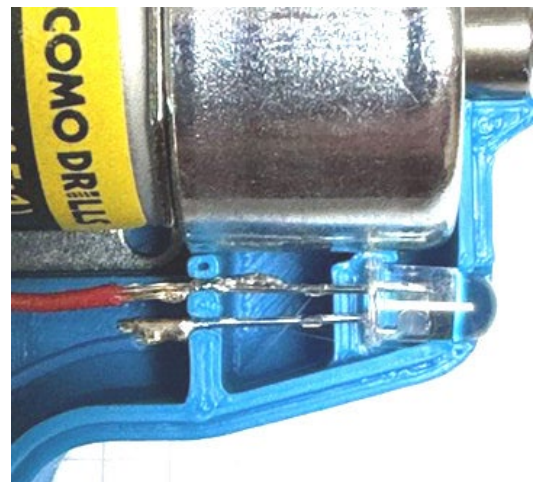


4.08. Montage de l'option éclairage

L'option éclairage, constituée d'un pont de diode et d'une LED blanche, Voir schéma électronique et préparation de l'option (étape 2.06)



Pour installer l'option éclairage, soulever l'inverseur et connecter l'option comme montré sur les photos.



Le pont de diodes est fixé par une vis tête cylindrique $\varnothing 2 \times L 13$, (repère 16e).

La LED est clipsée sur la demi-coque gauche comme montré sur la photo et ses broches sont maintenues écartées dans les saignées prévues à cet effet.

5. Fermeture du boîtier

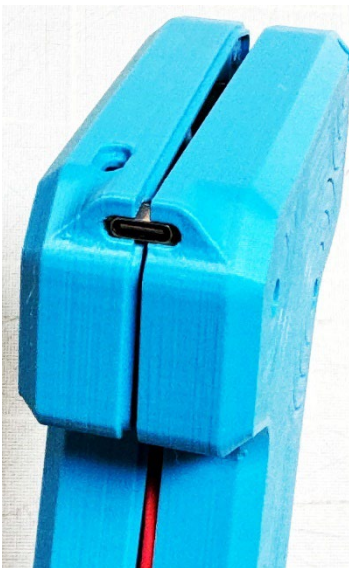
5.01. Mise en place des 4 écrous M3 sur l'extérieur de la demi-coque gauche

Les 4 écrous M3 (nomenclature repère 4) sont encastrés au fond des chambrages hexagonaux de la demi-coque gauche.

Ils prendront leurs places définitives lorsque l'on fermera une première fois le boîtier et que l'on serrera les vis.



5.02. Fermer le boîtier avec la demi-coque droite



On prêtera attention au placement du module de charge et de l'inverseur.

Inutile de forcer : si les éléments ne sont bien en place, le boîtier ne se ferme pas.



5.03. Maintenir fermé le boîtier par les 4 vis M3 x 30

Les 4 vis M3 x longueur 30 mm à têtes cylindriques (nomenclature repère 3) seront vissées sans excès.

Inutile de casser le boîtier par un serrage de brute ! 😊.



5.04. Accoupler le porte-embout

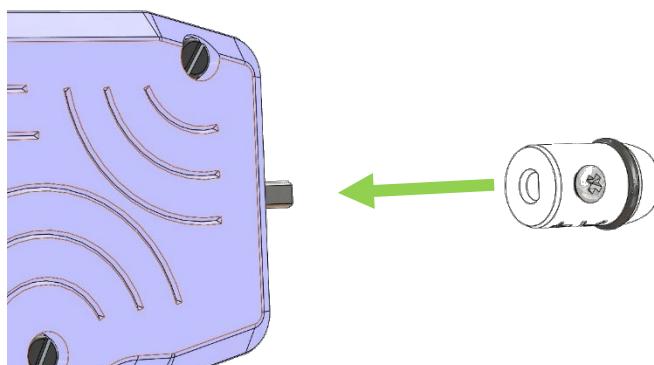
Accoupler le porte-embout à l'axe du moteur.

Serrer très légèrement la vis qui le bloque sur l'axe moteur



Un serrage trop fort dans le porte-embout en plastique risque de faire foirer le filetage !

