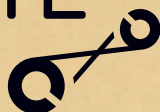


mallettes
MERITE



itinéraires
en sciences
et techniques :
expérimenter
et comprendre

GUIDE DE DUPLICATION

CYCLE 4 / 5^e, 4^e, 3^e

mallette

Électricité : la produire, la partager

Liste du matériel

Outils nécessaires

Protocoles de
fabrication

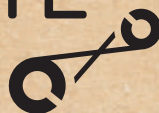
Clé en main

Conçu pour enseignants, formateurs,
animateurs...

pour tout amateur !

mallettes
MERITE

itinéraires
en sciences
et techniques :
expérimenter
et comprendre



La collection



Itinéraires en sciences et techniques : expérimenter et comprendre

Conçues pour les enseignants du CM1 jusqu'à la classe de 3^e, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques abordant plusieurs disciplines et laissant une grande part à l'expérimentation par les élèves. Apprendre en se confrontant au réel, utiliser du matériel approprié, réfléchir et progresser en groupe sur des questions ouvertes issues du quotidien, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, s'approprier des concepts scientifiques et des savoir-faire techniques, tout cela est au cœur de la collection MERITE.

Des progressions clés en mains pour les enseignants

Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant l'itinéraire pédagogique réparti en modules et séances et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences. Elle constitue ainsi une ressource complète pouvant être utilisée en autonomie et de façon flexible par l'enseignant. Les contenus s'inscrivent dans les programmes scolaires et ouvrent sur la découverte des métiers.

Une approche concrète s'appuyant sur la démarche d'investigation

Les activités de classe s'appuient sur la démarche d'investigation pour encourager l'apprentissage progressif des élèves par l'action. Le matériel fourni est adapté au niveau des élèves et permet de réaliser des activités scientifiques et techniques pour toute une classe, disposée le plus souvent en îlots.

Une collection conçue par des scientifiques et testée en classe

Riche de 12 thématiques, cette collection de mallettes pédagogiques a été conçue par des scientifiques de 7 établissements d'enseignement supérieur, en co-construction avec des enseignants, et testée dans des classes de cycle 3 et 4 durant trois années scolaires.

Une collection au service de la diffusion de la culture scientifique et technique

La collection MERITE encourage la diffusion et la diversification de la culture scientifique et technique et s'adresse à tous. Les thématiques proposées se font parfois écho en utilisant des outils communs (outils mathématiques, utilisation de protocoles d'expérimentation...), démontrant ainsi que les disciplines ne sont pas cloisonnées. L'approche proposée permet de construire des apprentissages utiles au citoyen : réflexion, esprit critique, confiance en soi, créativité et innovation pour devenir capable de choix éclairés par des connaissances et compétences scientifiques et techniques bien comprises.

Cette collection est le fruit du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional, la Région des Pays de la Loire et le groupe Assystem.

Électricité : la produire, la partager

Sommaire

Introduction	9
Matériel	13
Vue d'ensemble	14
Catalogue du matériel	15
Synthèse des achats	32
Fabrication	37
Réf. 1 Panneau photovoltaïque	40
Plan du statif aluminium	42
Aperçu de la fiche plastifiée à coller sur le statif	43
Plan du support orientable	44
Aperçu de la sérigraphie des rapporteurs à coller sur le support orientable	45
Réf. 2 Module de stockage	46
Schéma du module de stockage	49
Aperçu de la sérigraphie du module de stockage	50
Réf. 3 Module de gestionnaire réseau	53
Schéma du module de gestionnaire réseau	56
Aperçu de la sérigraphie du module de gestionnaire réseau	57
Réf. 5 Moteur électrique + roue	60
Aperçu du circuit imprimé du bloc moteur	61
Réf. 6 Câble de connexion	62
Réf. 7 Ampoule à incandescence	63

Guide de duplication du matériel pédagogique

Électricité : la produire, la partager

CLASSES DE CYCLE 4

5^e 4^e 3^e

Matériel pédagogique conçu
par l'Institut Universitaire de Technologie de Nantes (Nantes Université)







Électricité : la produire, la partager

Introduction

Électricité : la produire, la partager

L'électricité est omniprésente dans notre quotidien. Les élèves la connaissent bien et savent la localiser : elle alimente une lampe, un four, une machine à laver, elle sert à charger un smartphone... Il leur est par contre plus difficile d'expliquer le phénomène. L'électricité est une forme d'énergie, un terme que tout le monde comprend mais qui n'est pourtant pas si évident à définir simplement. Ce manque de définition claire est largement compensé par les connaissances bien établies sur le concept d'énergie, à savoir qu'elle est parfaitement quantifiable, se conserve, et se présente sous deux aspects : source et forme.

À travers l'exemple du photovoltaïque, la progression pédagogique propose aux élèves de découvrir trois problématiques liées à l'énergie électrique : sa production, son stockage et son partage. L'expérimentation constitue le cœur des séances qui permettent de l'aborder sous plusieurs angles : élaboration d'un protocole, expériences et observations, analyse et comparaison des résultats, prise de recul quant aux données. Le choix du photovoltaïque permet de faire découvrir une énergie renouvelable et s'inscrit dans une démarche d'éducation au développement durable.

Quel est l'objectif de ce guide ?

Permettre aux acteurs de l'enseignement scientifique (Éducation Nationale, structures de médiation scientifique...) de fabriquer le matériel pour **se constituer leur propre mallette MERITE** ou bien remplacer ou réparer un élément d'une mallette déjà existante.

À qui s'adresse-t-il ?

Aux acteurs de l'Éducation Nationale (rectorat, inspection académique, INSPÉ, enseignants...),

Aux centres-pilotes, maisons pour la science, ateliers Canopé,

Aux centres de ressources au service de la culture scientifique,

Aux collectivités (régions, départements, communautés de communes...)

Et à toute personne intéressée !

Comment utiliser ce guide ?

MATÉRIEL

Une **vue d'ensemble** présente le matériel inclus dans la mallette et son intérêt pédagogique.

Le **catalogue du matériel** consiste en une liste exhaustive du matériel et des achats associés. Chaque élément présent dans la mallette porte un numéro de référence [X] réutilisant celui du guide pour l'enseignant. Les éléments à acheter sont précisés (quantité, dimensions, liens vers des exemples de références, points importants...).

Certains éléments nécessitent l'achat de plusieurs items. Le cas échéant, ces items sont détaillés et portent également un sous-numéro de référence [X.X].

FABRICATION

Les pages **Fabrication** (liseré jaune) contiennent tous les détails nécessaires à la fabrication de chaque élément du matériel :

- une liste du matériel et des outils
- un protocole de fabrication richement illustré

X La numérotation des protocoles de fabrication associés reprend celle du catalogue du **guide pour l'enseignant**.

XX Une **durée de fabrication** est donnée à titre indicatif.

Le **type d'actions à réaliser** pour fabriquer chaque élément du matériel est précisé :

- Achat ou récup'
- Fabrication simple
- Fabrication avancée
- Fabrication par un prestataire
- Impression

Des **post-it kraft** expliquent l'utilité de certaines étapes de fabrication.

DES ENCARTS JAUNES

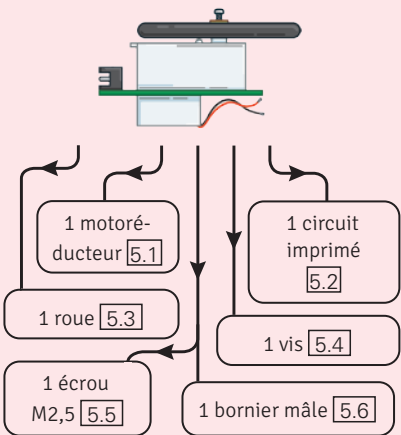
donnent des conseils et attirent l'attention sur des points importants des protocoles de fabrication.

Des **FICHES Annexe** viennent compléter les protocoles de fabrication en présentant des photographies ou des plans détaillés du matériel.

Les **ressources numériques** (fichiers 3D, fichiers de découpe...) utiles aux différentes étapes de fabrication sont accessibles en hyperlien (version numérique) et depuis le site du projet MERITE (www.projetmerite.fr).

EXEMPLE

Pour fabriquer le **bloc moteur** [5] il faut :

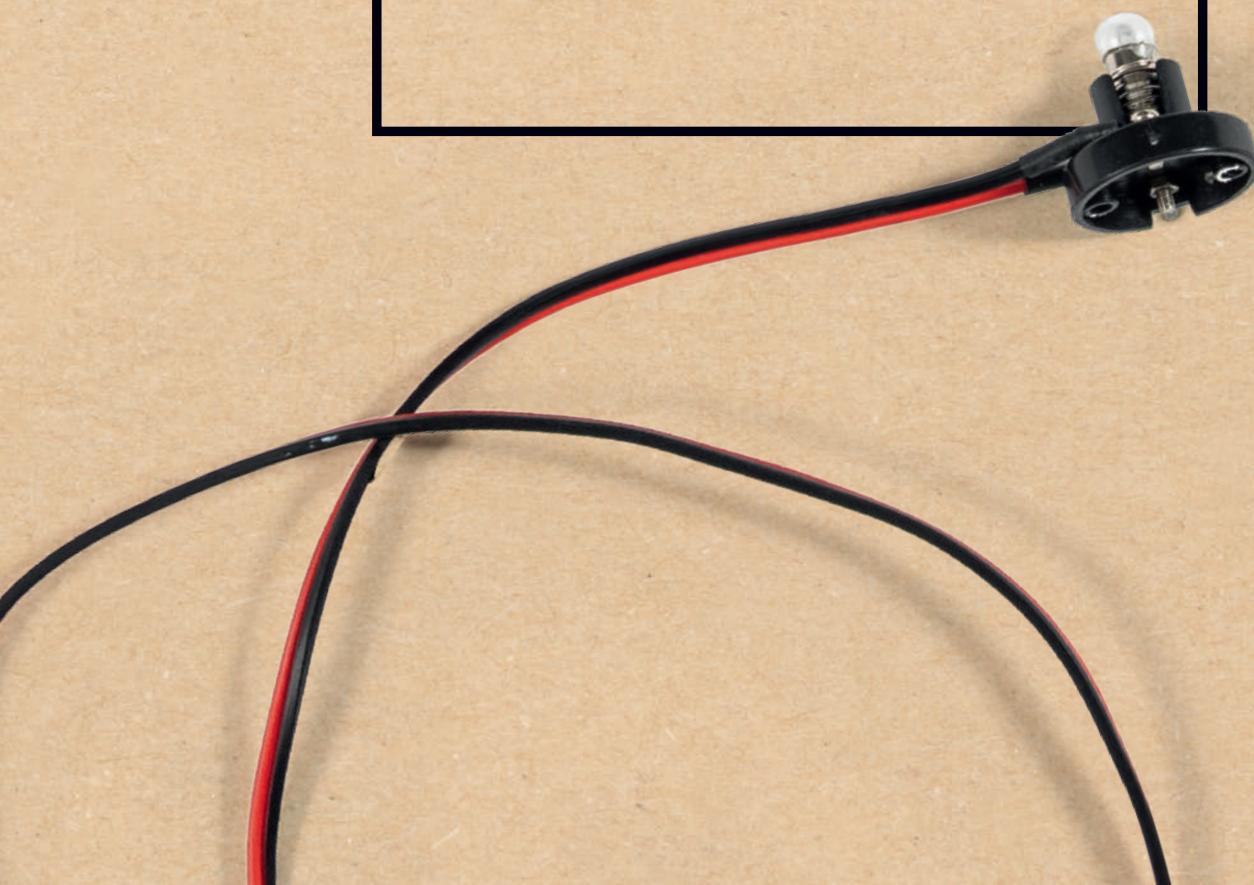


Ces informations sont résumées dans le tableau de **synthèse des achats** en fin de catalogue.



Électricité : la produire, la partager

Matériel



Vue d'ensemble

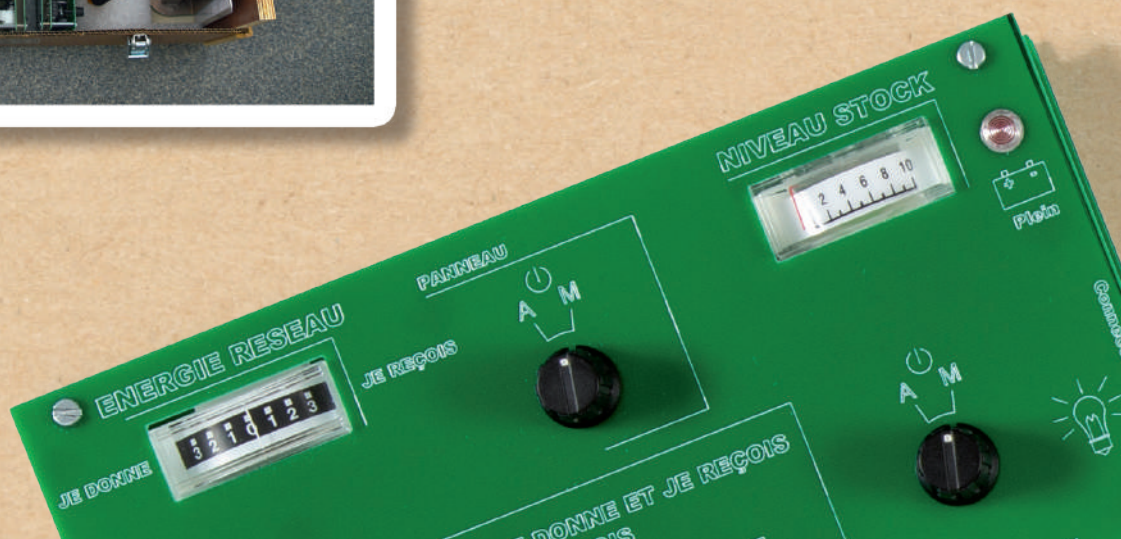
Contenu de la mallette

La mallette **Électricité : la produire, la partager** contient le matériel nécessaire pour faire travailler une classe en 2 demi-groupes sur la thématique de l'énergie photovoltaïque (panneaux photovoltaïques inclinables, modules de stockage, module de gestionnaire réseau...). La progression pédagogique s'articule autour de 3 grandes problématiques autour de l'énergie : la production, le stockage et le partage. Tous les éléments contenus dans la mallette portent chacun un **numéro de référence**. Ces éléments sont listés dans le catalogue du matériel du guide enseignant accompagnant chaque mallette et listés dans la suite de ce document.

Organisation du document

Le **catalogue du matériel** (p. 15-31) liste l'ensemble des éléments de la mallette (classés par leur numéro de référence) et précise pour chacun d'eux le matériel à se procurer pour le fabriquer ainsi que des conseils (points d'attention, exemples de fournisseurs, alternatives...). Le tableau de **synthèse des achats** (p. 32-35) résume ces informations en fin de catalogue.

La seconde partie du document est dédiée à la phase de fabrication du matériel. Les outils nécessaires sont résumés dans un tableau (p. 38). Des **protocoles de fabrication** détaillés et illustrés (p. 40-63) précisent ensuite toutes les étapes de construction des divers éléments de la mallette.



Comment utiliser ce catalogue du matériel ?

Ce catalogue présente l'ensemble du matériel inclus dans la mallette, ainsi que des conseils sur les **achats à réaliser** (nombre d'exemplaires, exemples de références avec hyperliens, points d'attention). Les références sont données à titre indicatif, pour aider l'utilisateur à trouver le matériel le plus adapté dans le commerce. À la fin de ce catalogue, un **tableau de synthèse** (p. 32-35) résume ces informations. Les **outils** nécessaires à la fabrication des différents éléments de la mallette sont quant à eux listés dans la partie *Fabrication* (p. 38). Les **actions** pour réaliser chaque référence sont résumées selon le code couleur ci-dessous. Le cas échéant, des renvois de page vers les **protocoles de fabrication** associés sont donnés.

Ce chiffre rappelle le **nombre d'exemplaire(s)** de la référence dans la mallette.

Ce **numéro de référence** est rappelé dans le listing matériel des séances dans le guide enseignant. Il est également utilisé dans la suite de ce guide, notamment dans la partie *Fabrication*.

Légende (actions à réaliser) :

- Achat ou récup'
- Fabrication simple
- Fabrication avancée
- Fabrication par un prestataire
- Impression

2 x Panneau photovoltaïque	Réf. 1
----------------------------	--------

● ● ● ● Protocole de fabrication : pages 40-41



Ce panneau photovoltaïque est monté sur un statif et un support orientable qui lui permettent d'être incliné (pour simuler l'inclinaison d'un panneau) et de pivoter (pour simuler la position relative du panneau selon l'heure de la journée). Des rapporteurs permettent une inclinaison et une rotation contrôlées afin de garantir la précision des mesures et la répétabilité des expériences.

On peut directement brancher un appareil utilisateur (lampe, moteur) sur le panneau ou bien le relier à un module de stockage d'énergie.

La fabrication de cette référence nécessite l'achat de plusieurs éléments :

1.1 Statif aluminium

Ce statif est le support permettant de fixer le panneau. Il est constitué d'une plaque en aluminium de 2,5 mm d'épaisseur, de dimensions 250*350 mm, avec un rebord de 25,5 mm sur un de ses petits côtés et percée d'un trou permettant d'y fixer le support orientable. La découpe et le pliage sont réalisés par un prestataire (plans fournis page 42 et sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	BRETAGNE LASER

1.2 Fiche plastifiée avec rapporteur

Cette fiche (aperçu page 43) est à imprimer (voir fichier sur www.projetmerite.fr) au format 24*32 mm et à plastifier. Elle est ensuite collée sur le statif en aluminium.

