

ALIMENTATION DE PUISSANCE

Par Nuléntout : Mercredi 11 Juillet 2018.

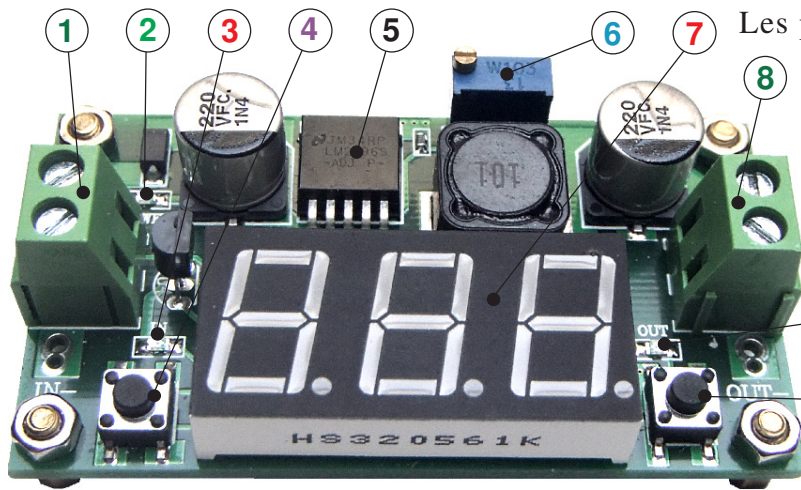
A lecture du didacticiel relatif à la réalisation de la petite sonde JEKERT, nous avons vu que les servomoteurs présentent des appels de courant virulent quand ils changent de position. Cette caractéristique impose d'alimenter la motorisation par une source d'énergie indépendante de celle qui fait "vivre l'électronique des cartes Arduino. Cette alimentation devra être suffisamment musclée pour pouvoir fournir des pointes de courant importantes lors des transitoires. Si vous avez opté pour une solution de luxe avec pupitre de commande, ce sont des accumulateurs rechargeables qui seront dédiés à cette fonction. Dans le cas de l'approche "économique", la sonde étant commandée à partir du P.C, il importe de disposer d'une source d'énergie analogue. Pour ne pas encombrer le didacticiel inutilement, car certains d'entre vous disposent certainement d'une alimentation de laboratoire, je vous propose une description dans ce document à part.

Pour mémoire, n'oubliez jamais que la masse de cette ressource devra être réunie au **GND** des cartes Arduino pour avoir une référence de potentiel commune. Par ailleurs, la ligne qui relie la source d'énergie à la motorisation sera impérativement réalisée avec des conducteurs de sections suffisamment importantes pour ne pas dégrader la dynamique du cordon ombilical qui va à la sonde.

L'investissement qui consiste à réaliser une telle alimentation de laboratoire sera rentable, car outre son utilisation pour faire mouvoir JEKERT cette source de tension stabilisée sera particulièrement appréciable pour celles et ceux d'entre vous qui s'amuse en petite robotique de loisir avec Arduino. Que ce soit des moteurs à courant continu, des moteurs pas à pas ou des servomoteurs, une alimentation un peu "musclée" est impérative pour pouvoir expérimenter avec les cartes à microcontrôleurs. Partir du secteur 220V alternatif est séduisant, car il n'y a pas à recharger régulièrement les accumulateurs comme ce sera le cas pour ceux inclus dans le pupitre de pilotage de JEKERT. La solution de loin la plus simple *et la plus sécurisée* consiste à utiliser un bloc basse tension directement prévu pour se brancher sur le réseau électrique. Ces dispositifs respectent les normes européennes et nous évitent bien des complications. De tels modules foisonnent sur le commerce en ligne à des prix de vente presque dérisoires. Par ailleurs, souvent dans notre vie de tous les jours, un appareil électrique est mis à la réforme pour une raison quelconque, alors que son bloc d'alimentation fonctionne encore parfaitement. C'est le cas de celui de la Fig.1 qui bien qu'étant de récupération, présente des caractéristiques suffisantes pour cette application. Sa fiche signalétique précise qu'il est prévu pour une tension nominale de 7,5V sous une puissance de 11VA soit une intensité possible en continu d'environ 1,5A. Nous sommes loin des débits de plusieurs ampères annoncés dans le didacticiel.



Mais n'oublions pas que les servomoteurs ne sont énergivores que sur les transitoires. Quand ils sont en position de consigne leur consommation devient très faible. La consommation moyenne de JEKERT restera globalement très discrète. Le module de la Fig.1 contient un transformateur abaisseur de tension. C'est une technologie ancienne qui présente toutefois un avantage certain : Elle ne contient aucun dispositif de limitation de courant, pas plus qu'un quelconque disjoncteurs électronique souvent prévu sur les électroniques à découpages actuelles. De ce fait, quand un appel de courant exagéré se produit, le transformateur sature. La tension délivrée chute considérablement. Ainsi, le courant maximal en sortie s'auto limite de façon "naturelle". Ce transformateur pourra donc fournir des pointes d'intensité notables, à condition toutefois que le courant moyen reste raisonnable pour ne pas qu'il surchauffe.



Les petits blocs D.C. tels que celui de la Fig.1 fournissent un courant redressé dont la basse tension varie notablement en fonction du débit. On ne peut pas l'utiliser directement pour alimenter la motorisation d'un petit robot, il faut impérativement réguler la tension de sortie de ce petit bloc secteur.

Hors, toujours sur le commerce en ligne, on trouve une multitude de modules électroniques régulateurs.