Il faut serrer la vis au minimum ; juste assez pour que le porte embout ne s'échappe pas par son propre poids



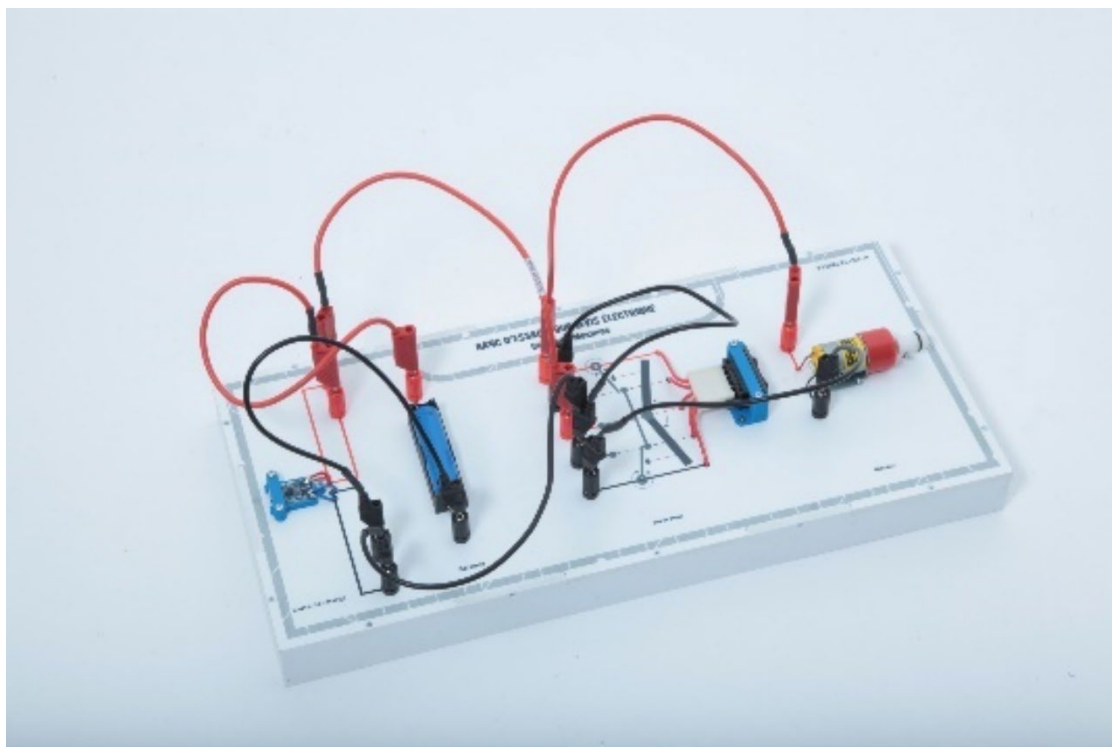
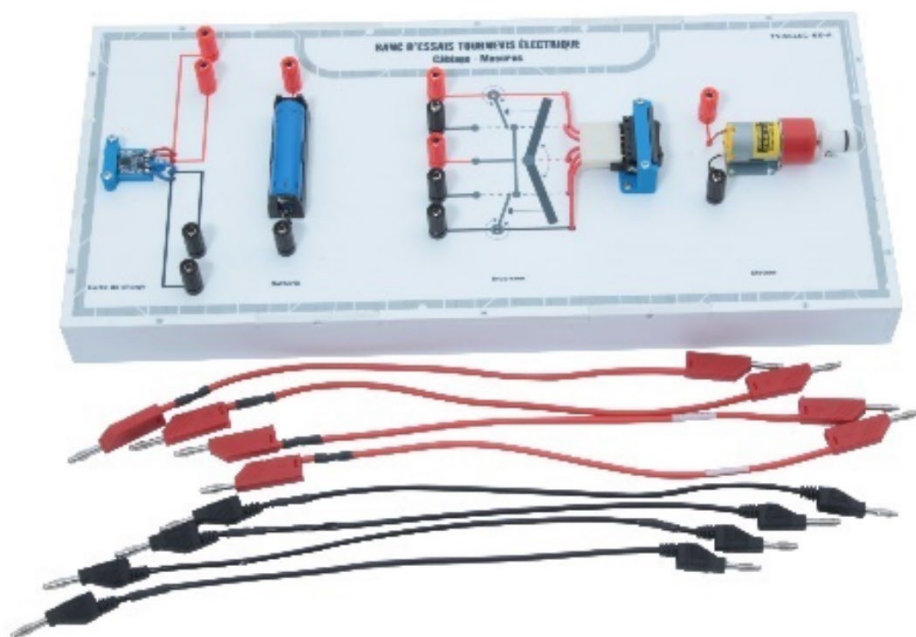
IV. Le banc d'essais et de câblage

