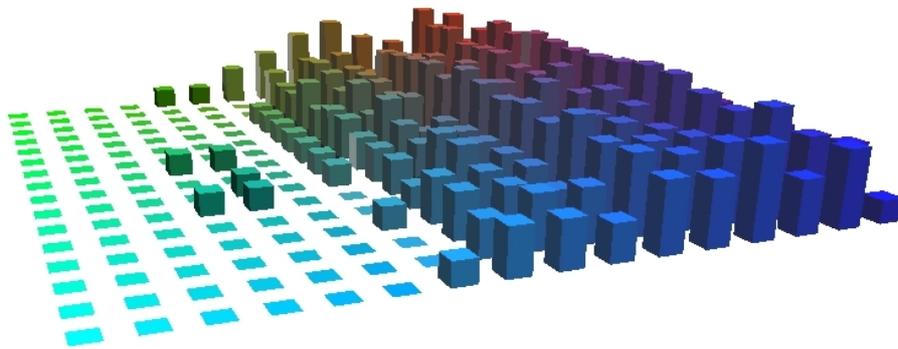




Table de mixage

Détection de seuil



Sommaire

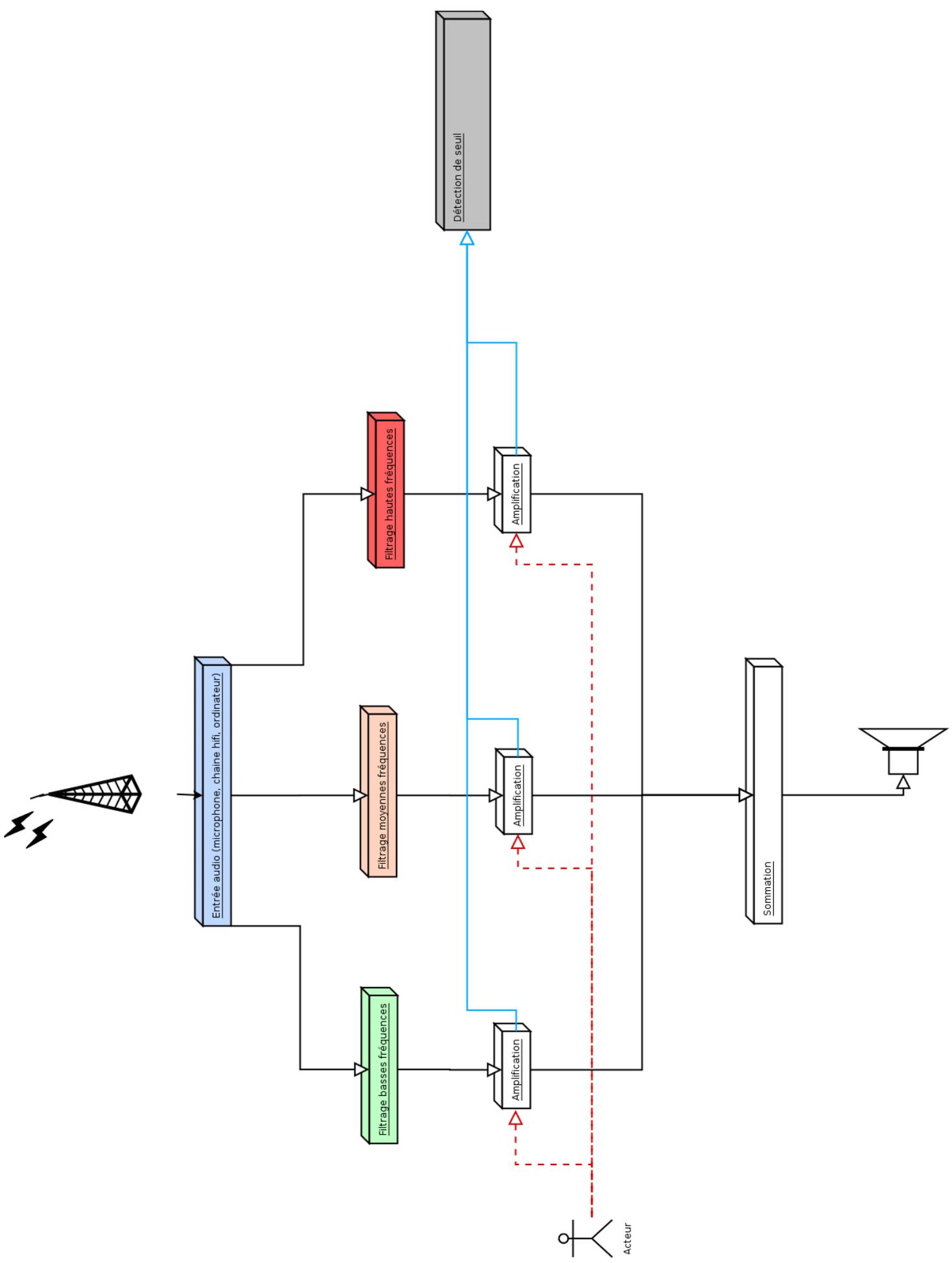
I – Présentation du projet et cahier des charges	page 2
II – Réflexion sur la réalisation	Page 4
III – Réalisation et test sur plaque LABDEC	page 9
IV – Réalisation et test du circuit imprimé	page 18
V – Création du sommateur et amplificateur de puissance	page 24
VI – Réflexion sur le projet : apports personnels	page 28
VII – Conclusion	page 30
Bibliographie	page 31

I – Présentation du projet et cahier des charges

Dans le cadre de l'enseignement de l'électronique analogique dispensé à l'ENIVL, un projet de conception de circuit électronique doit être réalisé. Pour cela, nous disposons de 16 heures réparties en 4 fois 4 heures. Plusieurs sujets ont été proposés par les professeurs. Parmi ces sujets, certains ont été suggérés par les élèves dont la table de mixage. La table de mixage étant un projet complexe, quatre binômes doivent se partager le travail à faire.

La table de mixage comporte plusieurs étages pour traiter le signal d'entrée. Le signal d'entrée est envoyé sur trois filtres qui vont séparer les fréquences. On va ensuite amplifier le signal de chaque filtre indépendamment. On place un détecteur de seuil à la sortie de l'amplification afin de connaître l'amplitude du signal grâce à des leds. Les trois signaux à la sortie de chaque amplificateur sont ensuite envoyés vers un sommateur afin de recomposer le signal. Pour être audible, le signal doit être amplifié en courant. On place alors un amplificateur de puissance de 2W à la sortie du sommateur. La sortie de l'amplificateur de puissance peut-être connectée directement à un haut-parleur.

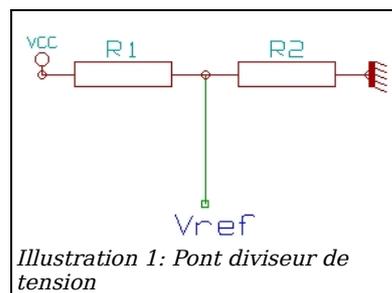
Ce projet étant désormais séparé en plusieurs parties, on peut répartir le travail. Trois binômes s'occuperont du filtrage d'une bande de fréquences (basses, moyennes, hautes). Le quatrième et dernier binôme devra s'occuper du détecteur de seuil. Le binôme qui sera le plus avancé devra réaliser l'étage sommation et amplification de puissance. Nous nous occuperons du détecteur de seuil.



II – Réflexion

Notre but est de faire un détecteur de seuil avec des leds. Pour éviter de rendre le schéma trop complexe afin de bien en étudier le fonctionnement, nous avons décidé de détecter trois seuils de tension distincts et un autre pour détecter la saturation des amplificateurs opérationnels de l'amplification. Les ampli-op étant différents, leur tension de saturation est différente. On choisit donc de faire varier la tension de seuil du dernier étage grâce à une résistance variable. Afin de réduire le nombre d'alimentations nécessaires, on choisit de définir la tension de seuil grâce à un pont diviseur de tension connecté sur l'entrée + du comparateur. Étudions de plus près le fonctionnement d'un étage particulier.

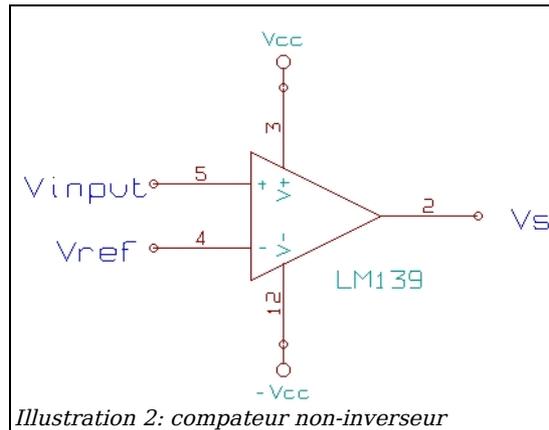
Le schéma suivant (illustration 1) est un pont diviseur de tension. La valeur de R_1 est fixée arbitrairement à 10k . On en déduira la valeur de R_2 . V_{cc} est la tension d'alimentation positive du comparateur. Elle est fixée à $V_{cc}=15V$.