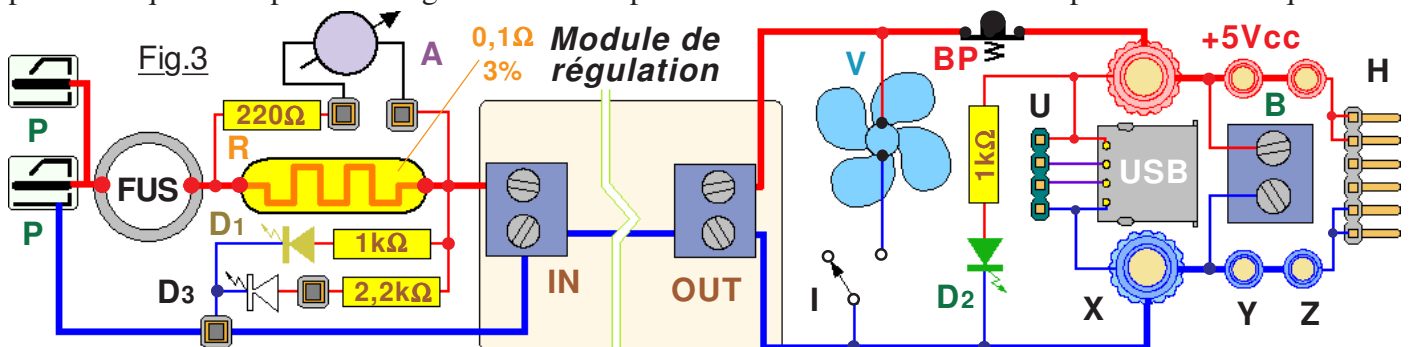
Mon choix s'est porté sur celui de la Fig.2 car pour un coût dérisoire il est parfaitement

adapté à cette application. On note la présence d'un minuscule potentiomètre multi-tours **6** qui sert à ajuster finement la tension de sortie. En **1** sera branchée la ligne qui arrive du bloc nucléaire. C'est sur le bornier **8** que l'on dispose de la tension continue ajustée à exactement 5Vcc qui alimentera les servomoteurs. Notons que la masse **IN-** et **OUT-** est commune et sera reliée à **GND** des cartes Arduino. En **2** la présence de la tension d'entrée est visualisée sur une LED verte. L'afficheur sept segments **7** permet d'afficher la tension d'entrée **IN** ou celle en sortie **OUT**. La sélection se fait avec le bouton **10** qui alterne entre les deux options. La LED **3** ou la LED **9** indique quel est le coté sélectionné par **10**. Le bouton poussoir **4** peut éteindre l'afficheur **7** si on le désire. Enfin le circuit intégré **5** se charge de la régulation aval de la tension. Il se comporte comme une résistance variable. Ce circuit n'est pas un onduleur, il ne peut que raboter une tension qui dépasse la valeur consignée avec l'ajustable **6**. Il faut donc impérativement que la tension en **1** soit supérieure d'au moins 2V à celle désirée en sortie. Ne pas oublier non plus que ce circuit fonctionne en découpage à une fréquence élevée. Les transitoires vont le faire chauffer de façon notable. Il n'est pas équipé d'un dissipateur. Il est donc recommandé de ne pas le soumettre à une tension d'entrée exagérée. Sans radiateur, avec le bloc secteur de la Fig.1 et un débit de 1,5A on atteint rapidement la limite thermique. La protection interne se déclenche et il passe en fonctionnement temporaire cyclique : Trois secondes avec présence en sortie des 5Vcc, puis deux à trois secondes en coupure.

Conclusion : Si l'on désire pouvoir utiliser ce module alimentation à un débit permanent de 1,2A à 1,4A il faut impérativement le ventiler.

➤ Schéma complet de la source électrique de puissance.

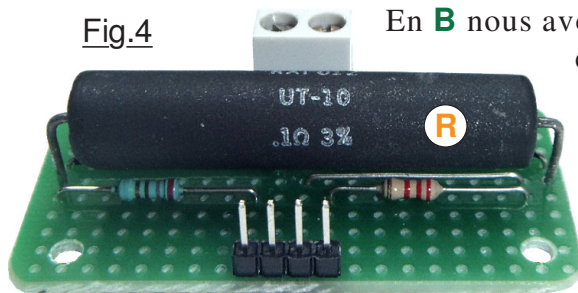
Monopoliser une alimentation destinée à de la petite robotique pilotée par une carte Arduino pouvant débiter en permanence plus d'un ampère **uniquement pour la sonde martienne** n'est pas une approche très pragmatique. Autant concevoir un petit bloc électronique le plus convivial possible qui fera partie intégrante des dispositifs dédiés à notre micro-pico-informatique. Par



convivial, comprendre "toutes les facilités possibles" pour se brancher, pour surveiller les paramètres pertinents. Nous allons donc ajouter quelques bricoles au bloc de la Fig.1 et au module de régulation de la Fig.2 avec deux petits circuits imprimés spécifiques de complément. Le schéma complet de cette petite alimentation est donné en Fig.3 avec en **P** les deux prises pouvant recevoir la fiche du bloc secteur. Elles sont distribuées de chaque coté du boîtier, car l'expérience montre que parfois on préférera "avoir le fil de l'autre coté". Immédiatement un **Fusible** de 3,15A

protège le transformateur basse tension de tout incident durant l'utilisation de cette source électrique de laboratoire. (*Donc souvent manipulée avec des risques potentiels de courts circuits.*) Puis la tension continue issue du secteur va dans l'entrée **IN** du module de régulation en traversant la résistance **R** de **0,1Ω**. À 1,2A de débit la tension aux bornes sera de 0,12V largement suffisant pour faire aller en butée le petit galvanomètre **A** chargé d'indiquer l'intensité consommée en sortie. Gradué jusqu'à 6 la déviation est affinée par la résistance de **270Ω** pour correspondre à 1,2A à pleine déviation. La LED jaune **D1** témoigne de l'arrivée de la tension continue issue du bloc secteur. **D3** pour son compte est une LED blanche qui rétro-éclaire le galvanomètre utilisable ainsi même dans le noir. La sortie **OUT** du bloc de régulation est ajustée à exactement +5Vcc et peut alimenter le ventilateur **V**. Bien que relativement discret, il s'avère inutile en dessous de 500mA de consommation. On peut alors le couper avec l'inverseur **I**. Puis, les 5Vcc sont distribués à toute une kyrielle de prises, couvrant ainsi tous les besoins habituels. En **H** on trouve le classique connecteur mâle HE14.