1. Présentation

Tous les éléments du tournevis sont disposés sur la platine du banc d'essai et câblés sur douilles banane D 4mm.

L'inverseur dont on ne voit pas le mécanisme est disposé à côté de son schéma interne, de façon que l'on puisse comprendre son câblage.

Des cordons banane rouge et noir sont fournis avec le banc d'essai. Les fiches sont à reprise arrière pour donner toute liberté de câblage et permettre de connecter facilement un multimètre.



2. Activités élèves suggérées

Ce dossier n'a pas la prétention de fournir des activités « clés en main ». Chaque enseignant, selon le niveau de ses élèves et ses conditions d'enseignement, aura ses propres idées et manières de faire.

Mais ce matériel étant conçu « à dessein », nous suggérons simplement des activités possibles dans l'idée desquelles ce matériel a été pensé et fabriqué (liste non exhaustive).

Pour comprendre le fonctionnement et le câblage du tournevis, il est beaucoup plus simple de commencer sur banc d'essai avec les éléments disposés dans un ordre plus lisible que tassé dans le boîtier du tournevis.

- Repérer sur le schéma du banc d'essai les éléments relatifs à :
 - La (ou les) source(s) d'énergie
 - La transformation de l'énergie
 - Le stockage de l'énergie
 - La commande du système par l'utilisateur
 - L'action (effecteur)
- Repérer sur le schéma la chaîne d'énergie

Pour tester le câblage en suivant un schéma il est beaucoup plus facile de le faire avec des cordons banane plutôt que sur dominos. On peut ainsi câbler et décâbler des milliers de fois sans risquer de dégrader le matériel.

- À l'aide du schéma électrique du tournevis, réaliser le câblage des éléments sur le banc d'essai
- Tester le fonctionnement du tournevis au banc d'essais :
 - Que doit-on tester ? Rédiger la procédure de test.
 - Quels seraient les pannes ou dysfonctionnements possibles ? Dus à quoi ?

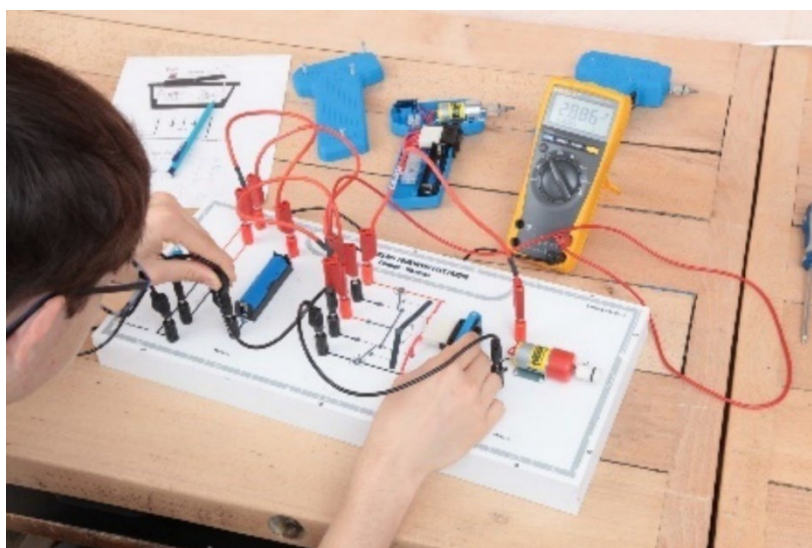
Pour prendre des mesures en des points précis du circuit, le banc d'essai est le plus adapté.