1.3 Support orientable

Ce support permet de faire pivoter le panneau sur lui-même (et de simuler les différentes heures de la journée lors des expériences). Il est lui aussi obtenu à partir d'une plaque d'aluminium de 2,5 mm d'épaisseur, cette fois de dimensions 223*70 mm pour la base et 73 mm pour chacun des deux rebords. La découpe et le pliage sont réalisés par un prestataire (plans fournis page 44 et sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	BRETAGNE LASER

1.4 Circuits imprimés avec rapporteurs

Collés sur les deux rebords latéraux du support orientable, ils permettent de connaître l'angle d'inclinaison du panneau lors des expériences. Ils sont gravés sur des plaques de circuit imprimé (fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
2	4	JLCPCB

1.5 Vis en nylon (Ø 4 mm)

Elles servent à fixer le panneau photovoltaïque sur le support orientable. Leur diamètre de 4 mm permet au panneau de pivoter avec une certaine résistance, le maintenant en place à l'angle désiré.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
2	4	RS COMPONENTS / 484-7106

1.6 Rondelles en acier (Ø 4 mm)

Elles servent au vissage des vis nylon (fixant le panneau sur le support orientable) et de la vis à tête cylindrique (fixant le support orientable au statif). Il faut des rondelles plates de 4 mm de diamètre intérieur.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	6	RS COMPONENTS / 189-636

1.7 Vis à tête cylindrique (Ø 4 mm ; L = 12 mm)

Elle permet la fixation du support orientable sur le statif aluminium, et sa rotation vis à vis de ce dernier. Son diamètre intérieur doit être de 4 mm et sa longueur de 12 mm.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	RS COMPONENTS / 560-861

1.8 Écrou frein (Ø 4 mm)

Il permet de venir fixer la vis plate qui maintient le support orientable au statif. Son diamètre intérieur doit être de 4 mm.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	RS COMPONENTS / 524-304

1.9 Pieds autocollants

Ces 4 pieds autocollants seront collés sous le statif. Ils sont anti-dérapants et permettent au système de ne pas glisser sur la table lors de la manipulation. Leur diamètre est de 9 mm et leur hauteur de 3 mm.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	20	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1

1.10 Panneau photovoltaïque

Ce panneau photovoltaïque doit mesurer 250 x 200 x 25mm. Il a une puissance de 5 W et une tension de circuits ouverts de 22V.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	RS COMPONENTS / 9046128

1.11 Câble

Pour chaque panneau, un câble à 2 conducteurs (rouge et noir, 2 x 0,75 mm²) de longueur env. 1,10 m est nécessaire.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1 x 1,10 m	env. 9 m	HOLDELEC / FISPC705RN



1.12 Embouts à sertir

Ces embouts permettent de protéger l’extrémité des câbles de connexion au niveau de leur contact avec le bornier. Ils doivent être adaptés aux câbles utilisés (ici 0,75 mm²). Le diamètre de la broche est de 1,5 mm et sa longueur de 8 mm.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
2	24	RS COMPONENTS / 458-695

1.13 Bornier femelle (4 plots)

Ce bornier (femelle) sert à connecter le panneau avec le module de stockage ou le bloc moteur (équipés de borniers mâles). Il s’agit d’un bornier à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage.

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	13	HOLDELEC / COCMM550384

1.14 Rectangle de feutrine

Un rectangle de feutrine de dimensions 223*70 mm et d’épaisseur 2 mm environ est collé sous le support orientable pour créer de la résistance lors de sa rotation (et le maintenir plus facilement en place dans une position donnée lors des manipulations).

Quantité pour 1 panneau	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	10DOIGTS / 42776 SNTIEECR / B07H4CZYSB

2 x Module de stockage	Réf. 2
------------------------	--------

   Protocole de fabrication : pages 46-48



Ce module permet de stocker l’énergie produite par le panneau.
Un galvanomètre permet de connaître le stock d’énergie à tout moment.
Ce module peut être relié à un autre module de stockage ou à un module de gestionnaire réseau.

La fabrication de cette référence nécessite l’achat de plusieurs éléments :

2.1 Circuit imprimé (supérieur)

Ce circuit imprimé constitue la partie supérieure du module. Il mesure 200*100 mm et est percé de différents trous permettant de rendre visible les galvanomètres et la diode et d’insérer les trois boutons de réglage. Il est produit par un prestataire (aperçu p. 50 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	JLCPCB

2.2 Circuit imprimé (central)

Ce circuit imprimé constitue la partie centrale du module. Il est produit par un prestataire et le typon et la sérigraphie sont fournis (aperçus pages 51-52 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	JLCPCB

2.3 Circuit imprimé (inférieur)

Ce circuit imprimé constitue la partie inférieure du module. Il est produit par un prestataire et la sérigraphie est fournie (aperçu page 50 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	JLCPCB

2.4 Pieds autocollants

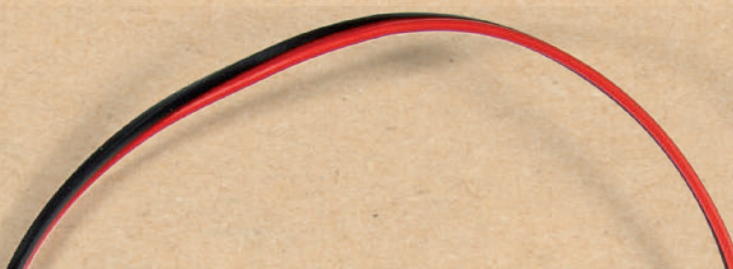
Ces 4 pieds autocollants seront collés sous le circuit imprimé inférieur (leurs emplacements sont gravés). Ils sont anti-dérapants et permettent au module de ne pas glisser lors des expérimentations.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	20	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1

2.5 Galvanomètre (réseau)

Ce galvanomètre permet de connaître l'action du module de stockage vis à vis du réseau à un moment donné (donneur ou receveur d'énergie). Il s'agit d'un Vu-mètre à 0 central (3-2-1-0-1-2-3) avec une sensibilité de 120 μ A. Sa taille doit être adaptée aux circuits imprimés ; il doit notamment rentrer dans le rectangle découpé dans le circuit imprimé supérieur (34*15 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	HOLDELEC / LOTVUMETRE303



2.6 Galvanomètre (stock)

Ce galvanomètre permet de connaître le stock d'énergie du module à un moment donné. Il s'agit d'un ampèremètre analogique de panneau avec une valeur maximale de 100 μ A. Sa taille doit être adaptée aux circuits imprimés ; il doit notamment rentrer dans le rectangle découpé dans le circuit imprimé supérieur (34*15 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	3	RS COMPONENTS / 259-561

2.7 DEL rouge (5 mm)

Cette DEL sert d'indicateur lorsque le module de stockage est plein. Il s'agit d'une DEL rouge de diamètre 5 mm, avec un pas de 2,54 mm et des pattes longues (env. 25 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	5	HOLDELEC / OPLED5R-PL

2.8 Lentille pour DEL (Ø ext. 6,35 mm)

Cette monture de lentille en polycarbonate permet de fixer la DEL dans le circuit imprimé supérieur. Son diamètre extérieur est de 6,35 au niveau de la DEL et son diamètre intérieur doit être supérieur à celui de la DEL (donc > 5 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	8	RS COMPONENTS / 223-1644

2.9 Bouton pour axe de 6 mm

Ces boutons seront montés sur les 3 commutateurs du module de stockage. Ils doivent donc être compatibles avec le diamètre de leur axe (6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	9	HOLDELEC / HABTF207AJ

2.10 Commutateur

Ces commutateurs rotatifs pour circuit imprimé sont non court-circuitants. Leur axe a un diamètre de 6 mm (attention à acheter des boutons compatibles) et ils mesurent 40 mm de long.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	9	HOLDELEC / COCR112CI



2.11 Condensateurs

Ces condensateurs électrolytiques doivent avoir une capacité de 6800 μF et une tension de 10V. Le diamètre est de 16 mm, la hauteur de 25 mm et le pas de 7,5 mm. Les broches ont un diamètre de 0,8 mm.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
8	16	FARNELL / 9692762

2.12 Diode 1N5819

Cette diode a les caractéristiques suivantes : tension (40 V), intensité (1A).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	6	HOLDELEC / DI1N5819

2.13 Diode Zener 15V

Cette diode a les caractéristiques suivantes : tension (15 V), puissance (500 mW).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	HOLDELEC / 2368862

2.14 Résistance (1 Ω)

Il s'agit de résistances à couche de carbone 0,25 W. La température d'utilisation est comprise entre -55°C et +155°C.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	RS COMPONENTS / 707-7420

2.15 Résistance (150 k Ω)

Il s'agit de résistances fixes à couche métallique de précision. La puissance est de 0,25 W et la température d'utilisation est comprise entre -55°C et +155°C.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	RS COMPONENTS / 755-0925

2.16 Borniers mâles (4 plots)

Ces borniers (mâles) servent à connecter le module de stockage avec le panneau ou toute autre référence de la mallette avec les câbles de connexion. Il s’agit de borniers à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage. Ils doivent être embrochables sur les borniers femelles de ce derniers.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	11	HOLDELEC / COCMM554095

2.17 Entretoises M/F (L = 10 mm)

Elles permettent de maintenir le circuit imprimé inférieur avec le circuit imprimé central. Elles doivent être compatibles avec les autres entretoises (F/F 35) et les vis de fixation associées (Ø 3 mm ; L 6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	12	RS COMPONENTS / 806-6597

2.18 Entretoises F/F (L = 35 mm)

Elles permettent de maintenir le circuit imprimé supérieur avec le circuit imprimé central. Elles doivent être compatibles avec les autres entretoises (M/F 10) et les vis de fixation associées (Ø 3 mm ; L 6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	12	RS COMPONENTS / 176-8036

2.19 Vis (Ø = 3 mm ; L = 6 mm)

Elles permettent de fixer les entretoises aux circuits imprimés. Elles doivent donc être compatibles avec ces derniers.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
8	24	RS COMPONENTS / 560-580

1 x Module de gestionnaire réseau	Réf. 3
-----------------------------------	--------

Protocole de fabrication : pages 53-55



Ce module permet d’interconnecter plusieurs modules de stockage (jusqu’à 3). Le galvanomètre renseigne sur le sens des échanges. Le module est également équipé d’un bloc secteur.

La fabrication de cette référence nécessite l’achat de plusieurs éléments :

3.1 Circuit imprimé (supérieur)

Ce circuit imprimé constitue la partie supérieure du module. Il mesure 200*100 mm et est percé de différents trous permettant de rendre visible les galvanomètres et la diode et d’insérer les trous boutons de réglage. Il est produit par un prestataire (aperçu p. 57 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	1	JLCPCB

3.2 Circuit imprimé (central)

Ce circuit imprimé constitue la partie centrale du module. Il est produit par un prestataire et le typon et la sérigraphie sont fournis (aperçu p. 58-59 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	1	JLCPCB

3.3 Circuit imprimé (inférieur)

Ce circuit imprimé constitue la partie inférieure du module. Il est produit par un prestataire et la sérigraphie est fournie (aperçu p. 57 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	1	JLCPCB

3.4 Pieds autocollants

Ces 4 pieds autocollants seront collés sous le circuit imprimé inférieur (leurs emplacements sont gravés). Ils sont anti-dérapants et permettent au module de ne pas glisser lors des expérimentations.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	20	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1

3.5 Galvanomètre

Ce galvanomètre permet de connaître le sens des échanges. Il s’agit d’un ampèremètre analogique de panneau avec une valeur maximale de 100 µA. Sa taille doit être adaptée aux circuits imprimés ; il doit notamment rentrer dans le rectangle découpé dans le circuit imprimé supérieur (34*15 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	3	RS COMPONENTS / 259-561

3.6 DEL rouge (5 mm)

Ces DEL servent à indiquer quand le module réseau est en mode receveur d'énergie. Il s'agit de DEL rouges de diamètre 5 mm, avec un pas de 2,54 mm et des pattes longues (env. 25 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	5	HOLDELEC / OPLED5R-PL

3.7 DEL verte (5 mm)

Ces DEL servent à indiquer quand le module réseau est en mode donneur d'énergie. Il s'agit de DEL vertes de diamètre 5 mm, avec un pas de 2,54 mm et des pattes longues (env. 25 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	3	HOLDELEC / OPLED5V

3.8 Lentille pour DEL (Ø ext. 6,35 mm)

Ces montures de lentille en polycarbonate permettent de fixer les DEL dans le circuit imprimé supérieur. Leur diamètre extérieur est de 6,35 au niveau de la DEL et leur diamètre intérieur doit être supérieur à celui de la DEL (donc > 5 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
6	8	RS COMPONENTS / 223-1644

3.9 Bouton pour axe de 6 mm

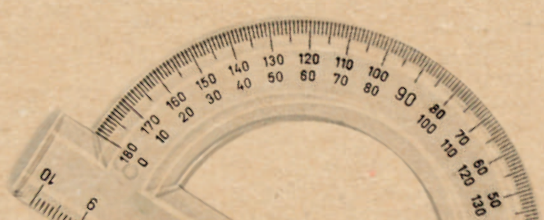
Ces boutons seront montés sur les 3 commutateurs du module réseau. Ils doivent donc être compatibles avec le diamètre de leur axe (6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	9	HOLDELEC / HABTF207AJ

3.10 Commutateur

Ces commutateurs rotatifs pour circuit imprimé sont non court-circuitants. Leur axe a un diamètre de 6 mm (attention à acheter des boutons compatibles) et ils mesurent 40 mm de long.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	9	HOLDELEC / COCR112CI



3.11 Potentiomètre ajustable multitours

Les dimensions sont de 9,7*5*9,8 mm. La puissance admissible est de 0,5 W et la tension admissible de 250 V.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	1	HOLDELEC / 2349568

3.12 Résistance (100 Ω)

Il s’agit de résistances à film de carbone. La puissance est de 1/4 W, la tolérance de 5%, la tension d’utilisation maximale de 250 V et la température d’utilisation est située entre -55°C et +155°C.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	3	RS COMPONENTS / 199-1781

3.13 Borniers mâles (4 plots)

Ces borniers (mâles) servent à connecter le module réseau avec les modules de stockage et le bloc d’alimentation secteur. Il s’agit de borniers à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage. Ils doivent être embrochables sur les borniers femelles de ce derniers.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	11	HOLDELEC / COCMM554095

3.14 Entretoises M/F (L = 10 mm)

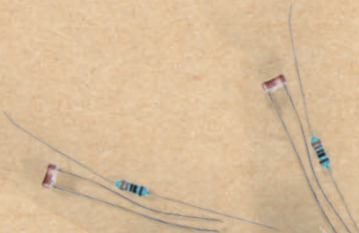
Elles permettent de maintenir le circuit imprimé inférieur avec le circuit imprimé central. Elles doivent être compatibles avec les autres entretoises (F/F 35) et les vis de fixation associées (Ø 3 mm ; L 6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	12	RS COMPONENTS / 806-6597

3.15 Entretoises F/F (L = 35 mm)

Elles permettent de maintenir le circuit imprimé supérieur avec le circuit imprimé central. Elles doivent être compatibles avec les autres entretoises (M/F 10) et les vis de fixation associées (Ø 3 mm ; L 6 mm).

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	12	RS COMPONENTS / 176-8036



3.16 Vis (Ø = 3 mm ; L = 6 mm)

Elles permettent de fixer les entretoises aux circuits imprimés.
Elles doivent donc être compatibles avec ces derniers.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
8	24	RS COMPONENTS / 560-580

3.17 Bloc d’alimentation

Il permet de relier le module de gestionnaire réseau au réseau électrique.
Son alimentation est de 100-240V / 50 Hz et le courant de sortie est de 600 mA.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	1	HOLDELEC / ALPS71RD

3.18 Bornier femelle (4 plots)

Ce bornier (femelle) sera monté à l’extrémité du bloc d’alimentation et permettra sa connexion au module de gestionnaire réseau (équipé de borniers mâles). Il s’agit d’un bornier à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage.

Quantité pour 1 module	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	13	HOLDELEC / COCOMM550384

2 x Projecteur halogène

Réf. 4



Ce projecteur est branché sur le secteur et permet d’éclairer le panneau photovoltaïque. Il joue ainsi le rôle du soleil lors des expériences.

Pour mener à bien les expérimentations, privilégier un projecteur d’une puissance de 400W.

Des ampoules de rechange 230W sont également fournies dans les mallettes.

Projecteurs halogènes :

Quantité	Exemple(s) de référence(s)
2	ENEXOPRO / 141463 THE HOME FUSION COMPANY / 100907

Ampoules de rechange :

Quantité	Exemple(s) de référence(s)
2	ENEXOPRO / 475623

2 x Moteur électrique + roue	Réf. 5
------------------------------	--------

   **Protocole de fabrication** : page 60



Ce moteur peut être branché directement au panneau ou au module de stockage d'énergie. Dans le premier cas, sa vitesse est proportionnelle à l'énergie lumineuse reçue par le panneau.

La fabrication de cette référence nécessite l'achat de plusieurs éléments :

5.1 Motoréducteur

Il s'agit d'un motoréducteur à sortie sur axe de Ø 6,8 mm. L'alimentation est de 3 à 9 Vcc et la vitesse varie de 12 à 47 tours par minute. L'épaisseur du méplat de 4,5 mm et les dimensions de l'ensemble sont 52*38*28 mm.

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	GOTRONIC / 31892

5.2 Circuit imprimé

Ce circuit imprimé permet le montage de l'ensemble du bloc moteur. Il mesure 72*44 mm. Il est produit par un prestataire (aperçu p. 61 ; fichiers disponibles sur www.projetmerite.fr).

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de prestataire(s)
1	2	JLPCPB

5.3 Roue

Ces roues seront fixées sur l'axe du motoréducteur. Elles sont équipées de pneus en silicone. Le diamètre total de la roue est de 69 mm. La vis de fixation est incluse. Attention à s'assurer de se procurer des roues compatibles avec le motoréducteur (ce qui est le cas en respectant les références citées).

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	GOTRONIC / 25362

5.4 Vis (Ø 2,5 mm ; L : 25 mm)

Ces vis permettent de fixer le motoréducteur au circuit imprimé, grâce aux écrous associés.

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	6	RS COMPONENTS / 482-8509

5.5 Écrous (M2,5)

Ces écrous permettent la fixation des vis qui maintiennent le motoréducteur au circuit imprimé. Le diamètre intérieur doit être le même que celui des vis (soit 2,5 mm).