Fig.4

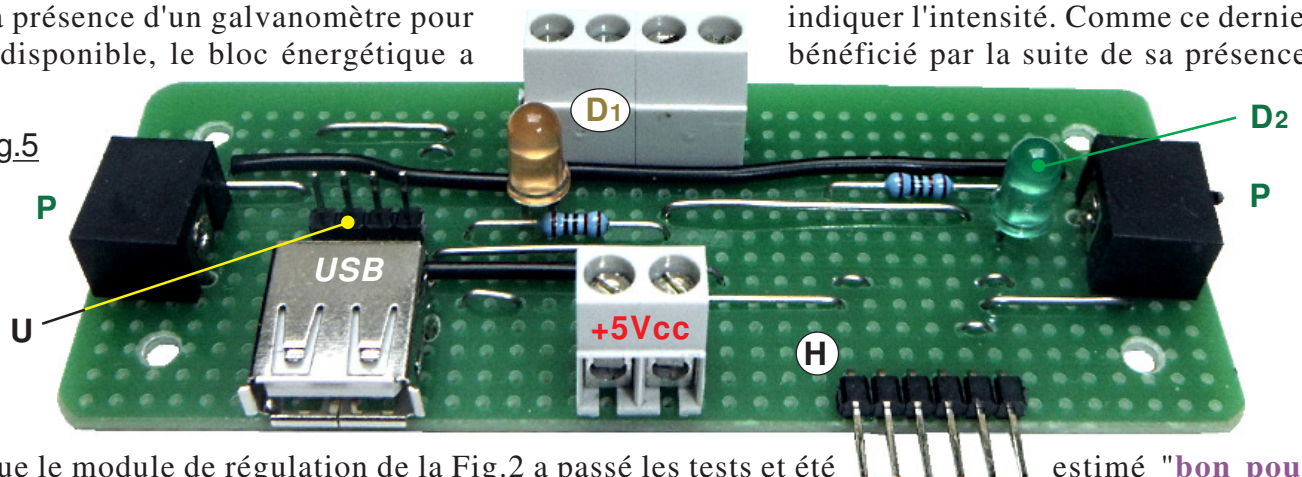


En **B** nous avons un bornier bien commode si l'on désire brancher un fil électrique quelconque. Une prise USB est également alimentée en 5Vcc avec possibilité d'intercepter si on le désire ses signaux sur le petit connecteur **U** de type HE14. Enfin en **X**, **Y** et **Z** on trouve des prises pour fiches bananes de diamètre 4mm ou 2mm. Pour des raisons d'accessibilité, les prises **Y** et **Z** sont sur des faces différentes du boîtier. La LED verte **D2** témoigne de la

présence du 5Vcc sur les diverses prises d'utilisation. Enfin, en **BP** se trouve le **Bouton** poussoir de **Panique** qui permet en urgence de couper immédiatement le courant sur les prises utilisateur. Ce sera bien commode lorsque le logiciel ne sera pas au point et que les servomoteurs ne s'arrêteront pas à l'orientation prévue. **BP** est un petit SWICHT qui revient au travail quand on le relâche. Sur incident il faut commencer par débrancher les fils d'alimentation vers l'utilisation avant de le libérer. (*Ou débrancher le bloc secteur de la prise 220V≈.*)

Trois fiches sont dédiées à cet auxiliaire de laboratoire. En particulier sur celle qui est nommée **Alimentation 1** sont présentés les dessins des deux circuits imprimés que nous aurons à réaliser. Ils sont vus coté composants comme si la plaque prépercée était transparente. Il aurait été certainement plus judicieux de ne faire qu'un seul circuit imprimé, mais sachez que l'étude initiale ne prévoyait par la présence d'un galvanomètre pour indiquer l'intensité. Comme ce dernier

Fig.5



lorsque le module de régulation de la Fig.2 a passé les tests et été estimé "**bon pour le service**". La résistance **R** visible sur la Fig.4 est de forte puissance. Elle ne dissipe que 0,15W au maximum. C'est encore une raison de disponibilité qui a imposé le choix de ce composant largement surdimensionné. Sur le circuit imprimé de distribution des énergies photographié en Fig.5 on remarque de part et d'autre les deux prises **P** pour les fiches du bloc secteur. Notez au passage la présence en **U** du petit connecteur HE14 relié directement à la prise USB femelle pour pouvoir examiner ses signaux binaires. Dirigées vers nous se trouvent les diverses connections possibles, avec sur la même face du boîtier deux douilles pour fiches bananes de diamètre 4mm, une pour le moins, et une pour le **+5Vcc**. (*Voir la Fig.6.*)

La fiche intitulée **Alimentation 2** présente le coffret vu de dessus et sera bien utile en exploitation pour avoir sous les yeux le comportement de l'appareil. Quand à la fiche **Alimentation 3** elle résume les diverses possibilités opérationnelles de cette alimentation "universelle".

➤ Réalisation pratique du bloc alimentation.

Largement documentées dans mes ouvrages disponibles sur ROBOT MAKER, pas question d'alourdir ce document avec la description détaillée de mes techniques pour concrétiser un boîtier personnalisé. Par exemple allez consulter :

<http://www.robot-maker.com/ouvrages/interface-puissance-arduino/mettre-oeuvre-polystyrene-choc/>

Nous allons nous limiter dans ces lignes à quelques points particuliers pouvant éventuellement vous aider si vous réalisez une alimentation analogue. Sur la photographie de la Fig.6 le module de régulation n'est pas encore intégré pour laisser bien visible le câblage. Le coffret étant assez compact, il faut travailler avec méthode. En **1** se trouve l'orifice de passage du tournevis qui en usage normal, couvercle refermé, pour

venir serrer ou desserrer les vis du bornier. L'orifice **2** sur la face arrière permet d'insérer la fiche du bloc secteur sur la prise **3**. De l'autre côté,