L'équation régissant ce diviseur de tension est la suivante :

$$V_{ref} = \frac{R_2 \times V_{cc}}{R_1 + R_2}$$

Nous avons alors fixé la tension de seuil. Le comparateur attend en entrée deux tensions. Nous utilisons les comparateurs en mode « non inverseur » afin d'observer le comportement exact du circuit et non pas l'inverse de son comportement. La tension de seuil V_{ref} devra être connectée sur l'entrée - du comparateur et le signal à analyser devra être connecté sur l'entrée + du comparateur. Il faudra également alimenter le comparateur pour que ce dernier fonctionne. Le comparateur attend une alimentation symétrique en $\pm 15V$. C'est pour cela que nous avons choisi $V_{cc} = 15V$ précédemment. Voici en illustration 2 le schéma du comparateur.



Les comparateurs sont en « collecteur ouvert ». Cela veut dire qu'il faut une « résistance de tirage » connectée sur la sortie du comparateur. Cette résistance de tirage sert à apporter une source de courant à la sortie du comparateur afin d'alimenter la sortie si V_{input} est supérieure à V_{ref} . Dans le cas contraire, tout le courant entre dans le comparateur et est dirigé vers la masse. On aura alors V_s nul. Tout cela est dû à un transistor à l'intérieur du comparateur qui est saturé si V_{input} est supérieure à V_{ref} : le courant ne passe pas dans le comparateur pour aller à la masse. Sinon, le transistor est bloqué et tout le courant « part à la masse ».

On choisira une résistance de tirage pouvant dissiper 1/4W car elle est la plus répandue. Nous voulons mettre une led à la sortie du comparateur pour voir quand la condition $V_{input} > V_{ref}$ est vérifiée. Les leds ont une tension de seuil propre à leur composition. Les leds que nous avons en stock ont une tension de seuil différente selon leur couleur. Voici un tableau récapitulatif des caractéristiques des leds.

Couleur	V_{seuil} (V)	I_{min} (mA)	I_{max} (mA)	$I_{crête}$ (mA; $T < 1ms$)
Rouge	1,6	2	7,5	25
Jaune	1,7	2	7,5	20
Vert	1,8	2	7,5	25

Les valeurs I_{max} et $I_{crête}$ méritent d'être expliquées. La valeur I_{max} est le courant que peut tout le temps supporter la led. La valeur $I_{crête}$ est le courant maximum que peut supporter la led pendant un temps $T < 1ms$.

Nous avons alors deux contraintes : une pour la résistance de tirage et une autre pour la led. La puissance que peut dissiper la résistance est 0,25W. On ne peut dépasser cette valeur sous peine de rendre inutilisable la résistance. Aux bornes de la résistance, on a alors

$$P < 0,25 \text{ W} \text{ or } P = \frac{(V_{cc} - V_{seuil})^2}{R} \text{ donc } \frac{(V_{cc} - V_{seuil})^2}{R} < 0,25 \text{ W}$$

Pour la led, on a :

$$I < 7,5 \text{ mA} \text{ or } I = \frac{V_{cc} - V_{seuil}}{R} \text{ donc } \frac{V_{cc} - V_{seuil}}{R} < 0,0075 \text{ A}$$

On déduit des deux inéquations précédentes la condition sur R

$$R > 4 \times (V_{cc} - V_{seuil})^2 \text{ et } R > \frac{400}{3} \times (V_{cc} - V_{seuil})$$

En additionnant membre à membre les deux termes, on obtient

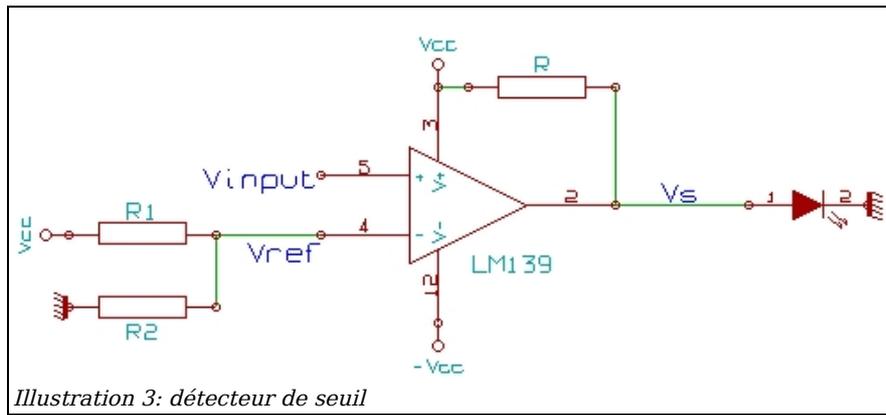
$$R > 2 \times (V_{cc} - V_{seuil})^2 + \frac{200}{3} \times (V_{cc} - V_{seuil})$$

Pour chaque led, on obtient le tableau suivant

Couleur	Vseuil (V)	R > ...
Rouge	1,6	1252
Jaune	1,7	1240
Vert	1,8	1228

Nous choisissons une valeur de résistance standardisée plus grande que la valeur calculée pour la led rouge afin d'assurer le bon fonctionnement du circuit. La valeur minimale retenue est donc $R = 1,5\text{k}\Omega$. Au départ, nous avons choisi le LM319N mais un problème expliqué en partie 3 nous a poussé à choisir le LM139J. Il contient 4 comparateurs dans un boîtier, ce qui simplifie le schéma.

Nous arrivons donc au final à ce schéma pour un étage seulement.

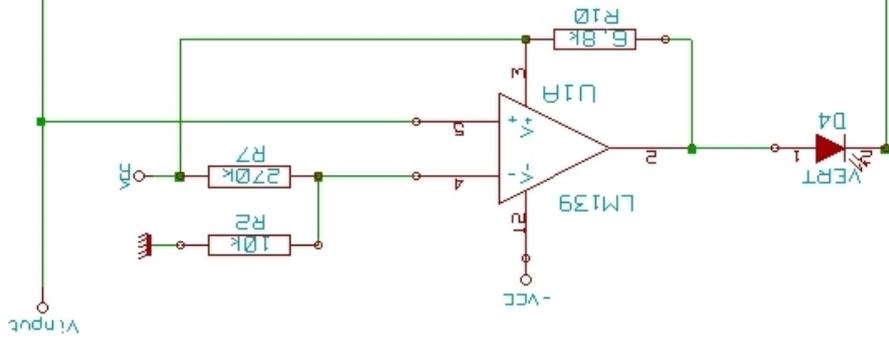


Nous avons 3 seuils distincts plus un pour la saturation. Pour analyser le même signal, on va connecter quatre fois le même circuit (illustration 3) sur l'entrée. Dans la mesure où on compare une tension et non pas un courant, cela ne posera pas de problème. En effet, les 4 circuits seront en parallèle et donc la tension sera la même dans chaque branche.

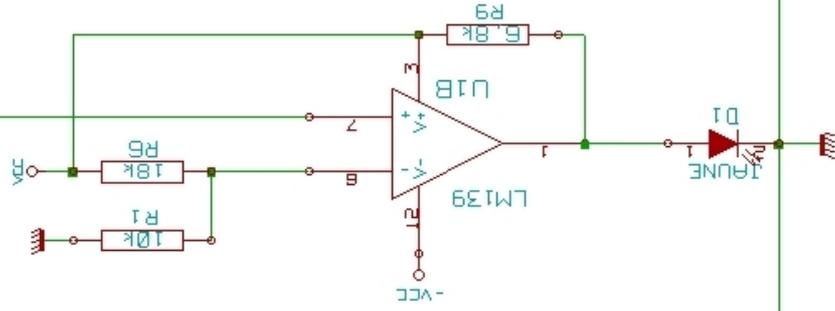
Nous fixerons R à $1,8\text{ k}\Omega$ par sécurité.

Nous obtenons donc le schéma à la page suivante.