- Sur le banc d'essais câblé, où doit-on placer le voltmètre pour :
 - Contrôler la tension de charge de la batterie
 - Contrôler l'état de charge de la batterie
 - Contrôler la tension d'alimentation du moteur

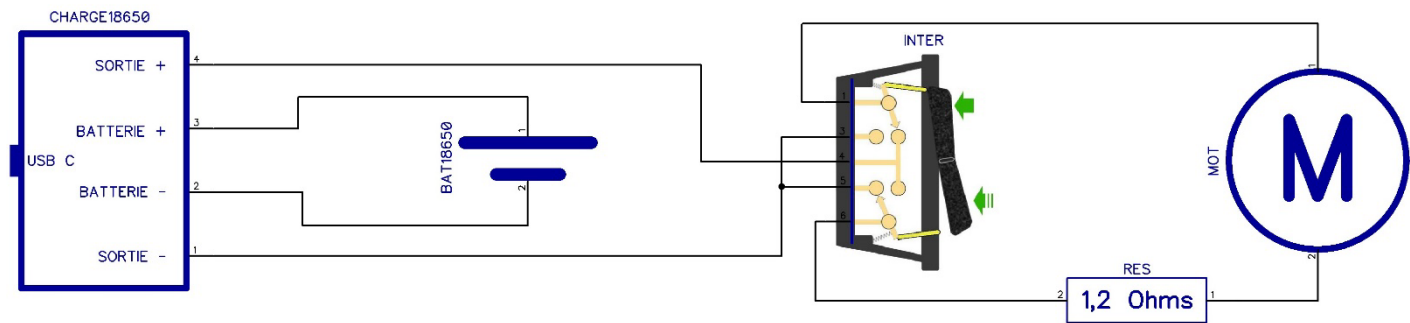
→ dessiner ou schématiser sur la photo du banc d'essai, le multimètre connecté aux bons endroits et indiquer sur quel réglage on configure le multimètre.

- Sur le banc d'essais câblé, où doit-on placer l'ampèremètre pour :
 - Contrôler le courant de charge de la batterie
 - Contrôler la consommation du moteur

→ dessiner ou schématiser sur la photo du banc d'essai, le multimètre connecté aux bons endroits et indiquer sur quel réglage on configure le multimètre.