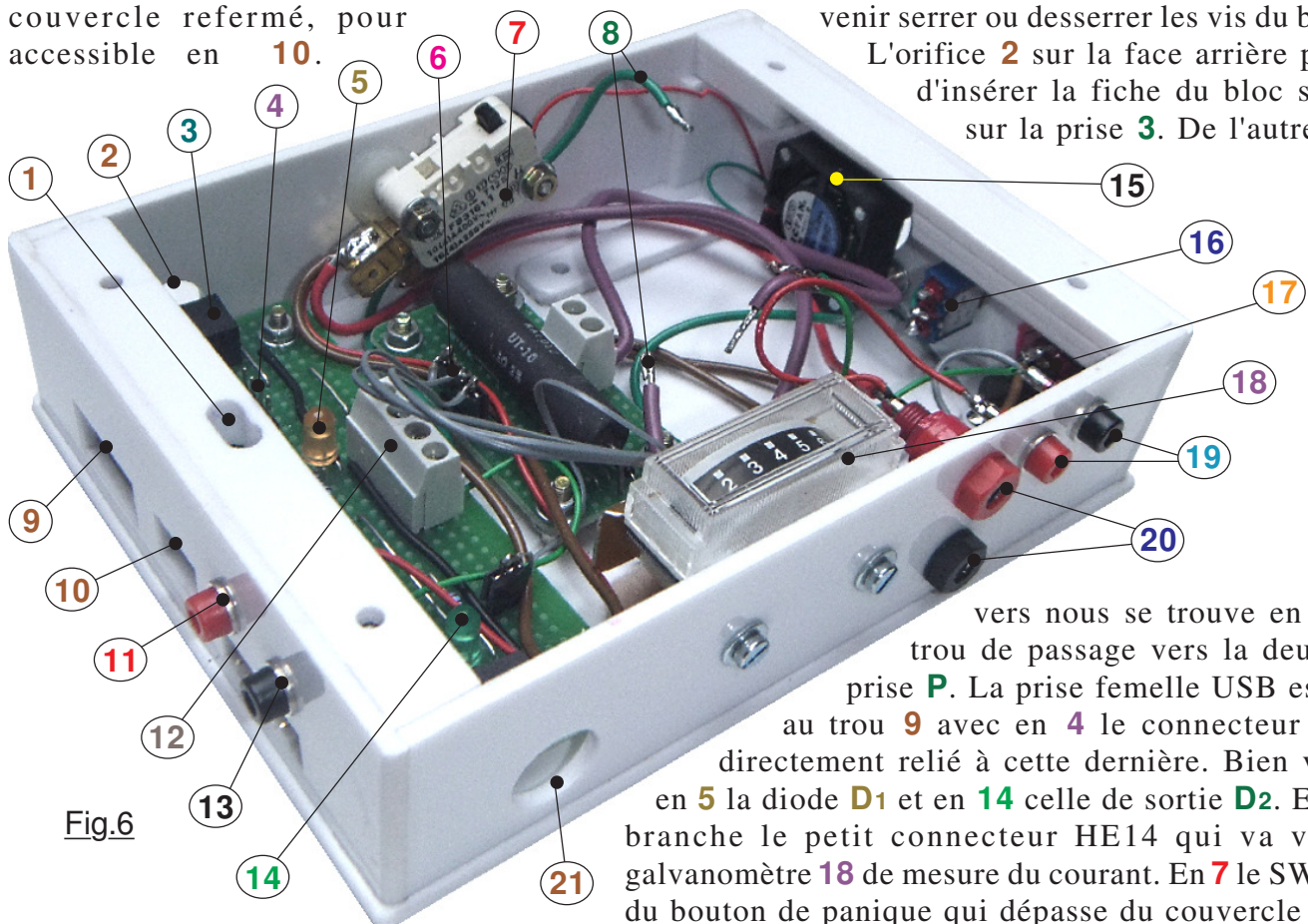


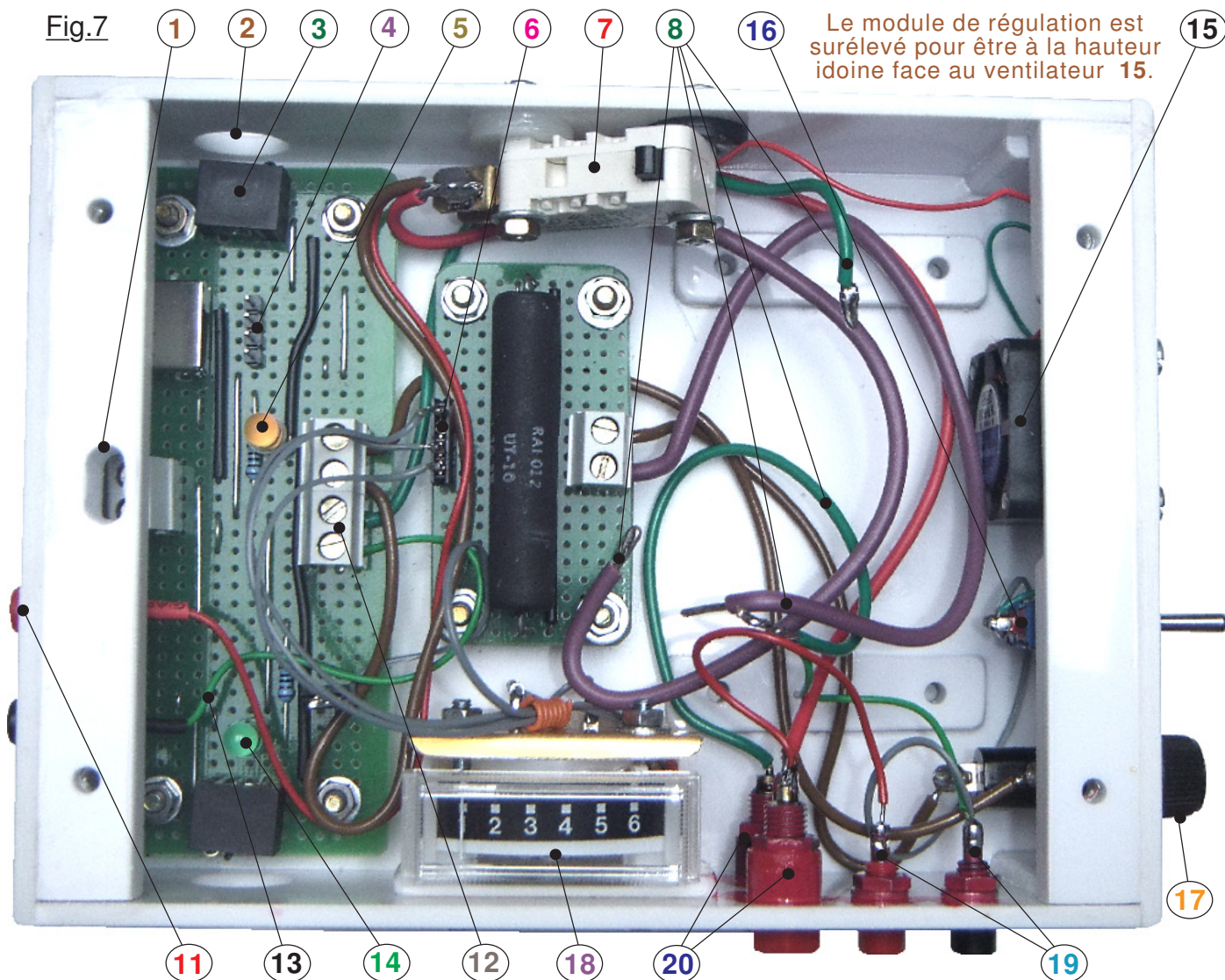
Fig.6

Le coffret est refermé. Les gros fils **8** véhiculent le courant vers le module de régulation. Vous pouvez remarquer qu'ils sont de section un peu exagérée. Suite à une très longue expérience pour la réalisation de multiples alimentations, je suis arrivé à la conclusion qu'il vaut mieux une liaison trop musclée que l'inverse. La dynamique sur les transitoires est meilleure. Ceci étant précisé, j'ai une tendance fâcheuse dans ce domaine à abuser un peu des grosses sections. **11** et **13** sont les deux douilles pour fiches bananes de diamètre 2mm, avec leurs copines en **19** sur la face dirigée vers nous. Elles sont complétées en **20** par les douilles pour fiches de Φ 4mm. En **15** le petit ventilateur peut être coupé par l'inverseur **16**. Peu visible en **17** se trouve le support du **Fusible**. Enfin en **12** on remarque le bornier du circuit de distribution électrique relié au module de régulation de tension.

Consacrer six pages à la réalisation du bloc alimentation peut sembler exagéré dans un tutoriel dédié principalement à la conception d'un petit robot. Le penser est une erreur, car on néglige trop souvent ce maillon de la chaîne pourtant essentiel. Alors soigner cette fonction est primordial et évitera bien des tâtonnements dans les futurs projets qui la mettront à contribution.

La Fig.7 qui présente l'ensemble vu de dessus utilise des repères identiques à ceux de la Fig.6 pour faciliter les observations entre les deux photographies. On distingue nettement la petite bride orange fabriquée à la demande pour immobiliser le petit galvanomètre à cadre mobile **18** sur la face avant. Bien que ce ne soit pas particulièrement évident, toutes les douilles pour fiches bananes ainsi que le support de fusible sont copieusement barbouillé de vernis à ongles (*Rose sur la photographie.*) pour les coller "définitivement" quand leurs écrous de fixation ont été serrés.