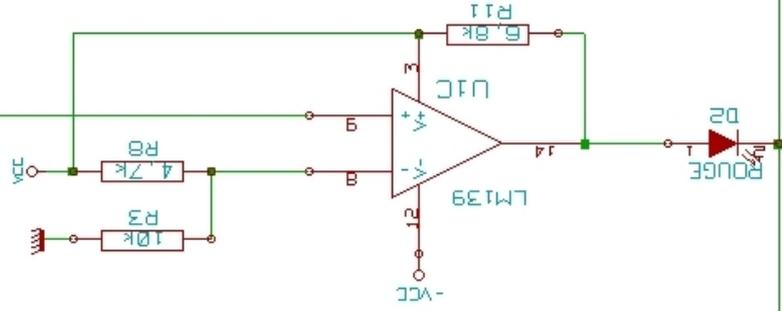
Etage bas
 $V_{ref} = 0.54V$



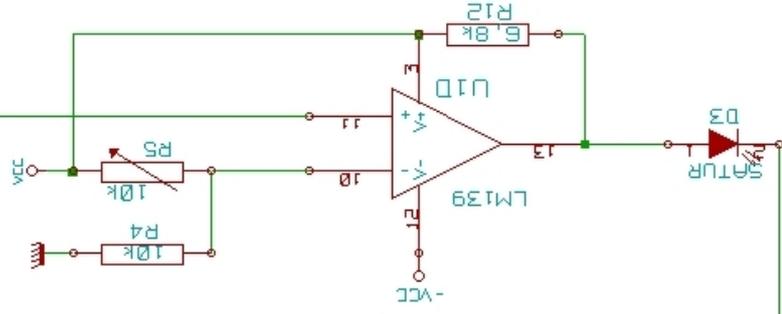
Etage moyen
 $V_{ref} = 5.36V$



Etage haut
 $V_{ref} = 10.20V$



Etage saturation
 $V_{ref} = V_{sat}$ des aop
du filtrage



III – Réalisation et test sur plaque LABDEC

Nous avons commencé à réaliser le circuit sur plaque LABDEC (illustration 4). C'est une plaque dotée de beaucoup de trous permettant l'insertion de composants sans souder. Les traits verts, rouge et bleu représentent les connexions des points. Deux points situés sur deux lignes distinctes ne sont pas reliés.

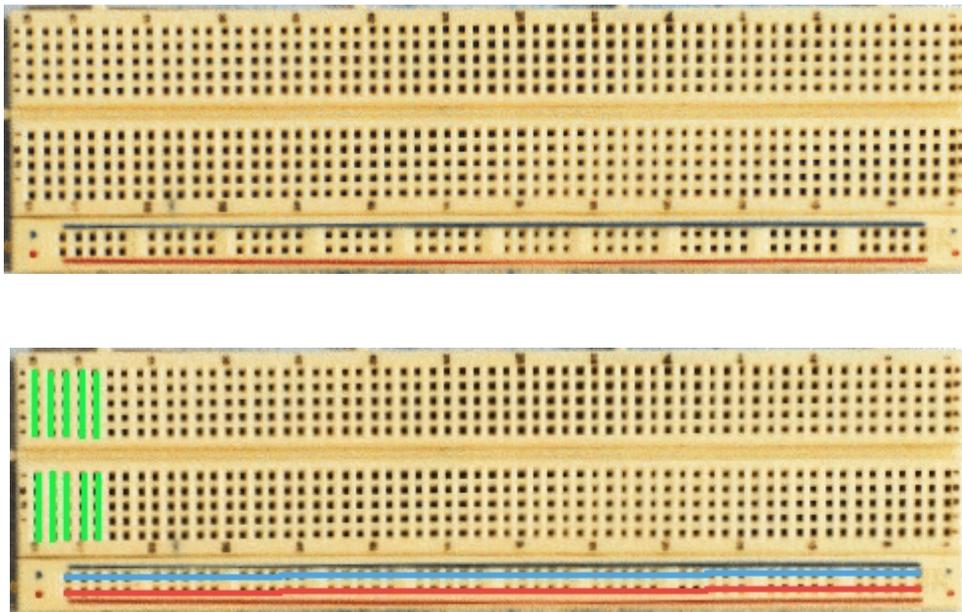


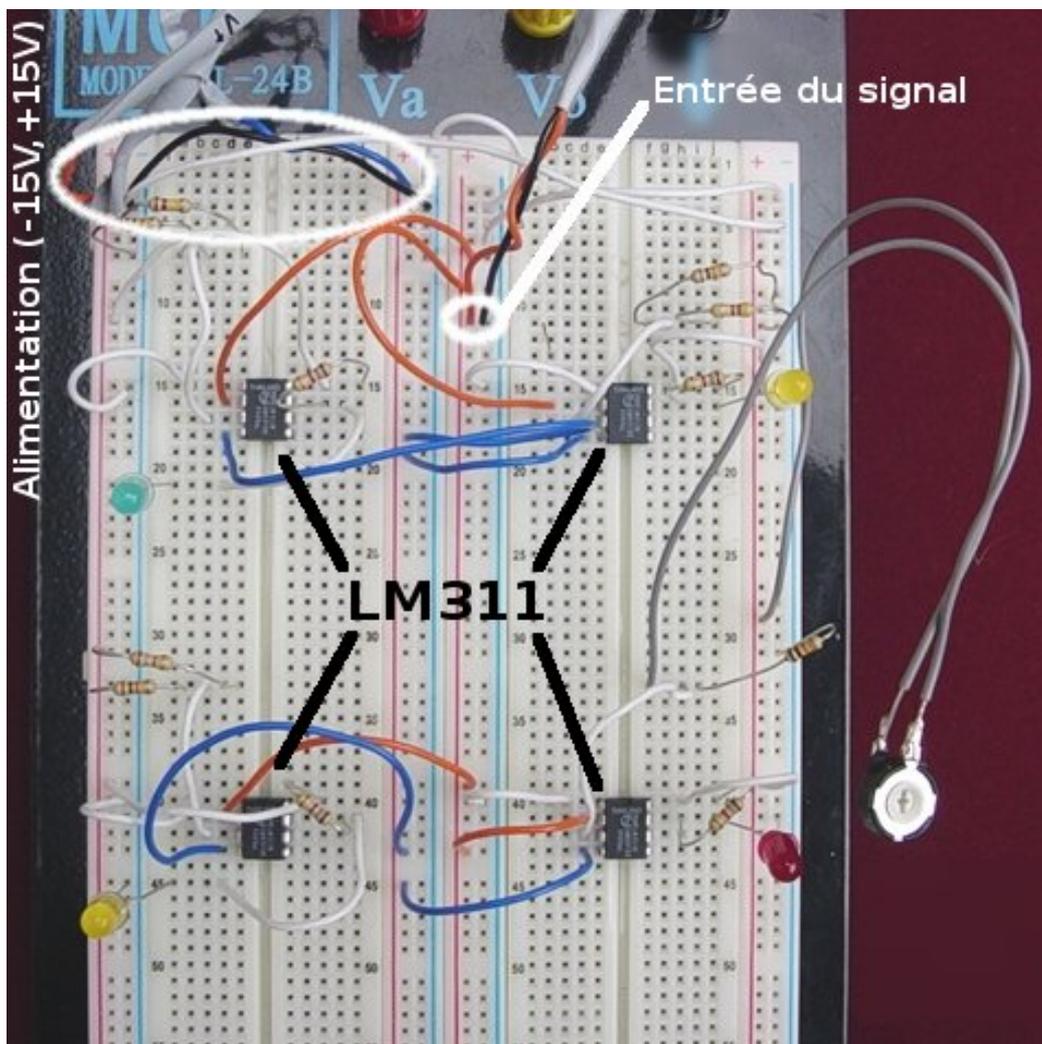
Illustration 4: plaque LABDEC

Nous avons en premier lieu réalisé le schéma avec le LM319N. Nous avons alors testé le circuit. Ce test n'a pas été très concluant. En effet, le deuxième LM319N renvoyait une tension d'offset au premier LM319N si bien que les seuils définis sur le premier LM étaient atteints alors que le signal à analyser était nul. Les leds étaient donc allumées même sans signal. Nous avons alors cherché une solution au problème. Nous avons tout d'abord cru à un court-circuit dûs à des fils connectés au mauvais endroit (erreur d'un trou). Nous avons débranché le deuxième LM et contrôlé le premier : celui-ci était en état de marche. Nous avons voulu tester le deuxième LM en l'échangeant de place avec le premier afin de conserver les bons branchements. Nous nous sommes alors rendu compte que le deuxième LM était hors-service après sa dernière utilisation. Ce genre de problème a lieu lorsqu'une tension ou un courant est trop fort par rapport à la plage d' exploitation du composant.

Le LM319N accepte jusqu'à 30V à ses entrées or notre tension d'entrée est au maximum de 15V. Le problème ne vient donc pas de là. En cherchant dans la

documentation constructeur, nous avons trouvé que le comparateur admet une tension différentielle maximale à ses bornes – et + de $\pm 5V$. Or nous pouvons avoir une tension différentielle beaucoup plus élevée (jusqu'à $\pm 15V$). Nous avons donc identifié le problème.

Ce problème nous a obligé à changer de comparateur pour prendre le LM311. C'est un comparateur simple qui admet une tension différentielle de $\pm 30V$ ce qui est au-dessus des tensions que l'on peut atteindre dans notre cas. Nous avons alors recâblé notre circuit pour être en accord avec le nouveau composant.



