

LAMPEMETRE D.J 2003

Jacques Dudoret

jj.dudoret@wanadoo.fr

Pourquoi construire un lampemètre en 2003 pour son laboratoire. Ce type d'appareil a presque disparu depuis les années 1970, les tubes, gros consommateurs d'énergie ayant été remplacés par les transistors...A cette époque, la société de métrologie METRIX avait construit des appareils de laboratoire (U 61) associé à un banc dynamique, puis deux appareils portables, les 310B et 310 BTR qui ne sont plus commercialisés. Malgré tout, pour les nostalgiques du tube à vide, on retrouve celui-ci dans tous les amplificateurs audio de bonne qualité : Mac Intoch, Williamson , Audio Research, Jadis...et puis, il y a aussi les nostalgiques des appareils radio anciens, voir très anciens. Le tube électronique tient encore « la route » au troisième millénaire.



fig1 : Lampemètre D.J 2003 .

Tant en conception qu'en dépannage, l'appareil décrit ci-après permet de vérifier ou appairer chaque tube courant, de la diode à la triode, tétrode, penthode, hexode...nonode (oui, cela existe), des plus anciennes aux plus récentes, dans leurs caractéristiques de fonctionnement. Il devient le complément indispensable du cours « **et si on parlait tube** » écrit par Rinaldo Bassi.

Cet appareil est à classer parmi les types professionnels. Ce n'est pas un vulgaire appareil où l'on fait une mesure de débit en montant un tube uniquement en diode. Il permet également de relever les courbes de fonctionnement [exemple : $I_a = f(V_g)$ à V_a constant]. Un recueil de combinaison élaboré à partir des lexiques (Radio tubes..., des cahiers Mazda et RTC ...) rassemble près de 2000 tubes. Ce document possède 63 pages, soit 3500 lignes de combinaisons.

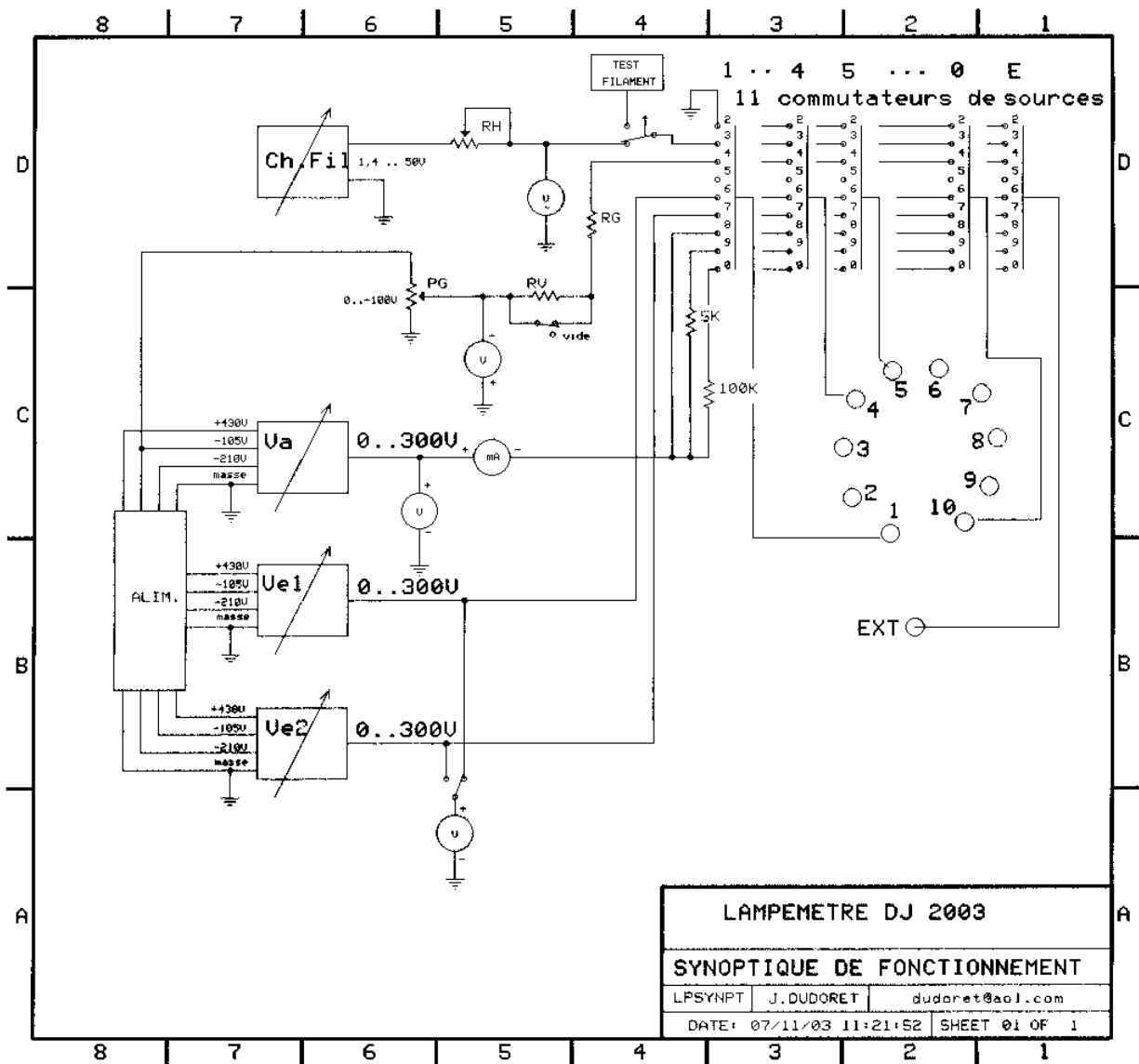


fig.2 : Synoptique du lampemètre DJ 2003.

GENERALITES :

Les trois alimentations stabilisées et variables sont construites avec des tubes tétrode à faisceaux dirigés de type 6L6. L'amplificateur d'erreur est équipé d'une pentode de type EF80 à pente fixe. Les tensions de références sont stabilisées par des tubes à cathode froide type 0B2, dont la fiabilité n'est plus à démontrer.

La tension filament est fournie à partir d'un transformateur seul dédié à cet effet. Le choix de la tension est assurée par un commutateur à 12 positions. Un voltmètre contrôle la tension de sortie qui est ajustée par un rhéostat.

Un bloc de 11 commutateurs permet d'assurer la bonne combinaison nécessaire pour diriger les différentes sources aux bonnes broches du tube à tester.

L'appareil est équipé et peut recevoir jusqu'à 14 types de support de tubes.

Le tout est construit dans un coffret en forme de pupitre sur mesure en tôle d'aluminium anodisé d'une épaisseur de 1,5 mm, d'un encombrement de 50 cm de large, 32 cm de hauteur et de 21 cm de profondeur. Les parois sont assemblés à l'aide d'une armature en cornière alu anodisé. Il est facile à réaliser pour l'amateur. Les modalités d'approvisionnements seront décrits en fin de dossier.

Chaque source HT ou BT alternative est disponible sur des bornes à double but : fournir une tension d'une valeur bien précise pour étudier une maquette à tubes et pouvoir contrôler toutes ces tensions et courant par un appareil de précision (cas d'un relevé de courbe).

LE SCHEMA :

Pour plus de clarté, nous distinguerons séparément :

- l'alimentation HT positive, avec son transformateur, le redressement et filtrage L.C, l'alimentation négative avec redressement doubleur de tension, filtrage R.C., stabilisation par tubes 0B2 (§ fig. 3)
- l'alimentation filament avec son transformateur, le rhéostat de réglage et le voltmètre de contrôle, (§ fig.4)
- le circuit des trois sources de tension forte et moyenne puissance,
- (§ fig. 5 et 6).
- le circuit du bloc de combinaison des sources. (§ fig. 7)
- le circuit d'interconnexion générale.

L'alimentation :

Le transformateur TR1 assure l'isolement entre secteur et l'utilisateur.

+HT : La tension secondaire de 290 V efficace est appliquée par R1 au pont de redressement constitué de 4 diodes D1 à D4, puis charge le condensateur de tête C1 à la valeur de crête soit $U_{eff} \times \sqrt{2}$ de l'ordre de 430 V. R1 sert de protection.

Un premier filtrage est assuré par la self (SELF1) chargé par C2. La tension de service de ces deux condensateurs est de 450 V. Le fusible FUS2 de 350 mA protège cette source de l'utilisation.

-HT : La tension secondaire de 100 V est appliqué par R2 au quatuor (diodes D5 et D6 –condensateurs C3 et C4) monté en doubleur Latour. Ce montage nécessite une demi-tension par rapport au montage précédent. Cette source délivre un courant maximum de 30 mA. Un premier filtrage est effectué par le réseau R3, C5. R4 transmet cette source au circuit de stabilisation.

Il n'y a pas de second condensateur. Le filtrage définitif est assuré par les tubes stabilisateurs montés en série. De plus, un condensateur placé à cet endroit ferait osciller cette source.

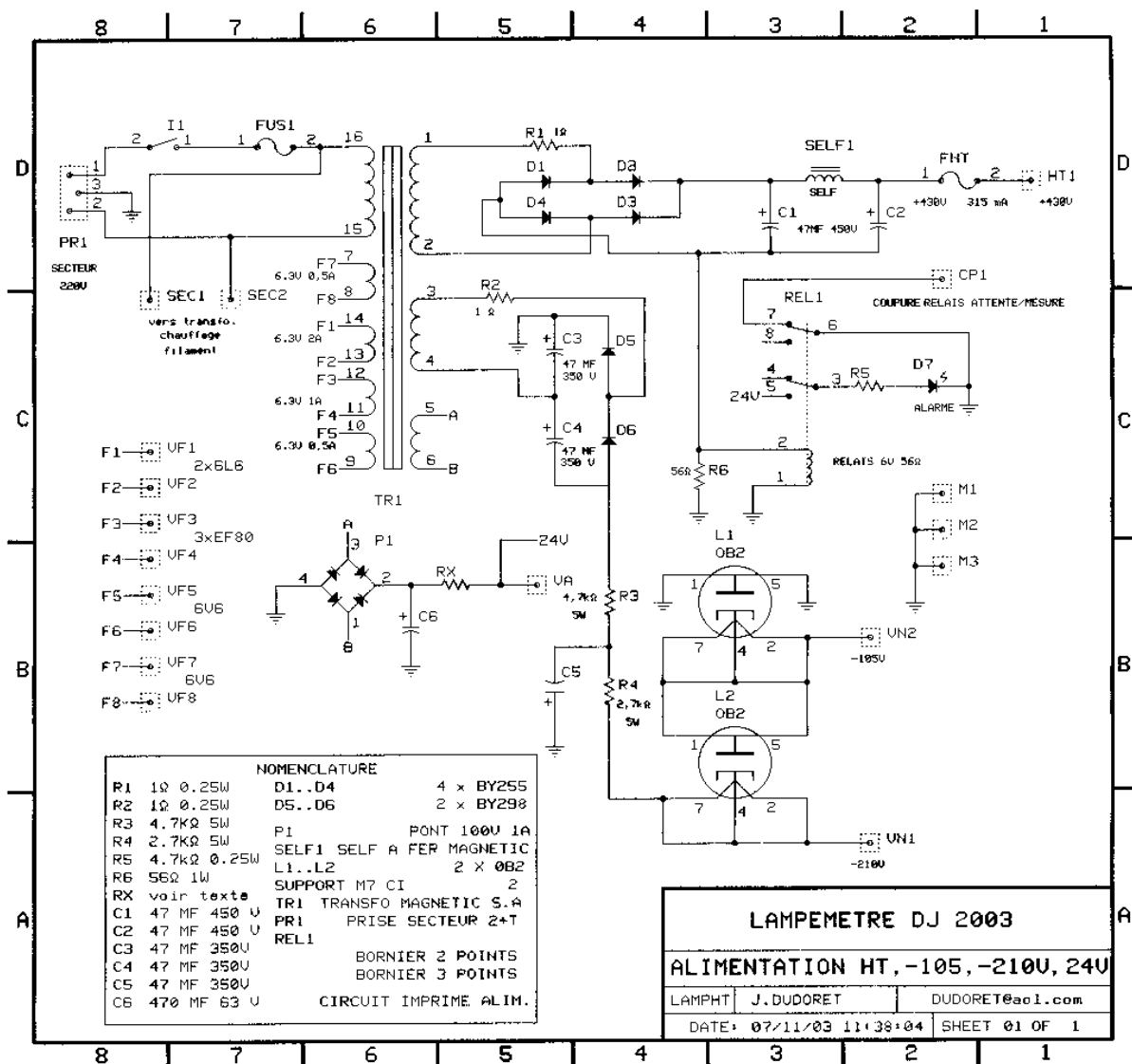


Fig. 3 : Alimentation HT, 24 V et – 105 V, -210 V.

+BT : La tension secondaire de 20 V est redressée par le pont BT1 chargé par C5. On obtiendra donc une source continue de 24 V qui servira à alimenter les relais d'application des tensions sur les électrodes du tube à tester, ainsi que les différentes LED de contrôle.

Double alimentation stabilisée négative (- 105 V et – 210 V).

Il est nécessaire de disposer deux alimentations négative à double usage. L'une servira à maintenir le potentiel des cathodes des EF80 à un potentiel fixe, c'est à dire à un potentiel voisin de – 105 V par rapport à la masse. Cette source de tension alimente le potentiomètre de réglage G1 qui doit toujours délivrer une tension négative par rapport à la masse. La cathode du tube à tester sera toujours portée au potentiel de la masse.

Une seconde tension encore plus négative est nécessaire pour commander la grille de commande de la pentode EF80. Elle est prélevée à la cathode du second tube 0B2 par la résistance dite pied du potentiomètre de réglage.

Les deux tubes 0B2 sont montés en série. Ils font partie des tubes dit à cathode froide qui n'ont pas besoin de chauffage filament. Ce sont des diodes à gaz qui ont la propriété de maintenir une tension constante entre leurs électrodes, quelle que soit l'intensité des courants qui les traverse, dans des limites fixées par le constructeur. Ces tubes sont similaires aux diodes zener.

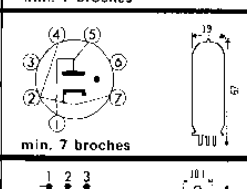
0 B 2	diode à gaz à cathode froide	132	103	107	108	114	2	4	
		pour éclairage 0 à 150 lux							
0 B 2 WA		130	105	107,5	108,5	111	1	2,5	
zero ou sécurité (H)		pour éclairage 0 à 150 lux							

fig. 4 : Caractéristiques tubes 0B2

Le tableau ci-dessus donne les caractéristiques limites de fonctionnement.

SECURITE SURCHARGE :

La bobine du relais RL1 de faible valeur ohmique est insérée dans le pied du pont de redressement coté masse. Ainsi, tous les courants issus de la haute tension traversent cette bobine, principalement le courant plaque (anode) du tube à tester. En cas de mauvaise manipulation, commutateur de combinaison mal placé, tube en court-circuit, etc. , une surcharge fera enclenché le relais RL1. Un contact travail alimentera fugitivement la led (LED1). L'autre section travaillera à l'ouverture ce qui entraînera une coupure du circuit mesure. (§ fig 2). R6 est calculé pour partager le courant de surcharge à une valeur de 200 mA au total.

CHAUFFAGE FILAMENTS DES TROIS SOURCES HT VARIABLES :

Les 4 secondaires 6,3V assurent une alimentation distincte des filaments des tubes amplificateurs et régulateurs.

- 1- 6,3V 2A : pour les deux filaments des 6L6GB montés en parallèle.
- 2- 6,3V 0,5A : pour la première 6V6 .
- 3- 6,3V 0,5A : pour la seconde 6V6.
- 4- 6,3V 1A : pour les trois EF80.

CIRCUIT CHAUFFAGE FILAMENT TUBE A TESTER :

Un transformateur à sorties multiples comprises entre 1,4V et 50 V a été réalisé dont une sortie particulière, le 6,3 V sous 5 A max.

Contrôle continuité filament :

Pour contrôler si le filament n'est pas coupé, on a recours à un transistor PNP de type 2N2907 qui distribue le courant sur une led rouge (LED1) à travers une résistance (R3) qui limite le courant à 5 mA. Pour faire conduire ce transistor (T1), il faut polariser sa base par



Contrôle du vide :

A cet effet, on agit sur la grille de commande qui contrôle de débit du tube. La polarisation est donc transmise à la grille par une résistance de faible valeur ($R_4 = 1 \text{ k}$). En cas de défaillance, le fait d'insérer une résistance de forte valeur ($R_5 = 100 \text{ k}$) dans le circuit de grille engendrera des perturbations importantes dans le contrôle du débit du tube. Le courant anodique verra sa valeur changée dans de grande proportion soit en plus, soit en moins.

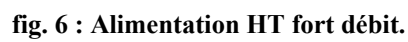
Le commutateur I1 reçoit toutes les sources de chauffage du 1,4 V à 50 V. Ces sources ont la même référence qui est la masse générale. Le point commun du commutateur est relié à l'entrée du rhéostat. La sortie du rhéostat est dirigée sur le bus de chauffage (repère 3) à travers l'inverseur I1 (test filament). De cette dernière sortie, est prélevée la tension qui est envoyée par RF sur le galvanomètre mesurant la tension de chauffage. RF est shunté par I2 dans la gamme 0 -10 V, en série dans la gamme 0-100V.

Le voltmètre de contrôle est réalisé à l'aide d'un micro-ampèremètre (100 uA) monté dans un pont résistances/diodes (§ fig.5). L'alimentation alternative est raccordée au point commun des résistances RA/RB, le retour est à la masse par le point commun des diodes DA/DB. Les diodes sont actives l'une après l'autre : DA est traversée par l'alternance positive, DB est traversée par l'alternance négative. RV est shunté dans la gamme 10 V, en série dans la gamme 100V. La mise en pratique sera décrite dans la phase « réalisation ».

Le rhéostat est présenté sous forme simplifiée. En réalité, il est constitué de 11 résistances de 0,33 ohms disposées en série. Un commutateur court-circuite plus ou moins l'ensemble des résistances. Ce rhéostat doit être capable de se voir traverser sans risque par un courant d'au moins 3 A.

Un exemple : soit le tube 1T6 dont le filament travaille sous 1,25 Volt et un courant de 40 mA. La source utilisée est voisine et légèrement supérieure à 1,4V. Il faut chute de $1,4V - 1,25V = 0,15 V$. Il faut donc interposé une résistance de $R = U/I$ soit $0,15/0,04 = 3,75$ ohms.

Le rhéostat est constitué de 11 résistances de 0,33 ohm 7W soit 3,63 ohms sous 4,6A maximum.



ALIMENTATION VARIABLE HT POSITIVE FORT DEBIT :

Il faut pouvoir choisir une tension capable de débiter 100 mA. Quoique certain tube de puissance sont susceptible de débiter jusqu'à 400 mA, nous avons limité le débit à 100 mA, débit suffisant pour mesurer ou relever les caractéristiques d'un tube. A cet effet, 2 6L6 ont été associés (L7 et L8). Un seul tube est capable de dissiper 10 W . L'alimentation des anodes est commune aux trois sources HT variables de 0 à 300 V sans trou. Ces tubes ont été choisis par leur caractéristique de tension maximum admissible entre plaque et cathode, ici de d'ordre de 430 V lorsque la tension de sortie est voisine de 0 Volt.

Les 6L6GB ont donc leurs anodes raccordées en parallèle, et sont montées en pseudo triodes. Les écrans respectifs sont alimentés respectivement par R21 et R31 à la haute tension (HT1). Les cathodes sont mises en parallèle. Les grilles de commande sont excitées par R26 et R36 dont la tension est prélevée sur l'anode de L9 , penthode EF80 à pente fixe. L'anode est chargée par une résistance de 1 M (R22) depuis la haute tension.

L'amplificateur d'erreur est construit par le tube penthode dont la cathode est reliée à un potentiel négatif de -105V. L'écran est relié au potentiel de la masse. La grille supprimeuse est au potentiel de la cathode et la grille de commande est commandée par le curseur du potentiomètre de réglage de la tension. L'ensemble R24, P3 et R25 constitue un pont diviseur entre la tension de sortie et le - 210V.

Fonctionnement : soient une tension de sortie U_s imposée, U_g , la tension de commande du tube 6L6 , V_{pa} la tension plaque du tube penthode, V_g la tension commandant la grille du tube penthode. La cathode est portée à une tension positive à tension constante par rapport au moins 105 V. Si on demande un courant plus important en sortie, U_s tend à baisser, U_g diminue nécessairement. Mais la tension de la cathode restant constant, il en résulte que la différence de potentiel (d.d.p.) cathode-grille devient plus grande. Le courant plaque diminue, donc la chute de tension dans R22 diminue, donc V_{pa} augmente entraînant une diminution de U_g . Cette conséquence augmente le débit dans le couple de 6L6 ce qui entraîne une remontée de la tension de sortie. L'équilibre est donc rétabli.

ALIMENTATION VARIABLE HT POSITIVE FAIBLE DEBIT :

Ces deux alimentations sont identiques entre elles, et à la précédente, mis à part qu'un seul tube ballast suffit. Le tube choisi est ici une 6V6 capable de dissiper 6 W.

Le fonctionnement est donc identique au montage précédent.

BLOC DE COMBINAISONS :

Il est réalisé à l'aide de 11 commutateurs qui ont la possibilité de sélectionner une quelconque source. Chaque commutateur numéroté de 1 .. 9, 0 est approprié à une broche de chaque support de lampe. Celui numéroté « E » concerne les deux broches externes. Un cordon de raccordement est nécessaire pour relier une de ces broches au tétou supérieur d'une lampe telle qu'une ECH3 (grille de commande) ou une EY88 (cathode) ou une EL504 (anode ou plaque).

Le commutateur repéré « IE » renvoie une quelconque source sur deux bornes nécessaires au raccordement d'une électrode placée au sommet du tube.

Exemple : une 807 a l'anode raccordée à son extrémité ; une ECH3 a la grille de commande de l'exode raccordée à son extrémité.