Fig.7



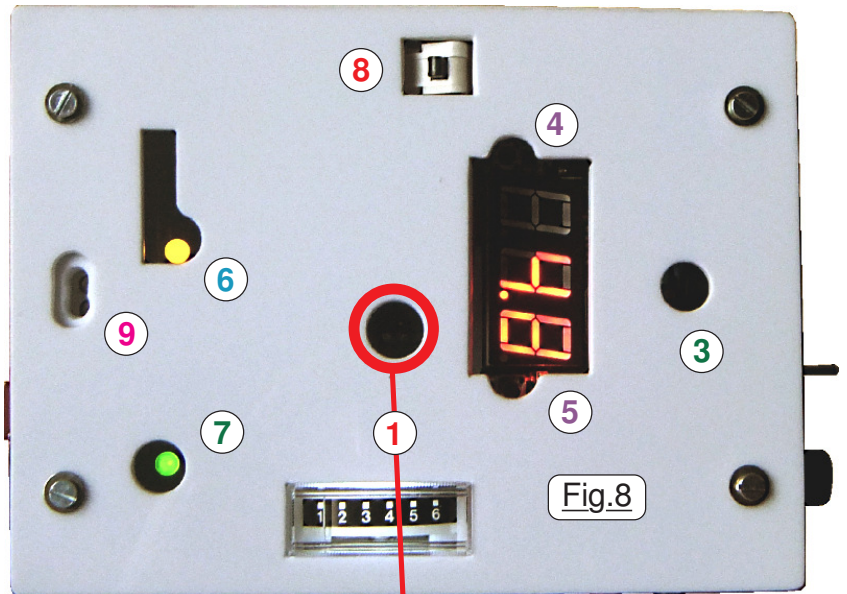
Rien n'est plus agaçant quand on est en train de procéder à des essais et qu'une douille se met à gigoter car son écrou de liaison s'est légèrement desserré à l'usage. D'où vernis à ongles qui colle les écrous de fixation. Enfin, les divers gros fils de liaison qui vont au bloc de régulation passent sous ce dernier. Tout entre dans le coffret, sans "mascagner", il faut toutefois procéder à l'intégration avec du doigté car l'ensemble est bien rempli, et le volume très occupé. En utilisation avec un quelconque robot qui comporte beaucoup de servomoteurs, les appels de courant augmentent et la déviation du galvanomètre affichant l'intensité devient plus brusque si les changements de position sont simultanés. Durant les essais dynamiques, le nombre de quatorze servomoteurs consignés simultanément a été testé. C'est la limite à ne pas dépasser pour conserver un comportement net. À partir de quinze éléments, les rotations deviennent erratiques, et certains individus partent en rotation continue. En résumé, jusqu'à quatorze on peut considérer que la simultanéité est possible, ensuite le fonctionnement diverge. Vu que dans la réalité il est probable que l'on ne dépassera jamais six mouvements simultanés, l'alimentation est donc largement validée. Réputée pouvoir débiter 1,5A on ne dépassera généralement pas 1,2A permanent vu que le galvanomètre est gradué jusqu'à six, pour en faciliter la lecture de l'intensité. Ce débit couvre largement les besoins habituels.