Voici la démarche suivie pour tester le bon fonctionnement du circuit :
Le circuit est considéré comme correctement alimenté en $\pm 15V$.

- Méthode approximative
 - ➔ Branchement d'un GBF sur les deux fils orange et noir avec les

paramètres suivants : signal sinusoïdal, fréquence 1Hz, amplitude variable, pas d'offset.

- ➔ L'amplitude de départ doit être nulle ainsi aucun signal n'est généré.
- ➔ On augmente progressivement l'amplitude jusqu'à voir la première led (verte) s'allumer et s'éteindre à une fréquence de 1Hz. On aura alors atteint la tension de seuil fixée grâce au pont diviseur de tension. Si rien ne se passe même une amplitude maximale alors le circuit est mal réalisé : un contrôle est nécessaire.
- ➔ Si la première led s'allume, alors on continue jusqu'à allumer la deuxième led (jaune en bas du circuit). On continue jusqu'à allumer la troisième led (jaune en haut du circuit) puis on allume la dernière led (rouge). Les trois premières leds correspondent à des niveaux de tensions fixés en dessous de la tension de saturation des amplificateurs opérationnels de l'amplification. La led rouge permet de détecter la saturation des amplificateurs opérationnels. Cette tension étant variable, on met un potentiomètre pour régler la tension de seuil.
- ➔ Si tout c'est bien passé, c'est que le circuit fonctionne sans doute correctement.

Cette méthode permet de vérifier le comportement global du circuit. Toutefois, un contrôle plus fin s'impose afin de vérifier les tensions de seuil.

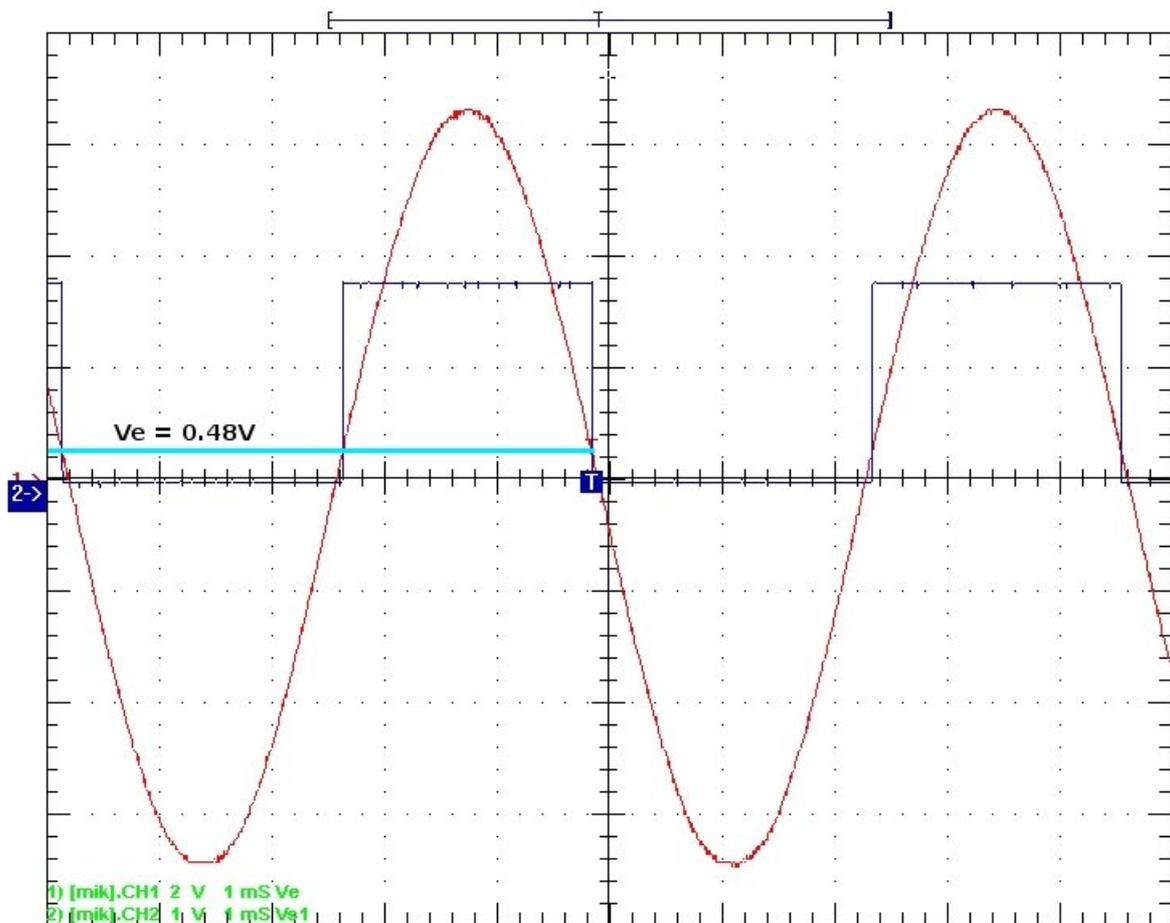
● Méthode de contrôle de fonctionnement et des tensions de seuil.

Pour contrôler les tensions de seuil, on doit faire une acquisition grâce à l'oscilloscope Textronic TDS220. Ce dernier dispose d'une connexion série avec le PC pour capturer les données sur le PC grâce au logiciel Wavestar fourni par le constructeur et pouvoir travailler avec. Pour faire les tests, nous prenons un générateur basses fréquences (GBF) pour créer un signal sinusoïdal de fréquence et d'amplitude connues. Ce signal est connecté sur la voie 1 de l'oscilloscope grâce à des câbles coaxiaux blindés. Afin de vérifier le comportement des comparateurs, on connecte une sonde d'oscilloscope sur la sortie du comparateur

à tester.

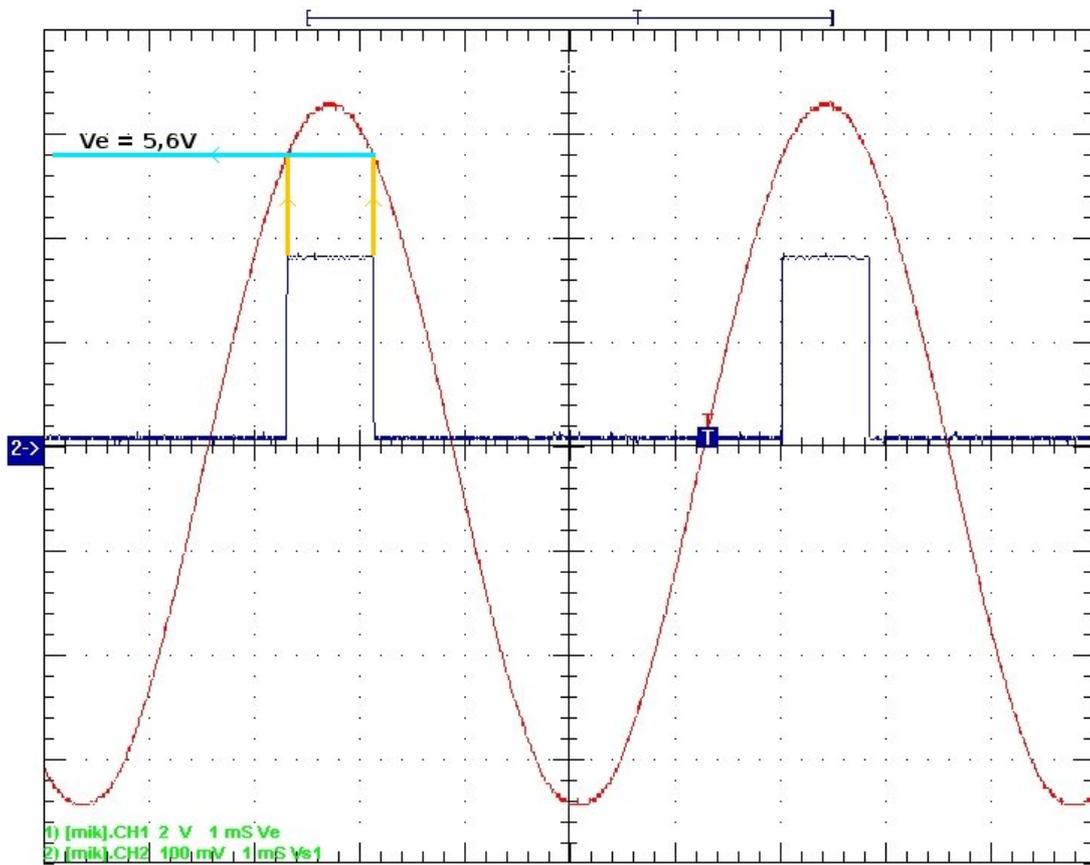


Il faut faire attention au réglage de l'oscilloscope. On doit en effet régler la sonde sur « x10 » dans l'oscilloscope car la sonde divise la tension par 10 à cause d'un condensateur à l'intérieur. Pour avoir des mesures vraies, il faut donc multiplier par 10, ce que fait l'oscilloscope avant d'afficher une fois le réglage effectué. Une acquisition sur le PC donne ceci