Pour éviter une erreur de câblage, ici, une circuiterie volumineuse, un circuit imprimé a été réalisé.

LE COMMUTATEUR (E1 -E2 - V9 – V0)

Ce commutateur va prélever une tension pour la diriger sur le voltmètre placé immédiatement au dessus. Sur E1, il mesure la source de tension E1, sur E2, il mesure la source de tension E2, sur V9, il mesure la tension au pied de la source $V_a + 5K$, c'est à dire, la tension de la broche concernée du tube par rapport à la masse et V0, la tension d'une broche alimentée à travers 100k depuis V_a .

REALISATION : LE COFFRET.

Le **coffret est réalisé** en tôle d'aluminium anodisé de 1,5 mm d'épaisseur. Les différentes parties sont découpées dans une plaque de 100 cm x 70 cm. Ce type de tôle possède un film de protection que l'on enlève après usinage, perçage et autres travaux de façonnage

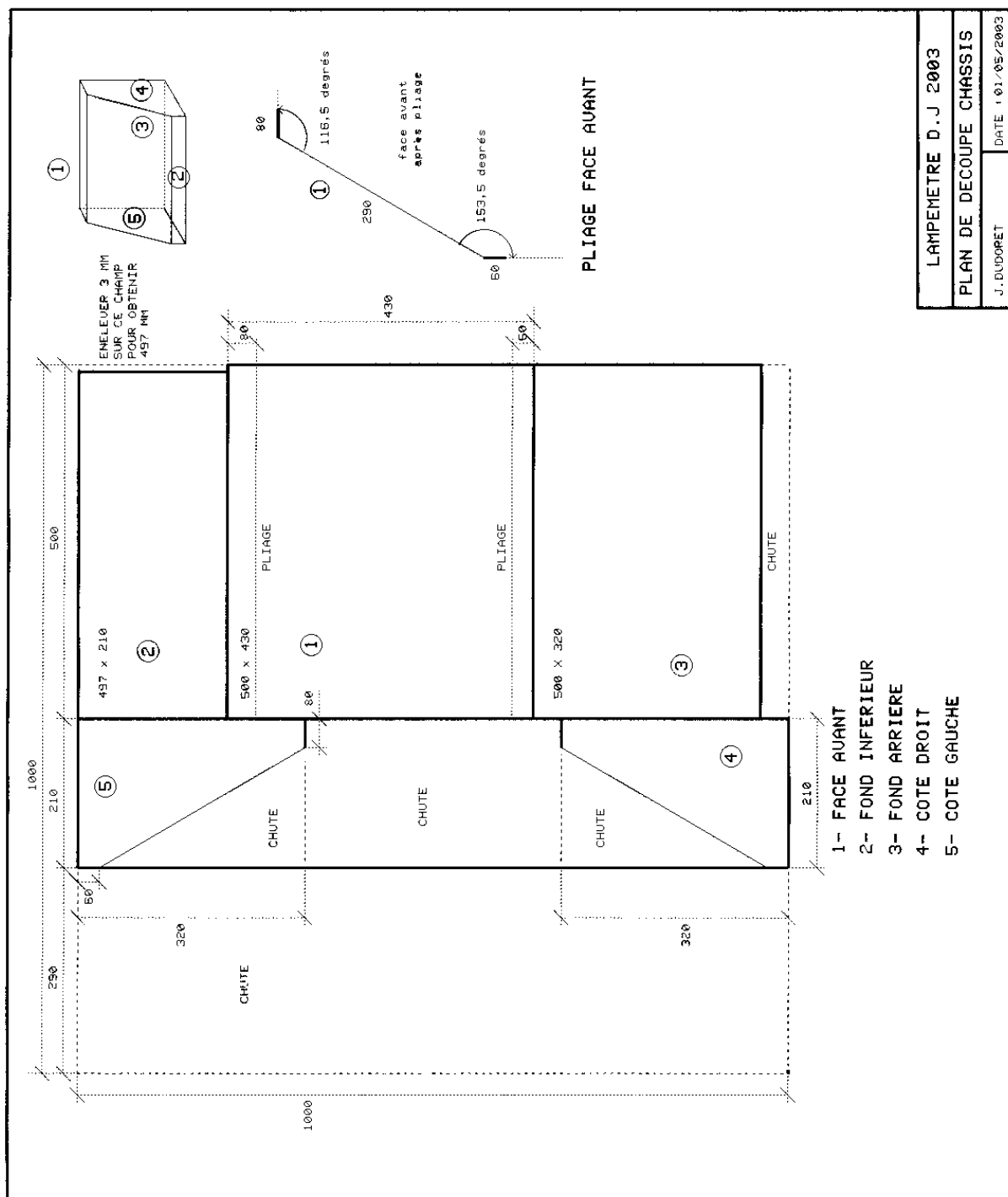


fig. 9: Plan de découpe.

La figure (§9) indique de plan de découpe. Une seule tôle, la façade principale (500 x 430 mm) possède deux pliures. **Après perception des tôles prédécoupées, ébavurer les champs à l'aide d'une lime douce pour éviter de se couper.**

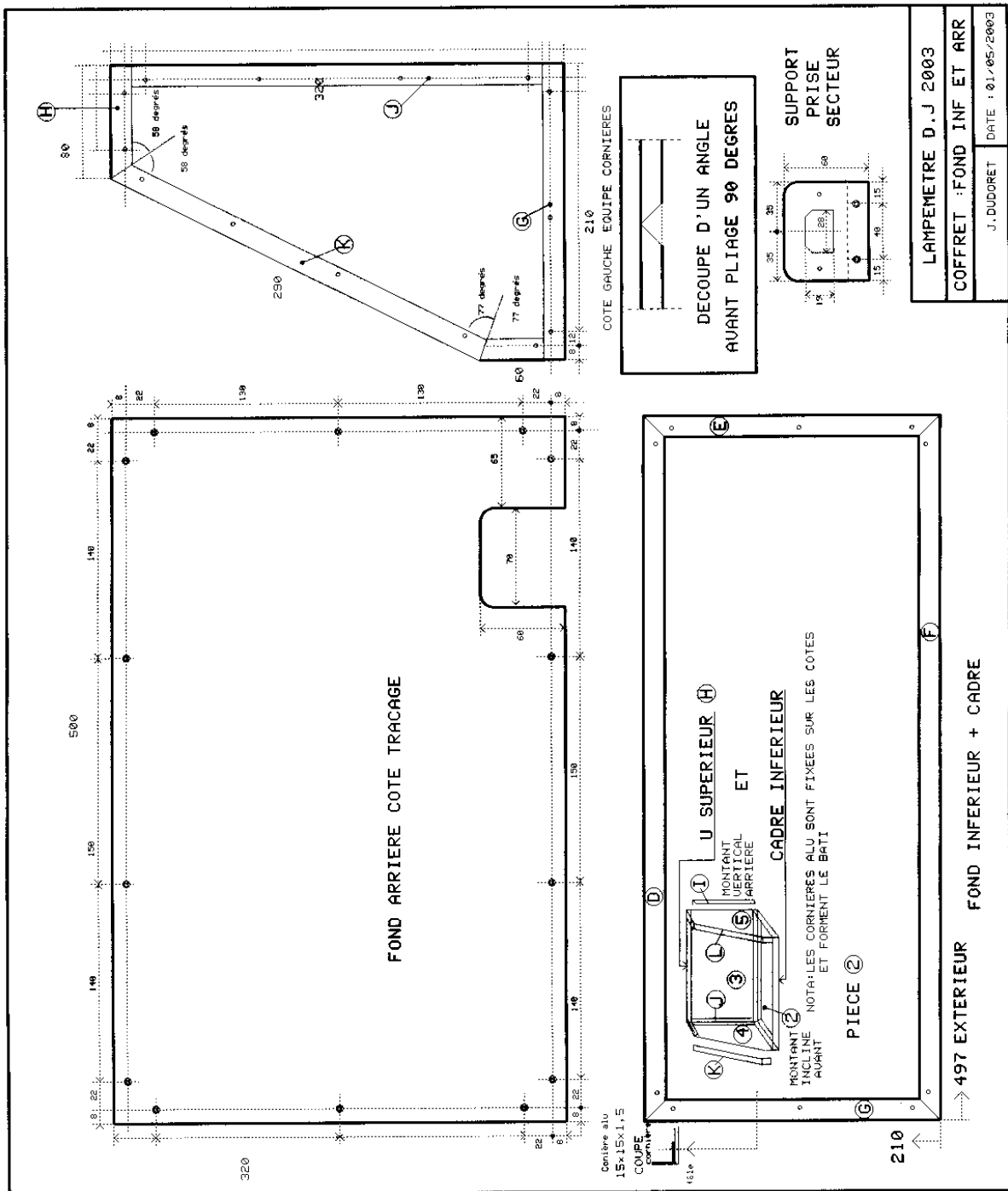


fig.10 : Pièces du coffret.(fond arrière , fond inférieur..)

CONSEILS : AVANT D'ENTREPRENDRE LA REALISATION PRATIQUE, LISEZ ATTENTIVEMENT CE QUI SUIT.

Nota : Avant de partir sur la réalisation du coffret, il est conseillé de disposer d'un **établi**, pourvu d'un **étau** d'au moins 80 mm de large, d'une **perceuse avec un mandrin de 13 mm et (ou) mini-perceuse à colonne**, d'un **jeu de foret (2 à 10)**, **scie à métaux**, **limes (plate, demi-ronde, ronde, carrés)** et **jeu de petites limes (aiguille)** **ainsi que le nécessaire à réaliser des grands trous (16 à 38 mm)**. A cet effet, il existe le **cône de 4 à 30 mm**, la **scie-cloche bi-métal avec ses jeux de cloches (32 et 38 mm)** ou **l'emporte-pièce**.

On commence par **réaliser le fond inférieur** de dimension hors tout de 497 mm de large sur 210 mm de profondeur (pièce 2 + cornières D, E, F, G). Des cornières de 15 x 15 , épaisseur 1,5 mm en aluminium anodisé, permettront de faire l'assemblage.

Entre parenthèse, il faut 2 cornières de 2 m de long pour réaliser cet assemblage. On les trouve dans tous les magasins spécialisés quincaillerie telle que Castorama, Mr Bricolage, Leroy-Merlin, Gédimat, etc.... En ce qui concerne la tôle d'aluminium, on se retourne vers un distributeur de menuiserie d'aluminium. Cela équivaut à lui acheter une demi-tôle. En lui donnant le plan de découpe, on lui demande de couper les morceaux. Ce travail doit être fait avec une guillotine et surtout avec précision. Si vous avez une difficulté à en trouver, je suis en mesure de vous fournir cette menuiserie en morceaux . Me contacter soit sur le web(dudoret@aol.com) ou au 05 61 97 35 57 pour les modalités.

Je reviens sur le fond. (pièce 2). A l'envers, côté opposé à la protection évidemment, on trace un périmètre à 8 mm du bord. Pour ce faire, on emploie un compas de tôlier, et non pas celui de l'écolier que l'on utilise en trusquin. Le compas étant réglé, on le déplace par rapport au bord latéral, sur les quatre champs. Ainsi, on dispose d'un axe où l'on va reporter l'emplacement des trous de fixation. Sur la partie de 497 mm, en partant d'une extrémité, le premier sera à 20 mm, le second à 115 mm, le troisième à 248,5 mm(au centre). Recommencer depuis l'autre extrémité. Faites de même pour le champ opposé. Un point particulier, sur les champs de 21 cm, le trou central sera décalé à 110 mm de l'arrière et non au centre. Sur ce même profil à 105 mm, viendra le trou latéral associé aux cotés verticaux et donc visible. A l'aide d'un pointeau et d'un petit marteau, on effectue un léger pointage. On vérifie et on « glisse » si nécessaire, puis on confirme une seconde fois. On perce ces trous à l'aide d'un forêt de 3 mm. On fraise tous les trous côté film à une profondeur telle que la tête de vis (vis de 3 mm tête fraisée) affleure la tôle. Pour fraiser, n'employer pas de forêt de 6 mm, mais un forêt à fraiser de préférence à trois lèbres. Vue en coupe, l'angle des deux lèbres est de 90° et non pas de 128° comme un forêt ordinaire. Utiliser une pointe à tracer bien fine pour effectuer tous les autres tracés qui vont suivre.

On découpe ensuite deux cornières de 497 mm (pièces D et F) et deux de 210 mm (pièces E et G) sur lesquelles on entame les extrémités par un angle à 45 degrés. Pour tracer les limites de coupes, utilisez une équerre de menuisier de bonne qualité en ayant soin de vérifier son équerrage par retournement et possédant un petit champ à 45°. La coupe s'effectue en limite du trait côté déchet. Si vous possédez une scie à onglet, l'utiliser à condition de l'équiper d'une lame pour aluminium, ou demandez d'effectuer ces coupes à la menuiserie d'aluminium.

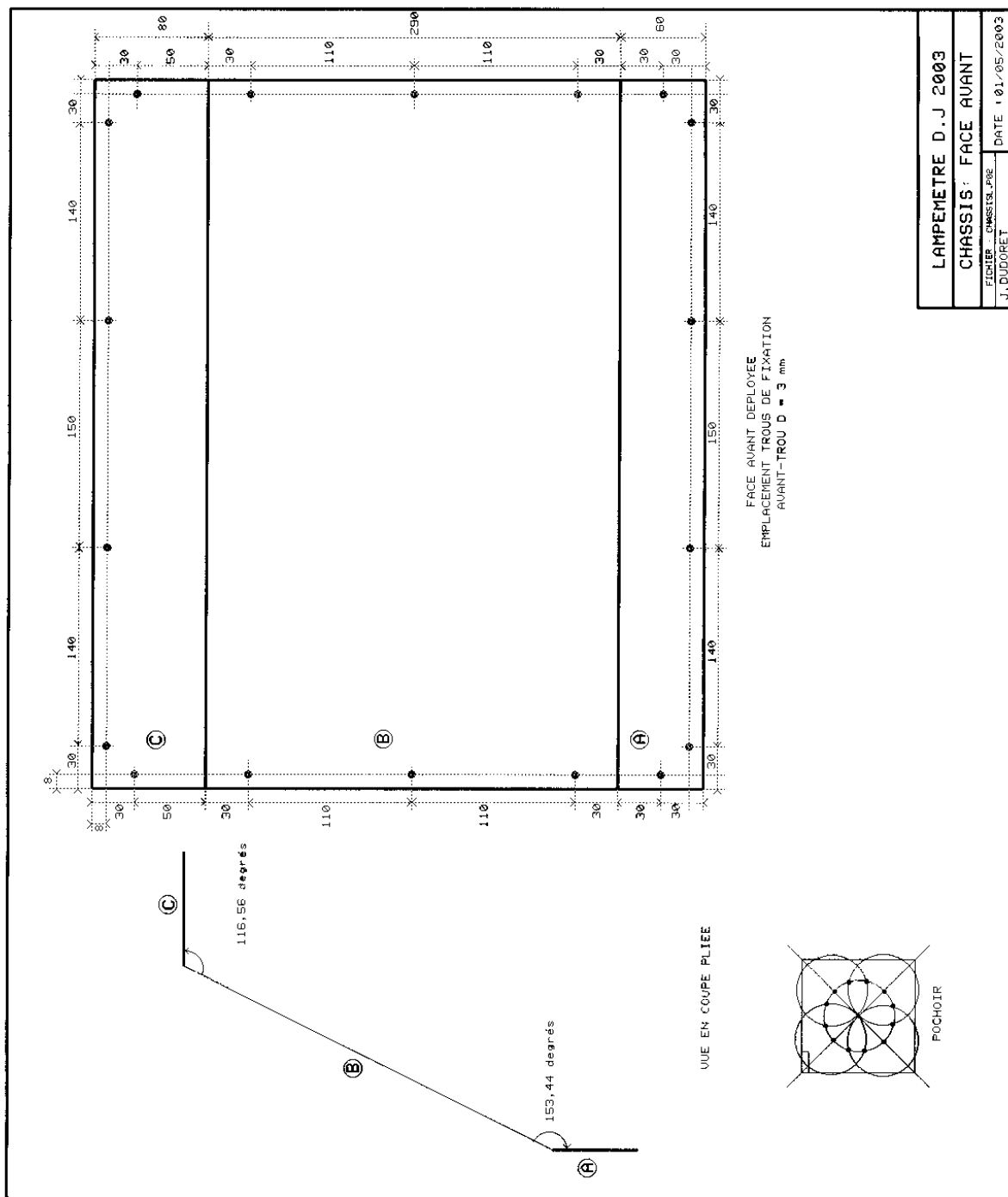


Fig.11 : Pièces du coffret (suite) et pochoir.

Après confection, présenter chaque cornière en limite des champs respectifs côté opposé au film. Immobiliser-là, puis à l'aide d'un feutre doux indélébile (style marker permanent pocket bic) et tracer le petit cercle sur la cornière en regard de chaque trou. Pointer au centre ces trous puis percer à 3,5 mm. Fixer chaque cornière en vérifiant l'alignement vis à vis des champs à l'aide de vis TF 3x10, rondelles éventails + écrous. Serrer modérément, régler et ajuster, puis bloquer.

Bords latéraux verticaux droite et gauche (pièces 4 et 5) :

Sur les mêmes principes exposés ci dessus, on effectue le même type de tracé, l'emplacement des trous de fixation des cornières. Respecter les cotations car l'autre champ de cornière sera percé en regard des trous déjà réalisés dans la face principale et le fond arrière. Il ne faudra pas mettre de vis dans le même profil entre une face et l'autre sous peine de collision. Après façonnage, présenter chaque montant en regard des parties respectives du fond inférieur en limite sol (tôle fond + cornière incluses). Tracer respectivement les trous de fixation sur les champs verticaux des cornières (E et G) déjà solidaires du fond, pointer, percer la cornière à 3,5, assembler, régler et bloquer.

Armature supérieure arrière :

La façade principale venant coiffer les champs verticaux du coffret, ces champs vont se trouver en dessous. En conséquence, l'armature supérieure est réalisée à l'aide d'une cornière sur laquelle on va la cintrer à 90° à chaque extrémité. Compte-tenu de l'épaisseur de cette cornière qui est de 1,5 mm, sa longueur déployée sera de $78 \text{ mm} + 494 \text{ mm} + 78 \text{ mm} = 650 \text{ mm}$.

Sur cet élément, on trace deux repères perpendiculaire (limites de 494 mm), et sur les deux champs externes. Aux limites de cintrage, on trace les deux V renversés à 45°. La pointe du V part du bord externe. On trace aux deux extrémités les coupes à 58° sur l'autre champ de la cornière.

On découpe à la scie à métaux d'abord les extrémités (partie de la cornière, champ vertical, angle 58°, puis, sur le champ horizontal, les « V » à 45° que l'on exclue. La coupe doit se faire au bord du trait, côté exclusion. Après ajustage à la lime, la pièce étant serrée dans un étau, on cintré à la main, puis on affine au marteau si nécessaire pour que cette côte longitudinale mesure exactement après pliage 497 mm. Eventuellement, ressortir très légèrement la cornière de l'étau et renfoncer au marteau. Cette partie ne sera pas visible à la fin du montage.

On présente cet élément en regard des bord supérieurs respectifs, on trace les trous sur la cornière. Si nécessaire, on ajuste les extrémités à 58° pour la faire coïncider avec la partie inclinée. Comme précédemment, on pointe, perce puis on effectue l'assemblage. On possède maintenant un coffret ouvert.

Armatures verticales arrières :

Il reste deux cornières verticales à coupe droite de 290 mm de longueur (pièces I et J) à confectionner et à placer.

Armatures inclinées avant (pièces K et L):

Puis, deux cornières (pièces K et L) avec une coupe à 58° à une extrémité sur le champ vertical, une coupe droite à l'autre extrémité et une exclusion de 26° formée par un angle de deux fois 77° à 40 mm de la coupe droite. Attention au sens entre les deux cornières, elles sont symétriques et non identiques. Présenter les respectivement, ajuster si nécessaire, tracer les trous, pointer, percer, assembler.

A ce stade, casser les angles à la lime en arrondi en relation avec les pliures de la face avant.

Support prise secteur : (pièce L)

Découper et usiner cette pièce dans une chute restant de la découpe, suivant le plan indiqué. Tracer le trou rectangulaire correspondant à la prise secteur. Effectuer à la perceuse 4 trous en retrait des limites définies, puis découper à la scie « abrafil ». Mettre cette pièce dans l'étau pour terminer l'usinage. Placer les deux trous de fixation que vous fraisez à l'extérieur, puis les deux trous de fixation de la prise. Mettez-la en place sur l'arrière du bâti.

Fond vertical arrière (pièce 3): (

Délimiter la partie en relation avec le support de la prise secteur. Pour effectuer les deux arrondis, faire deux trous de 8 mm de diamètre dont le centre se trouve à 4 mm des limites verticales et horizontales. En première phase, découper la partie parallèle au bord à l'aide d'une scie à métaux style « abrafil » puis les parties verticales à l'intérieur des limites de la surface à enlever. Terminer à la lime. Prendre soins de disposer de deux protections entre l'étau et la tôle pour éviter de la marquer. Sur le plan pratique, on dispose de deux planches de bois que l'on place de part et d'autre de la plaque, le tout pris dans l'étau coté extrémité la plus près de cette découpe puis utiliser un serre-joint pour maintenir l'ensemble à l'autre extrémité qui se trouve dans le « vide ».

La coupe s'effectue en limite du trait côté déchet. Si vous possédez une scie électrique à onglet, l'utiliser à condition de l'équiper d'une lame pour aluminium, ou demander d'effectuer ces coupes à la menuiserie d'aluminium.

Face avant : (fig.14).

Avant d'effectuer le tracé complet des axes de pointage évidemment coté interne du coffret, commencer par tracer le périmètre supportant les trous de fixation de cette face avec le coffret à 8 mm des champs périphériques. Voir plan. Pointer ces trous, percer-les à 3 mm, coté film de protection.