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
3	6	RS COMPONENTS / 248-4567

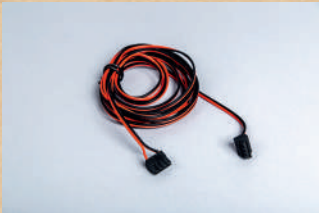
5.6 Bornier mâle (4 plots)

Ce bornier (mâle) sera soudé sur le circuit imprimé du bloc moteur et permettra sa connexion au panneau ou au module de stockage via les câbles de connexion. Il s'agit d'un bornier à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage.

Quantité pour 1 bloc moteur	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	11	HOLDELEC / COCMM554095

4 x Câble de connexion	Réf. 6
------------------------	--------

● ● Protocole de fabrication : page 62



Ces câbles de connexion permettent de relier différents composants entre eux. La mallette en contient 2 grands et 2 petits.

La fabrication de cette référence nécessite l'achat de plusieurs éléments :

6.1 Câble

Pour chaque exemplaire, un câble à 2 conducteurs (rouge et noir, 2 x 0,75 mm²) de longueur env. 230 cm (pour les 2 grands câbles) et 50 cm (pour les petits câbles) est nécessaire.

Quantité pour 1 câble	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1 x 230 cm (grands) 1 x 50 cm (petits)	env. 9 m	HOLDELEC / FISPC705RN

6.2 Embouts à sertir

Ces embouts permettent de protéger l’extrémité des câbles de connexion au niveau de leur contact avec le bornier. Ils doivent être adaptés aux câbles utilisés (ici 0,75 mm²). Le diamètre de la broche est de 1,5 mm et sa longueur de 8 mm.

Quantité pour 1 câble	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
4	24	RS COMPONENTS / 458-695

6.3 Bornier femelle (4 plots)

Ce bornier (femelle) sera monté à l’extrémité du bloc d’alimentation et permettra sa connexion au module de gestionnaire réseau (équipé de borniers mâles). Il s’agit d’un bornier à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage.

Quantité pour 1 câble	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
2	13	HOLDELEC / COCMM550384

2 x Ampoule à incandescence	Réf. 7
-----------------------------	--------

● ● Protocole de fabrication : page 63



Cette ampoule à incandescence est montée sur un support et reliée à un câble de connexion. Elle peut être reliée directement au panneau ou à un module de stockage.

La fabrication de cette référence nécessite l’achat de plusieurs éléments :

7.1 Support d’ampoule

Ce support pour ampoule est en bakélite et est compatible avec des ampoules à inscandescence E10. Le diamètre total est de 30 mm et la hauteur de 18 mm. Le raccordement se fait sur fils par 2 vis (fournies).

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	1	HOLDELEC / COE171



7.2 Ampoule E10 (12 V ; 50 mA)

Elles doivent être compatibles avec les supports d’ampoule. Pour cela, le diamètre du culot doit être de 9,53 mm. La référence proposée est une ampoule à incandescence avec filament C2V.

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	2	HOLDELEC / QUE2312

7.3 Cosses

Ces cosses permettent le raccordement du câble de connexion au support d’ampoule. Il s’agit de cosses à œillet avec une taille de filetage M3, de diamètre externe 5,5 mm et de diamètre interne 3,2 mm. La taille maximale des conducteurs associés est de 1,5 mm².

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
2	4	RS COMPONENTS / 534-238

7.4 Câble

Pour chaque exemplaire, un câble à 2 conducteurs (rouge et noir, 2 x 0,75 mm²) de 50 cm est nécessaire.

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
50 cm	env. 9 m	HOLDELEC / FISPC705RN

7.5 Bornier femelle (4 plots)

Ce bornier (femelle) sera monté à l’extrémité du bloc d’alimentation et permettra sa connexion au module de gestionnaire réseau (équipé de borniers mâles). Il s’agit d’un bornier à vis à 4 plots avec pas de 5 mm et serrage par cage.

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
1	13	HOLDELEC / COCMM550384

7.6 Embouts à sertir

Ces embouts permettent de protéger l’extrémité des câbles de connexion au niveau de leur contact avec le bornier. Ils doivent être adaptés aux câbles utilisés (ici 0,75 mm²). Le diamètre de la broche est de 1,5 mm et sa longueur de 8 mm.

Quantité pour 1 bloc ampoule	Quantité pour toute la mallette	Exemple(s) de référence(s)
2	24	RS COMPONENTS / 458-695

2 x Chronomètre

Réf. 8



Ces chronomètres permettent, indirectement, de mesurer la vitesse du moteur lors des expériences. N'importe quel chronomètre peut être acheté pour les malles.

Quantité	Exemple(s) de référence(s)
2	RS COMPONENTS / 8111818

18 x Fiches techniques

Réf. 9



La mallette contient 3 fiches techniques, chacune en 6 exemplaires :

- panneau (voir fichier),
- cellule (voir fichier),
- connecteurs (voir fichier).

Elles renseignent sur différents paramètres et propriétés du composant concerné. Elles ont été conçues pour une impression au format A4 avec plastification. Les fichiers d'impression sont disponibles sur www.projetmerite.fr.

4 x Connecteurs MC4

Réf. 10



Ces connecteurs (2 mâles et 2 femelles) permettent de relier des panneaux photovoltaïques entre eux. Ils ne sont pas utilisés lors des expériences mais servent de support lors de la séance d'analyse des données du constructeur (Module 1, Séance 5), au cours de laquelle les élèves sont amenés à découvrir les grandes contraintes que ces connecteurs doivent respecter (assurer le contact électrique, résister aux intempéries et aux UV, être démontable et remontable...).

Quantité	Exemple(s) de référence(s)
2x mâles	RS COMPONENTS / 696-2207
2x femelles	RS COMPONENTS / 696-2193

1 x Fiche de rangement



Cette fiche rappelle la place de chaque élément dans la mallette (voir fichiers d'impression avec et sans fonds perdus sur www.projetmerite.fr). Elle a été conçue pour une impression au format A4 (21,00 x 29,7 cm) paysage.

Synthèse des achats

Le tableau ci-dessous résume le matériel nécessaire. Le coût total des achats pour une mallette est estimé entre **350 et 400€** environ (hors mallette de rangement). Les éléments marqués d'un **astérisque** peuvent servir à la fabrication de plusieurs éléments (l'achat peut ainsi être groupé).

Rappel de la légende :

- Achat ou récup'
- Fabrication simple
- Fabrication avancée
- Fabrication par un prestataire
- Impression

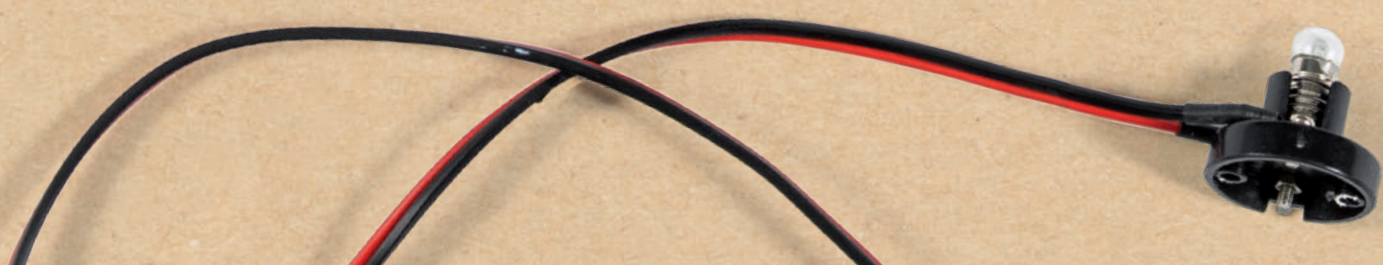
Réf.	Action(s)	Élément	Matériel	Nb	Lien fournisseur ou fichier
1		Panneau photovoltaïque (x2)	Statif aluminium	2	BRETAGNE LASER Plan de découpe et pliage
			Fiche plastifiée avec rapporteur	2	Fichier d'impression
			Support orientable	2	BRETAGNE LASER Plan de découpe et pliage
			Circuit imprimé avec rapporteurs	4	JLPCPB
			Vis en nylon (Ø 4 mm)	4	RS COMPONENTS / 484-7106
			Rondelle en acier (Ø 4 mm)	6	RS COMPONENTS / 189-636
			Vis à tête cylindrique (Ø 4 mm ; L = 12 mm)	2	RS COMPONENTS / 560-861
			Écrou frein (Ø 4 mm)	2	RS COMPONENTS / 524-304
			Pied autocollant*	8*	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1
			Panneau photovoltaïque	2	RS COMPONENTS / 9046128
			Câble*	2,2 m*	HOLDELEC / FISPC705RN
			Embout à sertir*	4*	RS COMPONENTS / 458-695
			Bornier femelle* (4 plots)	2*	HOLDELEC / COCOMM550384
			Rectangle de feutrine	2	10DOIGTS / 42776 SNTIEECR / B07H4CZY5B



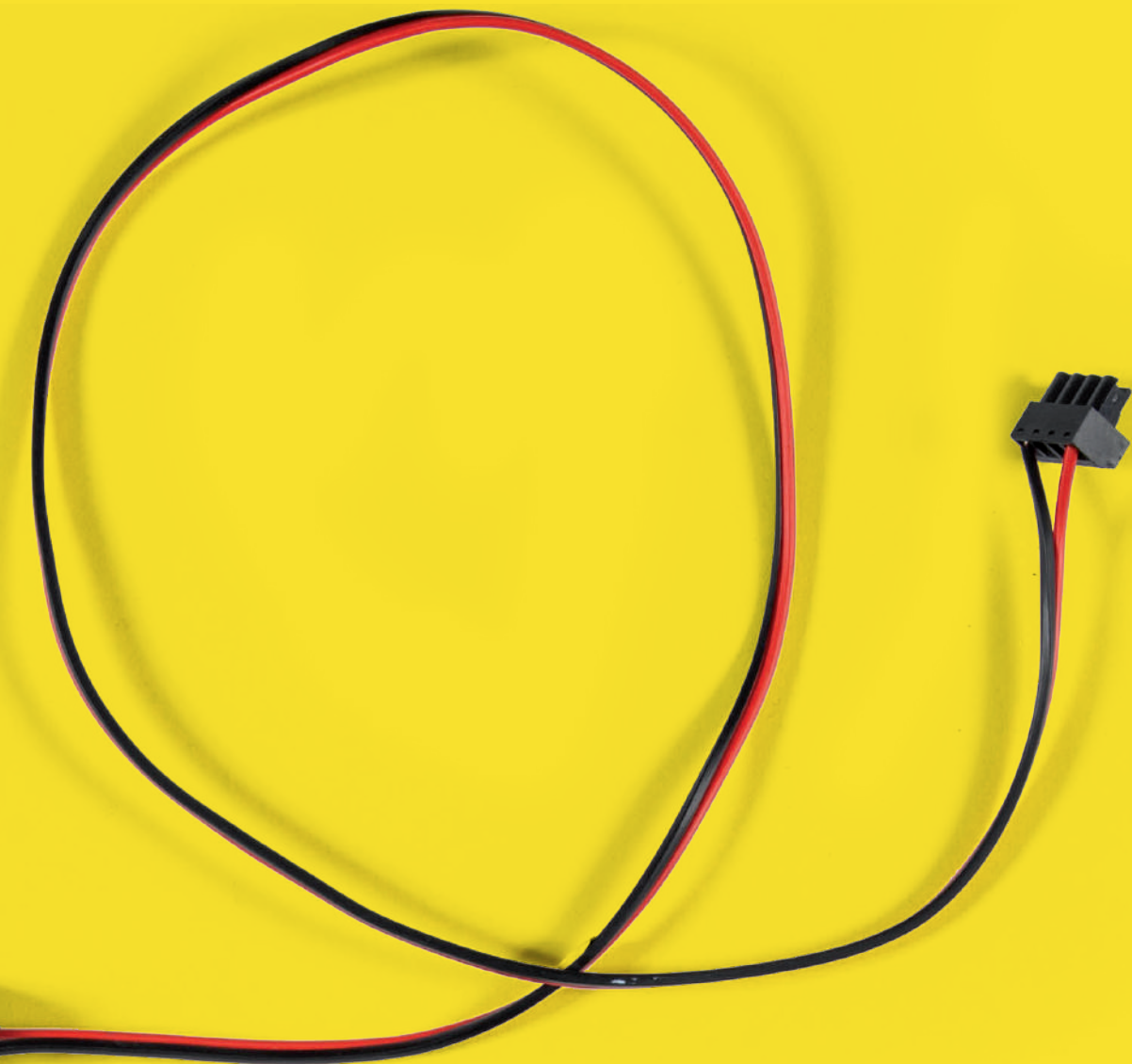
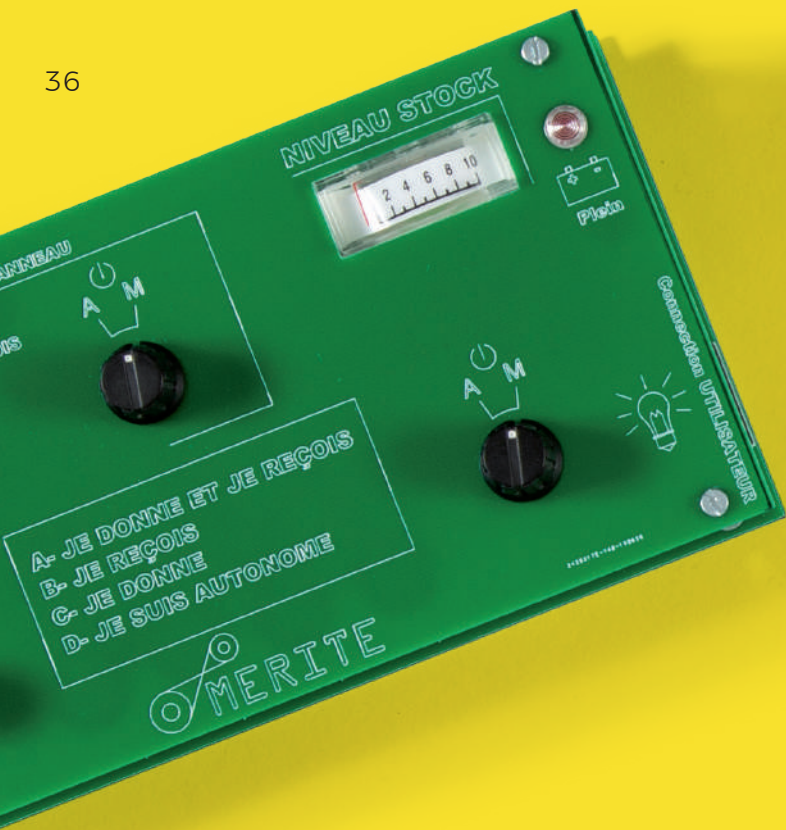
Réf.	Action(s)	Elément	Matériel	Nb	Lien fournisseur ou fichier
2		Module de stockage (x2)	Circuit imprimé (supérieur)	2	JLPCPB
			Circuit imprimé (central)	2	JLPCPB
			Circuit imprimé (inférieur)	2	JLPCPB
			Pied autocollant*	8*	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1
			Galvanomètre (réseau)	2	HOLDELEC / LOTVUMETRE303
			Galvanomètre* (stock)	2*	RS COMPONENTS / 259-561
			DEL rouge* (5 mm)	2*	HOLDELEC / OPLED5R-PL
			Lentille pour DEL * (Ø ext. 6,35 mm)	2*	RS COMPONENTS / 223-1644
			Bouton pour axe de 6 mm*	6*	HOLDELEC / HABTF207AJ
			Commutateur*	6*	HOLDELEC / COCR112CI
			Condensateur	16	FARNELL / 9692762
			Diode 1N5819	6	HOLDELEC / DI1N5819
			Diode Zener 15V	2	HOLDELEC / 2368862
			Résistance (1 Ω)	2	RS COMPONENTS / 707-7420
			Résistance (150 kΩ)	2	RS COMPONENTS / 755-0925
			Bornier mâle* (4 plots)	6*	HOLDELEC / COCMM554095
			Entretoise M/F* (L = 10 mm)	8*	RS COMPONENTS / 806-6597
			Entretoise F/F* (L = 35 mm)	8*	RS COMPONENTS / 176-8036
			Vis* (Ø 3 mm ; L = 6 mm)	16*	RS COMPONENTS / 560-580



Réf.	Action(s)	Elément	Matériel	Nb	Lien fournisseur ou fichier
3		Module de gestionnaire réseau (x2)	Circuit imprimé (supérieur)	1	JLPCPB
			Circuit imprimé (central)	1	JLPCPB
			Circuit imprimé (inférieur)	1	JLPCPB
			Pied autocollant*	4*	HOLDELEC / LOTPIEDSAUTOCOL1
			Galvanomètre*	1*	RS COMPONENTS / 259-561
			DEL rouge* (5 mm)	3*	HOLDELEC / OPLED5R-PL
			DEL verte (5 mm)	3	HOLDELEC / OPLED5V
			Lentille pour DEL* (Ø ext. 6,35 mm)	6*	RS COMPONENTS / 223-1644
			Bouton pour axe de 6 mm*	3*	HOLDELEC / HABTF207AJ
			Commutateur*	3*	HOLDELEC / COCR112CI
			Potentiomètre ajustable multitours	1	HOLDELEC / 2349568
			Résistance (100 Ω)	3	RS COMPONENTS / 199-1781
			Bornier mâle (4 plots)	3*	HOLDELEC / COCMM554095
			Entretoise M/F (L = 10 mm)	4*	RS COMPONENTS / 806-6597
			Entretoise F/F (L = 35 mm)	4*	RS COMPONENTS / 176-8036
			Vis* (Ø 3 mm ; L = 6 mm)	8*	RS COMPONENTS / 560-580
			Bloc d'alimentation	1	HOLDELEC / ALPS71RD
			Bornier femelle* (4 plots)	1*	HOLDELEC / COCMM550384
4		Projecteur halogène (x2)	Projecteur	2	ENEXOPRO / 141463 THE HOME FUSION COMPANY / 100907
			Ampoule de rechange	2	ENEXOPRO / 475623



Réf.	Action(s)	Elément	Matériel	Nb	Lien fournisseur ou fichier
5		Moteur électrique + roue (x2)	Motoréducteur	2	GOTRONIC / 31892
			Circuit imprimé	2	JLPCPB
			Roue	2	GOTRONIC / 25362
			Vis (Ø 2,5 mm ; L = 25 mm)	6	RS COMPONENTS / 482-8509
			Écrous (M2,5)	6	RS COMPONENTS / 248-4567
			Bornier mâle* (4 plots)	2*	HOLDELEC / COCMM554095
6		Câble de connexion (x4)	Câble*	env. 5,6 m*	HOLDELEC / FISPC705RN
			Embout à sertir*	16*	RS COMPONENTS / 458-695
			Bornier femelle* (4 plots)	8*	HOLDELEC / COCMM550384
7		Ampoule à incandescence (x2)	Support d'ampoule	2	HOLDELEC / COE171
			Ampoule E10 (12 V ; 50 mA)	2	HOLDELEC / QUE2312
			Cosse	4	RS COMPONENTS / 534-238
			Câble*	env. 1 m*	HOLDELEC / FISPC705RN
			Bornier femelle* (4 plots)	2*	HOLDELEC / COCMM550384
			Embout à sertir*	4*	RS COMPONENTS / 458-695
8		Chronomètre		2	RS COMPONENTS / 8111818
9		Fiches techniques (x18)	Panneau	6	Fichier d'impression
			Cellule	6	Fichier d'impression
			Connecteurs	6	Fichier d'impression
10		Connecteurs MC4 (x4)	Mâle	2	RS COMPONENTS / 696-2207
			Femelle	2	RS COMPONENTS / 696-2193
-		Fiche de rangement		1	Fichiers d'impression



Électricité : la produire, la partager

Fabrication



FABRICATION

Organisation du document

La suite du document est constituée des protocoles de fabrication des éléments du matériel. Pour chaque élément (identifié par son n° de référence), une liste du matériel et des outils est rappelée, suivie d'un protocole illustré pour vous guider pas à pas.