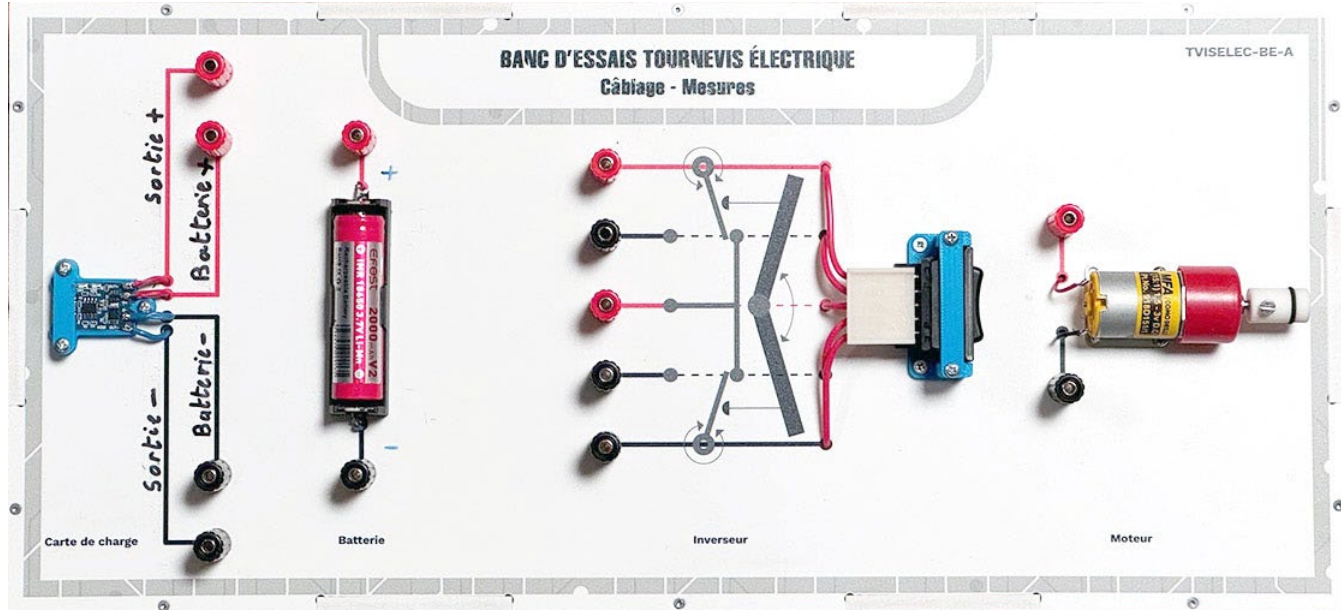


2.01. Schéma

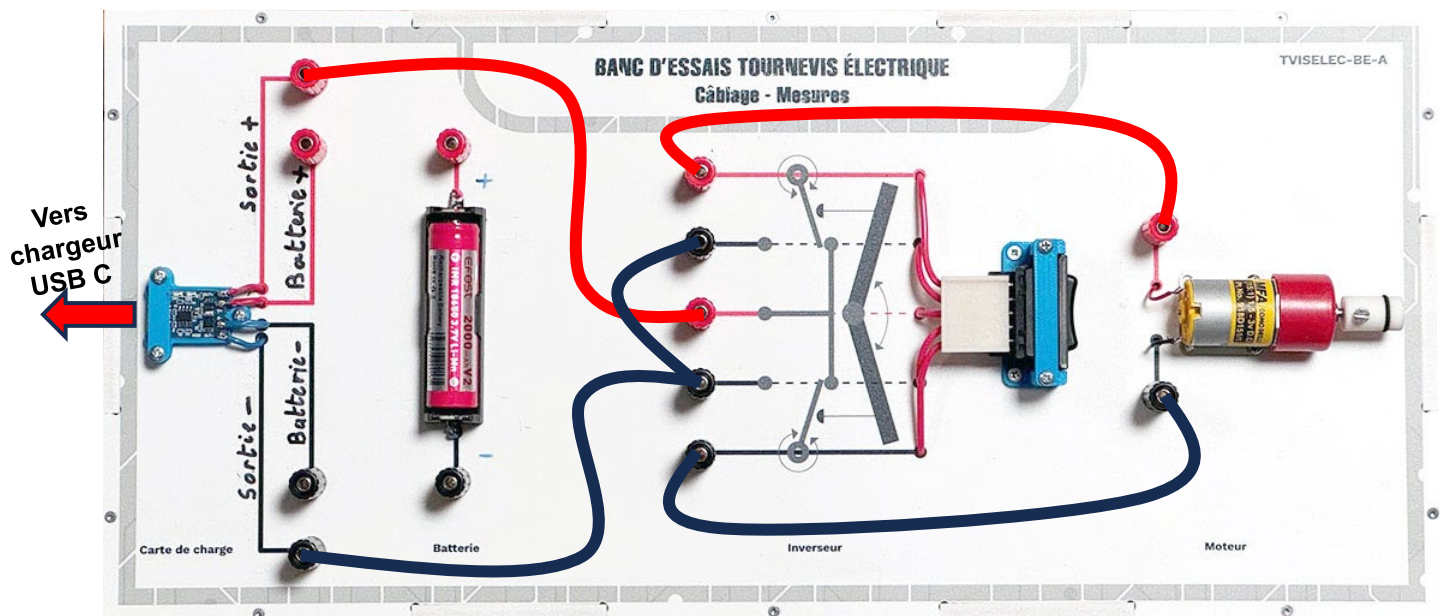


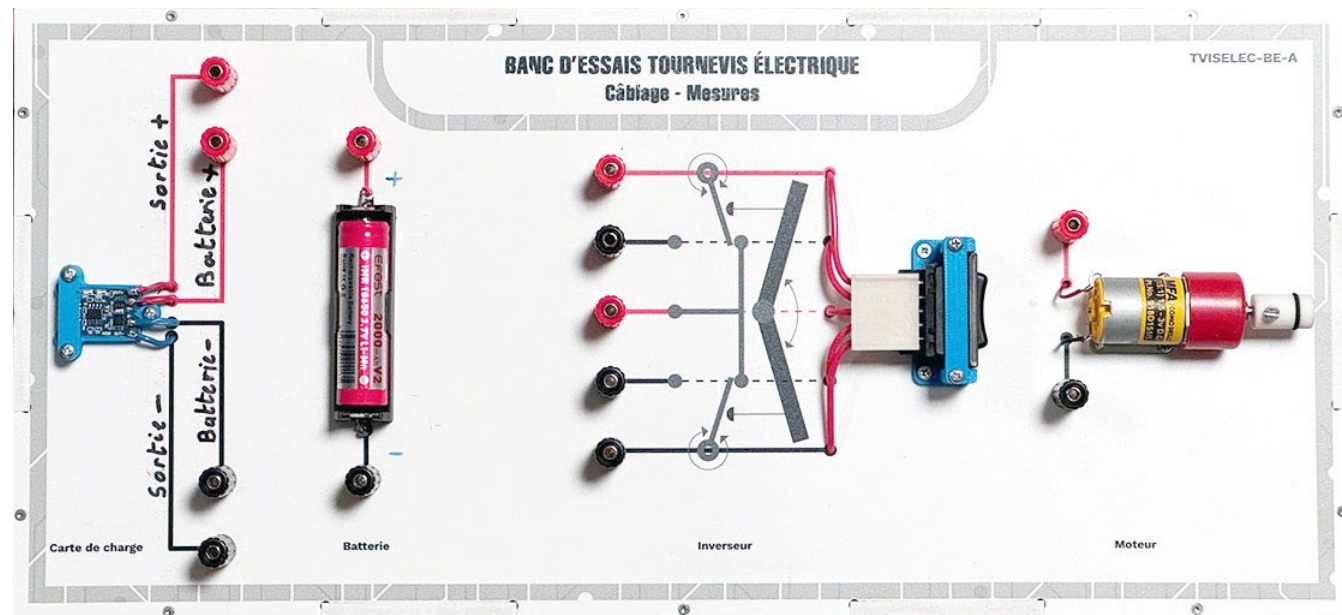