Présenter-là au coffret, celui-ci étant placé sur une surface bien plane. Contrôler la superposition de cette façade avec le coffret. Si tout va bien, tracer un premier trou le plus à droite sur la cornière du bas. On perce la cornière à l'aide d'un foret de 3 mm. Fixer provisoirement la façade à cet emplacement à l'aide d'une vis Parker TC de 3,9 mm, longueur 10 mm. On peut alors ajuster l'emplacement diamétralement opposé sur la partie gauche de cette cornière du bas. Si Ok, on trace le trou correspondant que l'on perce à 3mm. On fixe cette seconde partie. La partie basse étant solidaire, on fait de même avec la partie supérieure avec la rangée de trou à placer sur la cornière supérieure arrière et horizontale (pièce H). Un trou de 3 à gauche à percer, puis fixer une vis. On termine le 4 ème trou, percer à 3 puis fixer. A ce moment on peut tracer les autres trous en maintenant à « fleur » les champs verticaux. Si vous êtes expérimenté, on peut s'aider directement d'une perceuse équipée du foret de 3 mm.

Dans le même style, on présente le fond arrière, pour tracer les trous de fixation, film de protection à l'extérieur. Le bas d'abord, puis le haut ensuite selon la même méthode. Vous pouvez alors pointer et percer à 3 mm tous les autres trous. A la fin, vous pourrez agrandir définitivement les trous de fixation de la façade principale et du fond arrière à 4 mm.

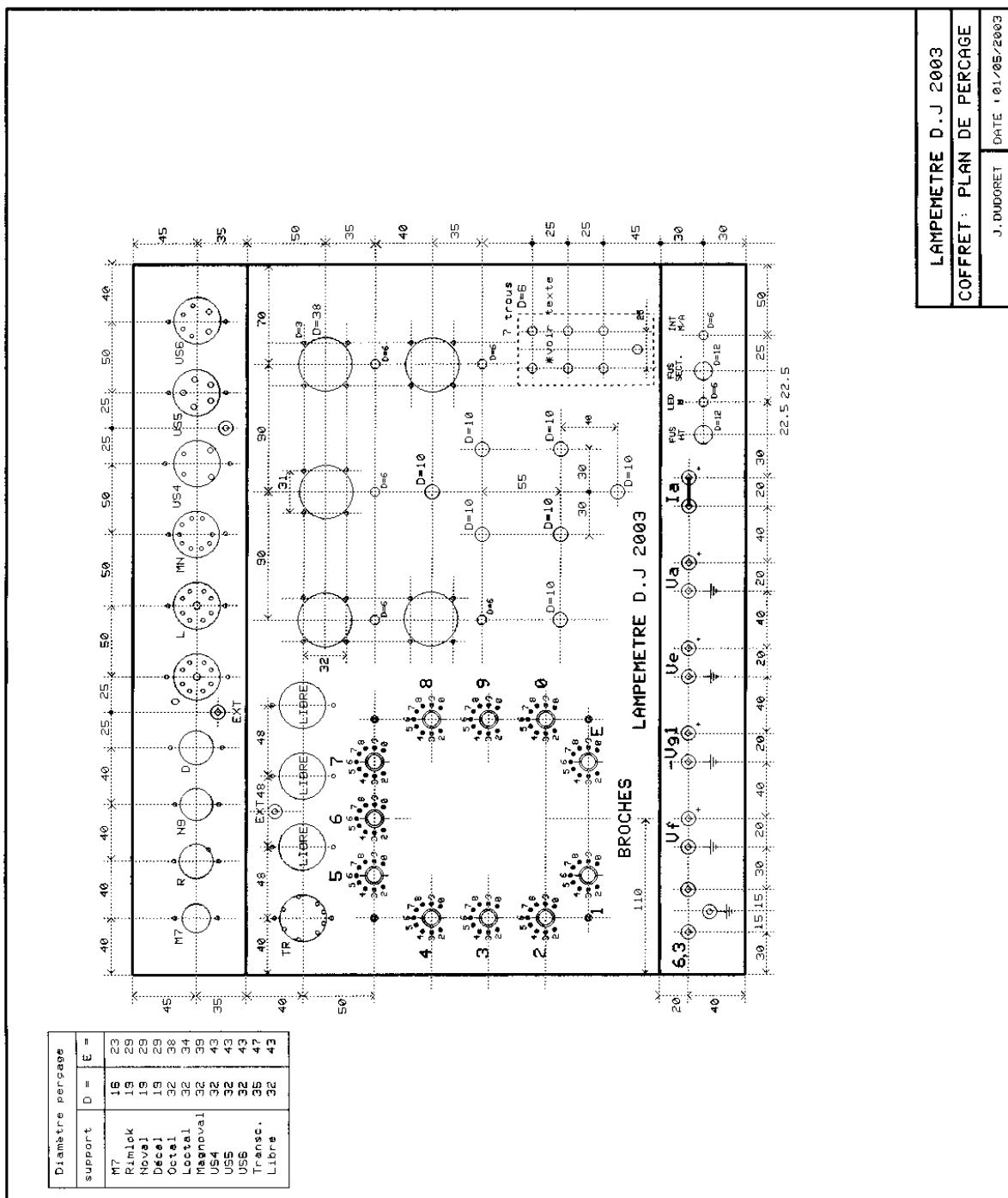


fig. 12 : Plan de perçage.

On dépose maintenant la façade principale, puis on effectue de traçage, côté intérieur, selon le plan joint.
Attention : Vous venez de renverser votre plaque. Le bord droit vue de face devient le bord gauche après renversement. Ne vous trompez-pas sous peine de gaspiller une nouvelle façade.

D'abord, la partie supérieure à équiper des supports de lampe, du plus petit au plus grand.

L'axe principal horizontal d'un bord à l'autre puis les axes verticaux donnant l'emplacement central des supports.

Percer d'abord des avant-trous partout à 3 mm. De M7 à D comme Décal, on les agrandira à 10 mm avec un forêt de même diamètre, puis, à la dimension finale avec un forêt conique de 8 à 30 mm. Si vous êtes supérieurs à 30 mm, soit 32 mm pour les supports US, utiliser une scie cloche bi-métal de 32 mm, 35 mm pour le support transcontinental. On tracera les trous de fixation à l'aide des supports relatifs à chaque emplacement, leurs cotations variant dans de faible proportion suivant le constructeur. Il reste deux trous à placer pour les douilles « EXT » isolées du châssis en principe à 8 mm de diamètre (à vérifier avec votre matériel).

On trace la partie inférieure de la même façon, axe principal, puis à l'aide d'un réglet, l'emplacement des trous. Attention au couple « Ia ». L'entraxe est de 19 mm et correspond aux dimensions du shunt placé à cet endroit. Le diamètre du support de led ainsi que celui de l'interrupteur marche/arrêt est à percer en fonction du type retenu à votre convenance.

Partie principale :

Si vous avez opter pour le même type de galvanomètre, les gros trous sont de 38 mm de diamètre. Ils seront tracés au compas. Un premier avant-trou de 3 mm sera percé à chaque centre, ainsi qu'au quatre emplacements de fixation. Un plan de perçage est fourni avec chaque appareil. Pour ce diamètre à percer, vous avez deux solutions : arriver à 30 mm, puis finir à la lime demi-ronde ou bien, employer une scie à cloche bi-métal (TRIPLEX ou STARRET) de 38 mm de diamètre. Pour cette seconde méthode, l'avant-trou central est de 6 mm, ou 8 mm (vérifier votre scie cloche).

Les onze trous du bloc de combinaisons sont situés à l'intersection d'un quadrillage espacé de 19/10 de pouces soit 48,26 mm. Positionner le trou n° 6 en traçant l'axe vertical et horizontal de longueur suffisante pour supporter l'ensemble des trous.

Deux solutions :

a) : Aidez-vous du circuit imprimé nu pour positionner les trous des axes des commutateurs et des quatre trous de fixations des entretoises.

B) : A l'aide d'un compas, régler l'ouverture entre deux points identiques relatifs à chaque commutateur en vous servant du circuit imprimé fourni. Reporter cette distance 4 fois sur l'axe vertical, deux fois de part et d'autre sur la ligne supérieure horizontale. A l'aide de notre équerre, tracer les quatre horizontales (1, 2, 3, 4). Reporter cette même distance sur l'axe horizontal du bas passant par le centre des boutons 1 et E. Tracer les verticales complètement joignant les horizontales extrêmes haut et bas. Pointer les 15 intersections utiles. Percer un avant-trou de 3 mm à ces emplacements. Fraiser coté extérieur uniquement les 4 trous des sommets du rectangle formé : ils serviront à mettre en place 4 entretoises pour fixer le bloc de combinaisons.

Positionner les 7 trous relatifs aux leds de contrôle, boutons de commandes et inverseurs fugitifs à l'aide du petit circuit imprimé dédié à l'interconnexion des fils de câblage.

Percer des avant-trous de diamètre 3 mm. Vérifier le centrage et effectuer une correction éventuellement à l'aide d'une lime « aiguille ». Percer ensuite à la valeur nominale.

Plaque support prise secteur :

Confectionner cette plaque, ajuster sa largeur et hauteur de façon à l'emboîter dans l'évidement du fond arrière. La fixer sur la cornière arrière du bas par deux vis aux emplacements prévus. Prérégler cette plaque en vérifiant le positionnement avec le fond arrière.

Fixation des trois circuits imprimés sur le fond de l'appareil :

Les circuits imprimés sont réalisés au pas de 2,54 mm, c'est à dire au 1/10 de pouce. De ce fait, les entraxes des trous ne sont pas au pas métriques. Les circuits imprimés étant nus, présenter-les l'un après l'autre sur le fond et tracer respectivement les quatre trous de chacun plus deux trous relatifs à la self de filtrage.

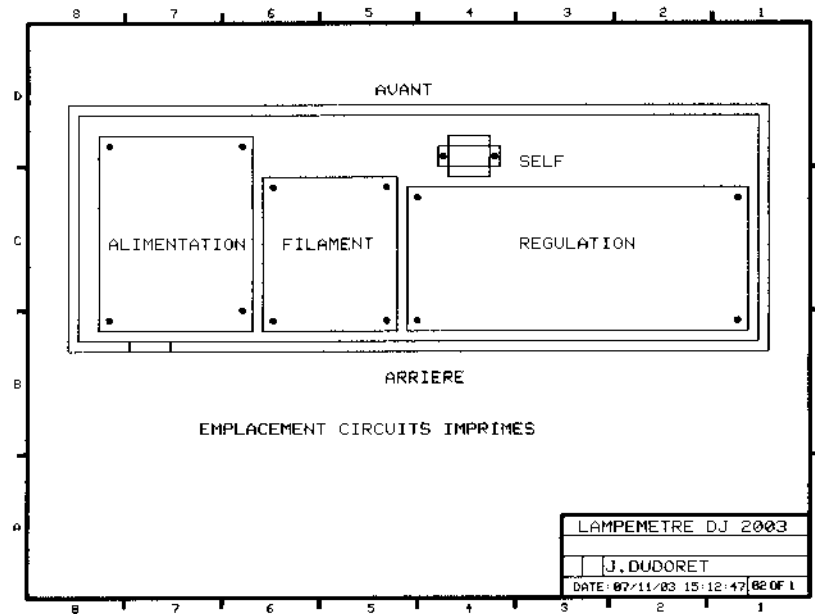


fig.13 : Implantations des circuits imprimés.

Vue de l'arrière, implanter la platine alimentation la première coté prise secteur. Laisser 1 cm en arrière et 2 cm à gauche de la paroi verticale. Le maximum d'espace est laissé coté inter secteur .. fusibles, etc.à l'avant.

A coté, nous implantons la platine alimentation filament. Laisser 3 mm d'espace par rapport à la précédente. L'aligner sur la précédente coté arrière.

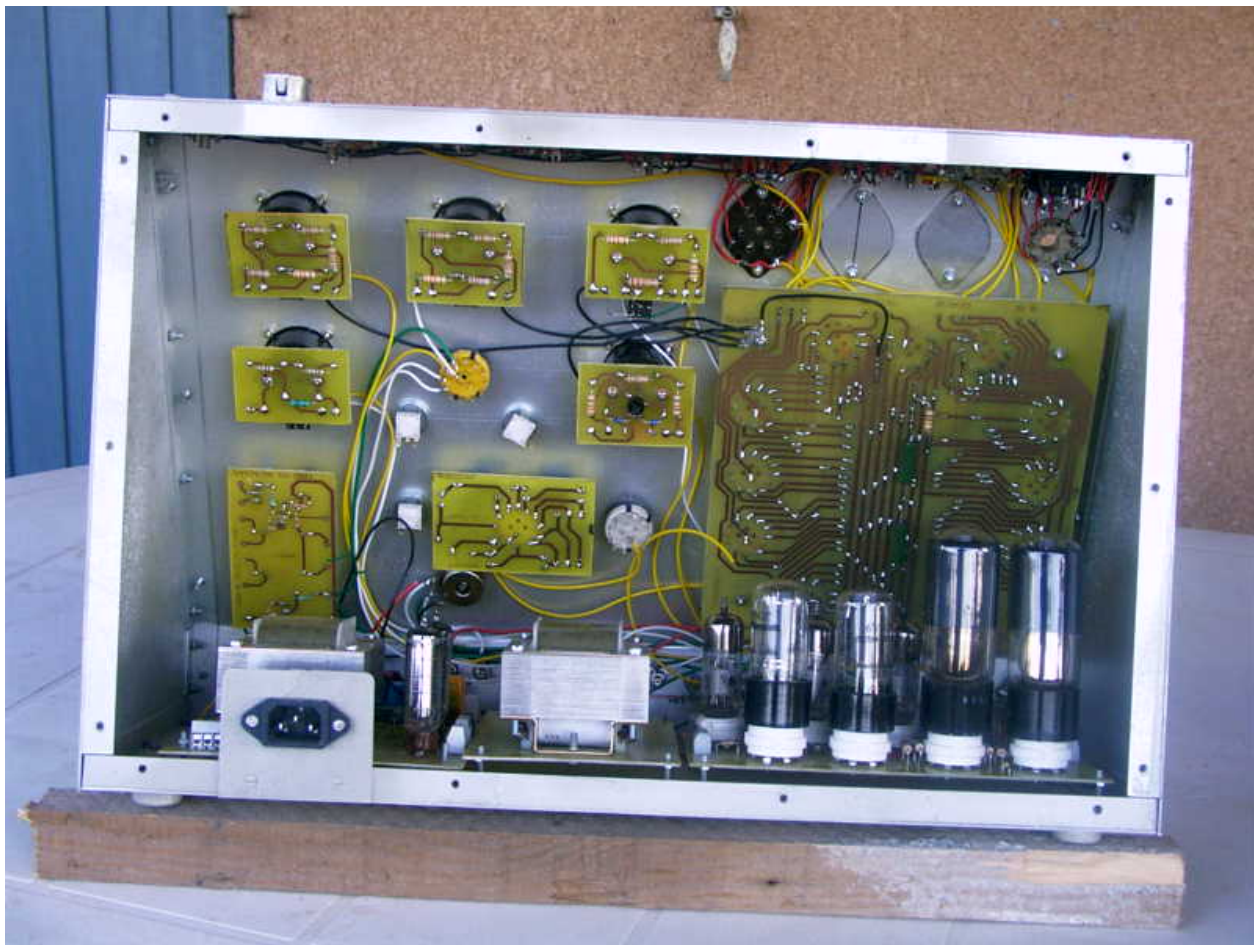


fig. 14 : disposition des platines circuits imprimés.

Il reste à implanter la platine à tubes dans l'espace restant, toujours alignée de l'arrière.

Implanter également la self.

Après pointage, perçer les trous de fixation à 3,2 mm, fraiser les trous coté extérieur.

REALISATION : MISE EN PEINTURE DU COFFRET :

Avant la mise en peinture, placer les vis TF qui serviront à fixer les différentes platines de circuits imprimés à savoir, le bloc de combinaison en façade, le circuit HT avec son transformateur, le transformateur de chauffage filament, la self et la platine régulation sur le fond inférieur décrit au précédent paragraphe. En pratique, vis coté extérieur, à l'intérieur une entretoise filetée de 3 mm, hauteur 20 mm. Il est conseillé de placer la platine transformateur de chauffage, sur des entretoises d'une hauteur inférieure (15 mm).

Si vous souhaitez peindre vous-même le coffret, et si vous avez la maîtrise de cette technique, alors vous pouvez vous lancer dans cette perspective, sinon confier cette tâche à un spécialiste. (Ce que j'aurais du faire dès le départ: même au pistolet, c'est très difficile pour un non initié). La sérigraphie est meilleure sur la peinture que sur l'aluminium seul.

Pour mémoire, il est obligatoire de mettre une sous-couche d'apprêt sur l'aluminium avant de la recouvrir d'une peinture définitive type aérosol à votre convenance. Malheureusement, l'apprêt, sous couche J1 de Julien ou équivalente, n'existe pas en bombe. Pour la couche finale, il est conseillé de prendre une peinture de couleur « clair » car vous aurez à déposer la sérigraphie qui est importante dans notre cas. Jugez plutôt au vue de celle proposée ci après.

REALISATION : SERIGRAPHIE.

Il est nécessaire de préparer deux pochoirs (§ fig 11) pour tracer les repères de positionnement des commutateurs. Dans une chute de tôle alu, découper un rectangle de 4 cm x 5 cm. Délimiter un carré de 4 cm de côté. Tracer les deux diagonales du carré. Pointer légèrement le centre du cercle avec un pointeau.

Mesurer le diamètre de votre bouton (bouton papillon ou bouton flèche) dans la partie la plus large, soit « D ». A l'aide d'un compas, tracer un cercle complet d'un rayon = $D/2 + 3$ mm. Pointer les quatre intersections du cercle avec ses deux diagonales. Avec la même ouverture, tracer deux arcs de cercle depuis ces 4 points de part et d'autre et coupant le cercle de façon à positionner deux fois 6 trous sur le périmètre circulaire répartis à 30°.

Pointer tous les trous avec la plus grande précision. Percer les 12 trous et le centre à 2,5 mm de diamètre. Agrandir le trou central à 6 mm, pour l'un, à 10 mm faible pour l'autre. Dans l'espace restant, découper une languette de 8 mm depuis l'angle supérieur gauche, si vous êtes droitier, l'inverse dans le cas contraire et que vous cintrer à 90° à l'étau. Coté languette, fraiser les douze trous de 2,5 mm pour permettre le passage du marker. Protéger les quatre champs à l'aide d'un morceau de ruban adhésif que vous rabattez de part est d'autre de la plaque afin de ne pas abîmer la façade de l'appareil lors de l'application. Ne pas faire de surépaisseur de ruban coté en contact avec la façade.

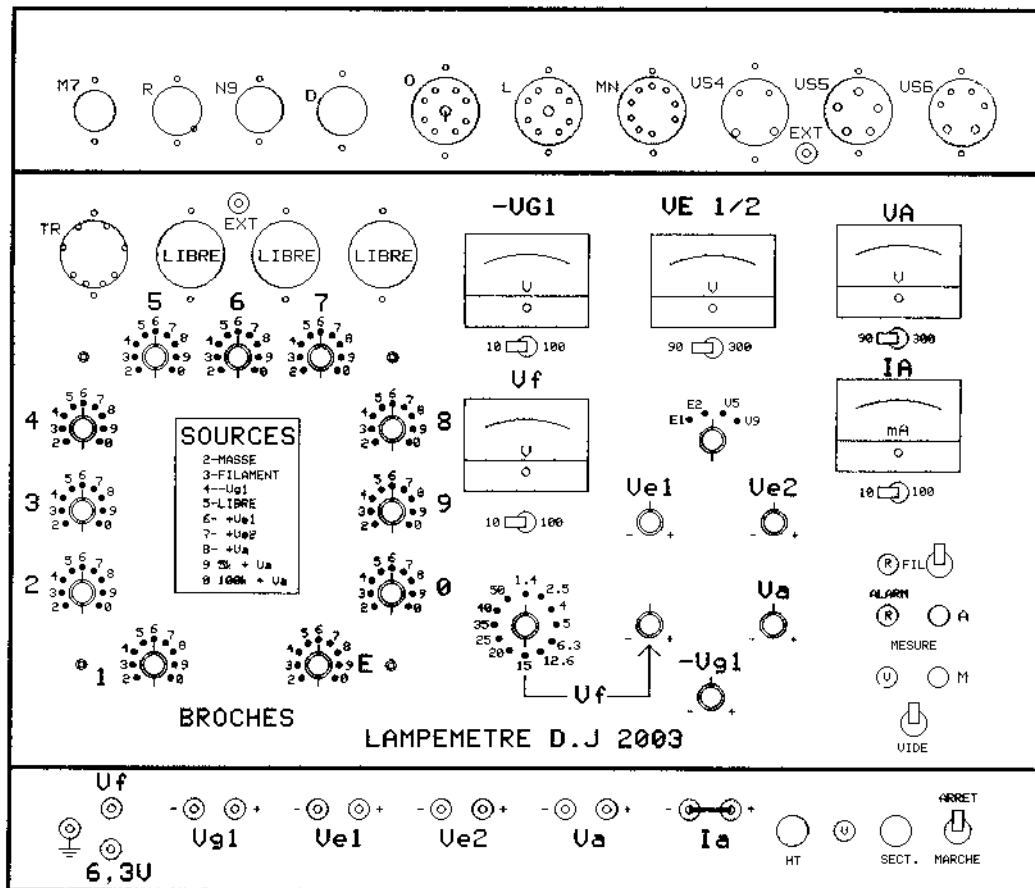


fig.15 : modèle de sérigraphie

Application : (§fig 15)

Après réception du coffret peint, vous pouvez passer à la sérigraphie.

Tracer les dix points des 11 commutateurs en positionnant le pochoir et en l'immobilisant par un boulon de 6 mm, rondelle + écrou à l'intérieur. Régler le positionnement du pochoir à l'aide de la même équerre à partir du bord gauche de la façade. Disposer la façade presque en position horizontale et tracer les 10 trous seulement. Les deux trous du bas ne sont pas tracés.