À cette intensité permanente, il faut absolument ventiler le circuit intégré du module de régulation. Ceci dit, pour notre sonde martienne, ce ne sera pas utile sauf cas particulier. En effet, d'une part peu de moteurs seront sollicités en même temps. Par ailleurs, dès qu'un servomoteur est en position de consigne, son moteur est mis en veille et ne consomme plus rien. Quand les quatorze éléments du banc de test étaient en position de consigne, l'intensité retombait presque à zéro, il n'y avait plus que la consommation du ventilateur et celle des diverses LEDs. Aussi, la majorité du temps durant les périodes de programmation il ne sera pas indispensable de ventiler. *(C'est autant de gagné pour le bruit d'ambiance régnant dans la salle où l'on programme.)*

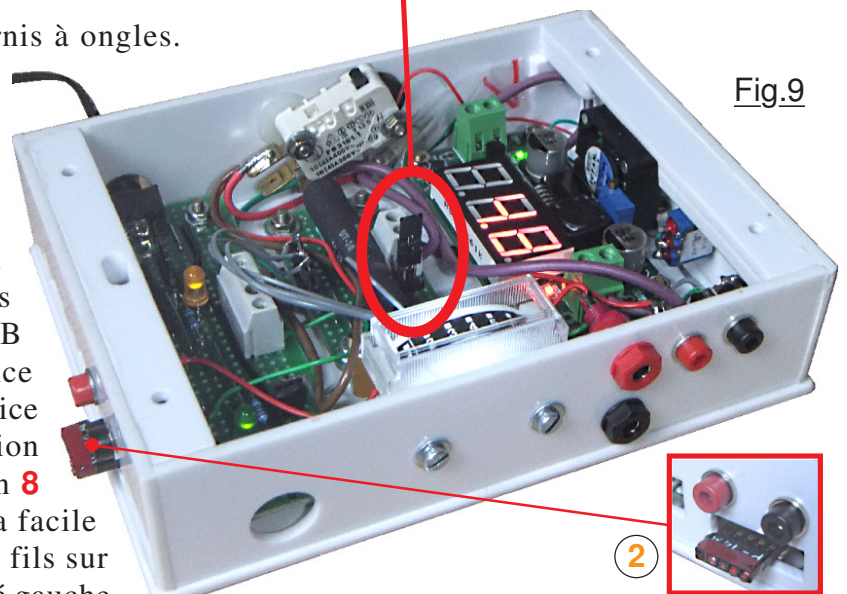
➤ Dernière minute.

Apanage du développement et de la mise au point, une solution matérielle évolue régulièrement. Comme ce didacticiel est rédigé au fur et à mesure de l'avancement du projet, certains chapitres sont à reconsidérer. C'est le cas pour notre électronique énergétique. En effet, il est possible de faire débiter cette dernière à 1,7A le galvanomètre étant alors en surcharge en permanence. Cette déviation exagérée sur le long terme pourrait en diminuer la fiabilité. Par ailleurs, certains moteurs peuvent engendrer des pics d'intensité à leur démarrage qui souquent énergiquement le cadre mobile, brutalité qui ne va pas dans le sens de la longévité. Pour parer ces deux cas de figure relativement peu fréquents, la possibilité de le placer en court-circuit pour le protéger a été ajoutée sur le circuit imprimé sous la forme d'un connecteur HE14 double et de grande hauteur. Ainsi, par le truchement d'une petite languette (En 1 sur la Fig.8 et sur la Fig.9) il devient facile d'établir le contact ou au contraire de le supprimer. Le connecteur HE14 est utilisé pour avoir les broches proches du couvercle et ainsi insérer facilement la languette coffret fermé. Comme cet ajout a été réalisé après la rédaction des chapitres précédents, ce connecteur n'est pas visible sur les photographies des Fig.4, Fig.6 et Fig.7 du document

Autre risque potentiel : Les broches du petit connecteur HE14 de sortie sur le coté droit dépassent légèrement du coffret. C'est royal pour provoquer malencontreusement un court-circuit si elles ne sont pas utilisées. En 2 un bouchon isolant pare ce risque. Simple connecteur femelle dont on a coupé les fils au raz et isolé l'arrière avec du vernis à ongles.