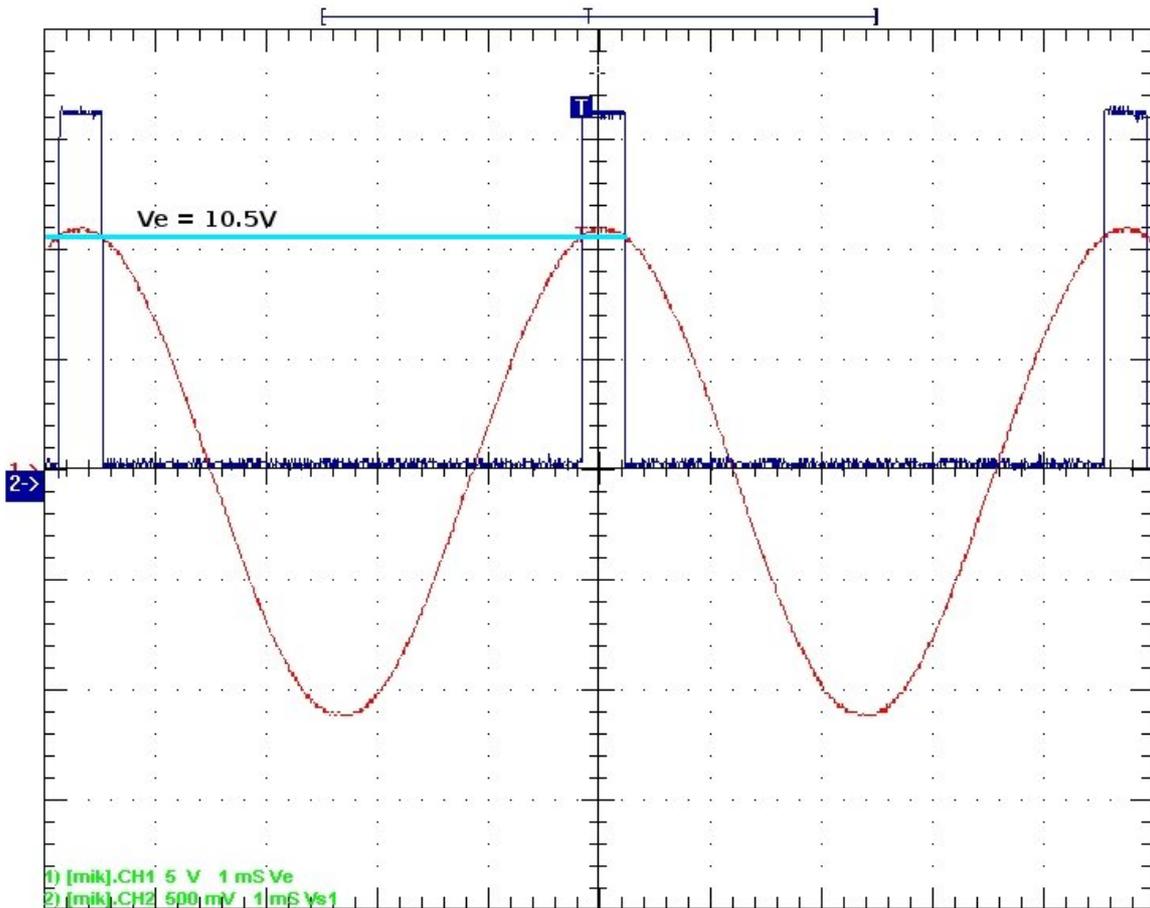
La courbe rouge représente la tension générée par le GBF et la courbe bleue représente la tension à la sortie du comparateur. Lorsque la courbe bleue passe pour la première fois au dessus de la courbe rouge (quand celle-ci est au dessus de l'axe des abscisses) alors la tension V_e à l'entrée + du comparateur est supérieure à la tension V_{ref} à l'entrée - du comparateur donc la condition $V_e > V_{ref}$ est vérifiée donc le comparateur va bloquer son transistor de sortie ainsi le courant passant dans la résistance de tirage sera complètement redirigé vers la led. La tension V_{ref} pratique est ici de 0,48V au lieu de 0,54V prévu dans la théorie.

Pour le second seuil, nous obtenons ceci :



La tension V_{ref} pratique est ici de 5,6V au lieu de 5,36V prévu initialement.

Pour le troisième seuil, nous obtenons ceci :



La tension V_{ref} pratique est ici de 10,5V au lieu de 10,2V prévu initialement. Nous pouvons alors calculer le pourcentage d'erreur lié aux composants, notamment aux résistances impliquées dans le diviseur de tension pour fixer V_{ref} .

$$Ecart\ relatif = \left| \frac{Valeur\ théorique - Valeur\ pratique}{Valeur\ théorique} \right| \times 100$$

Seuil n°	Ecart relatif (%)
1	11,11
2	4,48
3	2,94

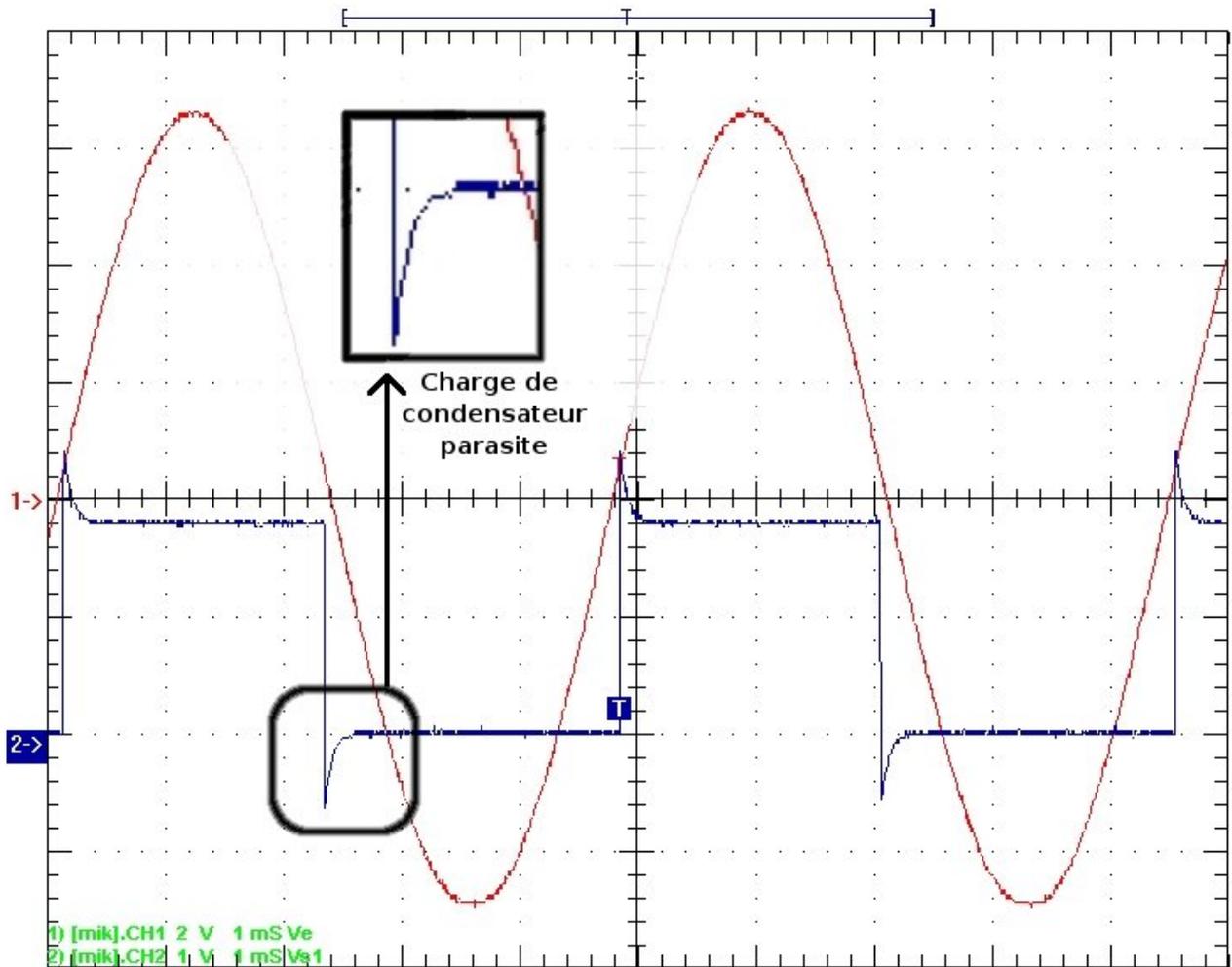
On remarque que plus la tension est élevée, plus la mesure est proche de la théorie. Cela peut s'expliquer facilement car les valeurs des résistances fournies par les constructeurs sont certifiées à 5% pour les séries les plus communes. Les grandes valeurs de résistances sont les moins précises dans le sens où c'est avec ces grandes valeurs que l'on remarque le plus grand écart. Prenons par exemple la plus grande valeur utilisée sur le circuit : 270kΩ. Elle peut varier entre 256,5kΩ et

283,5k Ω . Cette résistance est utilisée pour le seuil 1 sur lequel on enregistre la plus grande différence entre la théorie et la pratique. Cette variation possible de la valeur de la résistance entraîne une erreur d'autant plus grande que la variation est grande. Pour fixer plus précisément des seuils, on sélectionnera des résistances ayant une tolérance plus faible. Il faudra ensuite faire le compromis entre le prix et le bénéfice du choix de la résistance.