Répéter cette opération 10 fois en prenant soins de laisser sécher 10 minutes avant de déplacer le pochoir.

Prendre le pochoir avec le trou central de 10, et positionner le sur l'emplacement du commutateur de tension filament. Tracer les douze trous. Faites de même, 3 trous sur le commutateur V(E1+E2+V9), V0 optionnellement. A votre convenance, vous pouvez positionnez des trous autour de chaque potentiomètre, dans les limites imposées par la rotation du bouton. Auparavant, et provisoirement, placer un potentiomètre. Mettre un bouton en le positionnant de façon à équilibrer sa rotation gauche et droite. Mesurer l'angle ainsi obtenu. Positionner des trous dans l'espace ainsi obtenu.

Laisser sécher au moins 3 heures avant de mettre en place les inscriptions, du plus haut au plus bas, de style Letraset ou Mécanorma.

Inscriptions commutateurs :

Placer les chiffres en positionnant, soit le suivant ou le précédent, si on inscrit respectivement le chiffre à gauche ou à droite du repaire.

Inscriptions lettres :

Placer toutes les inscriptions nécessaires à l'emploi de l'appareil.

REALISATION : L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE.

On fixe les supports de lampe les plus courants : miniature 7 broches (M7) sur l'emplacement prévu, puis les indispensables, support noval (N9), support octal (O), support magnoval (MN), les autres à votre convenance. Pour fermer un emplacement inoccupé, faites un obturateur que vous placerez à l'intérieur et fixés par des vis de 3x10 TC avec rondelle AZ et écrous, les même vis que vous fixez les supports.

On fixe les douilles banane « ext. » couleur blanche en ayant soin de bien interposer à l'intérieur le canon isolant, puis la rondelle fournie et l'écrou. Ne pas bloquer. Placer les douilles du bas (6,3 V à Ia) en respectant les couleurs (Noir pour la masse, Rouge pour le plus, Bleu pour Vf, Vert pour 6,3 V. Il est conseillé d'interposer avant l'écrou une cosse plate, avec languette ou sera soudé le ou les fils de connexions (3 fils au maximum)

Mettre en place les potentiomètres de 100 K en ayant auparavant coupé les axes. Laisser dépasser 17 mm depuis l'extrémité du pas de vis. Interposer des rondelles de 10 mm de diamètre intérieur pour compenser l'excédent du pas de vis. Avec le modèle P11, piste cermet, il y a 6 mm à combler dont 1,5 mm par la tôle de la face avant. Orienter leurs cosses vers le bas de la façade. (voir schéma de câblage)

Mettre en place les commutateurs de sensibilité des galvanomètres. Régler d'abord le contre écrou intérieur de façon que l'écrou circulaire extérieur affleure la platine support. Bloquer le contre écrou interne en maintenant le positionnement du commutateur en principe avec une clef plate de 9 mm.

Mettre en place les galvanomètres en dernier. Serrer modérément les écrous fournis.

NOTA IMPORTANT : Modifier le galvanomètre dédié à la mesure de la tension filament. Voir page 19 la méthode.

EQUIPEMENT DES CIRCUITS IMPRIMES :

Si vous avez le matériel nécessaire, vous pouvez réaliser vous-même les circuits imprimés. Vous avez la possibilité d'établir ou de faire établir des films positifs aux vues des dessins fournis.

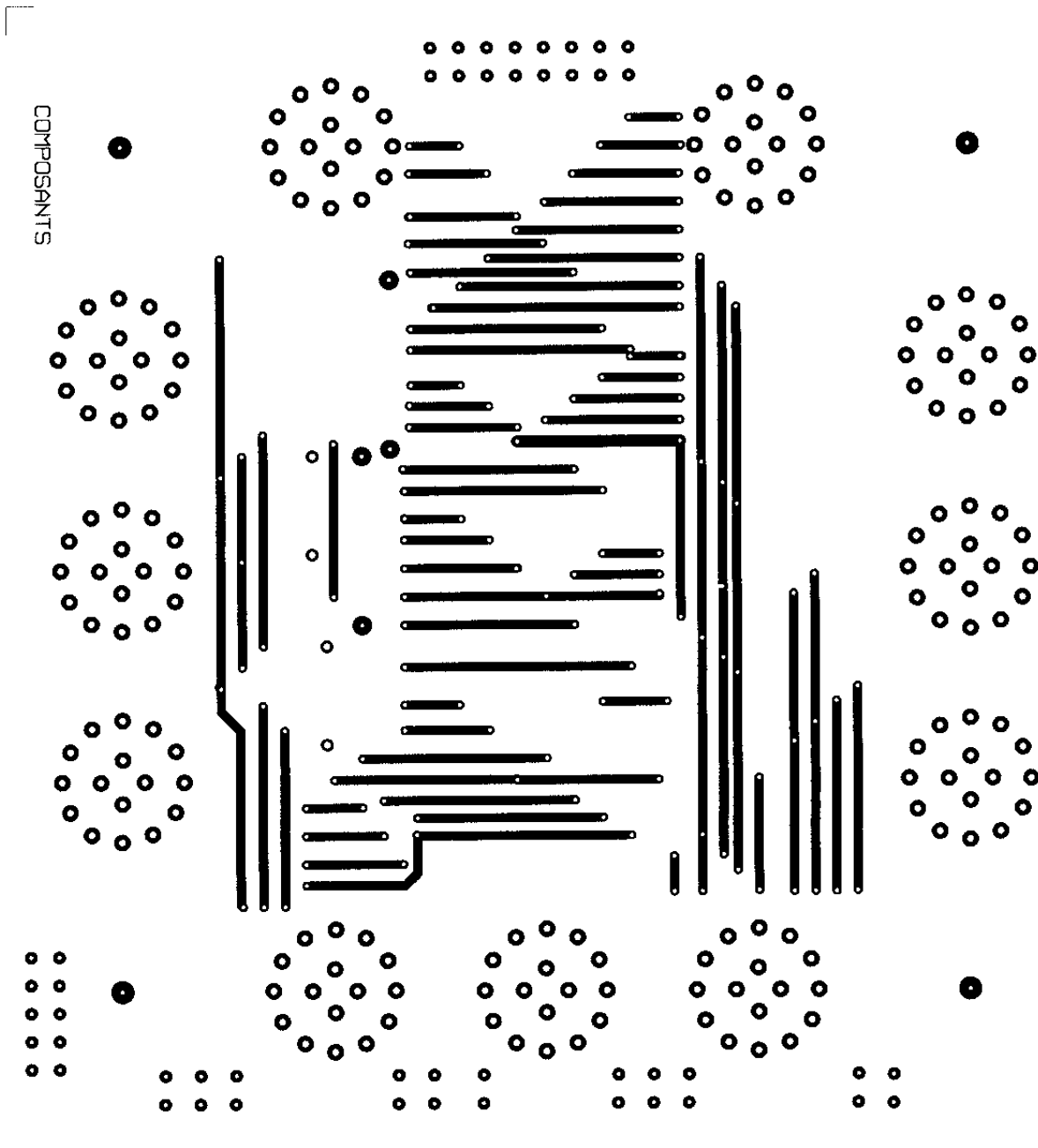


fig. 16 : Circuit imprimé bloc combinaison côté composants.

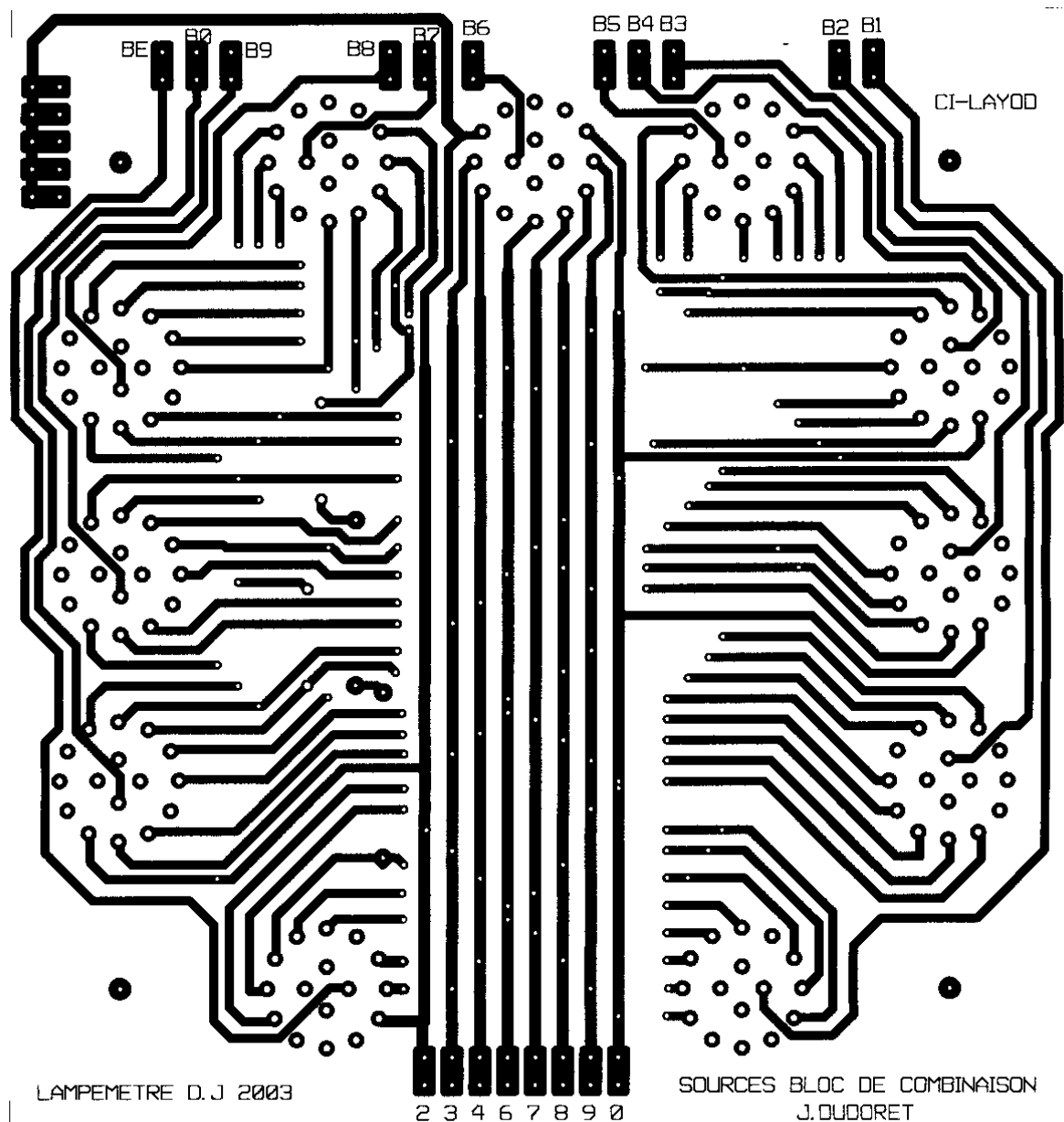


fig.17 : Circuit imprimé bloc de combinaison coté soudures.

Si la qualité d'impression est excellente sur papier, elle en est autrement sur film transparent à l'aide d'une imprimante ordinaire. A chaque passage de la tête, il existe une micro-coupeure des pistes. La solution est de faire une impression à l'aide d'une imprimante Laser sur film transparent, ceci en double, afin de superposer deux films l'un sur l'autre pour améliorer l'opacité. Autrement, pour un prix modéré, vous pouvez obtenir les circuits imprimés percés ou non percés. (voir renseignements complémentaires en fin de document)

Le circuit du bloc de combinaison est à double face. Cette solution a été retenue compte-tenu du nombre important de straps à mettre dans le cas d'un circuit à simple face. Tous les autres circuits sont à simple face avec quelques straps. La société compétente de la revue LED peut réaliser ce circuit avec trous métallisés pour un complément de prix de 30 % seulement. Sinon, il faut relier les deux faces par des portions de fils aux endroits indiqués.

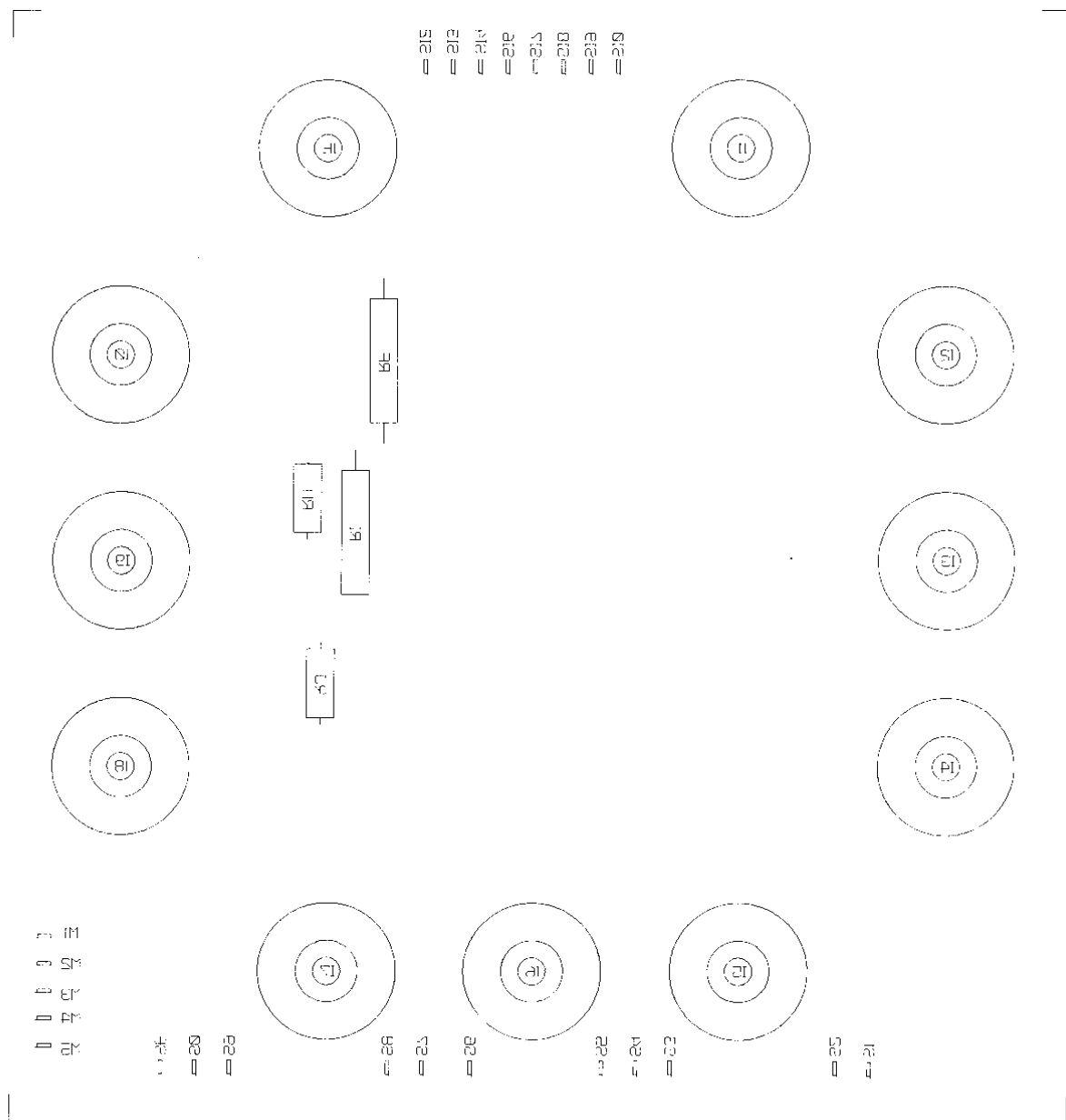


fig.18 : Bloc de combinaisons – Les commutateurs et résistances de puissance.

Bloc de combinaison : (fig 16, 17, 18, 19 et 20) :

Il suffit de préparer 11 commutateurs (1circuit-12 positions) dont on laisse 22 mm de dépassement de l'axe. De plus, il faut mettre la rondelle-butée sur l'index 11, et remettre la rondelle éventail fournie et l'écrou. Afin de faciliter la mise en place du comutateur sur le circuit, rappelez-vous que le plot central du commutateur est soudé sur la pastille joignant une piste. Les

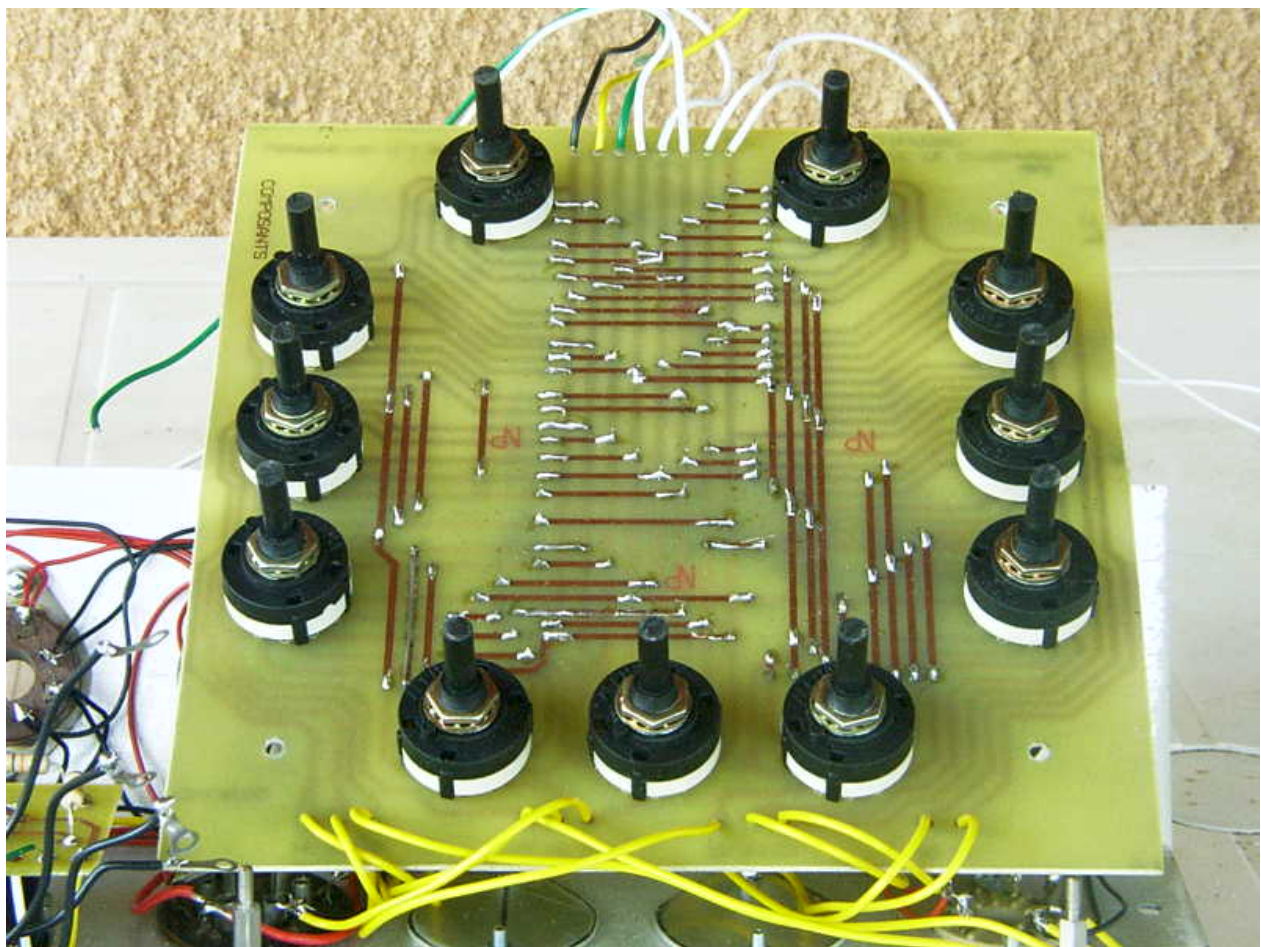


fig.19 : platine équipée des 11 commutateurs.

trois autres pastilles ne sont pas à percer. De plus, les broches 2, 8 et A du commutateur sont alignées. Ne pas essayer de forcer pour le placement. Quand cela ne va pas, il faut bien repérer la juxtaposition des trous par rapport aux broches concernées.

Quand le circuit est équipé, on l'emboîte à travers les onze trous de 6,5 mm, les emplacement des axes. Vous avez mis auparavant, 4 vis de 3 mm, TF, de 40 mm de longueur, avec contre-écrou pour vous servir d'entretoise ou simplement quatre entretoises femelles/males de 25 mm de hauteur. Mettre deux écrous en diagonale pour l'immobiliser provisoirement avant d'effectuer le raccordement.