Outils nécessaires

Les différents outils permettant de fabriquer les éléments de la mallette sont listés dans le tableau ci-dessous. D'éventuels détails supplémentaires sur ces outils sont donnés dans les protocoles de fabrication.



	Panneau photovoltaïque	Module de stockage	Module de gestionnaire réseau	Moteur + roue	Câble de connexion	Ampoule à incandescence
	1	2	3	5	6	7
Clé allen		●	●			
Fer à souder	●	●	●	●		
Fil de brasure (étain)	●	●	●	●		
Grosse pince coupante		●	●			
Perceuse (foret métal de Ø4-4,2 mm)	●					
Pince à dénuder	●		●		●	●
Pince coupante "électronique"	●	●	●		●	●
Pince plate		●	●		●	●
Plastifieuse A3	●					
Ruban adhésif double-face	●					
Scalpel	●					
Taraud M5	●					
Tourne à gauche	●					
Tournevis	●	●	●	●	●	●

6 protocoles de fabrication

Protocoles de fabrication

N° RÉF.

1

Panneau photovoltaïque

pages 40-41



N° RÉF.

2

Module de stockage

pages 46-48



N° RÉF.

3

Module de gestionnaire réseau

pages 53-55



N° RÉF.

5

Moteur électrique + roue

page 60



N° RÉF.

6

Câble de connexion

page 62



N° RÉF.

7

Ampoule à incandescence

page 63



Panneau photovoltaïque



Matériel

Pour 2 panneaux :

- **2 statifs aluminium** ^{1.1}
dimensions 250*350 mm, fabriqués par 1 prestataire
- **2 fiches plastifiées avec rapporteur** ^{1.2}
- **2 supports orientables** ^{1.3}
dimensions 223*70*73 mm, fabriqués par 1 prestataire
- **4 circuits imprimés avec rapporteurs** ^{1.4}
- **4 vis en nylon** ^{1.5}
Ø 4 mm
- **6 rondelles en acier** ^{1.6}
Ø 4 mm
- **2 vis à tête cylindrique en acier** ^{1.7}
Ø 4 mm ; L = 12 mm
- **2 écrous freins** ^{1.8}
Ø 4 mm
- **8 pieds autocollants** ^{1.9}
Ø 9 mm
- **2 panneaux photovoltaïques** ^{1.10}
dimensions 250*200*25 mm
- **câble** ^{1.11}
environ 2,20 m
- **4 embouts à sertir** ^{1.12}
Ø de la broche de 1,5 mm ; longueur de 8 mm
- **2 borniers femelles** ^{1.13}
à 4 plots
- **2 rectangles de feutrine** ^{1.14}
dimensions : 223*70 mm, de préférence autocollants

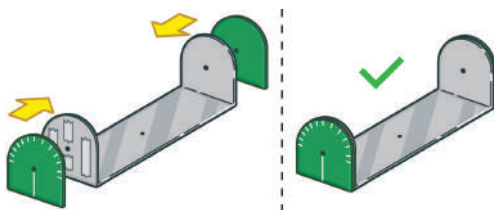
Outils & consommables

- **ruban adhésif double-face**
- **1 scalpel**
- **1 tournevis**
adapté aux vis à tête cylindrique en acier de Ø 4 mm
- **1 pince coupante**
de type pince électronique
- **1 pince à dénuder**
à défaut un scalpel
- **1 fer à souder**
- **fil de brasure en étain**
- **1 pince plate**
pour sertir les embouts
- **1 tournevis plat**
adapté aux vis du bornier femelle
- **1 perceuse**
avec foret métal de Ø 4 à 4,2 mm
- **1 taraud M5**
- **1 tourne-à-gauche**

Protocole de fabrication

45'

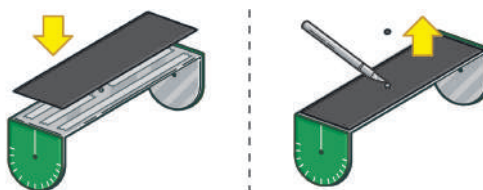
- 1** Coller les circuits imprimés avec rapporteurs avec du scotch double face sur les côtés latéraux du support orientable.



POINT D'ATTENTION

Afin d'assurer un collage en place, utiliser la vis en nylon comme guide de positionnement.

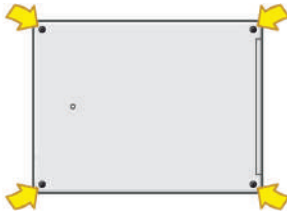
- 2** Coller la feutrine sous le support orientable. Avec un scalpel, dégager le trou de la vis.



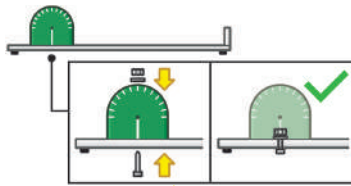
- 3** Avec du double-face, coller la fiche plastifiée sur le statif avec le rapporteur côté vis.



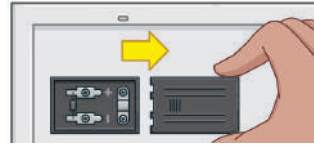
- 4** Coller les 4 pieds autocollants sur la face inférieure du statif.



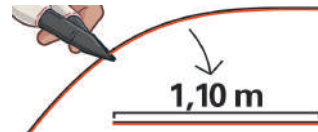
- 5** Fixer le support orientable sur le statif à l'aide de la vis acier, d'une rondelle et d'un écrou frein.



- 6** Ouvrir le boîtier de connexion du panneau.



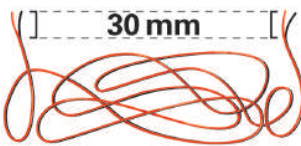
- 7** Couper un morceau de 1,10 m de longueur dans le câble.



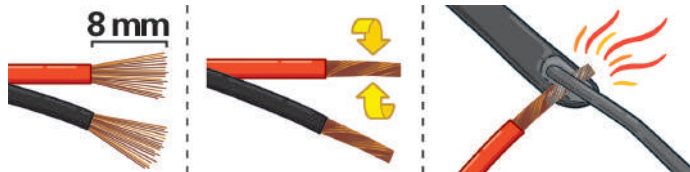
POINT D'ATTENTION

Serrer modérément l'écrou pour obtenir une rotation avec une légère résistance du support orientable.

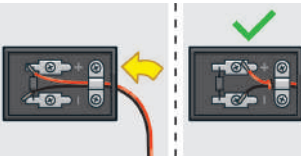
- 8** Séparer les fils en deux sur une longueur de 30 mm aux deux extrémités du câble.



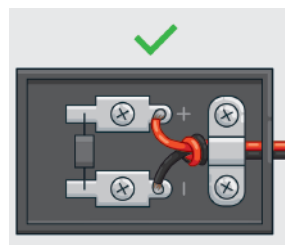
- 9** Sur l'une des extrémités du câble, dénuder les fils rouge et noir sur 8 mm, puis torsader les fils et étamer à l'aide d'un fer à souder.



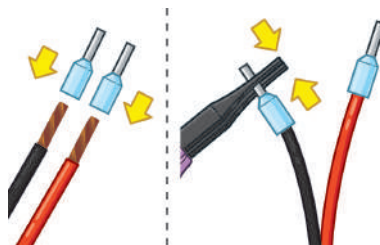
- 10** Insérer les fils rouge et noir préalablement étamés dans le boîtier de connexion du panneau et faire un nœud plat.



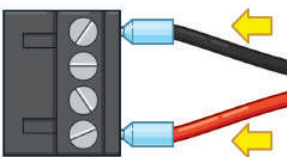
- 11** Souder le fil rouge sur la borne « + » et le fil noir sur borne « - ».



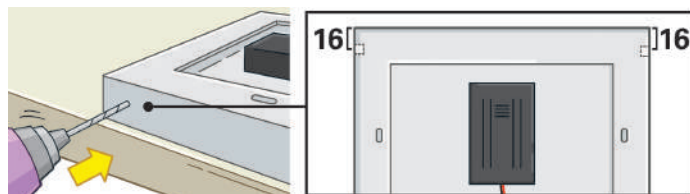
- 12** Sur l'autre extrémité du câble, dénuder, ajouter 2 embouts et les serrer avec une pince plate.



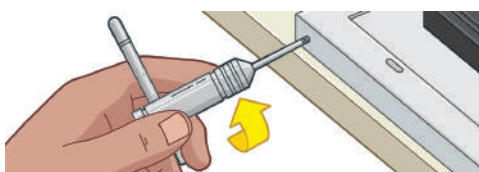
- 13** Visser les embouts à sertir dans le bornier femelle en respectant bien le plan suivant :



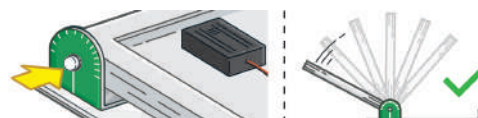
- 14** Avec une perceuse et un foret métal de Ø 4 à 4,2 mm, effectuer deux trous dans le montant en alu du panneau à 16 mm de son extrémité.



- 15** Avec un taraud M5 et un tourne-à-gauche, créer un filetage intérieur dans les 2 trous.

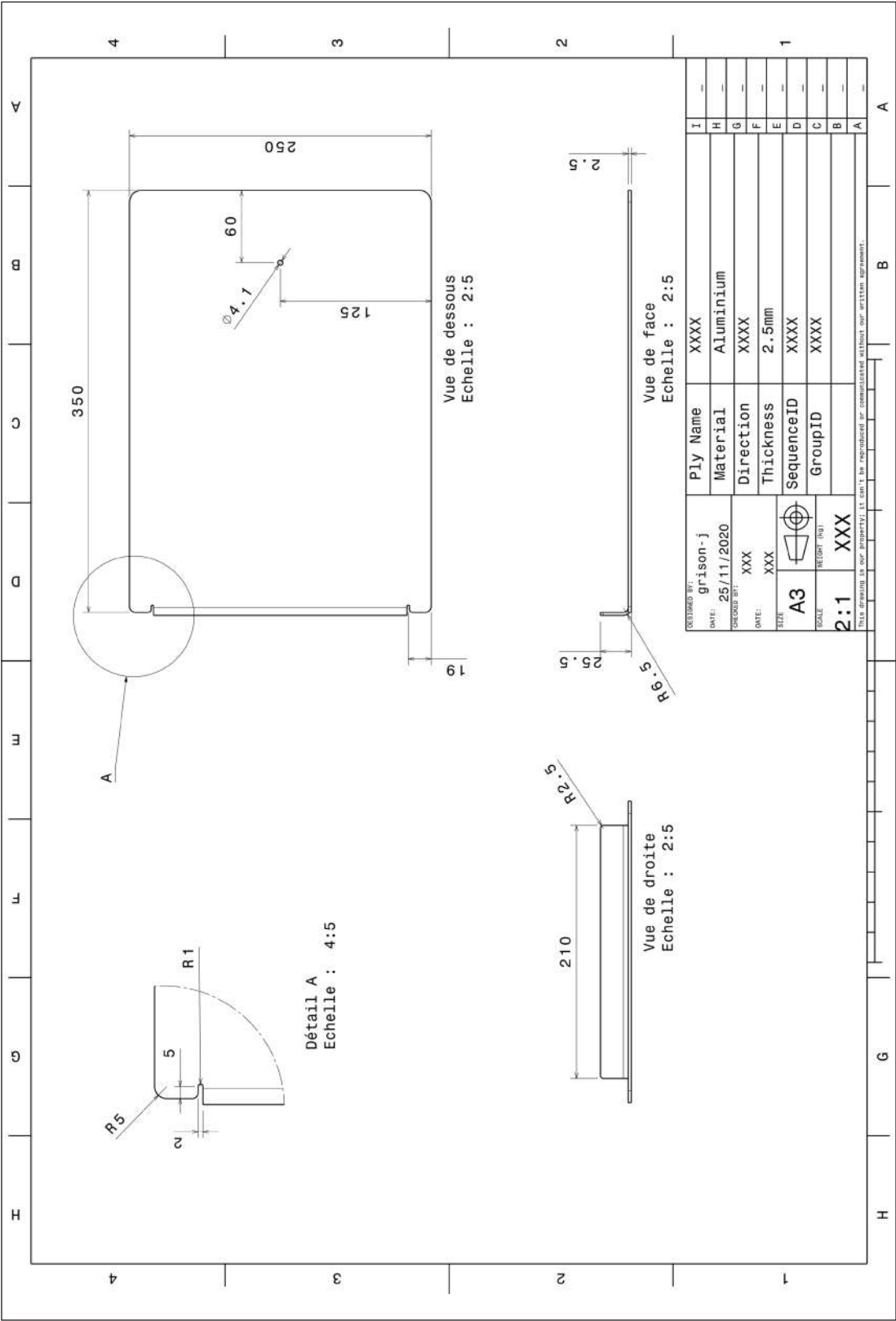


- 16** Fixer le panneau sur le support orientable à l'aide des 2 vis nylon et de rondelles (la résistance doit être telle que le panneau reste en position aux angles voulus).