Les mesures peuvent également être faussées à cause du comparateur. Ce dernier a un « slew rate » de l'ordre de la nanoseconde. Le slew rate est le temps que met le comparateur à basculer d'un état à un autre. Plus ce temps est court, plus le comparateur sera réactif. On pourra alors envoyer des fréquences d'autant plus hautes que le slew rate est petit. Ici le comparateur peut en théorie travailler avec des fréquences de l'ordre du gigahertz.

Les mesures étant correctes et le comparateur fonctionnant correctement, on peut dire que le détecteur de seuil fonctionne comme prévu avec une erreur maximale de 11% liée aux valeurs de résistances.

Lors des mesures, nous avons rencontré un problème avec l'aspect des courbes sur l'oscilloscope. En effet, nous avons des charges et décharges de condensateur sur la courbe bleue.



Pour régler ce problème, il faut régler la sonde grâce à une vis située sur le côté de la sonde. Cette vis est en fait la tête d'un condensateur variable. On tourne cette tête de vis jusqu'à disparition du problème.



Il ne faut pas trop tourner la tête de vis sous peine de voir les mêmes courbes de charge et de décharge mais inversées. Le bon réglage est obtenu lorsqu'on obtient un signal créneaux correct sur la voie 2 (courbe bleue).

Nous avons pu acheter un LM139J. C'est un circuit intégré à 14 broches qui contient 4 comparateurs contrairement au LM311 qui n'en contient qu'un. Ce changement de comparateur permet de simplifier le routage que le programme de CAO aura à faire. Avant de faire le routage de la carte, nous avons d'abord réalisé la nouvelle plaque de test. Nous pouvons d'ailleurs voir que les connexions

sont simplifiées sur la photo suivante.

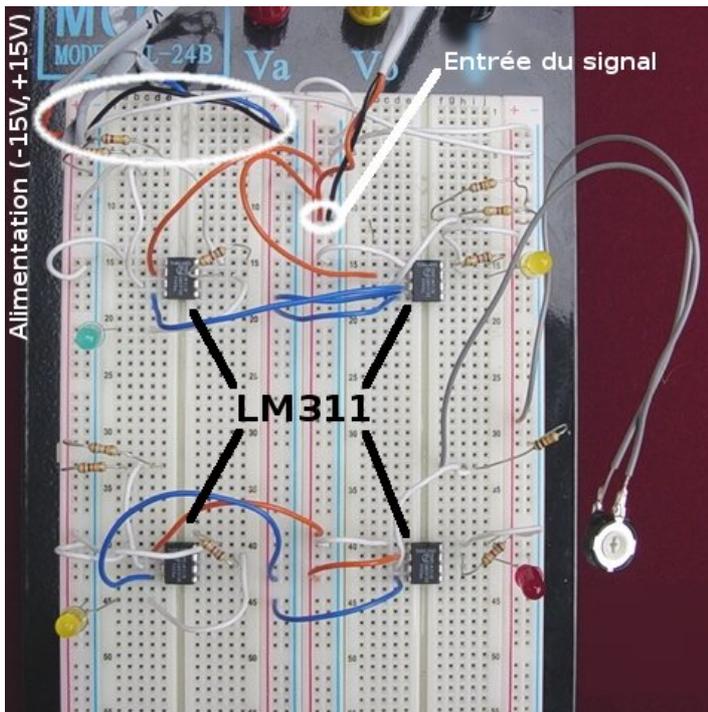


Illustration 5: Circuit avec LM311

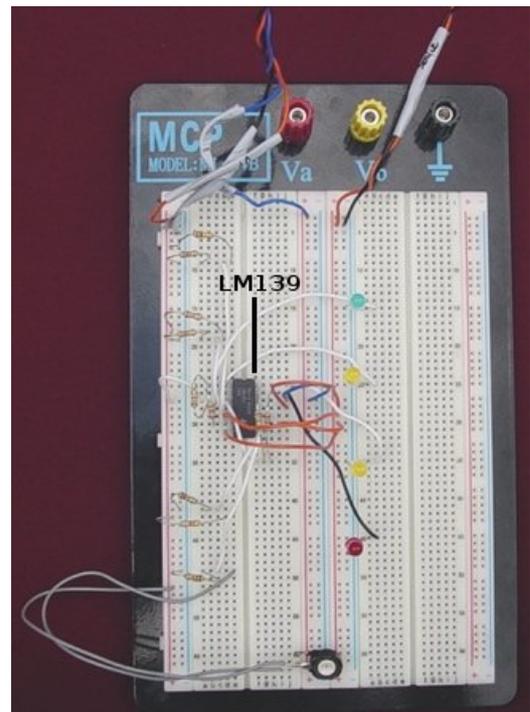


Illustration 6: Le même circuit avec LM139

Nous avons testé à nouveau le circuit avec le LM139 et les résultats obtenus sont corrects. Nous avons alors commencé à créer le circuit imprimé grâce à Orcad.

IV – Réalisation et test du circuit imprimé

1 – Conception sur ordinateur

La création du circuit imprimé se fait à partir du logiciel Layout d'Orcad, mais ne peut aboutir que si un schéma électrique du circuit a d'abord été fait sous le logiciel Capture d'Orcad. Cette étape, sous Capture, a pour but de spécifier précisément les caractéristiques des composants utilisés; mais aussi leurs empreintes sur la future plaque. Après cette étape, on exporte une netliste qui contient les données exploitées sous layout. C'est à partir de ce moment que commence la conception de la plaque à proprement parler. On décide alors de fixer des constantes, telles que l'espacement entre les pistes ou alors la taille de la plaque, pour enfin placer les empreintes des composants sur la plaque. Le placement des composants peut ensuite se faire de deux manières : entièrement automatique ou alors manuellement, dans la majorité des cas le logiciel n'arrivant pas à trouver de solutions satisfaisantes automatiquement, nous sommes obligé de modifier manuellement le schéma fourni par l'ordinateur afin d'éviter au maximum les liaisons par fils au dessus de la plaque.

2 – La création de la plaque

Après avoir trouvé un schéma de plaque convenable, nous imprimons sur transparent le parcours des pistes du futur circuit imprimé. Ce transparent joue un rôle prépondérant dans la réalisation de la plaque. En effet, la plaque de base est assez particulière. Elle est composée de trois couche :

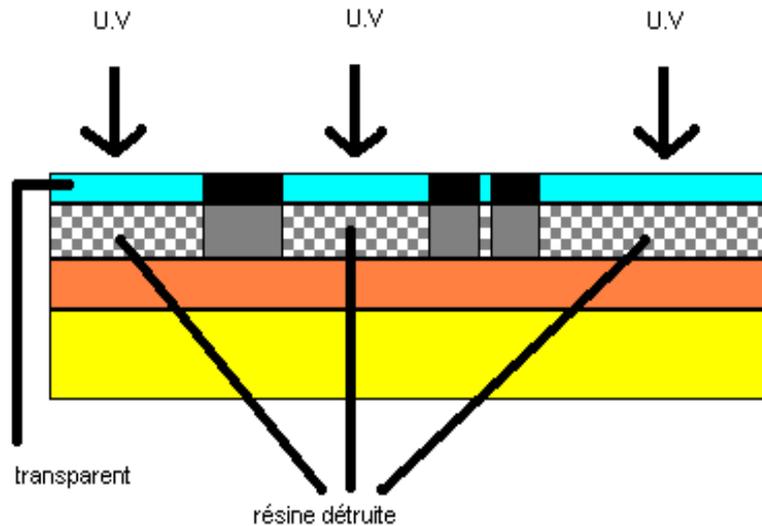
- ➔ une couche de fibre de verre
- ➔ une couche de cuivre
- ➔ un couche de résine