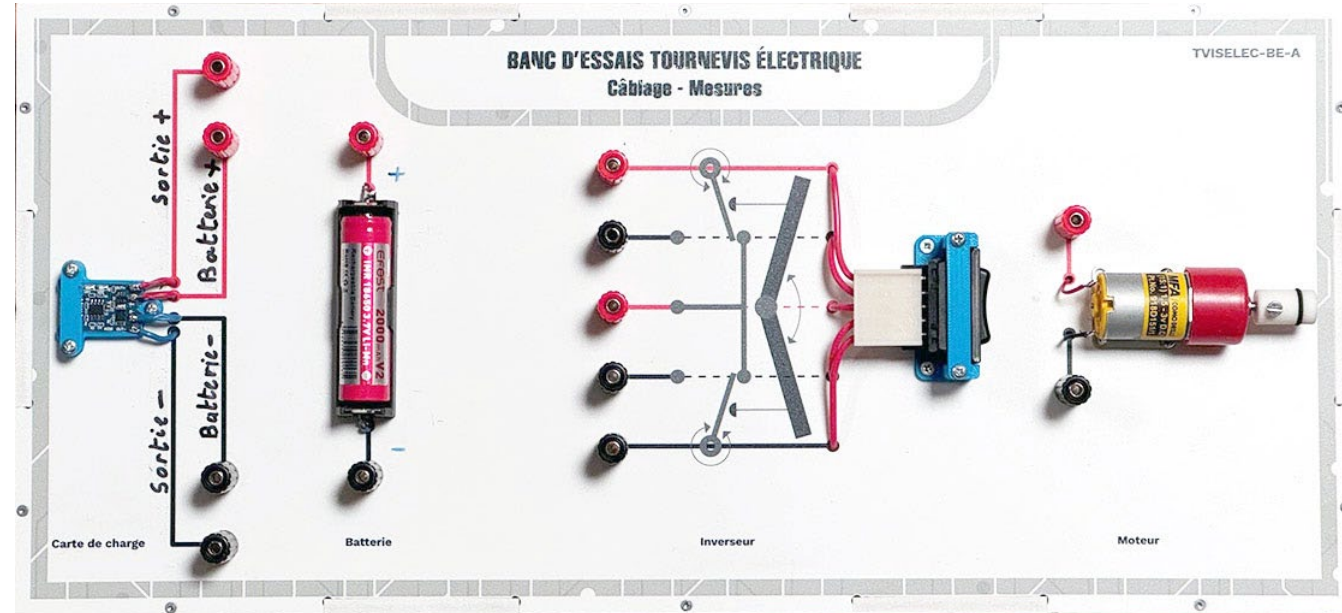
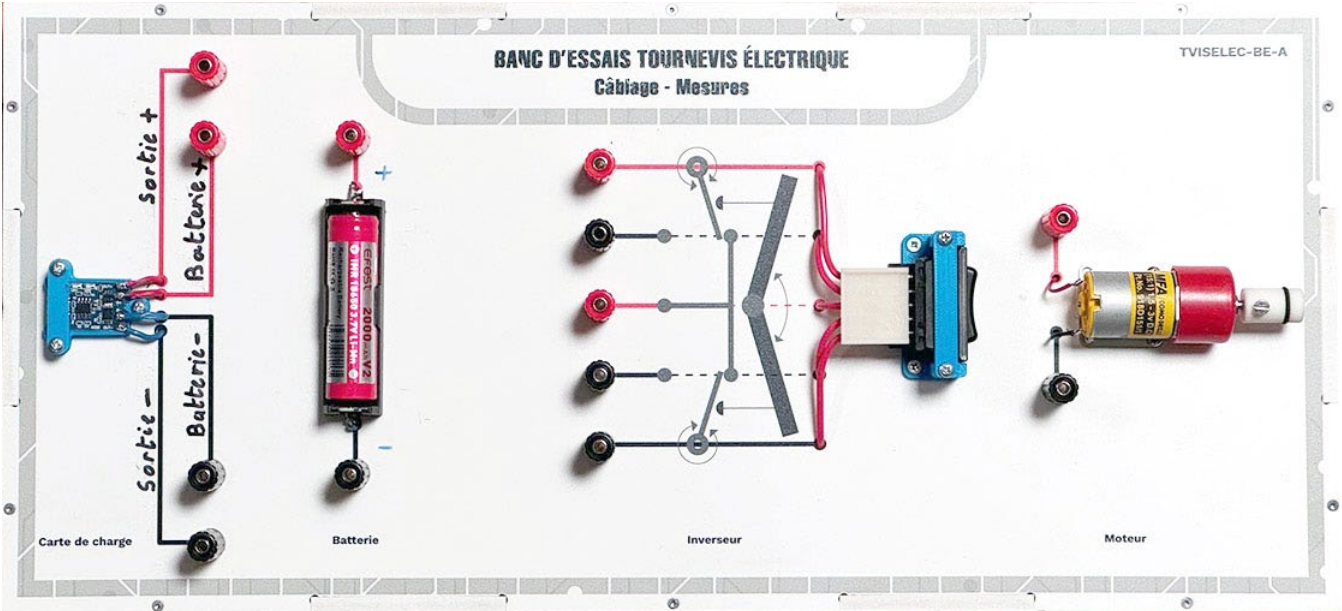
2.03. Banc de câblage

Nota : le résistor 1,2 Ohm est intégré dans le banc de câblage, entre le moteur et un de ses borniers



2.04. Banc de câblage avec câblage en place (corrigé)







www.a4.fr

Concepteur et fabricant de matériels pédagogiques