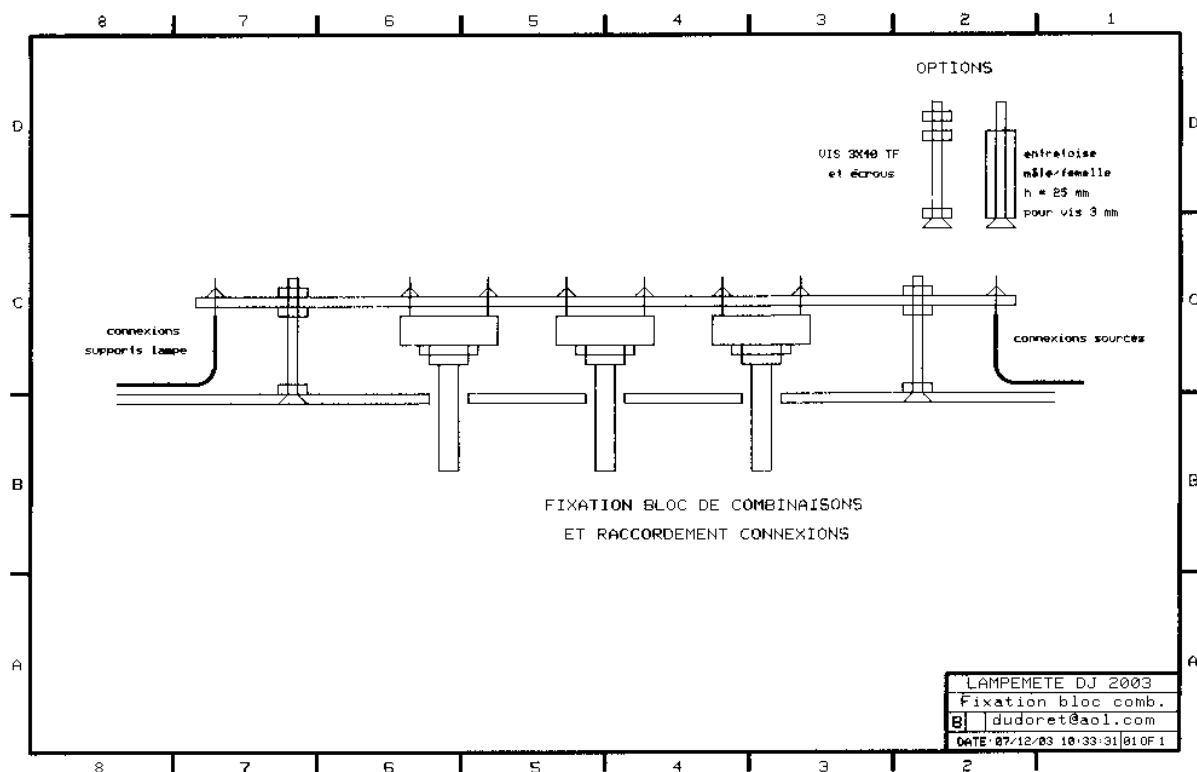


Fig. 20 : Fixation du bloc de combinaison

Platine redressement HT et alimentation négative : (§ fig.21, 22 et 23)

On met en place les deux straps par un fil rigide isolé de 0,6 mm de diamètre, puis les résistances que l'on éloigne de 2 à 3mm de la platine. Respecter l'écartement :

D1 .. D4 7U	R1,R2	5U	R6	6U
D5.. D6 5U	R3, R4	12U	RX	6U
R5,	5U			

Les diodes D1 composants les plus petits, le relais de sécurité en dernier. Les résistances ne sont pas plaquées au circuit.

Attention au sens des condensateurs électrochimiques. S'assurer que les bornes + de C1 et C2 sont au + HT et en relation des cathodes des diodes D2 et D3. Le pôle + de C5 est à la masse, de même que le pôle + de C3.

Côté face avant, mettre les 5 borniers 2 broches (Coté latéral, et en arrière, le bornier secteur 3 broches)

On prépare 4 couples de fils, (noir, bleu, brun, rouge) de 8 cm de longueur que l'on soude respectivement sur l'interrupteur général, le porte-fusible secteur, la diode témoin marche, le porte fusible HT. Les connexions secteurs seront soudées sur PR1.

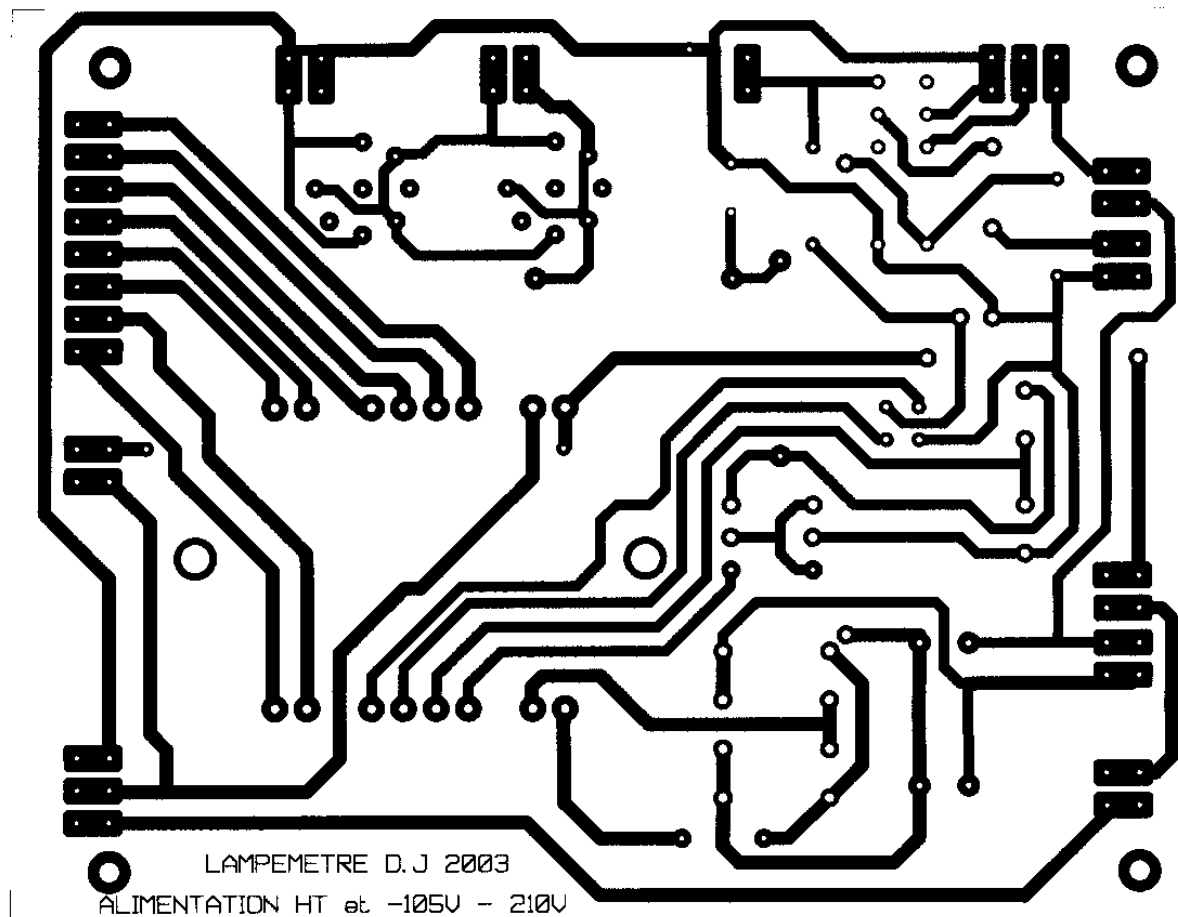


fig.21 : circuit imprimé coté soudures.

Démontage et modification du galvanomètre de mesure de la tension filament :

A l'aide d'un tournevis plat, déclipser le couvercle transparent. Faire attention de ne pas déformer le support de graduation.

Démonter à l'aide d'un petit tournevis cruxiforme le cadran. Attention à ne pas toucher l'aiguille.

Modifier l'inscription en collant une fraction d'étiquette unie sur laquelle vous avez inscrit la mention « V » afin de la substituer à la mention « uA ».

Remonter le tout dans l'ordre inverse des opérations que vous venez d'effectuer.

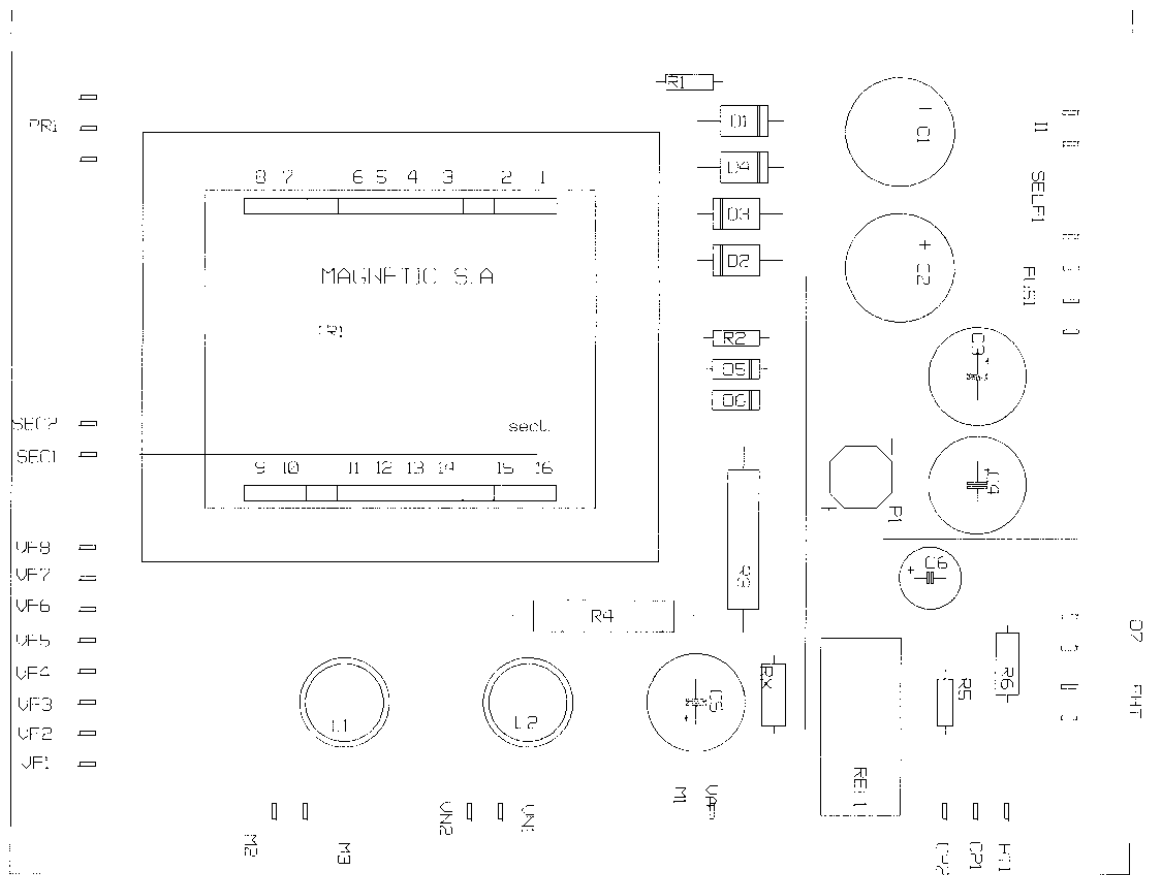


fig.22 : implantation des composants et 3 straps.

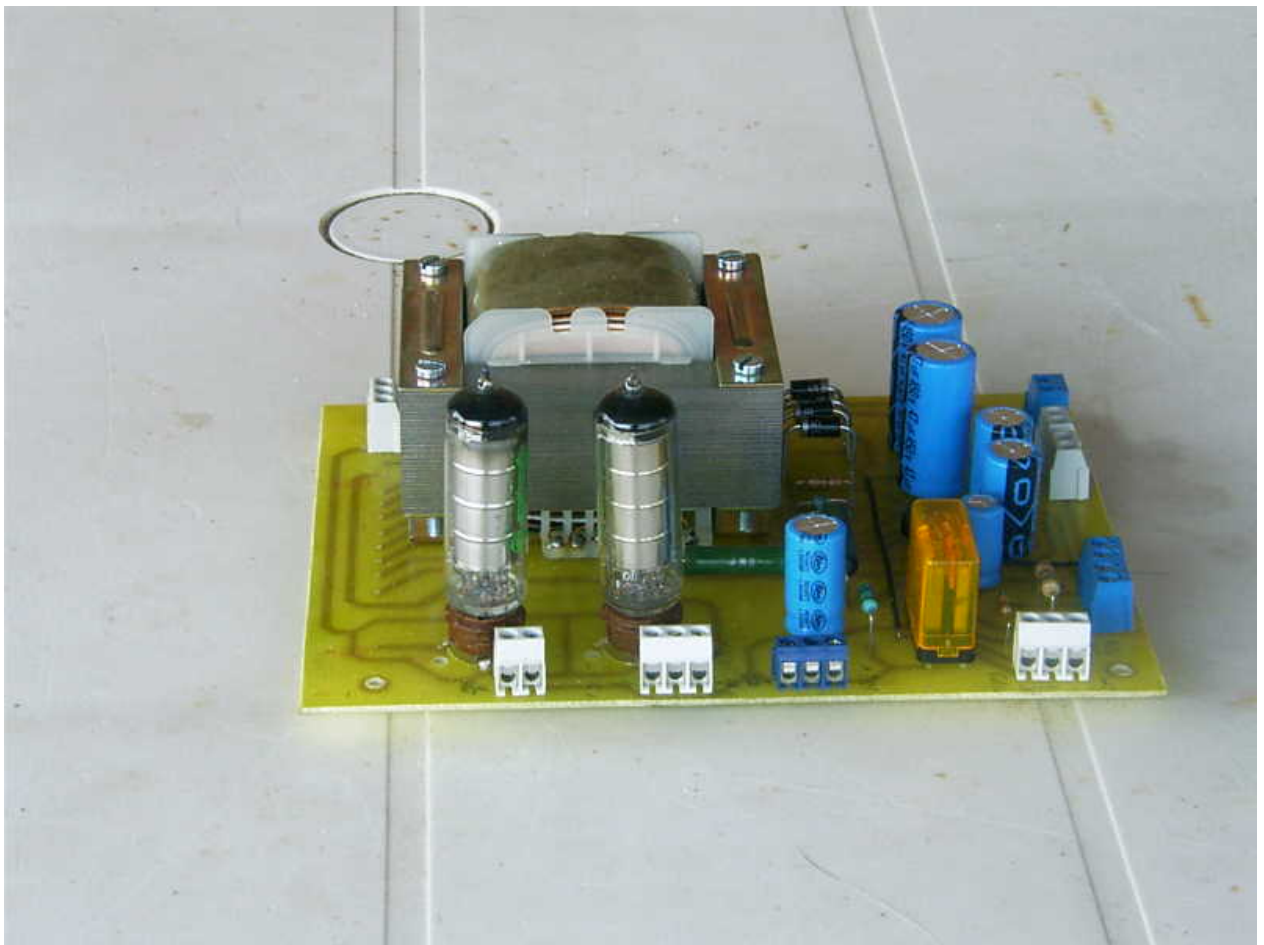


fig.23 : platine alimentation.

Platine chauffage filament :

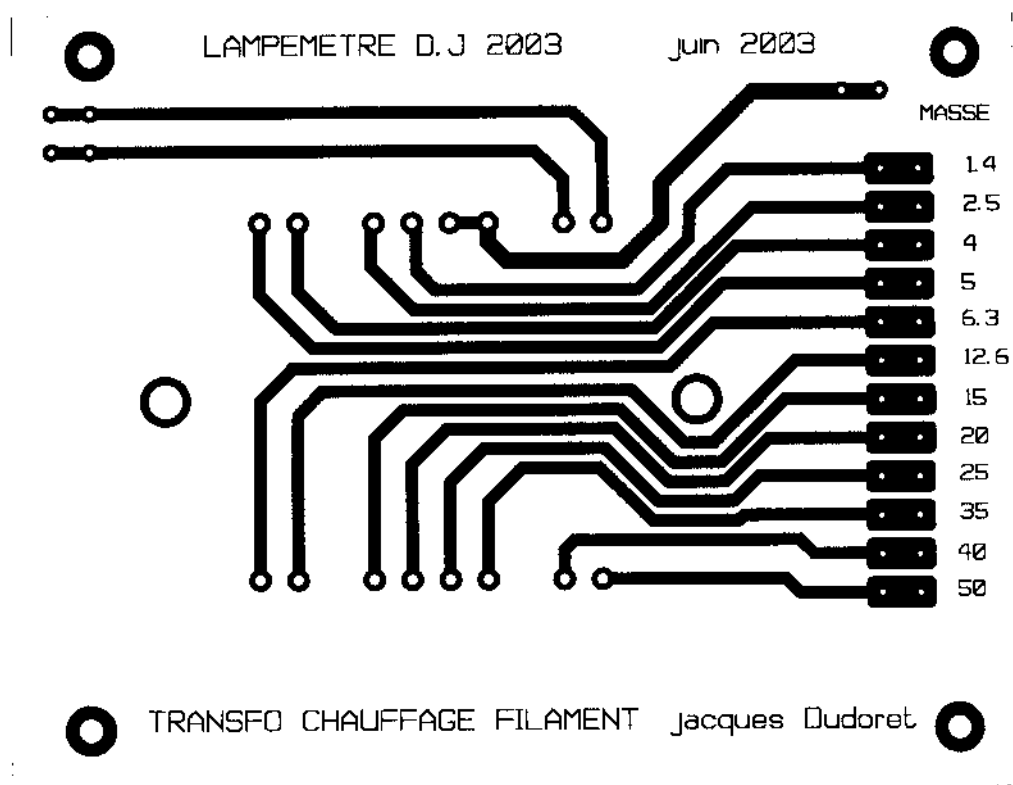


fig.24 : circuit imprimé chauffage filament coté soudures.

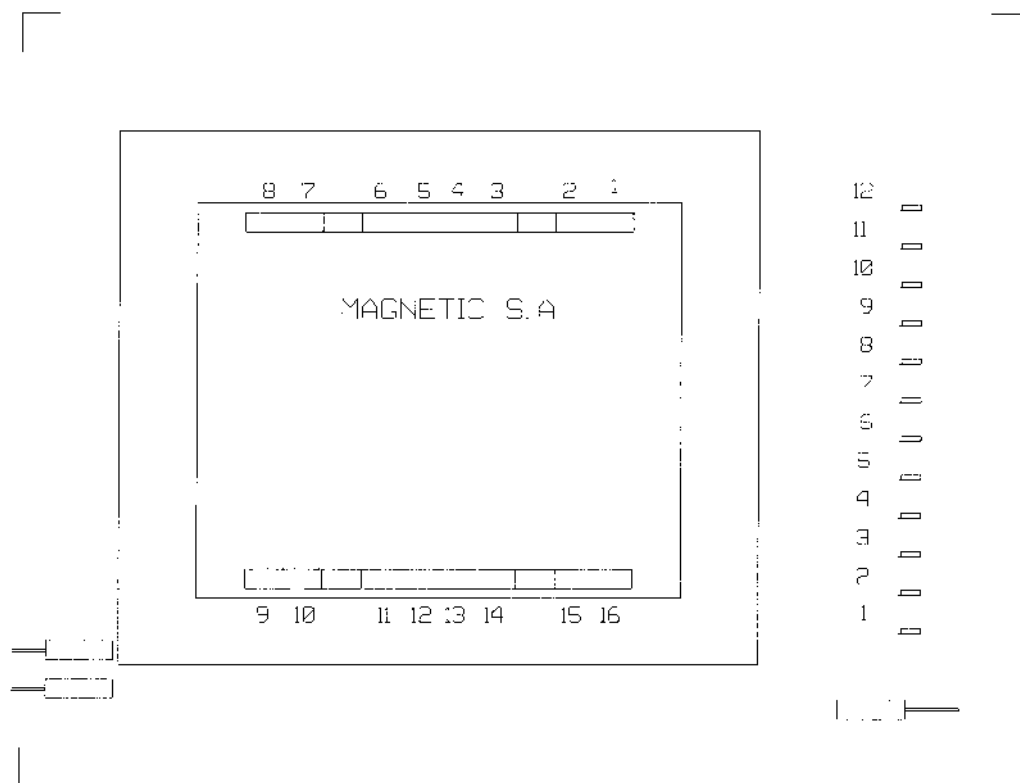


fig.25 : Circuit imprimé coté composants.

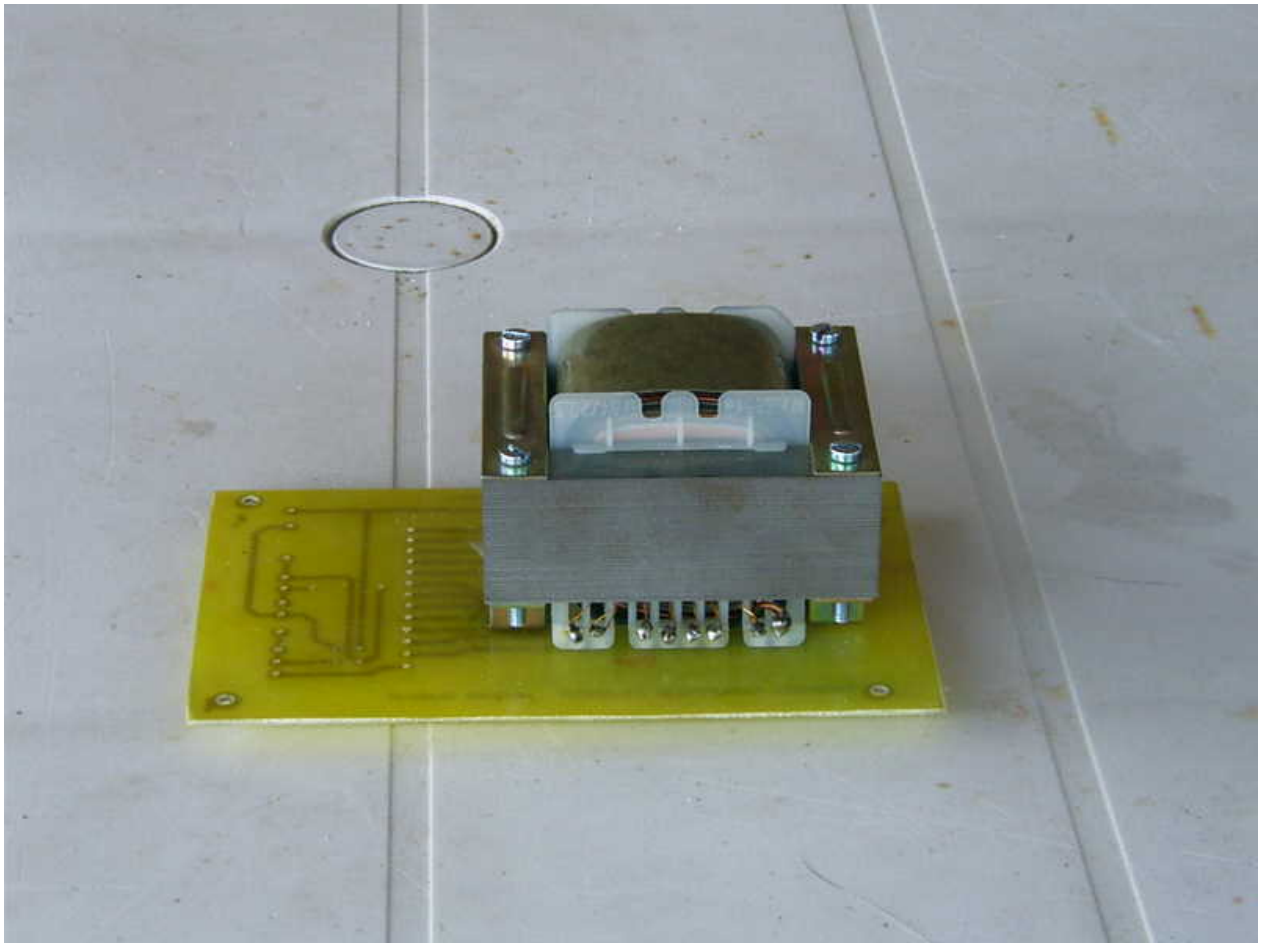


fig. 26 : platine chauffage filament.