La modification de cette plaque brute s'effectue en trois étapes, chaque

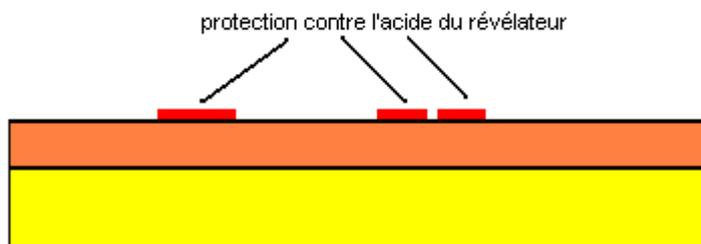
étape modifie la plaque chimiquement :

- L'insolation : Le but de l'insolation est de détruire la couche de résine partout où elle n'est pas surmontée par l'encre fixée sur le transparent. En effet on



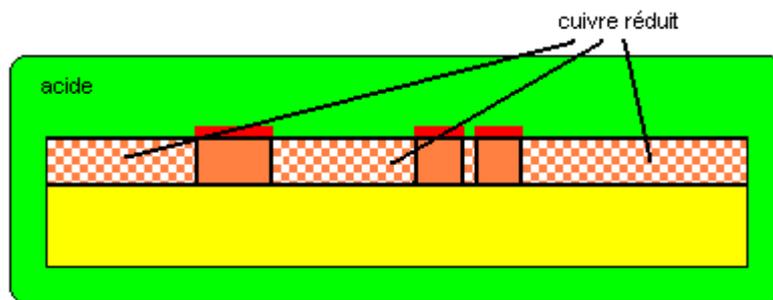
soumet aux ultraviolets la plaque pendant exactement 2 minutes. Ces rayons détruisent chimiquement la résine exposée. Il faut veiller à ne pas dépasser ce temps sous peine de détruire toute la résine.

- La révélation : L'action du produit révélateur a pour effet de faire disparaître la résine, et de protéger les futures pistes (recouvertes auparavant de résine). Le révélateur est appliqué par plongée de la plaque dans un bain de révélateur.

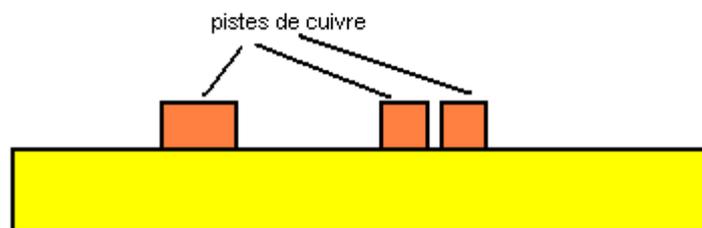


- La corrosion : On passe alors la plaque dans une machine munie d'un tapis roulant, à l'intérieur la plaque subit des projections de perchlore de fer qui est un corrosif puis la plaque est rincée à l'eau (le perchlore réduit le cuivre, c'est une réaction d'oxido-réduction). Il faut plusieurs passages à différentes vitesses afin de pouvoir faire disparaître totalement le cuivre hors

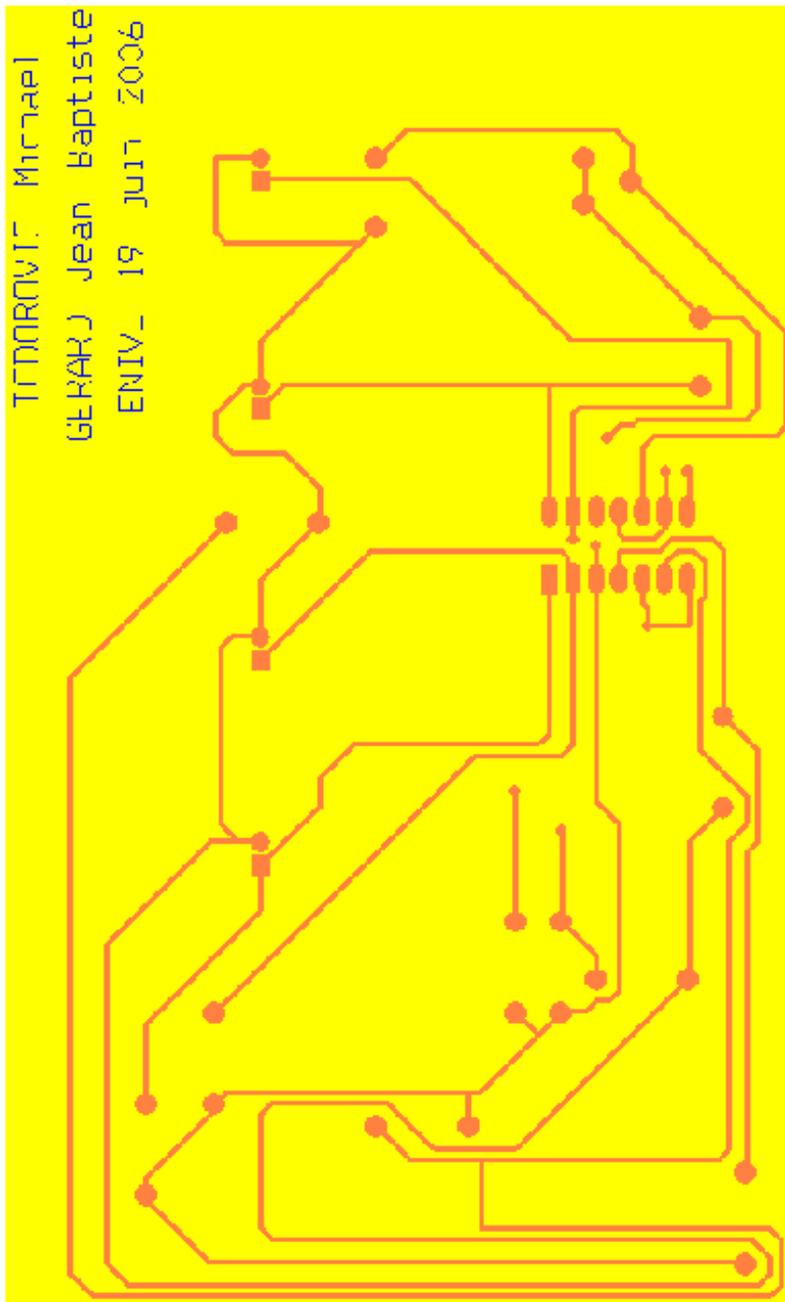
des parties protégées.



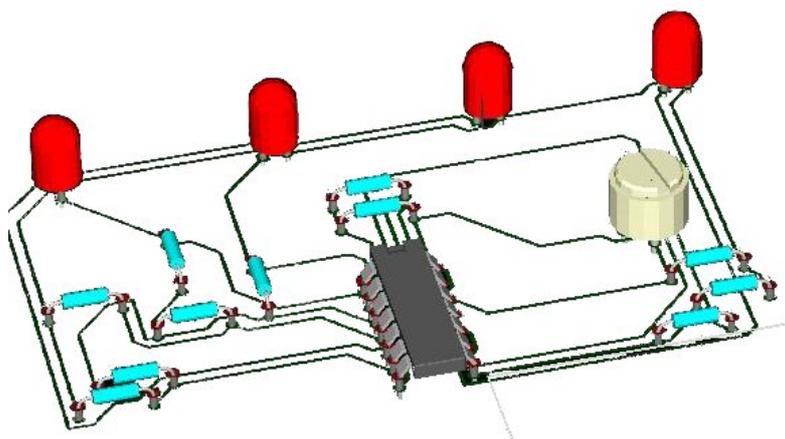
- Le rinçage à l'eau : Après la sortie de la plaque de la machine, il est nécessaire de s'assurer que tout l'acide présent sur la plaque a été rincé, pour cela on passe manuellement la plaque sous l'eau. On obtient alors:



La plaque finale vue de haut donne ceci :