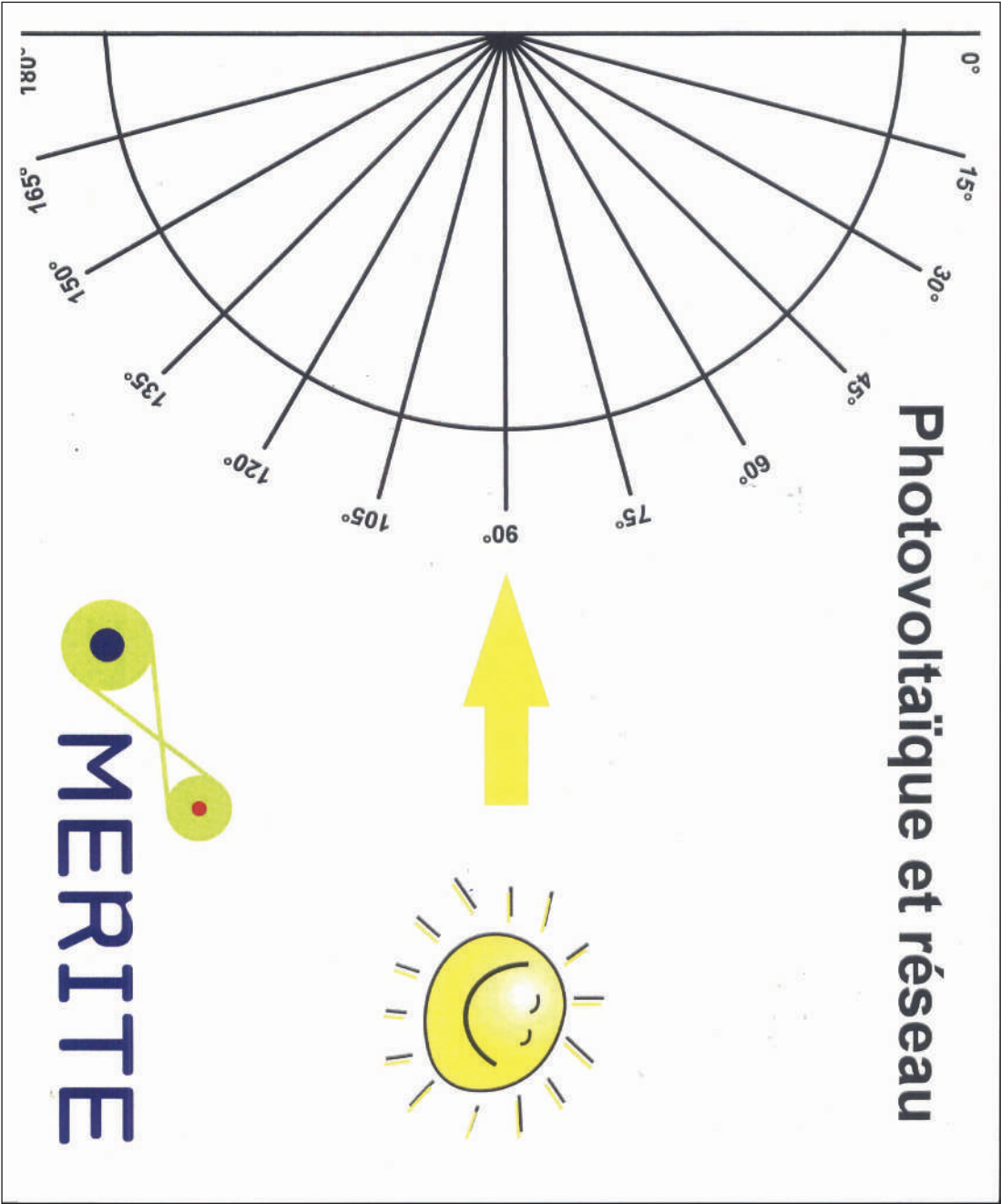


1 Panneau photovoltaïque

Plan du statif aluminium

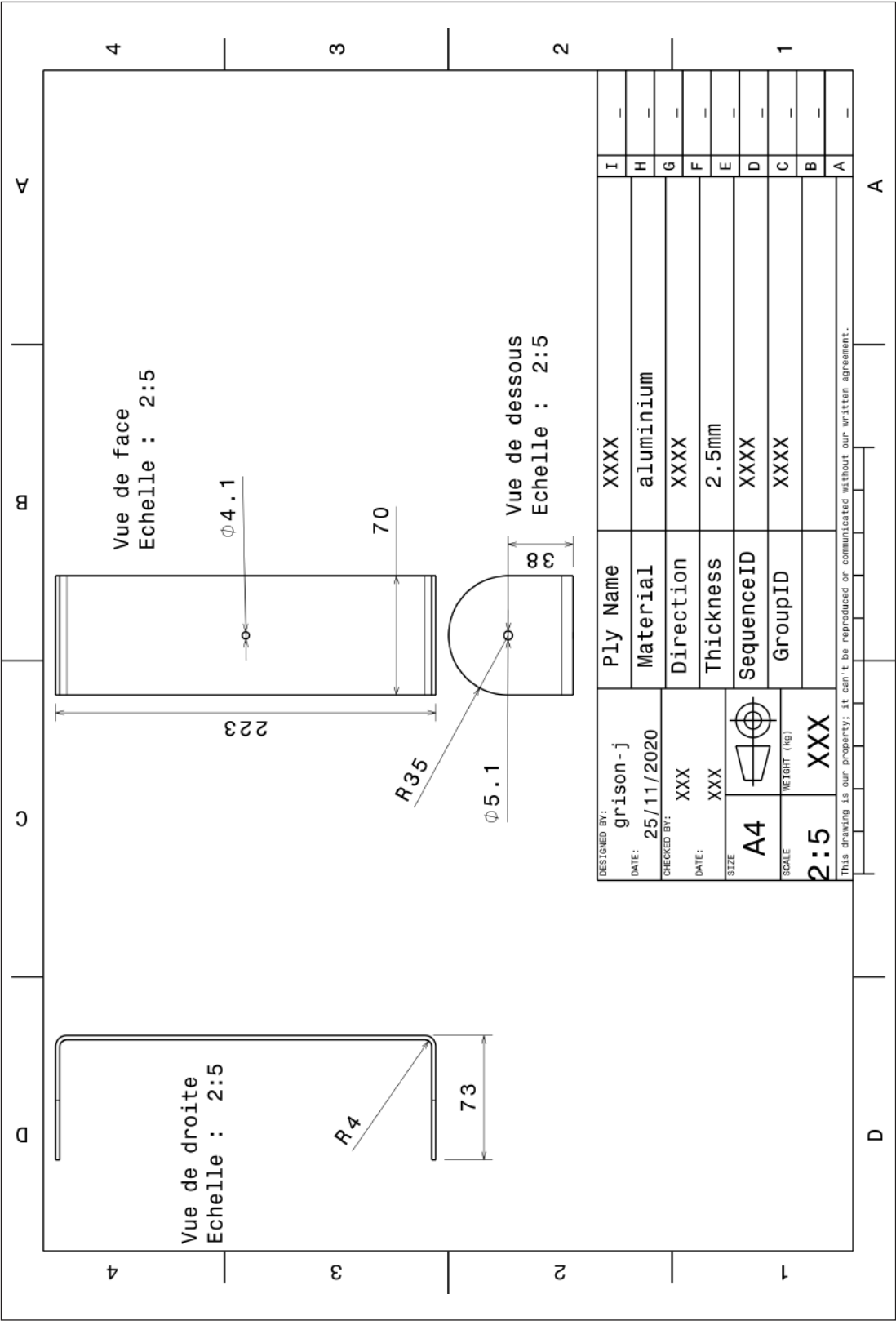


Aperçu de la fiche plastifiée à coller sur le statif



1 Panneau photovoltaïque

Plan du support orientable



Aperçu de la sérigraphie des rapporteurs à coller sur le support orientable

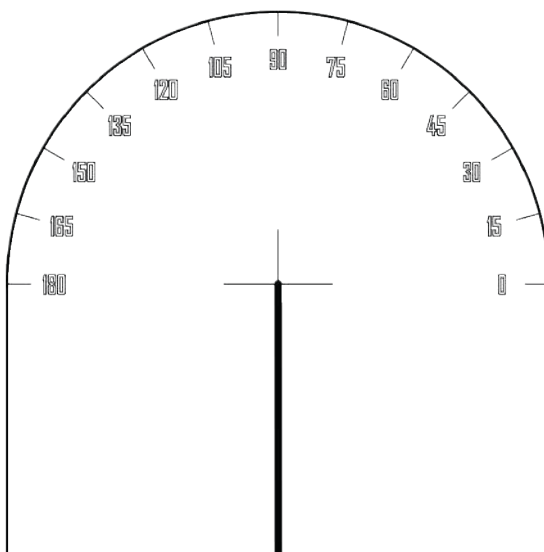
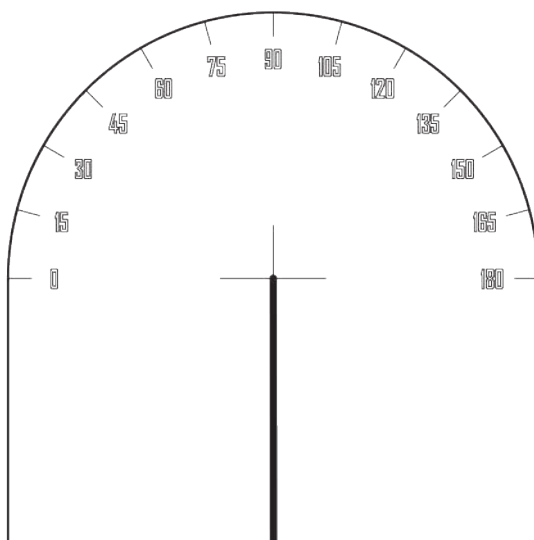
Fabrication

Ces rapporteurs gravés sur du circuit imprimé sont à faire fabriquer par un prestataire (deux exemplaires pour chaque panneau photovoltaïque à produire). Les fichiers sont disponibles sur www.projetmerite.fr.

Ils sont à coller avec du ruban adhésif double-face sur les côtés latéraux du support orientable (voir protocole de fabrication du panneau photovoltaïque [1](#), étape 1, page 40).

Utilisation

Les graduations représentent les angles que le panneau peut prendre par rapport à l'horizontale lorsqu'on l'incline lors des expériences.



N° RÉF.

2

Module de stockage

Matériel

Pour 2 modules :

- 2 circuits imprimés supérieurs [2.1](#)
- 2 circuits imprimés centraux [2.2](#)
- 2 circuits imprimés inférieurs [2.3](#)
- 8 pieds autocollants [2.4](#)
Ø 9 mm
- 2 galvanomètres « réseau » [2.5](#)
à 0 central
- 2 galvanomètres « stock » [2.6](#)
avec 0 à gauche
- 2 DEL rouges [2.7](#)
Ø 5 mm ; longueur des pattes = 25 mm
- 2 lentilles pour DEL [2.8](#)
Ø ext. 6,35 mm
- 6 boutons pour axes de 6 mm [2.9](#)
- 6 commutateurs [2.10](#)
Ø de l'axe 6 mm
- 16 condensateurs [2.11](#)
Ø 16 mm ; H = 25 mm ; capacité 6800 µF
- 6 diodes 1N5819 [2.12](#)
- 2 diodes Zener 15V [2.13](#)
- 2 résistances 1 Ω [2.14](#)
- 2 résistances 150 kΩ [2.15](#)
- 6 borniers mâles [2.16](#)
à 4 plots
- 8 entretoises M/F [2.17](#)
L = 10 mm ; pour vis de Ø 3 mm
- 8 entretoises F/F [2.18](#)
L = 35 mm ; pour vis de Ø 3 mm
- 16 vis [2.19](#)
Ø 3 mm ; L = 6 mm

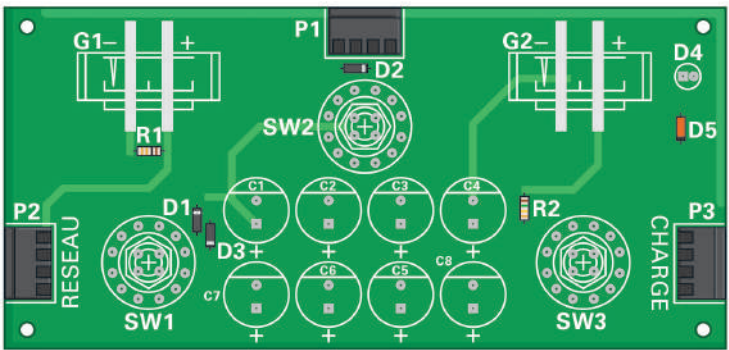
Outils & consommables

- 1 pince plate
- 1 pince coupante
de type pince électronique
- 1 tournevis
adapté aux vis de fixation
- 1 fer à souder
- fil de brasure en étain
- 1 grosse pince coupante
ou à défaut une scie à métaux
- 1 clé allen
adaptée aux boutons

Protocole de fabrication



- 1 Sur le circuit imprimé central, placer la résistance 1 Ω (zone R1), la résistance 150 kΩ (zone R2), les diodes 1N5819 (zones D1, D2 et D3), la diode Zener 15V (zone D5) et les borniers mâles (zones P1, P2 et P3). Souder et couper les pattes qui dépassent.



POINTS D'ATTENTION

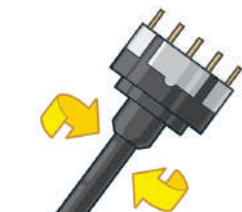
Il n'y a pas de sens particulier pour les résistances. Pour les diodes, le sens de la cathode est repéré sur la sérigraphie.

Les connecteurs doivent être orientés vers l'extérieur.

- 2** Sur un commutateur, dévisser l'écrou, sortir la rondelle éventail et la rondelle d'indexation.



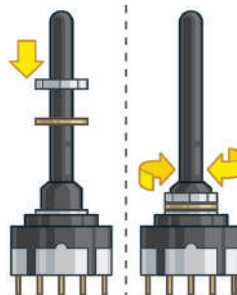
- 3** Tourner le commutateur à fond dans le sens anti-horaire.



- 4** Insérer la rondelle d'indexation sur la position 2 (1^{re} encoche).



- 5** Replacer la rondelle éventail et serrer l'écrou à la main.



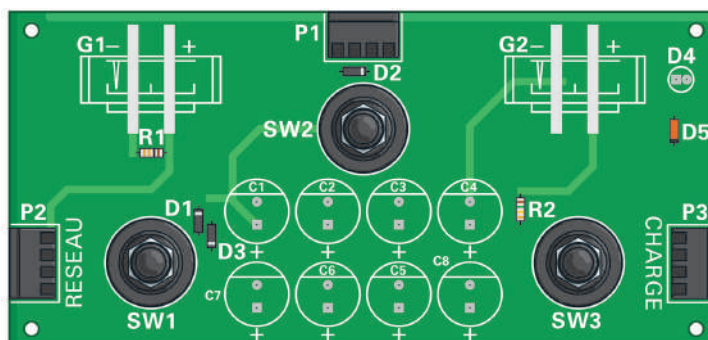
- 6** Vérifier que le commutateur ne possède plus que 2 positions. Répéter les étapes 2 à 5 avec un second commutateur.

- 7** Répéter les étapes 2 à 5 sur le 3^e commutateur mais en insérant la rondelle d'indexation sur la position 4 (3^e encoche) au lieu de la position 2 (étape 4). Vérifier que le commutateur ne possède plus que 4 positions.

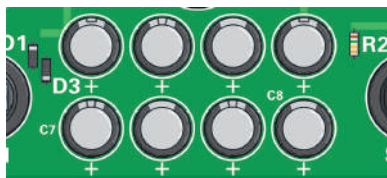
- 8** Sur le circuit imprimé central, placer le commutateur à 4 positions (zone SW1) et les commutateurs à 2 positions (zones SW2 et SW3). Souder toutes les pattes.

POINT D'ATTENTION

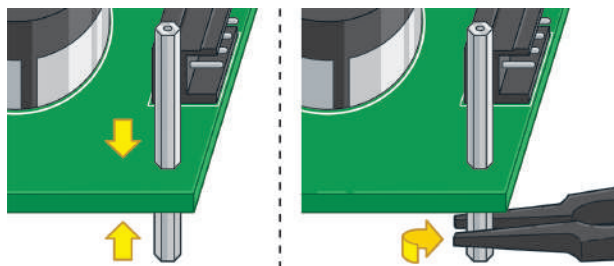
Faire attention à ce que la patte centrale de chaque commutateur soit bien raccordée au circuit. Pour SW1 et SW3, cela s'observe sur la face inférieure du circuit et pour SW2 sur la face supérieure du circuit.



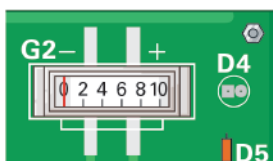
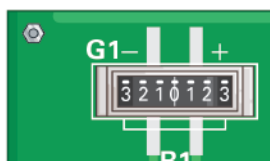
- 9** Insérer les condensateurs dans le circuit imprimé central (zones C1 à C8) en respectant la polarité (bande grise côté « - »). Souder et couper les pattes qui dépassent.



- 10** Visser les entretoises les unes dans les autres de part et d'autre du circuit central (celles de 35 mm côté supérieur). Finir le serrage à la pince plate.



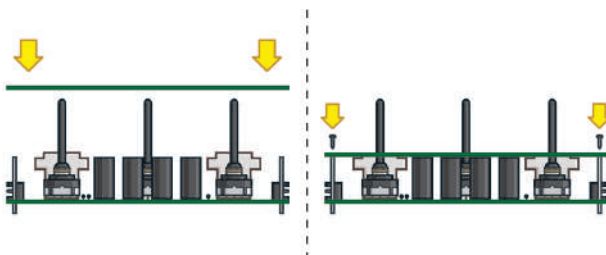
- 11** Positionner les 2 galvanomètres bien alignés sur la sérigraphie (galvanomètre à 0 central sur la zone G1, celui avec le 0 à gauche sur la zone G2) et souder.



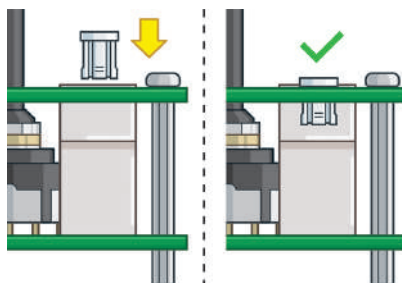
POINT D'ATTENTION

Bien respecter les positions « + » et « - ».

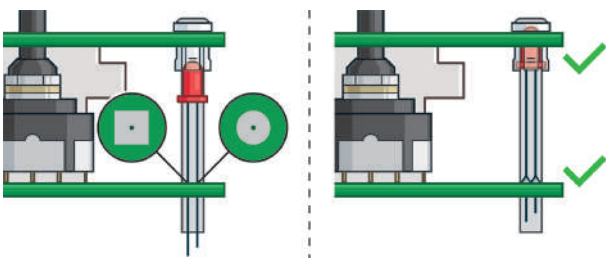
- 12** Positionner le circuit supérieur sur le dessus. Les axes des commutateurs et les galvanomètres doivent s'insérer dans les trous (sinon réajuster les galvanomètres). Visser avec les 4 vis.



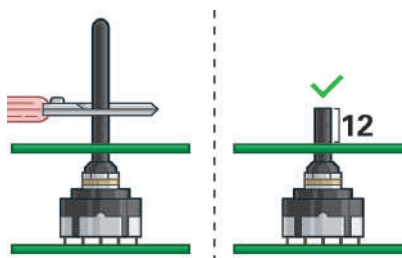
- 13** Clipser la lentille à l'emplacement dédié du circuit supérieur (à droite du galvanomètre « stock »).



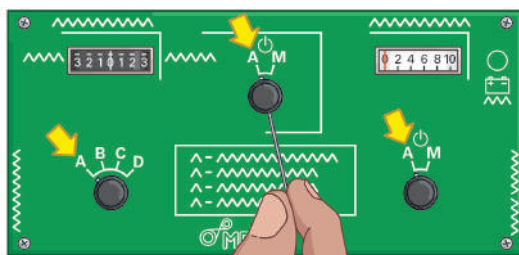
- 14** Insérer les pattes de la LED dans la zone D4 du circuit central (la patte longue doit être insérée du côté du carré et la patte courte du côté du rond) et faire glisser la LED. Souder.



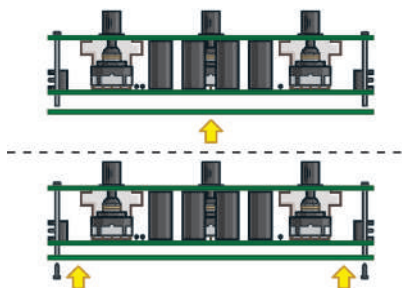
- 15** Couper les axes des commutateurs à 12 mm au-dessus du circuit imprimé supérieur.



- 16** Insérer les boutons sur les axes et les visser à l'aide d'une clé allen (ou d'un tournevis selon le modèle du bouton) en s'assurant que les flèches du bouton tombent en regard de la sérigraphie.