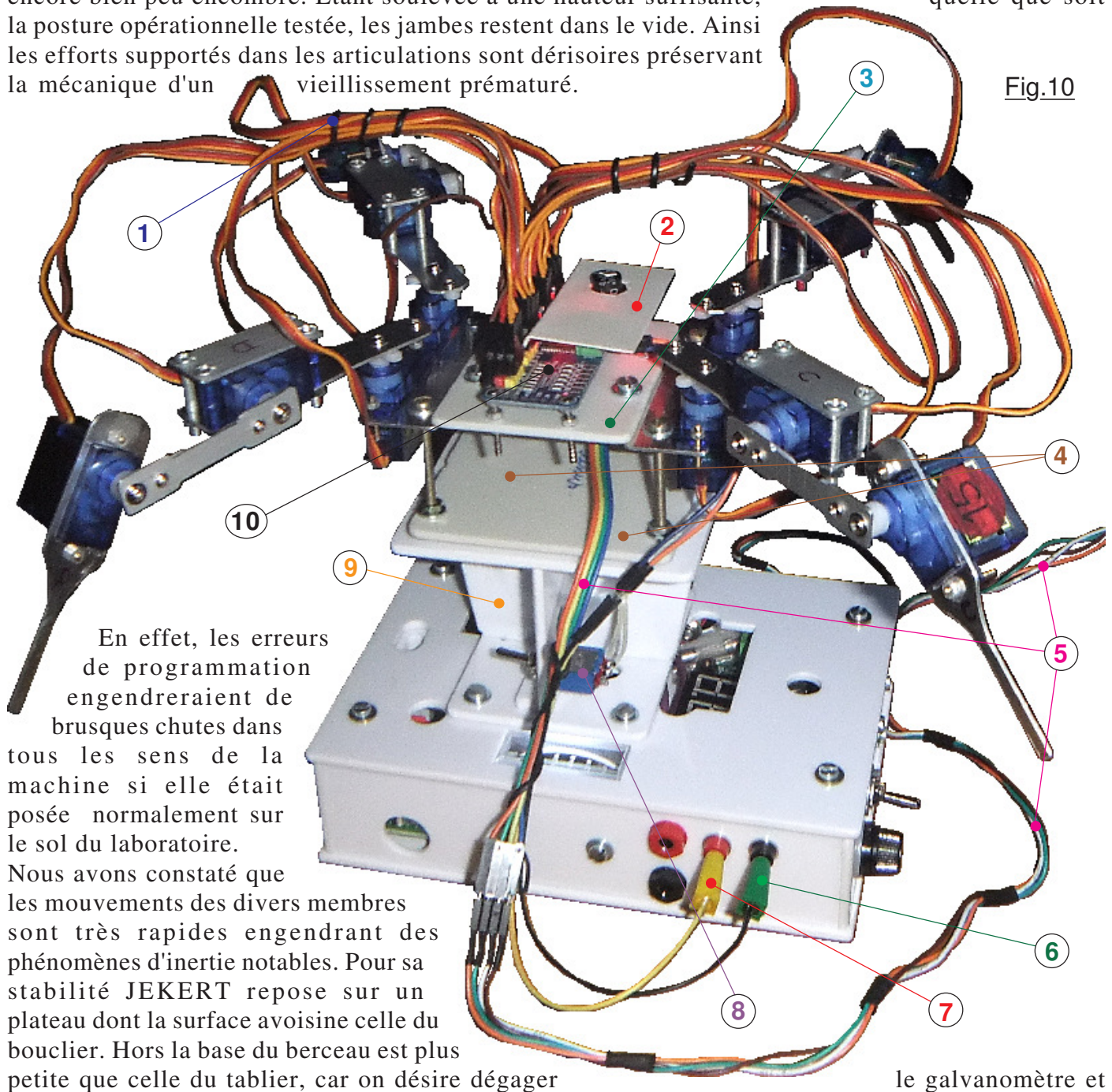
En 3 on peut ajuster la tension de sortie avec un petit tournevis idoine. Un quelconque stylet permet d'allumer ou d'éteindre l'afficheur en 4 et de choisir la valeur de la tension d'entrée ou de sortie en 5. En 6 la lumière est assez grande pour permettre la sortie des fils qui seraient reliés au connecteur USB et pour voir la LED témoin de la présence de tension en entrée du régulateur. L'orifice 7 laisse voir la LED témoin de la tension en sortie qui s'éteint quand on active en 8 le bouton de panique. Enfin en 9 il sera facile avec un petit tournevis de brancher des fils sur le bornier de sortie disponible sur le coté gauche.



Puisque cette alimentation est réputée servir la programmation, généralement les systèmes en cours de développement doivent se trouver à proximité de l'ordinateur. Cet appareil occupe pas mal de place et se trouve à coté du clavier pour pouvoir cliquer rapides en panique si le programme "diverge". Hors le bureau est très encombré, il reste souvent peu de place pour "la robotique". Aussi, utiliser l'alimentation de laboratoire comme "statif" pour y poser l'ensemble mécanique en cours de développement peut s'avérer particulièrement utile. Dans cet ordre d'idée, un berceau spécialement adapté à JEKERT permet de la placer dans l'environnement de programmation et de l'animer à volonté sans que ses jambes ne touchent le sol. Ménageant la mécanique, l'avantage réside dans le fait que l'on peut faire bouger librement l'animal. Ses pattes bougent dans le vide et il

reste sagement sur place, à côté de la souris et du clavier. Par exemple sur la Fig.10 on voit la sonde JEKERT au tout début de son développement lorsque la motorisation était à l'étude. Son châssis est encore bien peu encombré. Étant soulevée à une hauteur suffisante, la posture opérationnelle testée, les jambes restent dans le vide. Ainsi les efforts supportés dans les articulations sont dérisoires préservant la mécanique d'un vieillissement prématuré.

Fig.10



En effet, les erreurs de programmation engendreraient de brusques chutes dans tous les sens de la machine si elle était posée normalement sur le sol du laboratoire. Nous avons constaté que les mouvements des divers membres sont très rapides engendrant des phénomènes d'inertie notables. Pour sa stabilité JEKERT repose sur un plateau dont la surface avoisine celle du bouclier. Hors la base du berceau est plus petite que celle du tablier, car on désire dégager

surtout l'afficheur à sept segments. Pour ne pas que le berceau ne bascule, il est solidarisé avec le couvercle de l'alimentation. De ce fait diverses modifications doivent y être effectuées. Placée sur le berceau 9, tout en haut en 10 se trouve le multiplexeur dont la LED rouge éblouit trop intensément, raison pour laquelle un cache 2 masque son rayonnement. Les nombreux conducteurs électriques ne sont pas encore "coiffés", car l'électronique définitive n'est toujours pas entièrement connue. Ils sont reliés grossièrement en torons en 1 pour donner un semblant d'ordre. En 3 on retrouve la plaque qui supporte 10 et qui est immobilisée sur le châssis. En 4 bien repérable se trouve le bouclier. La sonde est uniquement posée sur le berceau 9, on peut la déplacer à convenance. Le cordon ombilical 5 est branché sur le petit connecteur HE14 du multiplexeur 10 et se sauve jusqu'à une platine Arduino reliée à l'ordinateur par la prise USB pour y téléverser les programmes et les données en EEPROM. En 6 et 7 on repère les fils électriques de section raisonnable issus de la centrale électrique et qui amènent la puissance sur le module 10. Enfin en 8 un inverseur permet de couper ou de valider l'ampèremètre, car maintenant que le berceau est immobilisé sur le couvercle du coffret, le mini "strap à languette" n'est plus facile à insérer ou enlever de son support.