Il n'y a pas de difficulté à réaliser cette platine. On met en place le transformateur en ayant soin de respecter la bonne orientation. On soude ses broches.

On prépare deux fils à placer côté secteur (un couple de fil torsadé bleu-noir, par exemple) de $0,6 \text{ mm}^2$ de 27 cm de longueur que l'on place (et soude) côté soudure respectivement sur les points SEC1 et SEC2.

On prépare 12 fils, de $0,93 \text{ mm}^2$ de section et de 34 cm de longueur (couleur jaune) que l'on enfiche côté composants sur les emplacements repérés sur le cuivre 1.4 .. 50 et que l'on soude. De même, un fil de même section, couleur noir, sur le point « masse », de 15 cm de longueur.

Platine Ve1, Ve2 et Va à tubes : (fig. 27, 28 et 29)

On place d'abord les straps en fils isolés. Puis les résistances en les éloignant de 3 mm . Utiliser un calibre de cambrage au pas de $2,54 \text{ mm}$. En fin de document, on trouvera le tableau des composants avec leur calibre d'implantation.

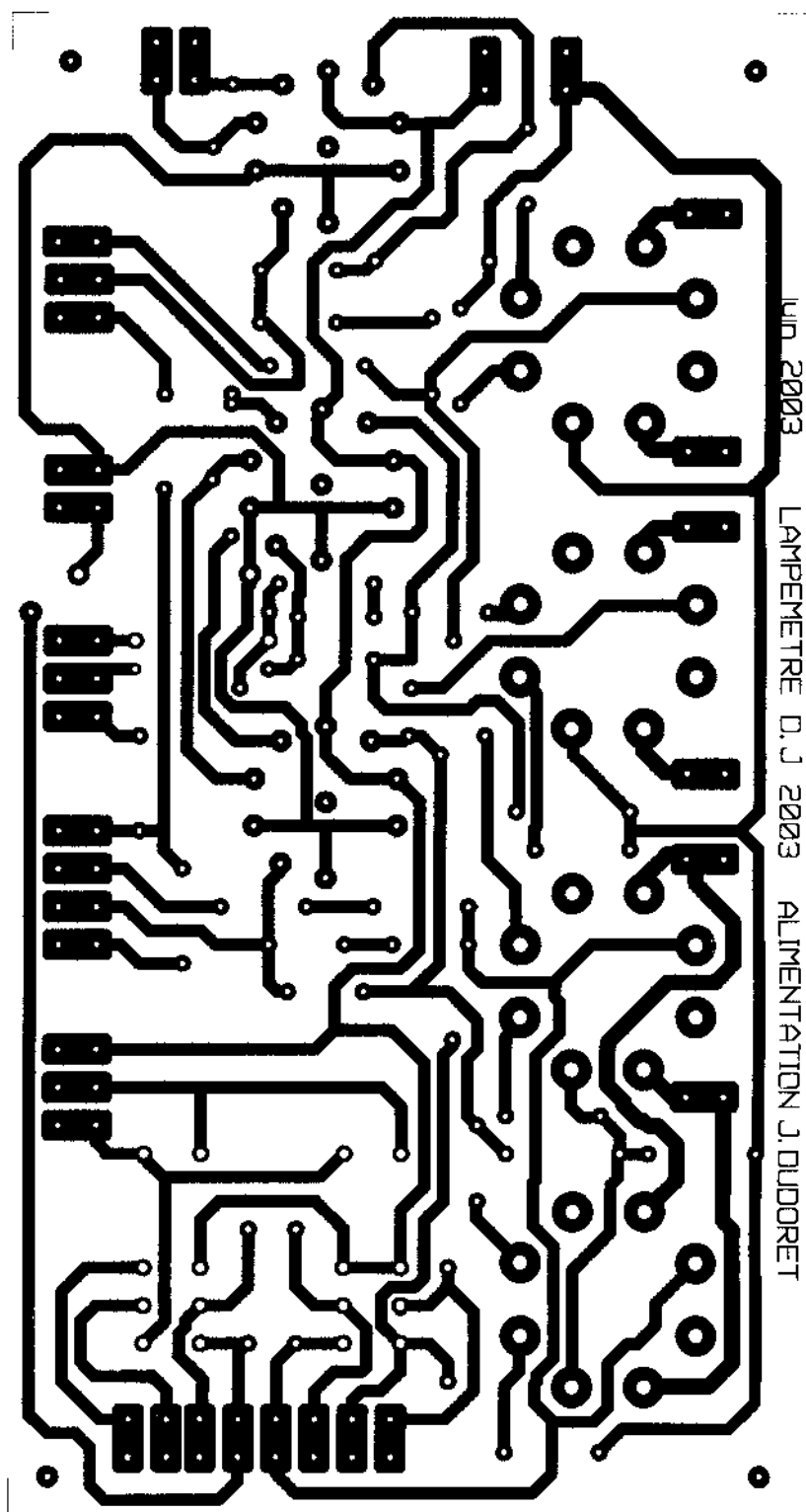


fig.27 : circuit imprimé platine Ve1-Ve2 et Va.

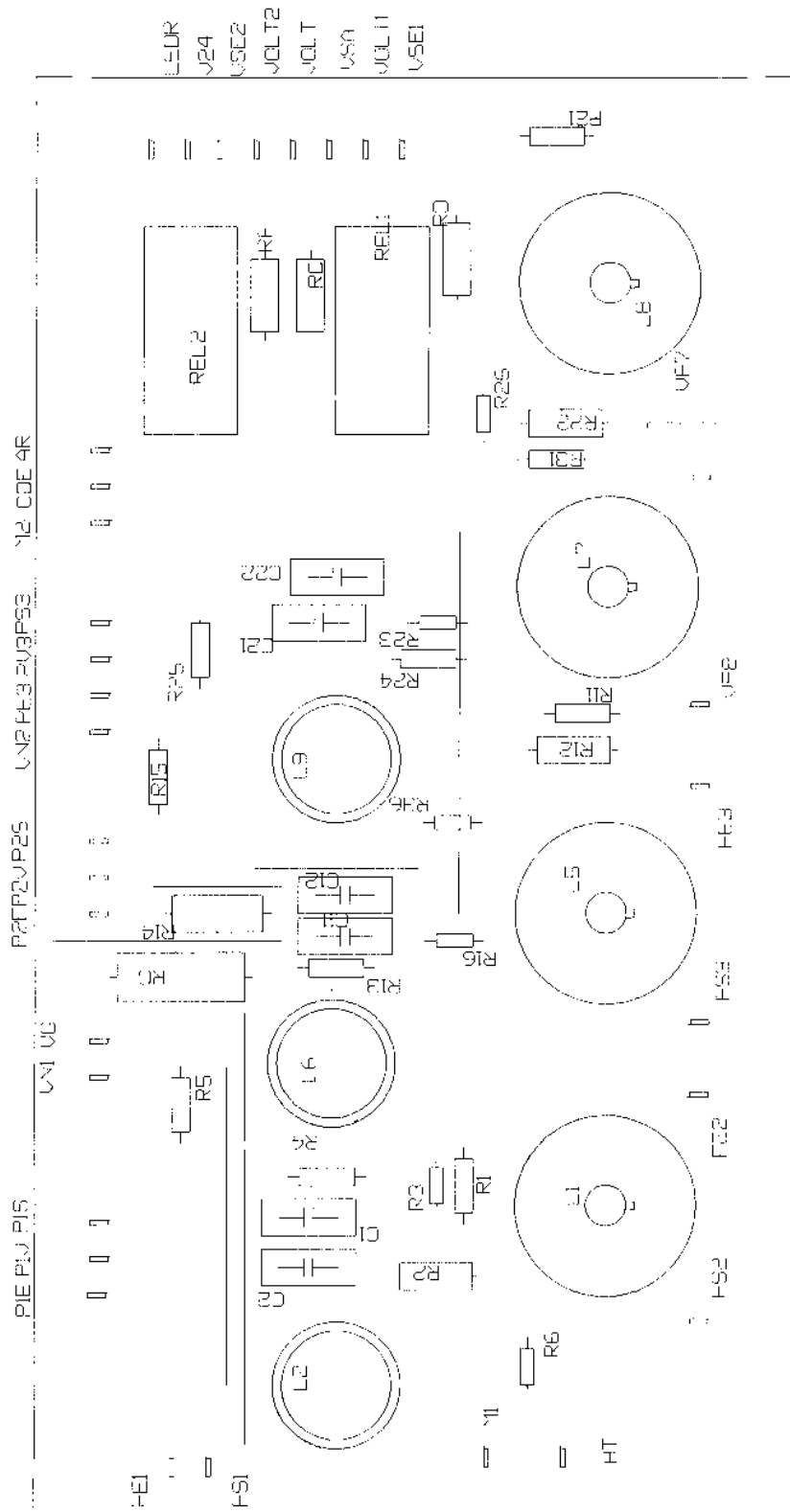


fig.28 : implantation des composants.



fig.29 : platine équipée.

On fera attention à placer correctement les supports octal, l'ergot central étant dirigé vers le bord. Vous distinguerez les broches 2 et 7 en relation proches des points filament à raccorder par un fil placé et soudé coté soudure.

Aucune difficulté à placer les trois support noval. Puis les borniers dont le côté entrée fil se placent côté extérieur de la platine.

Il reste à placer les deux relais.

Platine rhéostat : (fig 30 et 31)

Le schéma est donné en fig. 30. L'astuce consiste à raccorder le curseur du commutateur à l'une des extrémité de la chaîne de résistance de telle sorte, en tournant le commutateur dans le sens des aiguilles d'une montre, on tend à diminuer la résistance de l'ensemble. En conséquence, la tension de sortie augmente.

L'ensemble résistances et commutateur sont placés sur un petit circuit imprimé. Il n'y a pas de sens particulier pour raccorder les fils de connexions.

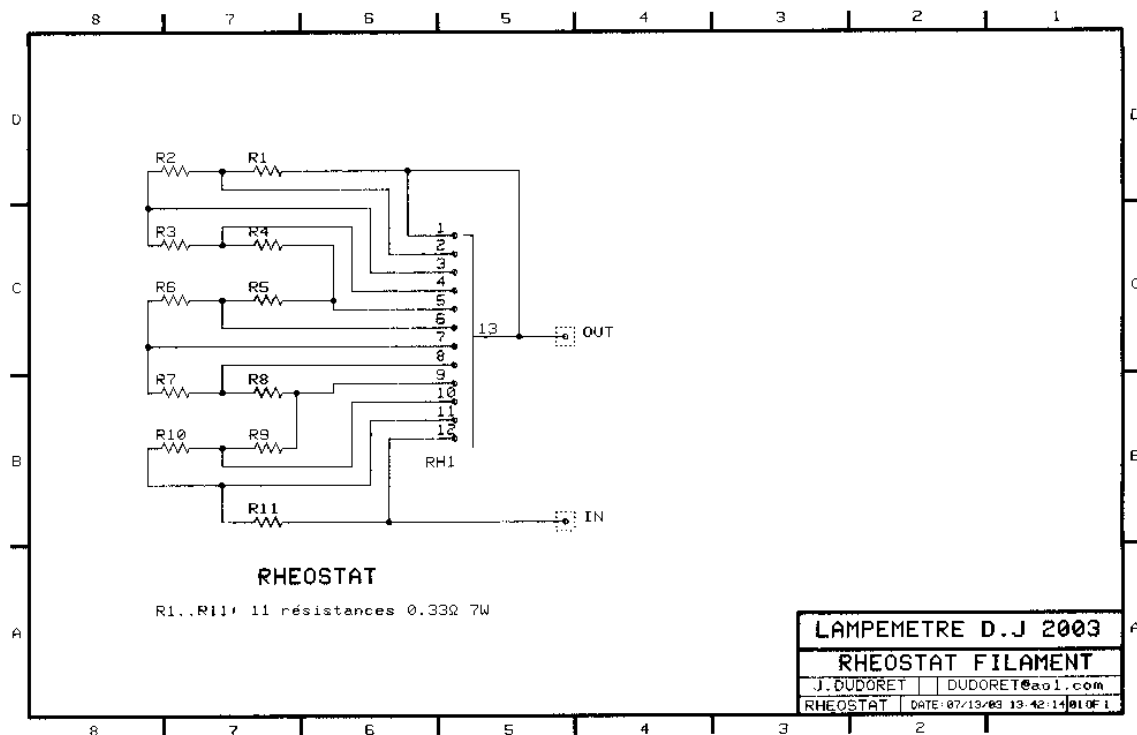


fig.30 : schéma du rhéostat.

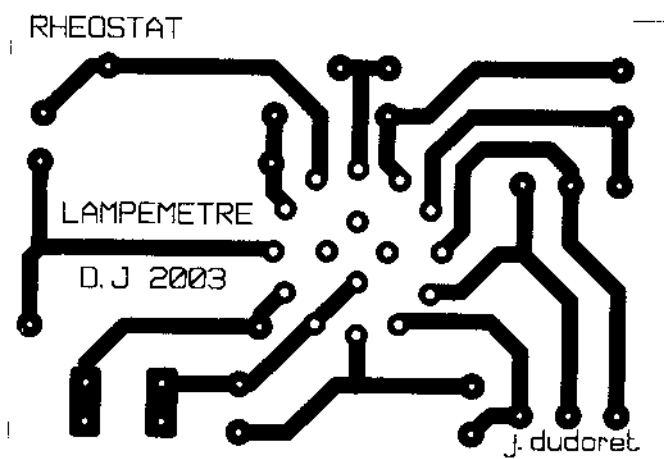


fig. 31 : circuit imprimé du rhéostat

Il n'y a pas de trou de fixation. C'est le commutateur qui sert de support. On raccourcit son axe pour ne le laisser que 18 mm de longueur. Au montage, on enlève la rondelle butée : les douze crans du commutateur sont utilisés. On dispose ainsi cet ensemble sur la façade en orientant la platine sur le plan horizontal. On interpose deux rondelles de 10 mm entre le commutateur et la façade pour laisser coté écrou la hauteur suffisante du filetage. On peut placer le bouton extérieur en respectant les repères mini et maxi.

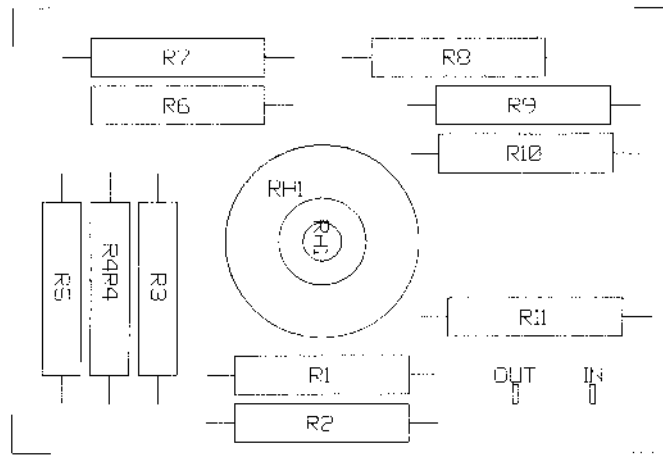


fig.32 : implantation des composants coté commutateur.

Platine commande : (fig 33, 34, 35, 36 et 37)

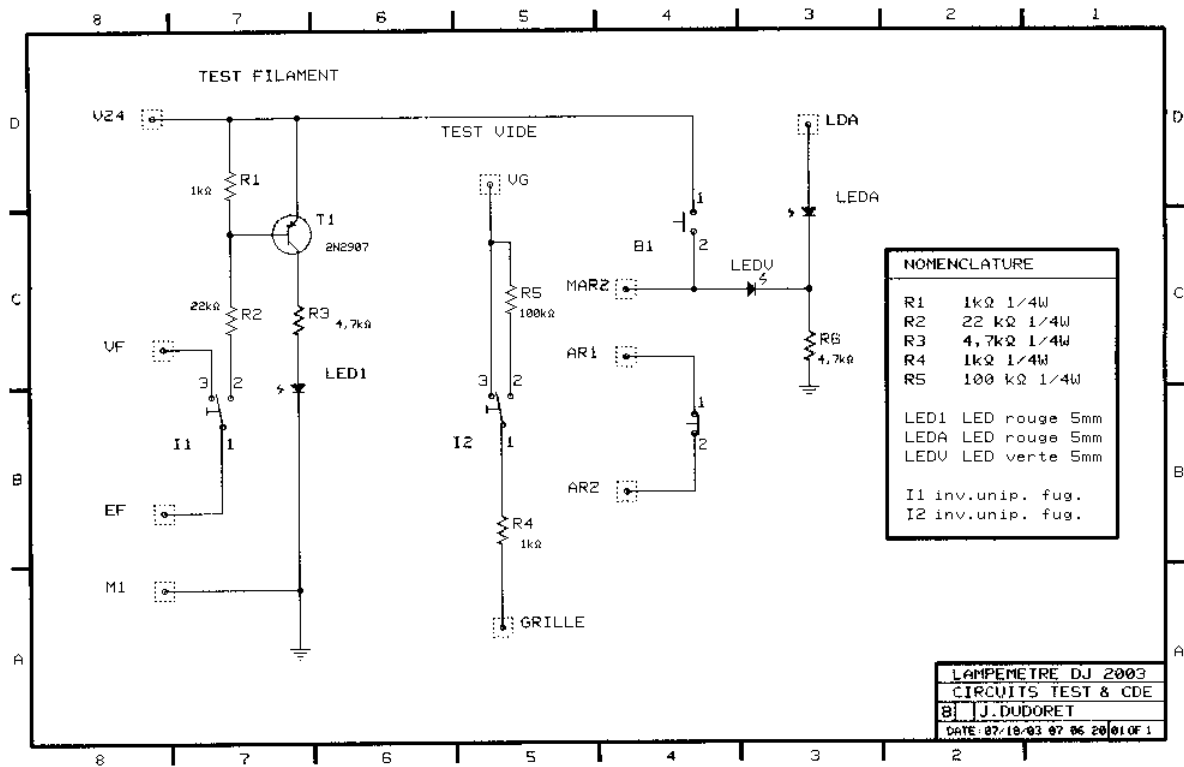


fig.33 : schéma platine commandes et tests.

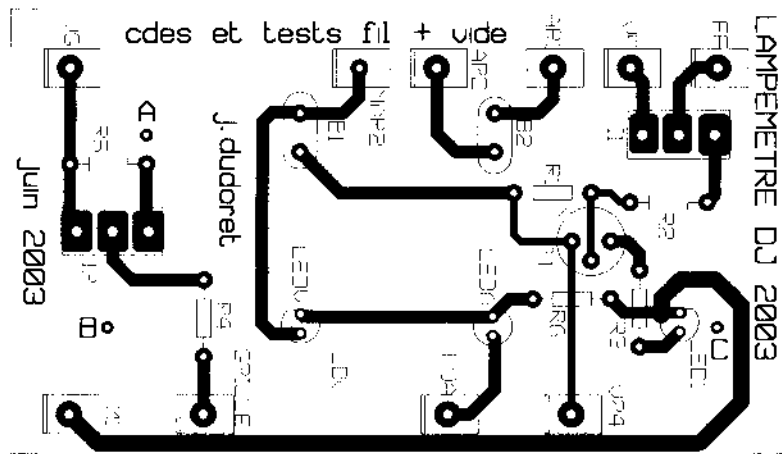


fig.34 : platine commande / tests équipée.

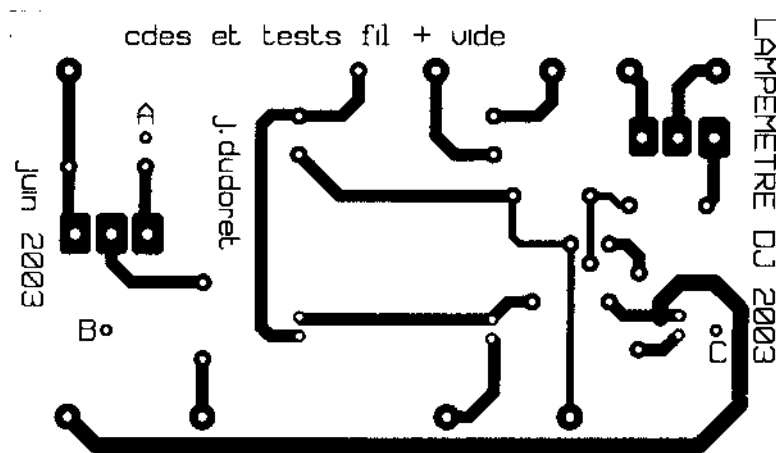


fig.35 : circuit imprimé nu platine commande / tests.