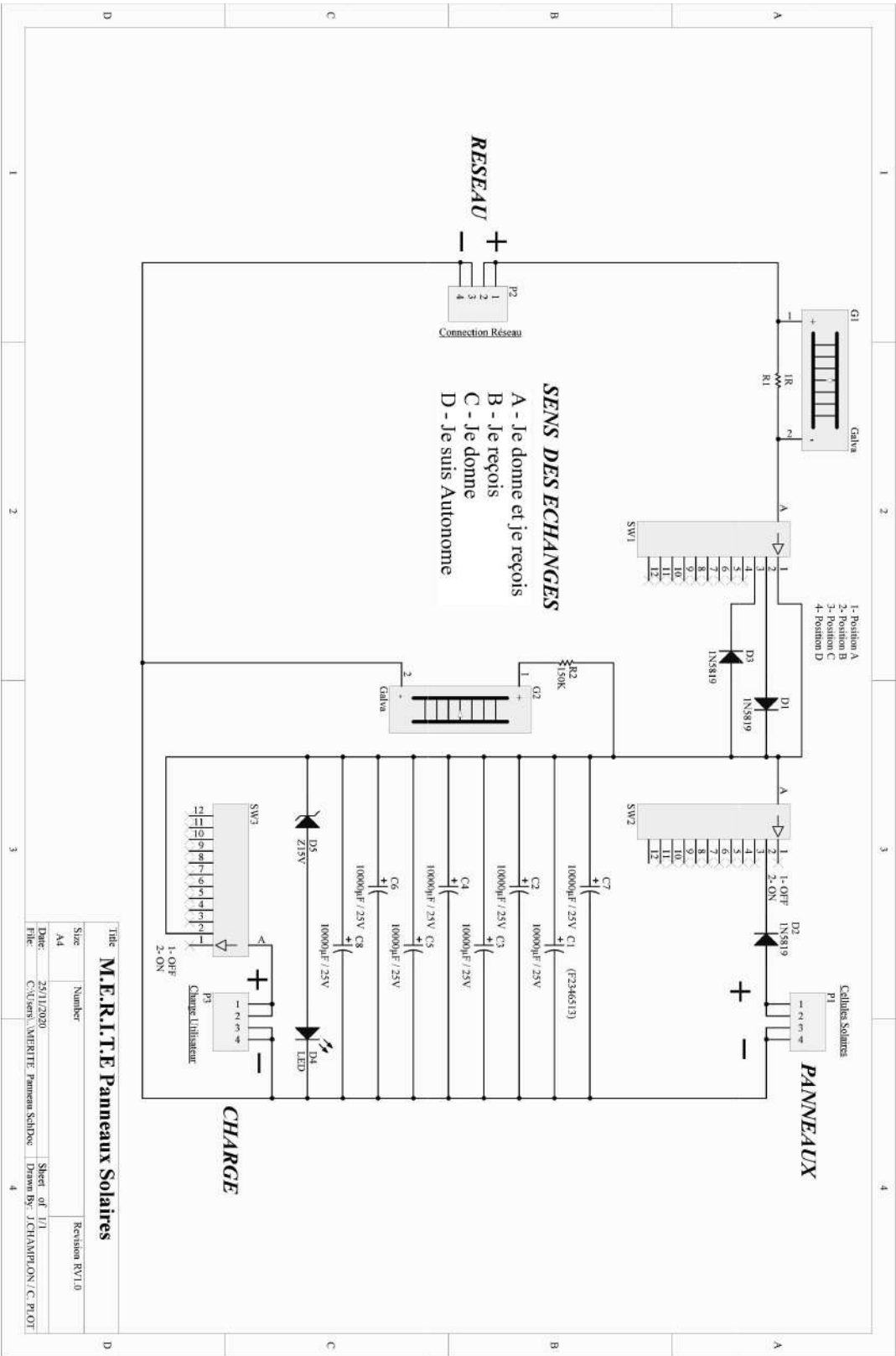
- 17** Insérer le circuit imprimé inférieur dans les entretoises et visser.



- 18** Coller les pieds autocollants dans les emplacements sérigraphiés de la face inférieure du circuit imprimé inférieur.

Fiche annexe

Schéma du module de stockage

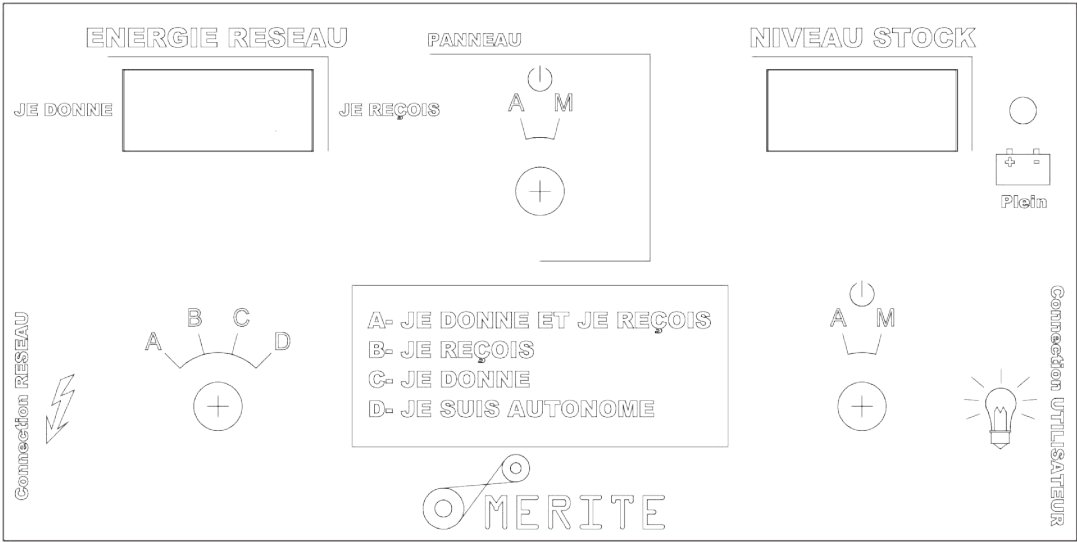


2 Module de stockage

Aperçu de la sérigraphie du module de stockage

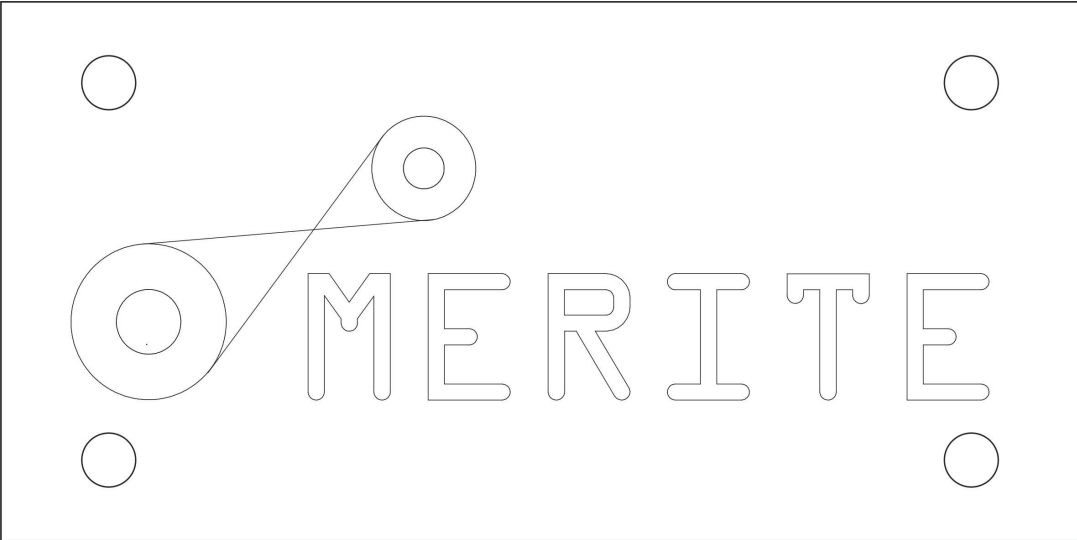
Circuit imprimé supérieur

Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé supérieur cité dans le protocole de fabrication du module de stockage [2], étapes 12-13-15, page 48. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



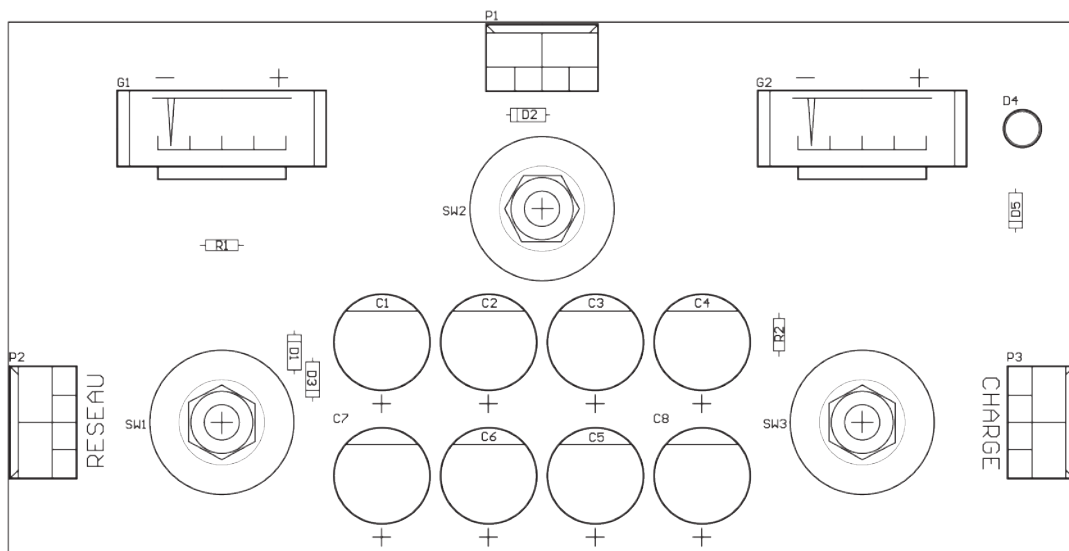
Circuit imprimé inférieur

Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé inférieur cité dans le protocole de fabrication du module de stockage [2], étapes 17-18, page 48. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



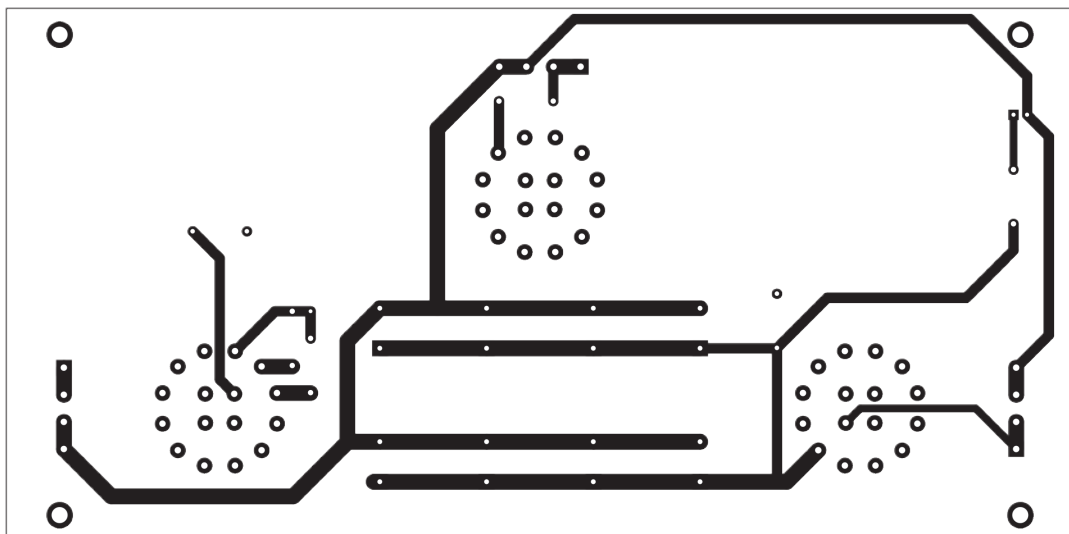
Circuit imprimé central (sérigraphie)

Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé central cité dans le protocole de fabrication du module de stockage [2], étapes 1-8-9-10-11-14, pages 46-47-48. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



Circuit imprimé central (typon dessous)

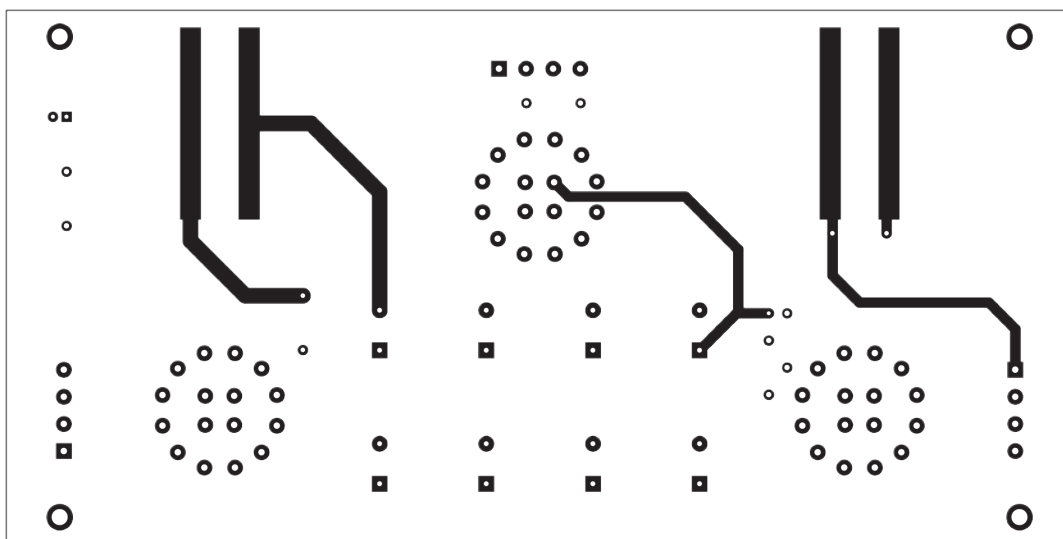
Contrairement aux circuits imprimés inférieur et supérieur, le circuit imprimé central est également équipé de réels circuits permettant de relier les composants entre eux. Un aperçu du typon de la face inférieure est donné ici. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



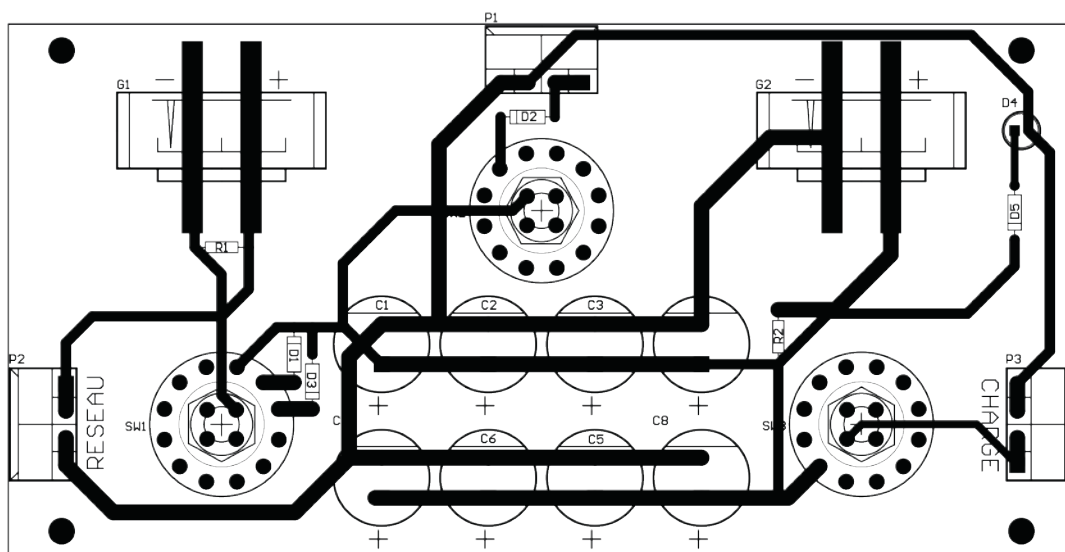
2 Module de stockage

Circuit imprimé central (typon dessus miroir)

Contrairement aux circuits imprimés inférieur et supérieur, le circuit imprimé central est également équipé de réels circuits permettant de relier les composants entre eux. Un aperçu du typon de la face supérieure (en miroir) est donné ici. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



Circuit imprimé central (synthèse)





Module de gestionnaire réseau

Matériel

- 1 circuit imprimé supérieur 3.1
- 1 circuit imprimé central 3.2
- 1 circuit imprimé inférieur 3.3
- 4 pieds autocollants 3.4
Ø 9 mm
- 1 galvanomètre 3.5
avec 0 à gauche
- 3 DEL rouges 3.6
Ø 5 mm ; longueur des pattes = 25 mm
- 3 DEL vertes 3.7
Ø 5 mm ; longueur des pattes = 25 mm
- 6 lentilles pour DEL 3.8
Ø ext. 6,35 mm
- 3 boutons pour axes de 6 mm 3.9
- 3 commutateurs 3.10
Ø de l'axe 6 mm
- 1 potentiomètre ajustabl multitours 3.11
- 3 résistances 100 Ω 3.12
- 3 borniers mâles 3.13
à 4 plots
- 4 entretoises M/F 3.14
L = 10 mm ; pour vis de Ø 3 mm
- 4 entretoises F/F 3.15
L = 35 mm ; pour vis de Ø 3 mm
- 8 vis 3.16
Ø 3 mm ; L = 6 mm
- 1 bloc d'alimentation 3.17
- 1 bornier femelle 3.18
à 4 plots

Outils

- 1 pince plate
- 1 pince coupante
de type pince électronique
- 1 pince à dénuder
à défaut un scalpel
- 1 tournevis
adapté aux vis de fixation
- 1 fer à souder
- fil de brasure en étain
- 1 grosse pince coupante
ou à défaut une scie à métaux
- 1 clé allen
adaptée aux boutons

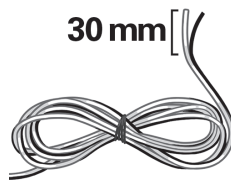
Protocole de fabrication



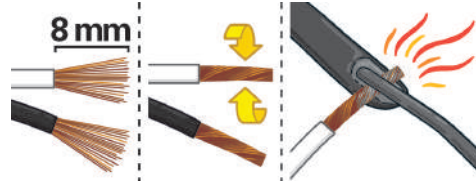
- 1** Couper l'extrémité du connecteur de l'alimentation.