➤ **Élaboration du berceau.**

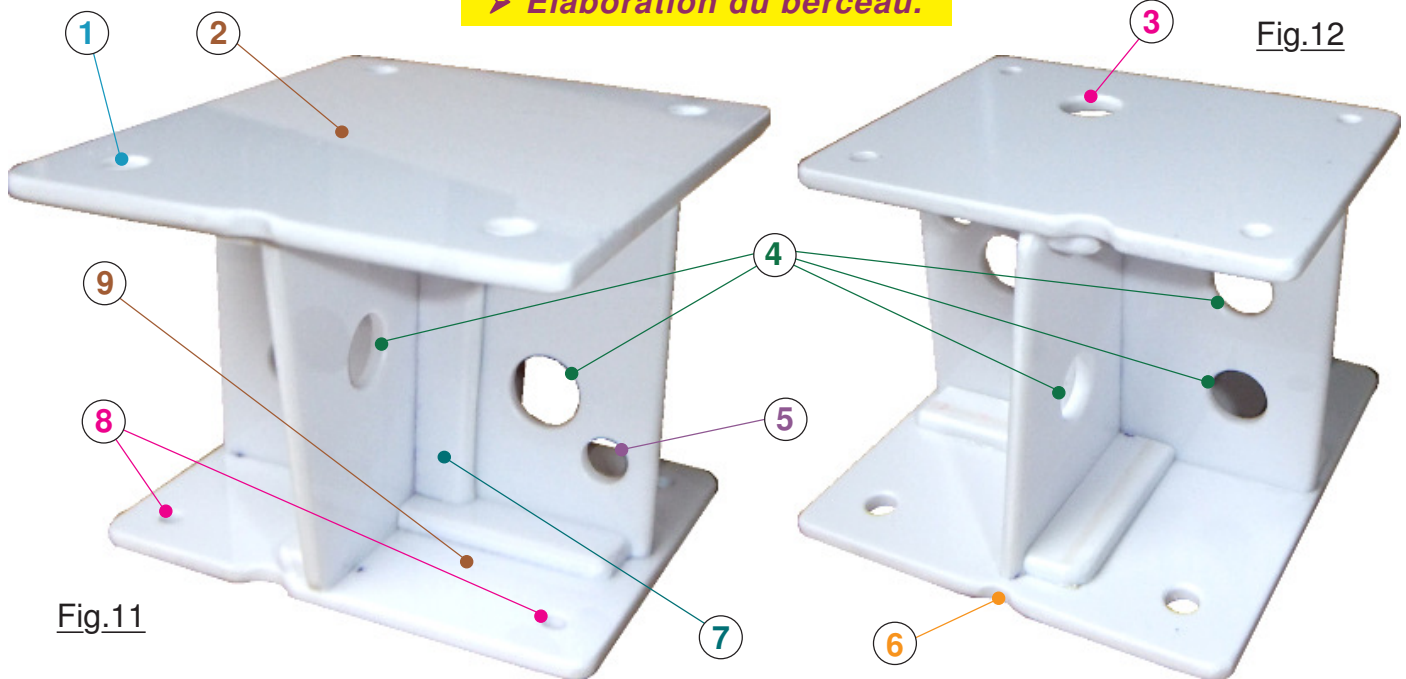


Fig.12

Fig.11

Manifestement conçu pour recevoir le petit quadrupède sur le tablier **2** dont les trous de passage des vis **1** correspondent à celles du bouclier, ce dispositif constitue un support "universel" qui complète l'arsenal dédié à la programmation sur Arduino. Il pourra à convenance se voir déposer du couvercle de l'alimentation de puissance pour en faire un support indépendant. Un tel dispositif est très pratique quand sur le bureau très encombré de l'ordinateur doit cohabiter un petit matériel robotique en cours de programmation. En fonction des besoins il sera possible de le retourner comme sur la Fig.12 pour avoir la surface **2** la plus grande vers le bas servant alors de semelle. Les deux photographies Fig.11 et Fig.12 ne le montrent pas forcément, mais la semelle **8** est bien plus petite en surface que la plaque **1** du dessus sur laquelle se pose la sonde. Il ne fallait pas masquer les orifices du couvercle de l'alimentation ce qui imposait des dimensions maximales à **8**. Le tablier **2** devait recevoir le bouclier, donc les positions des trous **1** sont imposées. Retourné sens dessus dessous sur la Fig.12, on voit bien en **3** le trou qui se trouve en vis à vis de celui du mini "strap à languette". Devenu pratiquement inaccessible, le connecteur est maintenant relié à l'inverseur qui se fixe dans le trou **5**. (*Inverseur **8** sur la Fig.10.*) Comme c'est le cas sur le bouclier de JEKERT deux encoches **6** repèrent "l'avant de la sonde" pour éviter toute hésitation au moment de la replacer sur le berceau. En **7** on retrouve les consolidations d'angles entre chaque dièdre, renforcements inhérents à mes techniques de fabrication. (*Du solide ...*) Et surtout en **4** sur toutes les faces des plaques verticales, des trous de grand diamètre qui "ne servent à rien". L'expérience m'a montré que de tels orifices sont bien commodes parfois pour faire transiter des lignes électriques quelconques et les guider pour ne pas qu'elles encombrent trop sur le bureau et exactement au mauvais endroit ... Reste que l'alimentation constitue un statif d'une stabilité remarquable. Il sera donc possible sur le tablier **2** de venir immobiliser par des petits boulons ϕ M3 une plaque relativement grande pouvant servir de support à des machines bien plus volumineuses. Donc, bien que dédié initialement à JEKERT le berceau n'en demeure pas moins "universel" et servira pour toutes nos applications expérimentales développées dans l'environnement d'Arduino.