On prépare la plaque en évitant les trois points de raccordement relatifs à chaque commutateur inverseur / fugitif à l'aide d'une mini-perceuse muni d'une fraise puis terminer à l'aide d'une lime aiguille.

On fixe auparavant sur la façade du coffret :

- les deux commutateurs en orientant les leviers vers le haut de l'appareil. Il faut faire affleurer ces commutateurs sur la façade en ne laissant que le minimum de filetage.
- les leds rouge et verte en orientant les cathodes coté champ vertical de l'appareil. Cette connexion de cathode est plus courte que l'autre. Il est utile de les placer à l'aide d'une support plastique à placer en face avant coté extérieur façade. Côté intérieur, on insert le clips.
- le bouton rouge lequel est fermé au repos. On adopte les mêmes dispositions appliquées aux commutateurs. L'orientation des ses broches est horizontale.
- le bouton noir lequel est ouvert au repos. (même procédé qu'auparavant)

On soude quatre fils nus et fins sur les boutons poussoirs que l'on dirige verticalement. Pour le moment, vous ne rajoutez pas les résistances et le transistor.

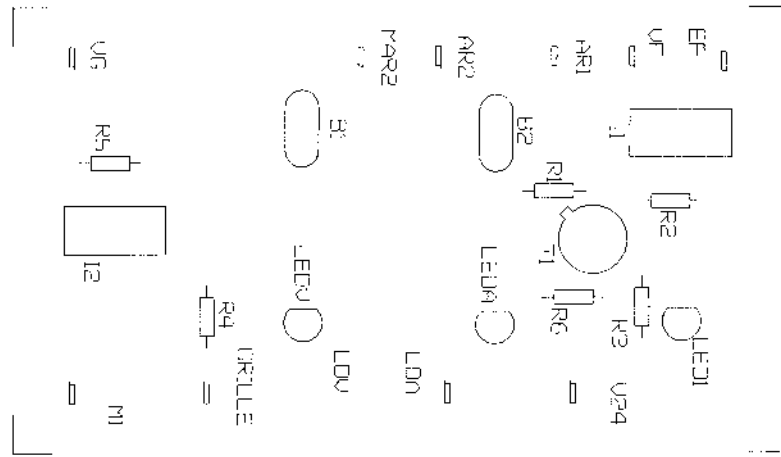


fig.36 : implantation des composants.

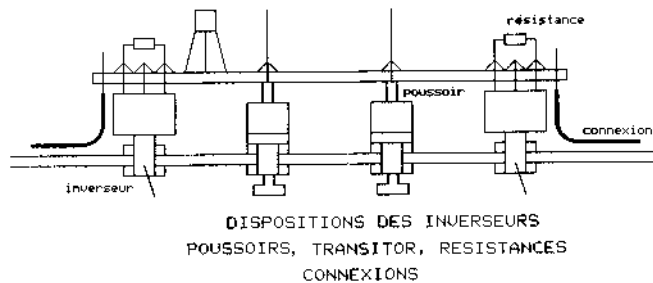


fig. 37 : dispositions des éléments du circuit de commandes/tests.

Quand tout est prêt, on présente la platine par dessus les éléments en place, les fils des poussoirs en premier, puis les connexions des leds, enfin en descendant, les deux inverseurs. Lorsque tout est positionné, effectuer les soudures de ces éléments, puis placer les résistances et transistor au dessus (§ fig.37).

Interfaces galvanomètres : (fig.38, 39 et 40)

Les cinq circuits imprimés sont à découper dans le circuit imprimé principal les regroupant.

Après découpe et perçage, des trous de 3,2 mm servant à la fixation et connexions des galvanomètres, et avant de les équiper, vérifier l'exactitude de ces entraxes par rapport aux matériels. Eventuellement, excentrer ces trous à la lime aiguille ronde.

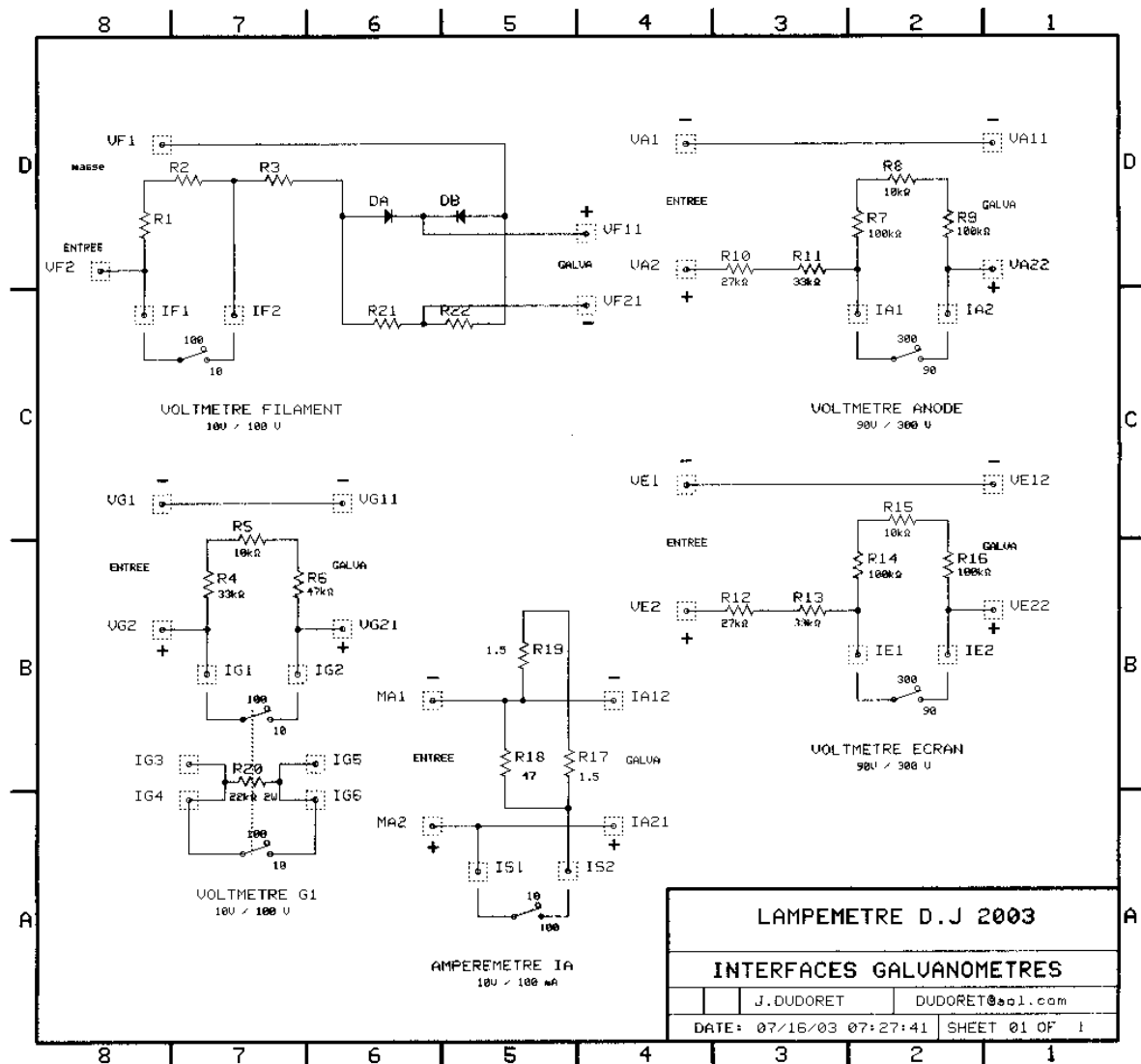


fig.38 : schéma des interfaces galvanomètres.

Pour découper les circuits, vous avez des pastilles en repère sur la grande plaque. Il suffit de tracer ces lignes, puis découper-les, soit à la scie à métaux, soit avec une gilotine si vous avez.

L'équipement complet des résistances et diodes s'effectue coté soudures.

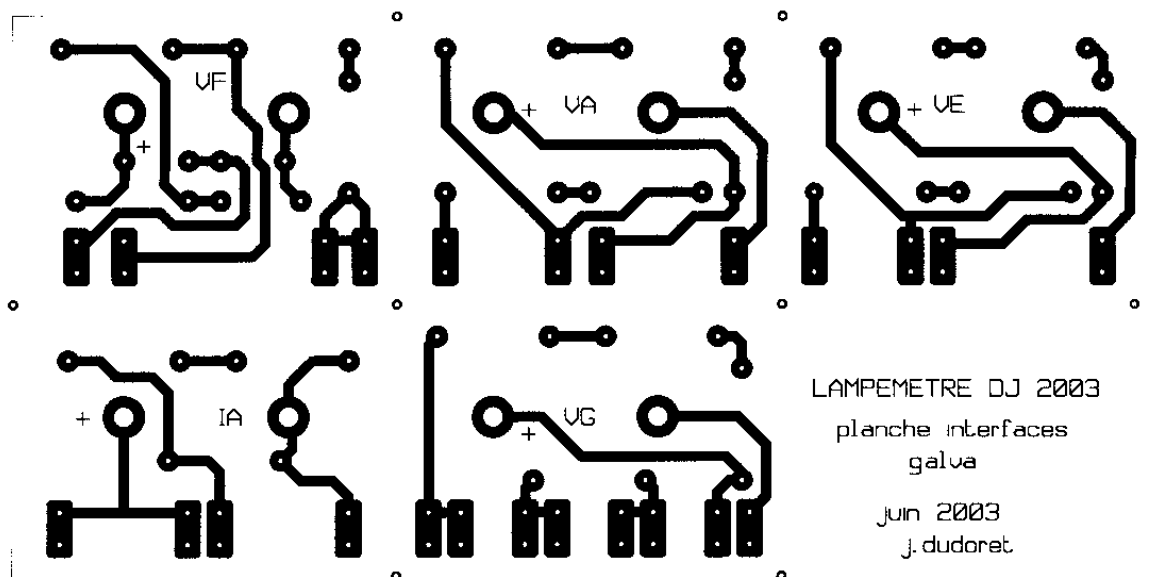


fig. 39 : circuits imprimés.

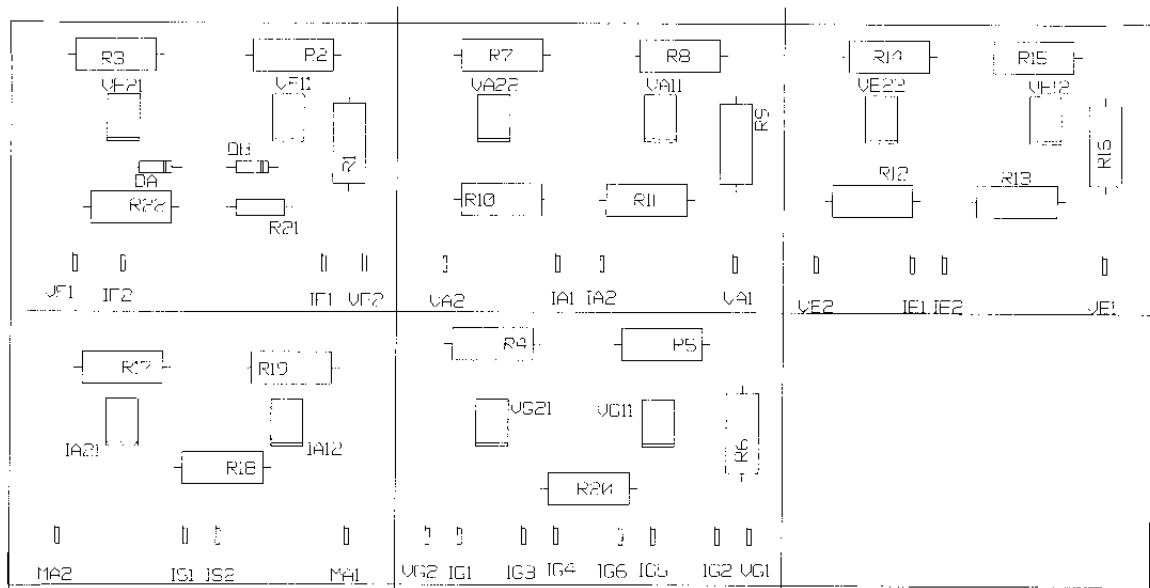


fig.40 : emplacement des résistances...

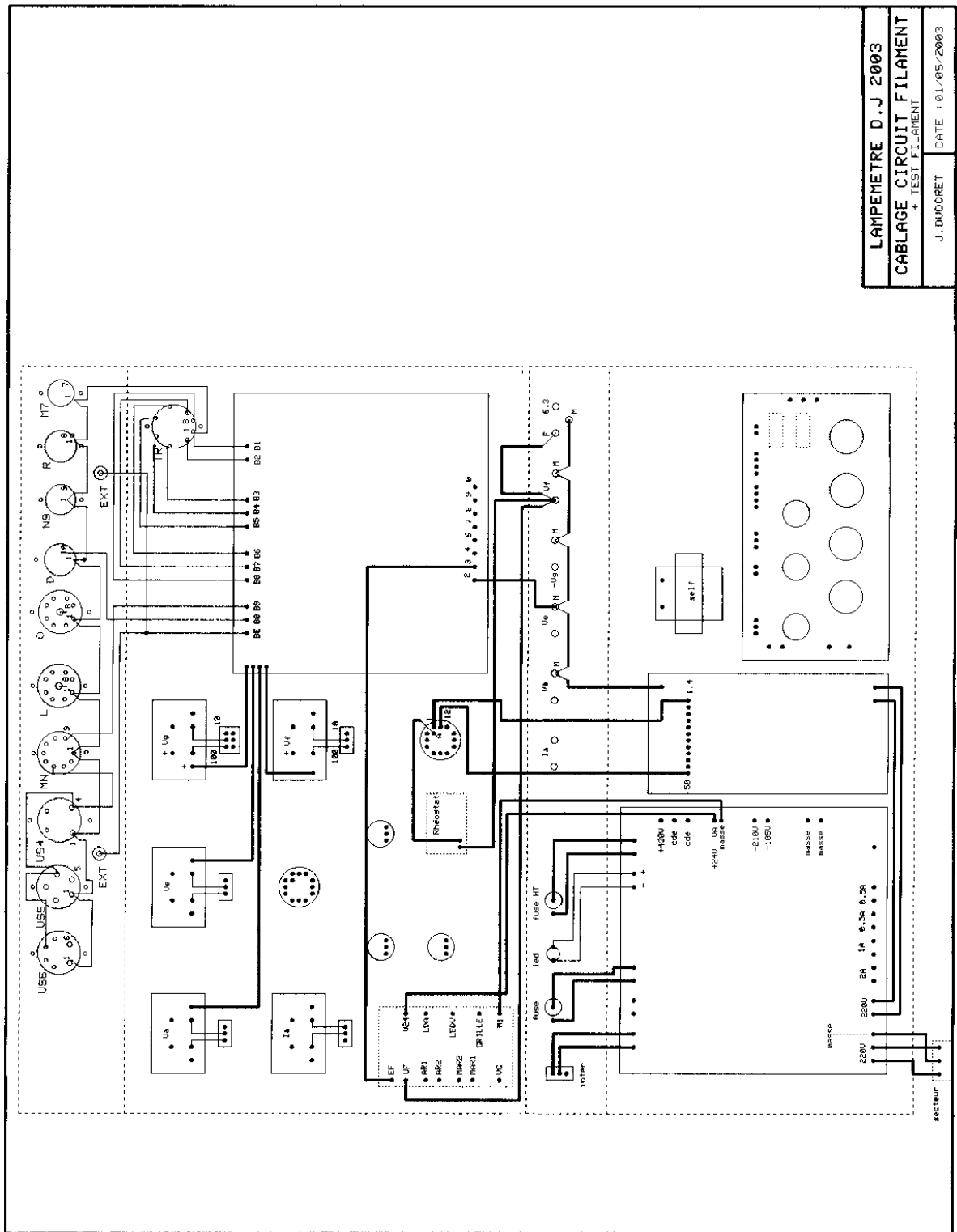


fig.41 : schéma A d'interconnexions.

INTERCONNEXIONS :

Façade principale, côté intérieur.

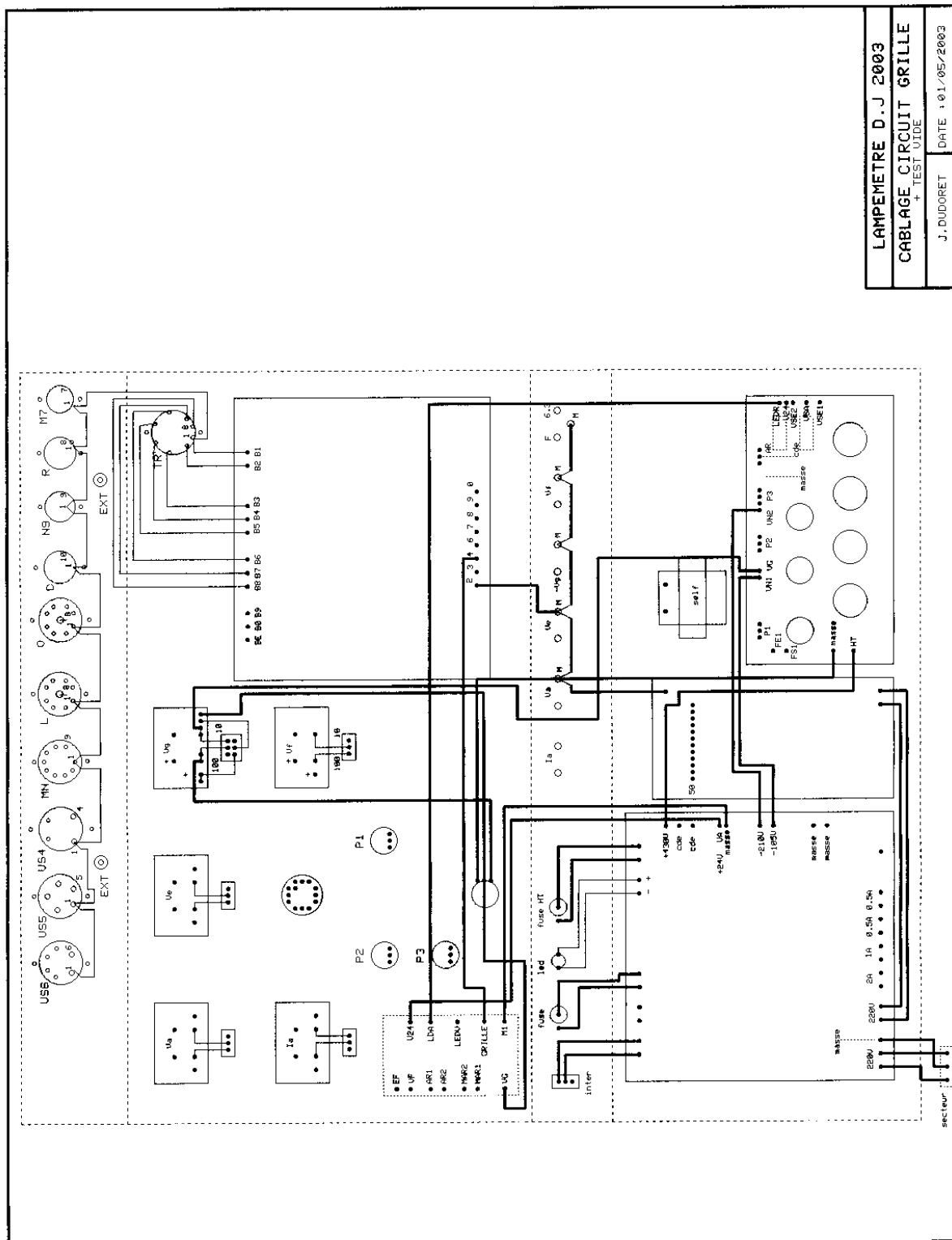
On dépose cette partie, et on la dispose sur une table de travail en intercalant une protection sensée protéger les appareils de mesure et les inscriptions déjà mises en place.

Les supports de lampes :

- à l'aide d'un fil rigide de 0,6 mm de diamètre, on va câbler en parallèle tous les supports de lampe (§fig. 41) pour le principe. On part de la broche 1, du premier support, pour aller à la broche 1 du second support.. On mesure la longueur du fil utile, puis on le dénude à chaque extrémité sur 5 mm environ. On le met en position sans le souder. On fait de même pour le second fil, on le dénude, puis on le place depuis le plot précédent ayant déjà le fil. Alors on peut effectuer la première soudure...et ainsi de suite jusqu'au dernier support, dernière broche.

Le bloc de combinaison :

- A l'aide d'un câble de 0,93 mm², on raccorde toutes les broches du support de lampe le plus près du bloc de combinaison respectivement aux sorties repérées S1 à S8. S9 ira à la fois sur les broches 9 du support magnoval et décal. S0 rejoindra la broche 10 du support décal (si vous avez réussi à en trouver). Puis SE rejoindra les deux bornes blanches supérieures. Sur le schéma, j'ai dérivé le fil pour question de commodité de dessin. En réalité, de SE du bloc, on rejoint EXT le plus près du bloc. De cet endroit, on rejoint l'autre borne EXT.
-
- On prépare les connexions à réaliser à l'opposé, c'est à dire le bus des différentes source :
 - o Borne 2 – la masse (noir) [destination masse immédiate]
 - o Borne 3 – la tension filament (jaune) [
 - o Borne 4 – La tension grille (vert)
 - o Borne 6 – La tension d'anode (rouge)
 - o Borne 7 – La tension d'écran 1 (brun)
 - o Borne 8 – La tension d'écran 2 (blanc)
 - o Borne 9 – La tension à mesurer après la résistance de 5 k.
 - o Borne 0 – La tension à mesurer après la résistance de 100 k.
- Avec un câble rigide nu de 1,5 mm²de même section, on relie les bornes de masse des bornes de mesure que l'on aura équipée de cosses plates (code 5L).
- On effectue les connexions de masse
 - o entre les galvanomètres. et le bloc de combinaison.
 - o respectivement entre les bornes masses des 3 platines et cette connexion rigide.
 - o entre le bloc et ce réseau de masse.