- 2** Séparer le fil en deux sur 30 mm.



- 3** Dénuder sur 8 mm l'extrémité des deux fils. Torsader les fils et les étamer.



- 4** Visser les extrémités étamées dans le bornier femelle en respectant bien le plan suivant :



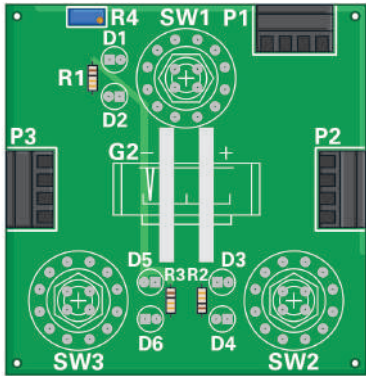
POINT D'ATTENTION

Le fil avec le liseré blanc est le « + ».

- 5** Positionner le commutateur de sélection de tension sur 12V



- 6 Sur le circuit imprimé central, placer les 3 résistances 100 Ω (zones R1, R2 et R3), les 3 borniers mâles (zones P1, P2 et P3) et le potentiomètre (zone R4). Souder et couper les pattes qui dépassent.



POINTS D'ATTENTION

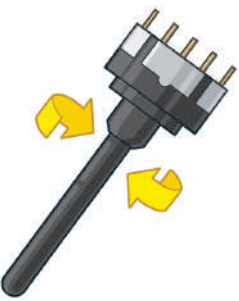
Il n'y a pas de sens particulier pour les résistances.

Les connecteurs doivent être orientés vers l'extérieur.

- 7 Sur un commutateur, dévisser l'écrou, sortir la rondelle éventail et la rondelle d'indexation.



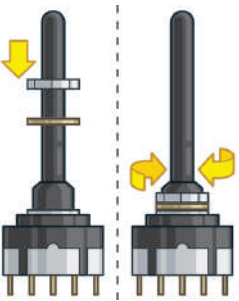
- 8 Tourner le commutateur à fond dans le sens anti-horaire.



- 9 Insérer la rondelle d'indexation sur la position 2 (1^{re} encoche).



- 10 Remonter la rondelle éventail et serrer l'écrou à la main.

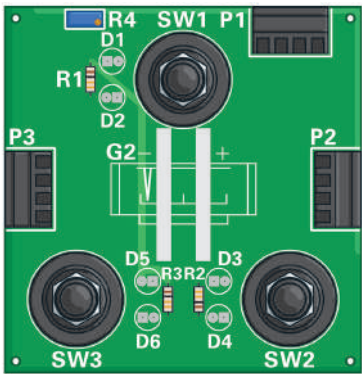


- 11 Vérifier que le commutateur ne possède plus que 2 positions. Réitérer les étapes 2 à 5 avec les deux autres commutateurs.

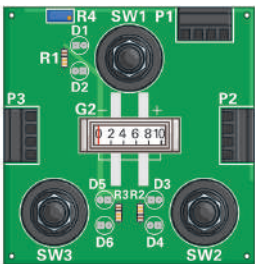
- 12 Sur le circuit imprimé central, placer les commutateurs (zones SW1, SW2 et SW3). Souder toutes les pattes.

POINT D'ATTENTION

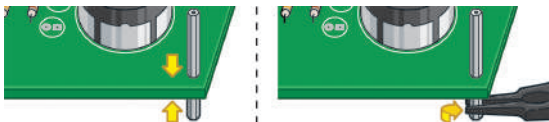
Faire attention à ce que la patte centrale de chaque commutateur soit bien raccordée au circuit. Cela s'observe sur la face inférieure du circuit.



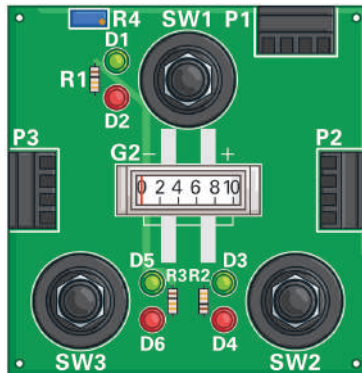
- 13 Positionner le galvanomètre dans la zone G2 dans le sens de lecture et souder.



- 14 Visser les entretoises l'une dans l'autre de part et d'autre du circuit central. Finir le serrage à la pince plate.



- 15** Positionner les LED vertes dans les zones D1, D3 et D5 et les LED rouges dans les zones D2, D4 et D6.

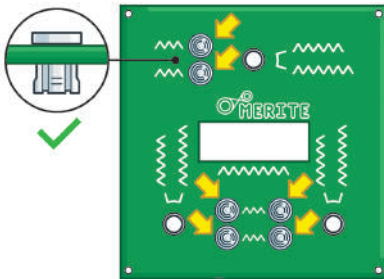


POINTS D'ATTENTION

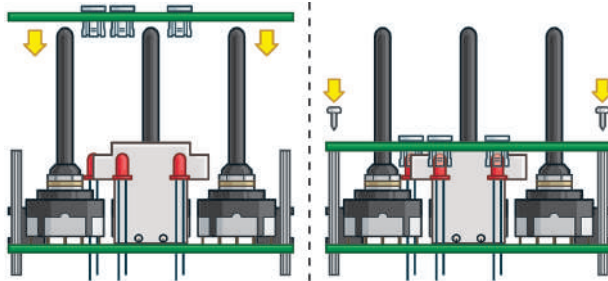
La patte longue est placée dans le symbole carré sur la sérigraphie et la patte courte dans le symbole rond.

Les LED sont placées à la verticale et seuls quelques centimètres des pattes dépassent au-dessous du circuit imprimé.

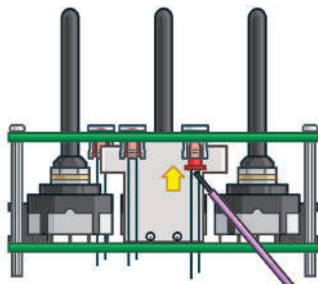
- 16** Clipser les lentilles dans le circuit imprimé supérieur dans les trous « donne » et « reçoit ».



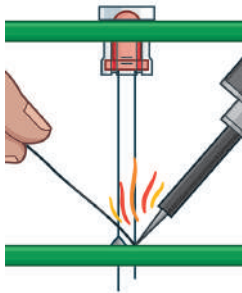
- 17** Positionner le circuit supérieur sur le dessus. Le galvanomètre doit s'insérer parfaitement dans l'espace prévu. Visser avec les 4 vis.



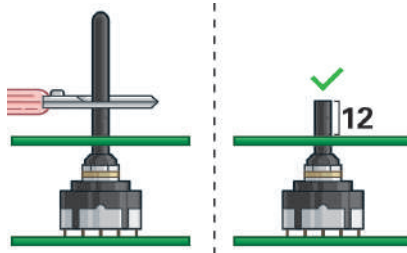
- 18** Avec un tournevis, insérer les LED dans les lentilles.



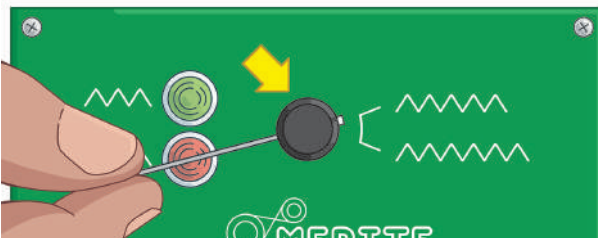
- 19** Souder les 6 LED.



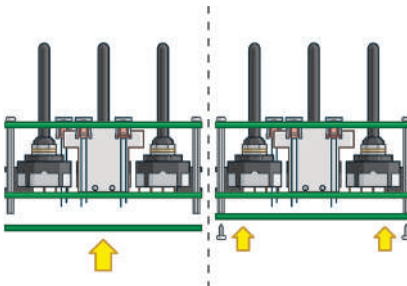
- 20** Couper les axes des commutateurs à 12 mm au-dessus du circuit imprimé supérieur.



- 21** Insérer les boutons sur les axes et les visser à l'aide d'une clé allen (ou d'un tournevis selon le modèle du bouton) en s'assurant que les flèches des boutons tombent en regard de la sérigraphie.



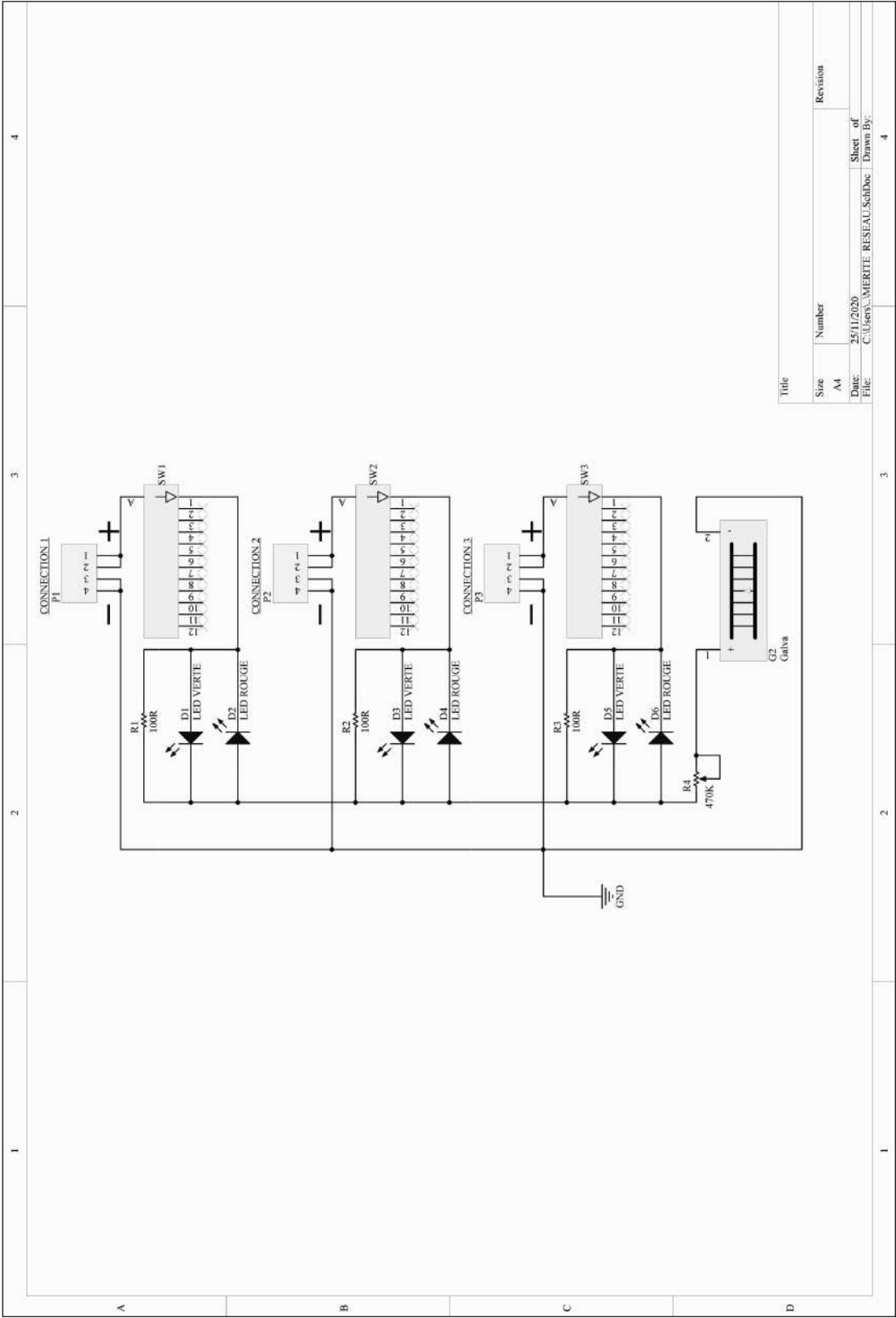
- 22** Insérer le circuit imprimé inférieur dans les entretoises et visser.



- 23** Coller les pieds autocollants dans les emplacements sérigraphiés de la face inférieure du circuit imprimé inférieur.

3 Module de gestionnaire réseau

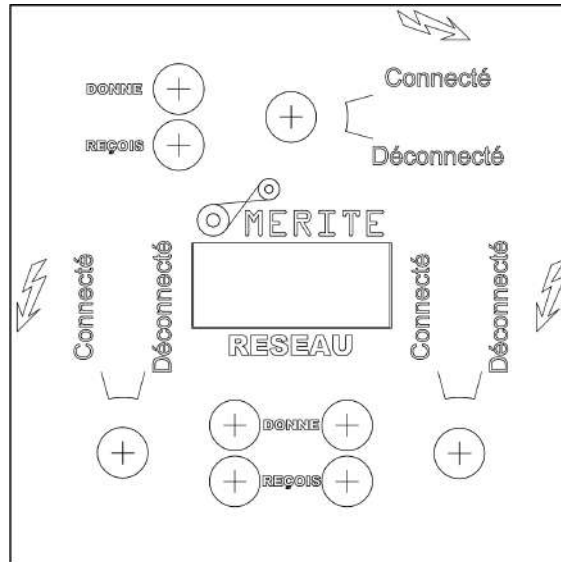
Schéma du module de gestionnaire réseau



Aperçu de la sérigraphie du module de gestionnaire réseau

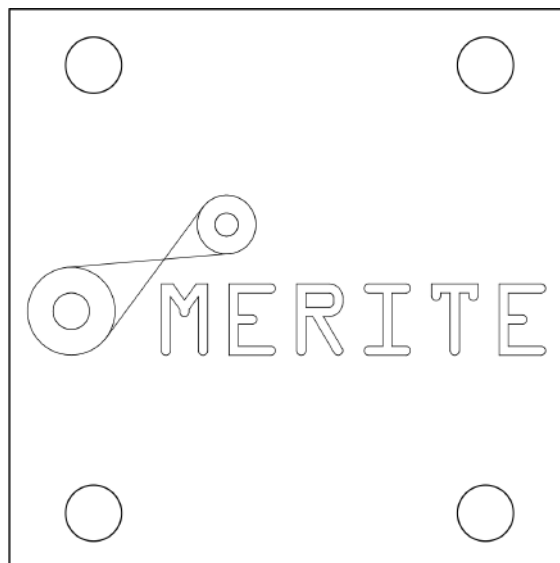
Circuit imprimé supérieur

Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé supérieur cité dans le protocole de fabrication du module de gestionnaire réseau [3], étapes 16-17-20, page 55. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



Circuit imprimé inférieur

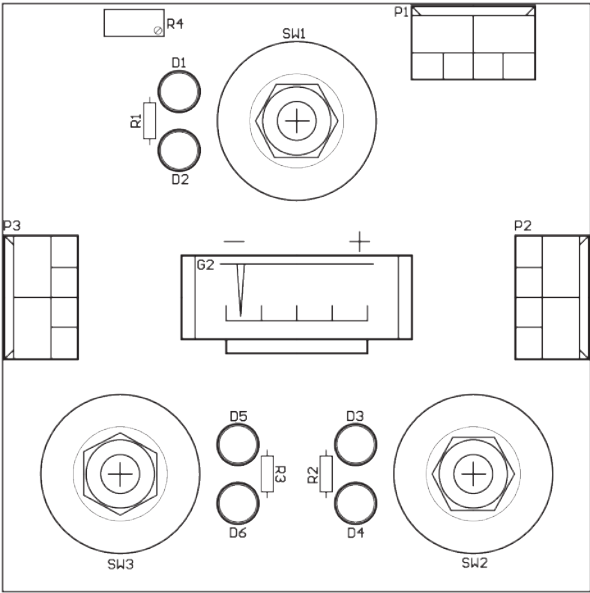
Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé inférieur cité dans le protocole de fabrication du module de gestionnaire réseau [3], étapes 22-23, page 55. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



3 Module de gestionnaire réseau

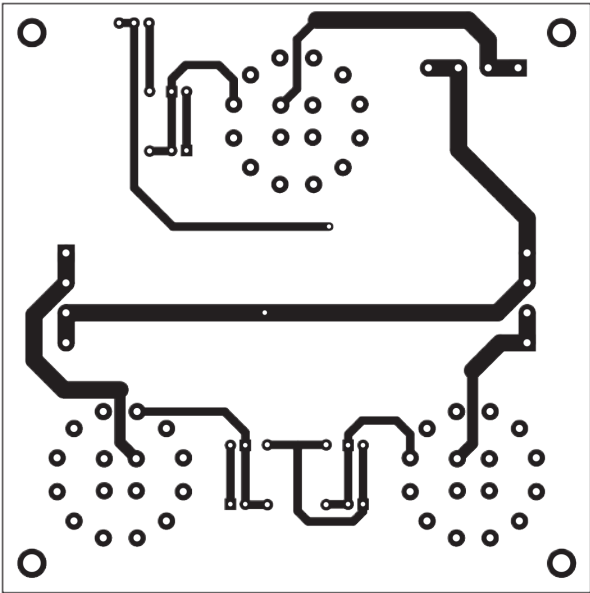
Circuit imprimé central (sérigraphie)

Cette sérigraphie est à faire graver par un prestataire sur du circuit imprimé. Elle constitue le circuit imprimé central cité dans le protocole de fabrication du module de gestionnaire réseau 3, étapes 6-12-13-14-15, pages 54-55. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



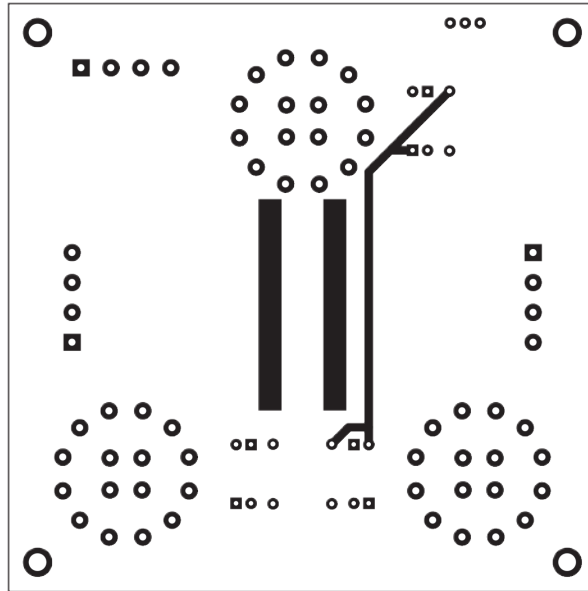
Circuit imprimé central (typon dessous)

Contrairement aux circuits imprimés inférieur et supérieur, le circuit imprimé central est également équipé de réels circuits permettant de relier les composants entre eux. Un aperçu du typon de la face inférieure est donné ici. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.