LAMPOMETRE D.J 2003	J. DUDORET	DATE : 01/05/2003
CABLAGE CIRCUIT GRILLE + TEST +VIDE		

fig.42 : schéma B d'interconnexions .

On réalise le circuit filament :

- Broche sortie commutateur tension filament – entrée rhéostat.
 - Sortie rhéostat – borne Vf (mesure) – borne Vf circuit commandes/tests.
 - Borne EF circuit commandes/test – borne 3 du bloc combinaison.
- pour en bas et à gauche de la façade (côté intérieur) on prépare 6 fils de 0.93 mm², couleur brun, deux pour l'interrupteur général, 2 pour le fusible général, un rouge et un bleu pour la led générale et deux rouges pour le fusible HT, que l'on soude et on les laisse en attente.

Depuis le schéma B, on réalise le circuit grille :

- On évalue la longueur du fil pour alimenter l'interface –Vg, laquelle possède une résistance que l'on insère dans la boucle dans la gamme 0.-10V. L'autre extrémité rejoint la borne Vg de la platine [Ve1, Ve2, Va]. On soude au niveau interface.
- On réalise la connexion du potentiomètre 10 K 4W coté « chaud ». Coté froid du potentiomètre, c'est la connexion de masse.
- Le curseur rejoint :
 - Le voltmètre ;
 - La borne Vg de l'interface commandes/test.
 - La borne grille de cet interface rejoint la borne 4 du bloc de combinaison.

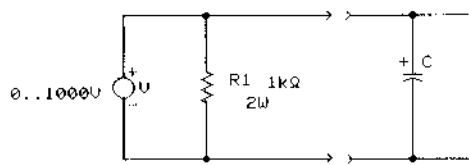
S'aidant du schéma A, on prépare les connexions du circuit imprimé central et qui est équipé du transformateur de chauffage ; soient à préparer 12 fils de 35 cm de longueur de 0.93 mm² de section. Deux solutions sont à votre disposition, soit souder coté platine et coté commutateur, l'autre consiste à mettre des picots sur la platine, préparer les douze fils avec une cosse qui s'emboîte sur ces picots et on soude uniquement au niveau du commutateur. Il faut penser à pouvoir dissocier la façade frontale facilement du reste du coffret équipé des platines.

PREMIER CONTROLE :

Préparation :

Avant d'effectuer les connexions d'alimentation, il est recommandé de tester isolément la platine redressement HT. A cet effet, on met un strap sur la double borne «I1», un strap fusible (0,5A) sur la double borne «FUS1» et une résistance de 47 ohms sur «SELF1». On raccorde un cordon secteur sur les borne 1 et 2 de «PR1». On ne met pas les tube 0B2. On prépare un voltmètre sur la position 1000V DC que l'on branche à l'aide de deux grip-fils, le cordon rouge (+) sur la cathode D2, le cordon noir (-) sur l'anode de D1.

On prépare un circuit de décharge des condensateurs. Ceci se fera à travers une résistance de faible valeur (1000 ohms – 2 W) par exemple que l'on mettra en parallèle sur un voltmètre de contrôle (§ fig 43). On met un côté à la masse en respectant les polarités. A l'aide de la pointe de touche, on viendra respectivement toucher les points chauds à décharger.



CIRCUIT DE DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

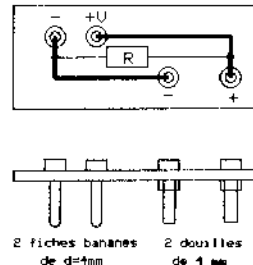


fig.43 : montage pratique d'un circuit de décharge de condensateur.

On peut imaginer un montage pratique adapté à son matériel que l'on peut réaliser sur une plaque isolante. L'exemple ci-dessus correspond au multimètre « METEX M-3650 » entre la borne « COM » et la borne « V/ohm ».

Mesures :

Etant prêt, on branche le cordon secteur en ayant l'œil sur le multimètre. Si « Ok », c'est que tout va bien. On doit avoir une tension de l'ordre de 430 V.

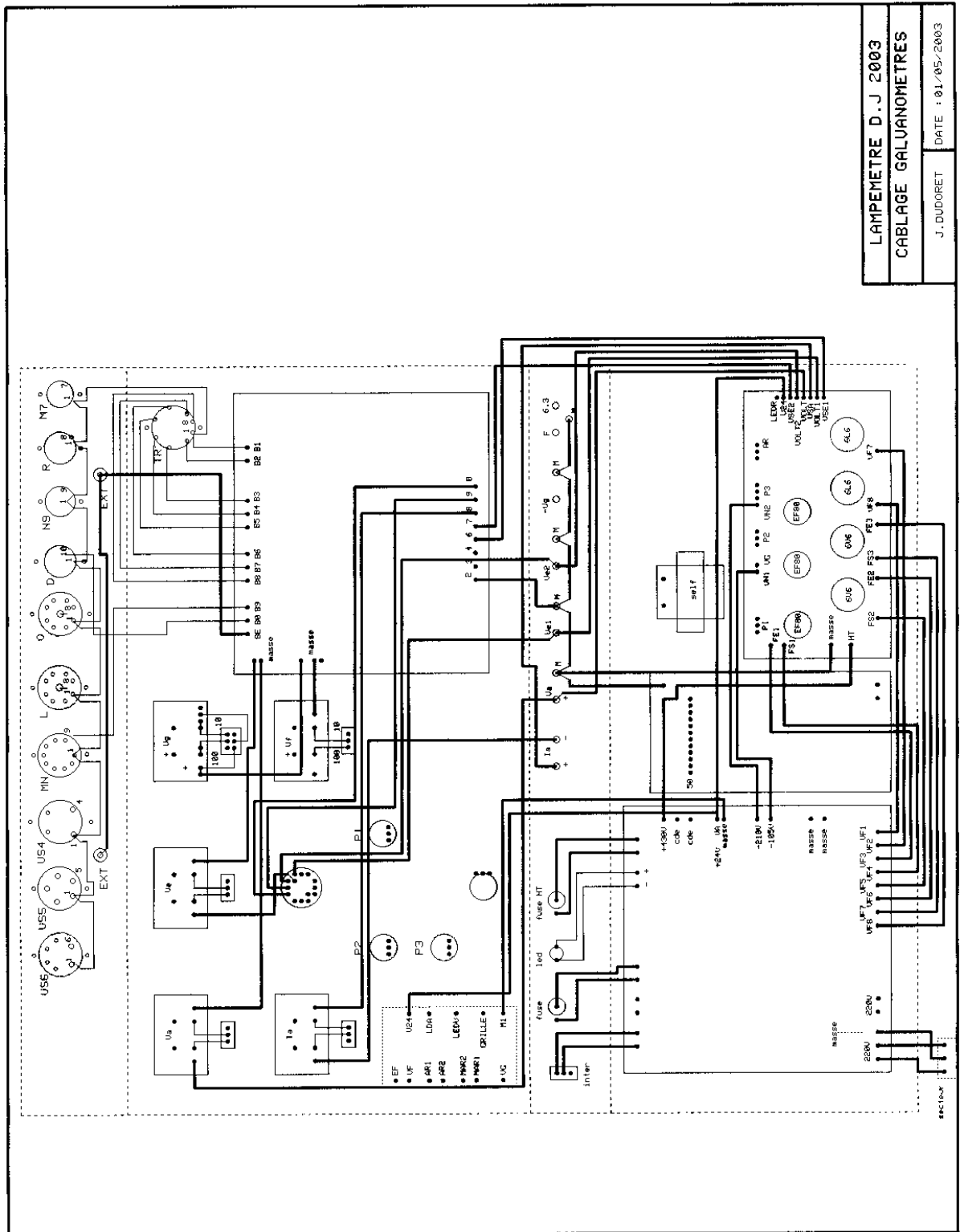
On déplace le fil rouge pour vérifier la tension sur le bornier « SELF » (même tension puisque le circuit utilisation est ouvert).

On débranche le fil secteur. Puis on déplace les fils du multimètre pour mesurer la tension négative – 210 V. Le cordon (+) à la masse (R6) coté borne [D7], le cordon (-) sur le point commun R3/R4. On rebranche le fil secteur et on mesure (-300V).

Si « Ok », on débranche le secteur. On met en place les tubes 0B2. On mesure les points « VN1 » -210V et « VN2 » -105 V.

Il reste à vérifier le 24 V sur la borne VA.

Si tout est bon, on peut placer cette platine et on va terminer les raccordements.



Interfaces galvanomètres :

Au niveau de ces mini-platines raccorder les inverseurs de sensibilité à l'aide d'un fil nu rigide de 0,6 mm de diamètre. Attention au branchement . La résistance additionnelle est court-circuitée sur la faible sensibilité, en service sur la sensibilité maxi. Le schéma joint vous indique le branchement. Le branchement est inversé sur « Ia »..

Alimenter le voltmètre Va depuis la borne (+) Va, Ve depuis la sortie du commutateur de source, Vg depuis la borne (-) de sortie (-Vg), Ia depuis la borne (-) de sortie Ia. N'oublier pas de mettre en place le shunt sur les bornes (Ia).

Les sources :

- le + 430V entre la platine HT et la platine à tubes.
- les masses de chaque platine rejoignant le fil rigide (-) des bornes de sorties.
- Le + 24 V à envoyer sur l'interface commandes/test et sur la platine à tubes ;
- Les deux sources négatives depuis l'alimentation à la platine à tubes(VN1 et VN2) ;
- La self de filtrage (SELF1). Il n'y a pas de sens dans le branchement.

Les commandes :

- l'interrupteur général ;
- le fusible secteur ;
- la led générale ;
- le fusible HT .

Les filaments de la platine à tubes :

- le couple pour les deux 6L6 ;
- les couples pour chaque 6V6 ;
- le couple pour les 3 EF80.
- Une double particularité :
 - o Utiliser deux fils de couleurs différentes pour chaque couple ;
 - o Mesurer la longueur appropriée pour chaque couple en laissant de la marge ;
 - o Souder respectivement les deux fils coté platine à tubes ;
 - o Torsader les deux fils en essayant d'obtenir un pas régulier de torsion ;
 - o Aligner votre faisceau le long du coffret ;
 - o Couper à la bonne longueur ;
 - o Raccorder-les à la platine alimentation ;
 - o Respecter la position des bornes de branchement . Vous avez des sorties à 0,5A , 1A et 2A.

Il reste à raccorder le secteur aux platines d'alimentation et de chauffage filament.

Il suffit de passer aux essais.

CONSEILS :

Faites une dernière vérification pour voir si tous les branchements sont effectués.

Avant mise en route, mettre les commutateurs de sensibilité des appareils de mesure sur la sensibilité maxi.
Les potentiomètres de réglage tension à mi-course de même le rhéostat filament.
Si les galvanomètres dévient, on a déjà une demi-satisfaction du travail réalisé.

En cas d'anomalie (s), vérifier les branchements. Dans le sens des aiguilles d'une montre, la tension doit augmenter. Dans le cas contraire, inverser les connexions des extrémités du potentiomètre de réglage.
Contrôler l'étalonnage par comparaison avec un multimètre placé successivement sur chaque source.

Dernier essai : On effectue les mesures sur un tube donné.

NOMENCLATURES et DISTRIBUTEURS :

Coffret :

- 1 tôle aluminium anodisé 1m x 1m épaisseur 1,5mm avec film de protection.
- 2 cornières alu, profil de 15mm x 15mm e = 1,5 mm, longueur 2m.
- 50 vis 3x10 TF et écrous + rondelle « éventail ».
- 32 vis parker 3,9 x 10 mm TC.
- 1 embase châssis mâle secteur 2 + T à souder.
- 4 pieds en caoutchouc standard butée d = 25 mm, h = 15 mm.

Supports tubes châssis à souder: (Fréquence tubes – Paris)

1 Miniature 7 broches.	1 US 4 broches
1 Noval.	1 US 5 broches
1 Rimlok	1 US 6 broches
1 Octal	1 US 7 broches
1 Loctal	1 Transcontinental
1 Décal (non disponible !...)	1 Magnoval

Supports tubes pour circuit imprimé :

- 4 Octal
- 3 Noval
- 2 M7 (miniature 7 broches)

(Nota : les supports utilisés dans le montage proviennent de Fréquence Tubes –indispensable)

Galvanomètres :

- 5 galvanomètres PM2 Monacor magnéto-électrique:
 - 1 PM2 10 mA
 - 2 PM2 30 V
 - 2 PM2 10 V
- (éventuellement, société l'Impulsion)

Transformateurs :

- Transformateur d'alimentation spécial MAGNETIC.SA.
- Transformateur de chauffage spécial MAGNETIC.SA
- Self spécial MAGNETIC .SA
-

Ces produits se trouvent chez les revendeurs de cette marque (Fréquence tubes...)

Circuits imprimés :

- 1 circuit imprimé redressement + transfo + stabilisateurs.
- 1 circuit imprimé alimentation triple.
- 1 circuit imprimé chauffage.
- 1 circuit imprimé bloc de combinaison.
- 1 circuit imprimé interface Vg.
- 2 circuits imprimés interface voltmètre (Va + Ve).
- 1 circuit imprimé interface voltmètre Vf.
- 1 circuit imprimé interface Ia.
- 1 circuit imprimé interface commandes/tests.

A réaliser soi même ou à acquérir auprès de la revue.

Divers : (code donné correspond Société l'Impulsion)

- | | |
|---|-------------------|
| - 5 Inverseurs miniatures MS500 unipolaire. | code MS 500 K |
| - 2 Inverseurs miniatures MS500 bipolaires | code MS 500 F |
| - 2 inverseurs unipolaire instable pour CI | code MS 500 D PCB |
| - 1 bouton poussoir noir 1T | code R 1324 100 |
| - 1 bouton poussoir rouge 1R | code R 1324 102 |
| - 12 commutateurs rotatif CI 1x12. | code CI 112 |
| - 2 commutateurs rotatifs à souder 1x12 | code CR 112 |
| - 13 boutons haut papillons par vis axe 6 mm. | code 110 55 69 |
| - 5 boutons haut-point par vis axe 6 mm. | code 110 15 69 |
| - 3 potentiomètres monotour P11 100k | code P11VZ 100 K |
| - 1 potentiomètre monotour PE30 10k 3W | code PE30 10K AM |
| - 2 porte-fusible P20 pour panneau. | code PTF 30 |
| - Vis M3 3x10 TF (100) | code M3 10 10 |
| - Vis M3 3x10 TC (100) | code M3 10 200 |
| - Ecrous M3 (100) | code M3 00 |
| - Rondelles éventail d=3 mm.(100) | code M3 20 |
| - cosses languettes d=6.2 mm (100) | code 5B |
| - 8 entretoises hex.taraudée/fileté h=25 | code SIL 3050 25 |
| - 8 entretoises hex.taraudée fileté h=15 | code SIL 3050 15 |
| - 4 pieds caoutchouc d=21 h=12 | code 254.022 |
| - 7 borniers 2 pôles | code PK35 02 |
| - 6 borniers 3 pôles | code PK35 03 |
| - 3 borniers 4 pôles | code PK 35 04 |
| - 2 relais 24 VDC série 55 | code 5532 9024 |
| - 1 relais 6VDC série 55 | code 5532 9006 |

Tubes électroniques :

- 2 x 6L6GB
- 2 x 6V6
- 3 x EF80
- 2 x 0B2.

- en option:

- cosses languette à sertir 2.8 mm(100) code S 5069
- cosses pour CI Y206 (100) code Y 206

-

Résistances :

- 2 x 1 ohm 0.25W
- 2 x 1,5 ohm 0.5W
- 1 x 47 ohms 0.25W
- 1 x 56 ohms 1W
- 4 x 1 k 0.5W
- 1 x 10 k 0.25W
- 1 x 10 k 1W
- 1 x 22 k 2W
- 2 x 27 k 1W
- 3 x 33 k 1W
- 7 x 47 k 0.25W
- 3 x 56 k 1W
- 1 x 100 k 1W
- 3 x 150 k 1W
- 3 x 220 k 1W
- 3 x 1M 1W

Diodes :

- 4 x BY255
- 2 x BY298
- 2 x BZY85C 5.6V
- 3 x Led Rouges 5 mm queues longues
- 1 x Led Verte 5 mm queue longue

Condensateurs :

- 2 x condensateurs électrochimiques radial 47 MF 450 V
- 3 x condensateurs électrochimiques radial 47 MF 350 V
- 1 condensateur électrochimique 470 MF 40 V
- 3 condensateurs 1 nF 600V
- 3 condensateurs 22 nF 600V
- 1 condensateur 1,2 MF 250V

OU TROUVER LES COMPOSANTS :

Chez « Fréquence Tubes » -PARIS déjà en publicité dans la revue pour tous les supports de lampes, ainsi que les tubes employés et les deux transformateurs. + la self. On peut trouver les tubes aussi à d'autres adresses. Les supports de tubes circuits imprimés OCTAL et NOVAL sont d'origine Fréquence Tubes.

Les boutons papillons possédants deux ailettes dont une avec repère se trouvent chez L'IMPULSION 14202 HEROUVILLE SAINT-CLAIR. On trouve chez ce distributeur toutes les résistances à couche ou bobinées, ainsi que les bouton fugitifs T (Travail = fermeture) et R (Repos = ouverture) , verre époxy, etc., les commutateurs (prix dégressif par quantité 1, 10, 25, 100) (www.limpulsion.com; e-mail : limpulsion@wanadoo.fr)

Les condensateurs électrochimiques HT de 450V et 350V service se trouvent chez les vendeurs de pièces détachées TV. Attention, la sortie est radiale. Le pôle positif a la queue la plus longue. Ne pas prendre les « condos » à cosses courtes qui ne correspondrait pas à l'empreinte du circuit imprimé. Pour toutes difficultés d'approvisionnement ou de réalisation, me contacter soit parE-mail (jj.dudoret@wanadoo.fr) ou par téléphone au 05 61 97 35 57.

J.Dudoret.

Emplacement des photos et schémas.

Photo

Fig.1 :	Façade lampemètre DJ 2003.	page 1	1 ^{ère} partie.
Fig 14 :	Implantation des platines CI	page 10	2 ^{ème} partie
Fig19 :	Bloc de combinaisons équipé	page 17	2 ^{ème} partie
Fig 20 :	Circuit alim.HT équipé	page 21	2 ^{ème} partie
Fig 26 :	Circuit chauffage filament équipé	page 23	2 ^{ème} partie
Fig 29 :	Circuit Ve1..Va équipé	page 26	2 ^{ème} partie

Schémas/

Fig.2 :	synoptique du lampemètre.	page 2	1 ^{ère} partie
Fig 3 :	alimentation HT, 24V, -105V et – 210V.	page 4	
Fig 4 :	caractéristique tube 0B2	page 5	
Fig 5 :	alimentation filament	page 6	
Fig 6 :	alimentation à 2 x 6L6	page 8	
Fig 7 :	double alimentation à 6V6	page 10	
Fig 8 :	bloc de combinaisons	page 11	
Fig 9 :	plan de découpe	page 1	2 ^{ème} partie.
Fig 10 :	pièces coffret	page 2	
Fig 11 :	pièces coffret + pochoir	page 4	
Fig 12 :	plan de perçage façade coffet	page 7	
Fig 13 :	implantations des circuits sur le fond	page 9	
Fig 15 :	modèle de sérigraphie	page 12	
Fig 16 :	circuit imprimé bloc combinaison face 2	page 14	
Fig.17 :	circuit imprimé bloc combinaison face 1	page 15	
Fig. 18 :	bloc de combinaison – composants	page 16	
Fig.20 :	détails fixation du bloc combi.	page 18	
Fig. 21 :	circuit imprimé alim. HT	page 19	
Fig. 22 :	implantation composants circuit alim.HT	page 20	
Fig. 23 :	circuit imprimé chauffage filament	page 22	
Fig. 24 :	implantation circuit ch. Filaments	page 22	
Fig. 25 :	circuit imprimé ch.fil. équipé	page 22	
Fig. 27 :	circuit imprimé platine Ve1-Ve2-Va	page 24	
Fig. 28 :	implantation composants sur platine Ve1..	page 25	
Fig. 30 :	schéma rhéostat	page 27	
Fig. 31 :	circuit imprimé rhéostat	page 27	
Fig. 32 :	implantation résistances du rhéostat	page 28	
Fig. 33 :	schéma platine commandes/tests	page 28	
Fig. 34 :	platine commandes.tests équipée	page 29	
Fig. 35 :	circuit imprimé commandes/tests	page 29	
Fig. 36 :	implantation des composants	page 30	
Fig. 37 :	montage circuit commandes/tests	page 30	
Fig. 38 :	schémas interfaces galvanomètres	page 31	
Fig. 39 :	circuits imprimés galva.	page 32	
Fig. 40 :	circuits galva. : emplacement résist.	page 32	
Fig. 41 :	schéma A d'interconnexions	page 33	
Fig. 42 :	schéma B d'interconnexions	page 35	
Fig. 43 :	montage pratique circuit de décharge...	page 37	
Fig. 44 :	schéma C d'interconnexions	page 38.	

Emplacement des photos :

Dossier travailw	\imag 0002	appareil vue devant.
	\imag 0003	appareil vue arrière (en cours de montage)
travail\photo1	\imag0001	appareil vue devant
	\imag0003	appareil vue arrière (en cours de montage)
	\imag0006	disposition vue avant
	\imag0007	platine à tubes équipée
	\imag0008	platine HT
	\imag0009	alimentation filament
travail\photo2	\imag0001	vue arrière (non terminé)
	imag0002	bloc combinaison

NOTA : DERNIERE GENERATION DE CIRCUITS IMPRIMES :

Possibilité de souder des cosses sorties verticales ou sorties horizontales à double points de soudure,(largeur 2,8 mm) ou souder un bornier, ou souder directement. Les cosses permettront d'obtenir un meilleur travail et de faciliter les interventions éventuelles.