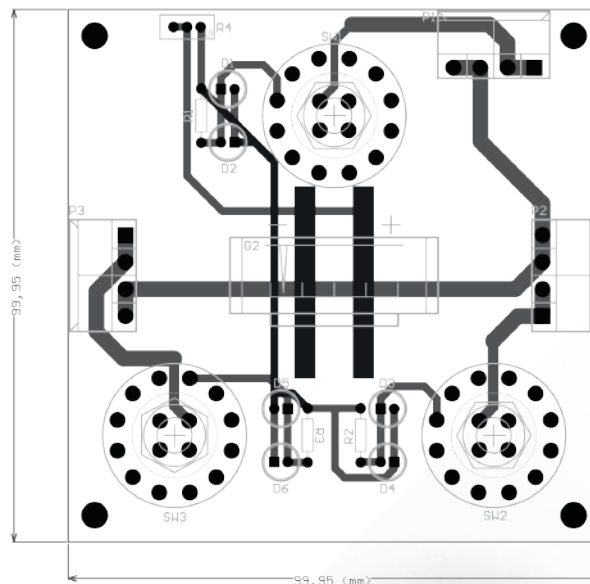


Circuit imprimé central (typon dessus miroir)

Contrairement aux circuits imprimés inférieur et supérieur, le circuit imprimé central est également équipé de réels circuits permettant de relier les composants entre eux. Un aperçu du typon de la face supérieure (en miroir) est donné ici. Le fichier est disponible sur www.projetmerite.fr.



Circuit imprimé central (synthèse)



Moteur électrique + roue



Matériel

Pour 2 blocs-moteurs :

- 2 motoréducteurs [5.1]
- 2 circuits imprimés [5.2]
- 2 roues [5.3]

- 6 vis [5.4]
Ø 2,5 mm ; L = 25 mm
- 6 écrous M2,5 [5.5]
- 2 borniers mâles [5.6]
à 4 plots

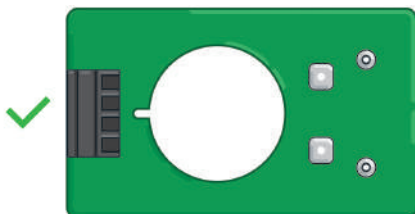
Outils & consommables

- 1 tournevis
adapté aux vis de fixation
- 1 fer à souder
- fil de brasure en étain

Protocole de fabrication

15'

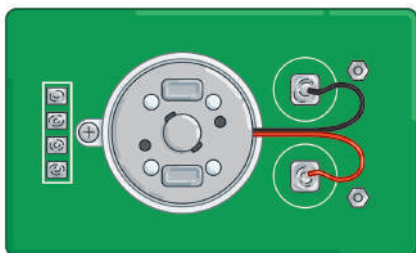
- 1** Souder le bornier sur la face inférieure du circuit imprimé.



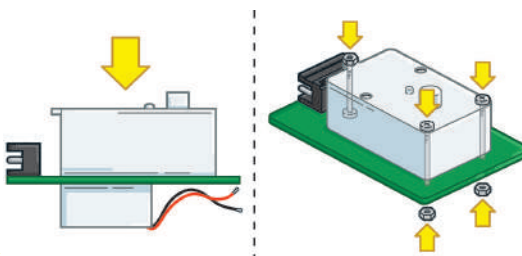
POINT D'ATTENTION

La vis proche du bornier doit être serrée modérément (risque de cassure du plastique).

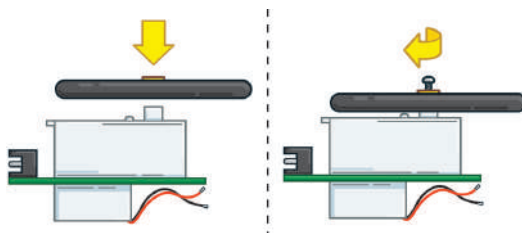
- 4** Souder les 2 fils du motoréducteur sur le circuit imprimé.



- 2** Monter le motoréducteur : l'insérer dans le rond et le maintenir à l'aide des 3 vis de fixation et des écrous.



- 3** Insérer la roue sur l'axe du motoréducteur et la bloquer avec la vis fournie.



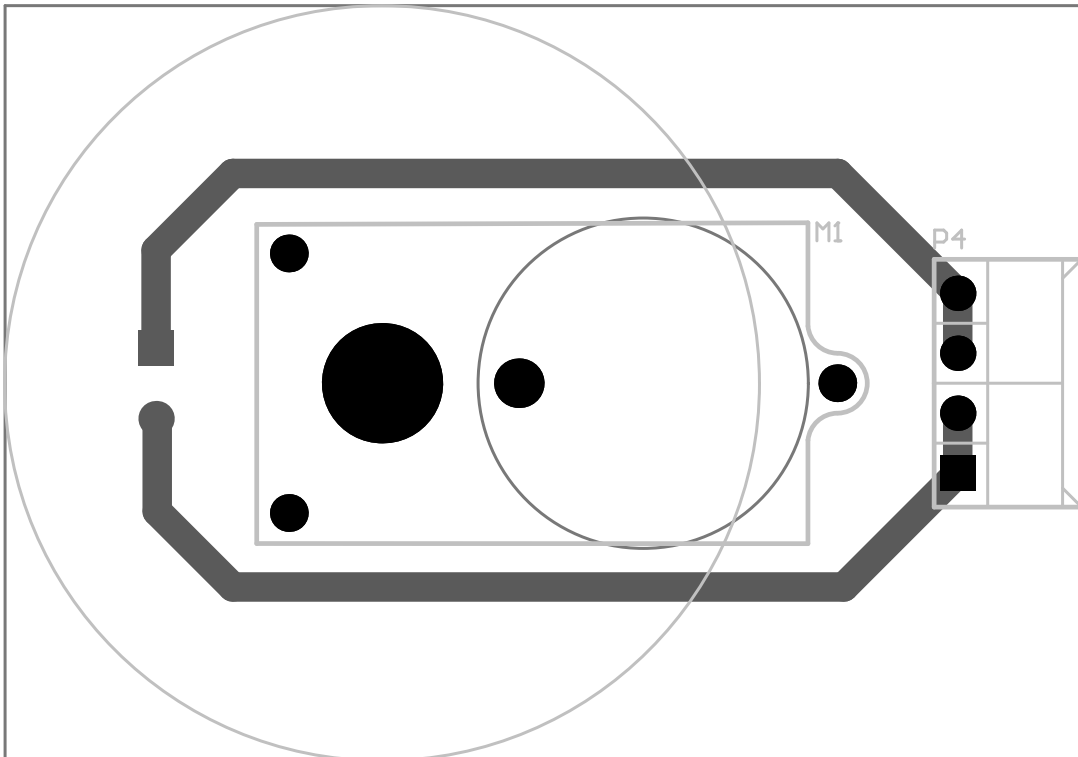
POINT D'ATTENTION

La position des fils noir/rouge n'est pas importante (le moteur tournera dans le sens horaire ou anti-horaire).

Aperçu du circuit imprimé du bloc moteur

Un aperçu du typon du circuit imprimé du bloc moteur est donné ici.

Les fichiers de fabrication à confier au prestataire sont disponibles sur www.projetmerite.fr.



Câble de connexion



Matériel

Pour 2 petits et 2 grands câbles :

- 1 rouleau de câble [6.1](#)
environ 5,60 m

- 16 embouts à sertir [6.2](#)

- 8 borniers femelles [6.3](#)
à 4 plots

Outils

- 1 pince coupante
de type pince électronique
- 1 pince à dénuder
à défaut un scalpel

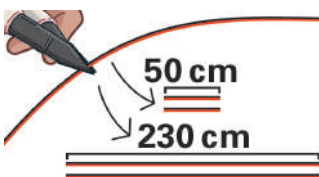
- 1 pince plate
pour sertir les embouts

- 1 tournevis plat

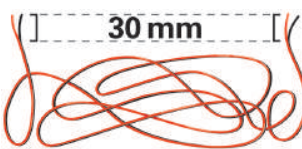
Protocole de fabrication

15'

- 1** Couper 2 morceaux de 50 cm et 2 morceaux de 230 cm dans le câble.



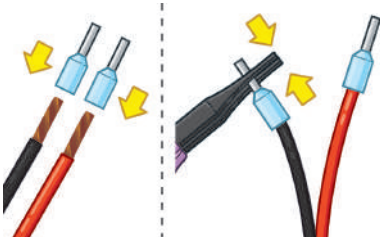
- 2** Séparer le fil en 2 sur une longueur de 30 mm aux deux extrémités de chaque câble.



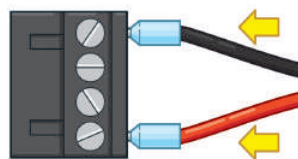
- 3** Dénuder sur 10 mm l'extrémité de chaque fil avec 1 pince à dénuder ou 1 scalpel. Torsader les fils.



- 4** Ajouter un embout à sertir à chaque extrémité et les sertir avec une pince plate.



- 5** Visser les 16 embouts à sertir dans les 8 borniers femelles en respectant bien le plan suivant :



POINT D'ATTENTION

Sur le câble de connexion, le fil rouge est le « + ».

Ampoule à incandescence

Matériel

Pour 2 blocs-ampoules :

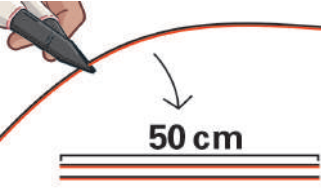
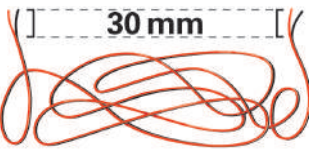
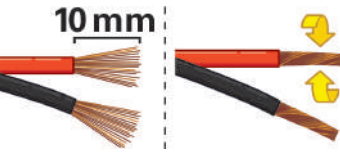
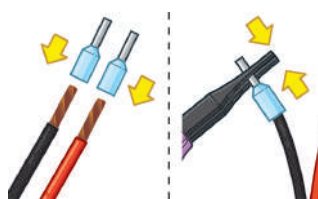
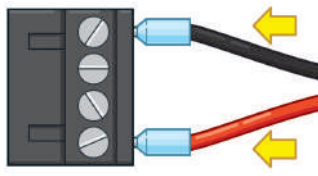
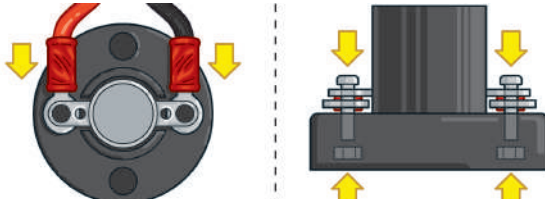
- 2 supports d'ampoule [7.1]
- 2 ampoules E10 [7.2]
- 4 cosses [7.3]
filetage M3, Ø int. 3,2 mm
- câble [7.4]
environ 1 m
- 2 borniers femelles [7.5]
à 4 plots
- 4 embouts à sertir [7.6]

Outils & consommables

- 1 pince coupante
de type pince électronique
- 1 pince à dénuder
à défaut un scalpel
- 1 pince plate
pour sertir les embouts
- 1 tournevis plat
- 1 tournevis cruciforme

Protocole de fabrication

20'

1 Couper 2 morceaux de 50 cm dans le câble. 	2 Séparer le fil en 2 sur une longueur de 30 mm aux deux extrémités de chaque câble. 	3 Dénuder sur 10 mm l'extrémité de chaque fil avec 1 pince à dénuder ou 1 scalpel. Torsader les fils. 
4 Sur les 2 câbles, ajouter un embout à sertir sur les fils rouge et noir d'une des 2 extrémités et les sertir avec une pince plate. 	5 Visser les embouts à sertir dans les borniers femelles en respectant le plan suivant : 	6 Sur l'autre extrémité des 2 câbles, sertir deux cosses de 3 mm avec une pince plate : 
7 Visser les cosses sur le support d'ampoule. 	8 Visser l'ampoule dans l'embase du support. 	



Remerciements

Le projet MERITE est le fruit d'un travail collaboratif qui a rassemblé de nombreux acteurs de l'enseignement supérieur et de la recherche (7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest), de l'Éducation nationale et des partenaires institutionnels impliqués pour la promotion de la culture scientifique et technique.

Le Centre de Ressources en Pratiques Expérimentales d'IMT Atlantique a coordonné l'ensemble du projet MERITE 2 (duplication de mallettes et constitution d'un réseau de formateurs MERITE dans la région Pays de la Loire), sous la direction de Lotfi Lakehal-Ayat.

L'équipe de coordination adresse ses remerciements :

- aux financeurs du projet MERITE 2 (2021-2023) :

Le Fonds européen de développement régional et la Région des Pays de la Loire ;

- aux concepteurs de la thématique :

Lotfi Lakehal-Ayat, enseignant-chercheur, Centre de Ressources en Pratiques Expérimentales IMT Atlantique et Christophe Plot, ingénieur de recherche, Institut Universitaire de Technologie de Nantes (Université de Nantes) ;

- au rédacteur et coordinateur de l'édition du guide :

Arnaud Schmitt, Chargé de missions, IMT Atlantique ;

- aux personnes ayant contribué au contenu du guide :

Christophe Plot, Jordan Champlon et Julien Launay, Institut Universitaire de Technologie de Nantes (Université de Nantes).

Crédits

Direction artistique : Nathalie Papeil ;

Mise en page : Arnaud Schmitt ;

Illustrations : Marie Ducom ;

Photographie : Jean-Charles Queffelec, indépendant (pages intérieures) ;
Anthony Diaz, IMT Atlantique (couvertures) ;

Autres crédits : p. 14 / photographie Céline Querniard, IMT Atlantique ; p. 42, 43, 44, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 58, 59, 61 / schémas, sérigraphies et typon Jordan Champlon, Julien Grison, Yannick Liotta et Christophe Plot, IUT de Nantes ;

Modèles mains : Lhassa Grignon-Augeat (couverture), Clémence et Jules Papeil (pages intérieures).

Tous droits de reproduction et de diffusion réservés © MERITE

MERITE est une marque déposée à l'INPI.

Coordination : IMT Atlantique

Conception : MERITE

Édité en août 2023

Imprimé par Icones www.icones.fr



Électricité : la produire, la partager

Cette mallette est dédiée au concept d'énergie et aux enjeux, à la fois individuels et sociétaux, qu'elle représente aujourd'hui pour l'humanité. C'est la production d'énergie d'origine photovoltaïque qui est abordée plus particulièrement. En expérimentant avec le matériel spécialement conçu pour eux, les élèves s'interrogent sur les problématiques de stockage, de transport et de distribution à tous. Les dernières séances sensibilisent les élèves à la notion de « citoyen énergétique » : l'énergie est-elle tout le temps disponible ? comment est-elle partagée entre producteur et consommateur ? qu'est-ce qu'un réseau intelligent ? comment est-elle transportée et quel est son coût ? L'occasion de comprendre également comment se font les innovations et les sauts technologiques.

Le matériel pédagogique a été conçu par l'Institut Universitaire de Technologie de Nantes (Nantes Université)



Ce guide de duplication a été conçu par IMT Atlantique



itineraires mallettes MERITE

en sciences et techniques :
expérimenter et comprendre

Conçues pour les enseignants du CM1 à la classe de 3^e, les mallettes MERITE sont des ressources pédagogiques mêlant sciences et technologie, laissant une grande part à l'expérimentation des élèves. Apprendre en faisant par soi-même, investiguer, progresser par essai-erreur, réfléchir en groupe sur des questions concrètes avec du matériel approprié, s'entraîner à raisonner sur des faits et des observations, sont les principes au cœur de cette collection. Chaque mallette MERITE est composée d'un guide pour l'enseignant détaillant la progression pédagogique, et du matériel nécessaire pour réaliser les expériences.

www.projetmerite.fr

14 thématiques variées proches du quotidien des élèves

CM1 - CM2 - 6^e - CYCLE 3

Chimie en couleurs
Créez vos objets animés : entre programmation et électronique
Le bois : un matériau issu du vivant
Les aliments : de la matière première aux produits finis
Le sol et son rôle dans la croissance végétale
Le sucre : une matière à explorer
Lutherie sauvage, musique et acoustique
Matériaux et objets quotidiens
Robotique pédagogique : du moteur au mouvement

5^e - 4^e - 3^e - CYCLE 4

Apoll'eau : mesures et analyses avec des fusées à eau
À la table des matières : les sucres
Communication informatique : tout un protocole
Développement d'un objet connecté
Électricité : la produire, la partager

Cette collection de guides de duplication est le fruit du projet MERITE 2 (2021-2023), financé par le Fonds européen de développement régional et la Région des Pays de la Loire. Elle s'inscrit dans la continuité du projet MERITE (2015-2020) coordonné par IMT Atlantique en partenariat avec 7 établissements d'enseignement supérieur du Grand Ouest et le Rectorat de l'Académie de Nantes. MERITE a été financé au titre du Programme d'Investissements d'Avenir lancé par l'Etat, ainsi que par le Fonds européen de développement régional et la Région des Pays de la Loire.