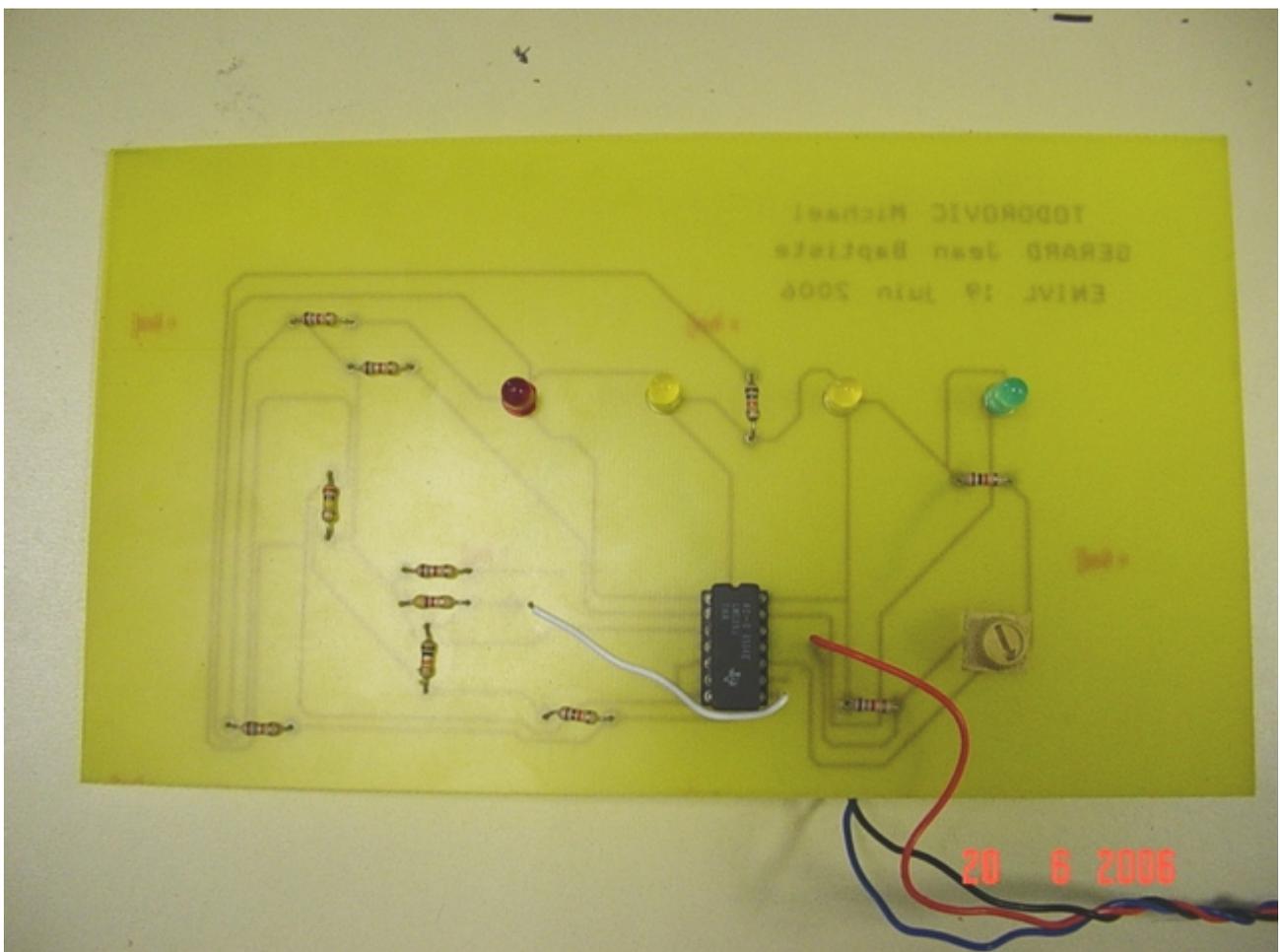
Nous avons également utilisé un autre logiciel de CAO : Kicad. Ce dernier nous a permis de prévisualiser le circuit en 3D.



Cette vue 3D est assez pratique pour vérifier les espaces, notamment autour du circuit intégré.

Pour finir le tout et obtenir un montage qui fonctionne, il suffit seulement de percer chaque pastille avec une perceuse et un petit forêt. Il faut ensuite souder tous les composants à leur place sur la plaque, tout ceci grâce à de l'étain et un fer à souder. Il faut faire attention à respecter le sens d'insertion des composants polarisés tels que les leds ou les condensateurs polarisés. Le circuit intégré LM139J est fixé sur un support prévu à cet effet afin d'éviter de dégrader le composant lors de la soudure. En Effet, le LM139J supporte 150°C maximum or la soudure se réalise à près de 300°C.

Voici un aperçu de la plaque une fois les composants soudés (vue de dessus)

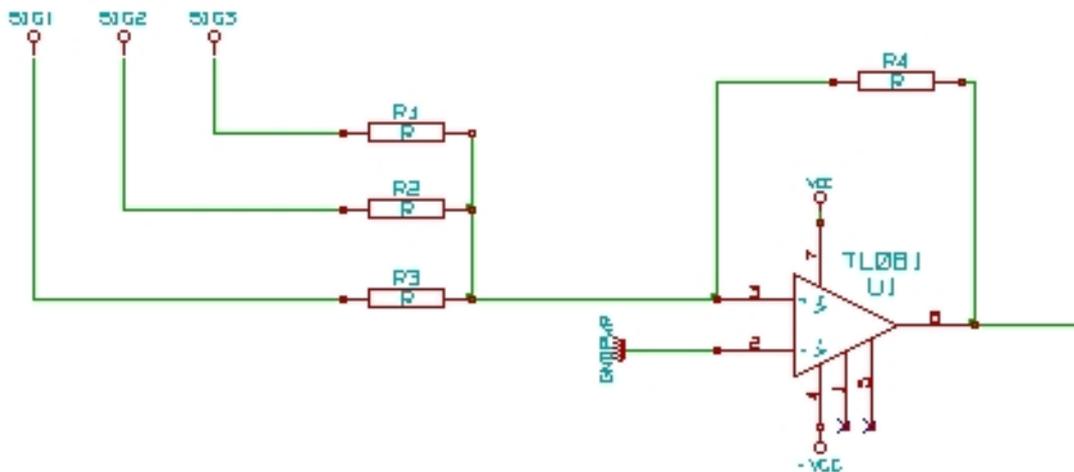


3 – Test de la plaque

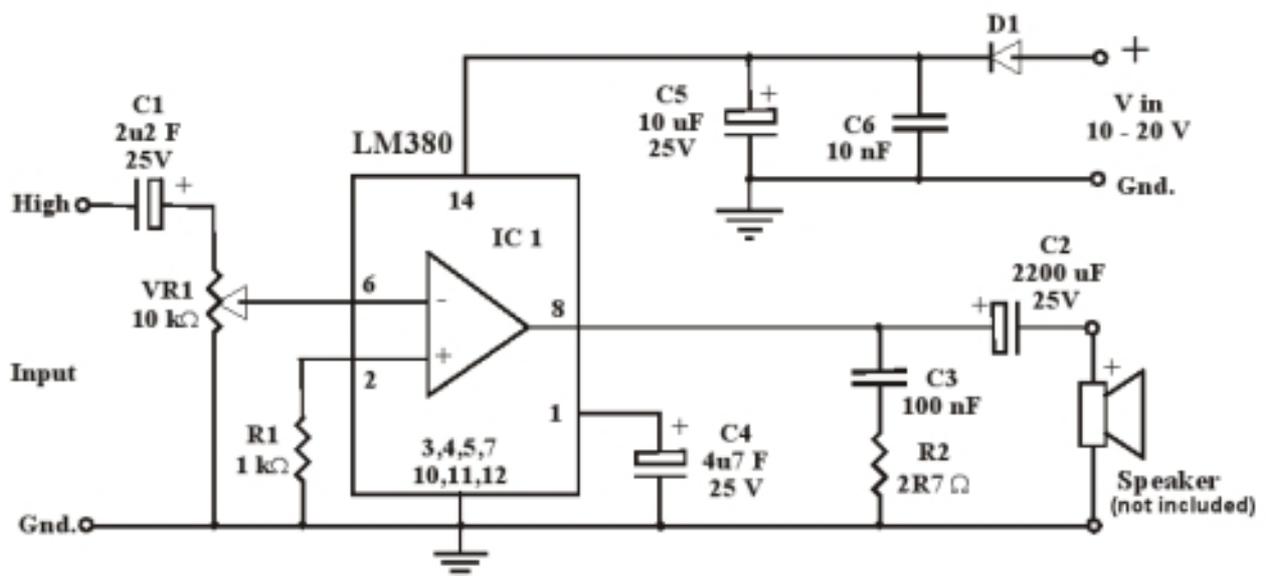
Nous avons créé en projet un détecteur de seuil, mais notre projet s'inclut dans une réalisation plus globale : le montage d'une table de mixage. Pour se faire nous sommes quatre groupes et les trois autres groupes s'occupe du filtrage du signal. Donc pour tester notre montage, il nous fallait recréer les signaux qui nous seraient transmis par les filtres qui viendraient se brancher sur notre détecteur de seuil. Ainsi nous avons mobilisé trois générateurs basses fréquences pour, en les faisant varier de fréquences et d'amplitudes, recréer les signaux que nous serions à même de recevoir. Ensuite grâce au logiciel permettant de synchroniser l'oscilloscope avec l'ordinateur, nous avons effectué des vérifications sur les valeurs de seuils ainsi que les comportements aux différentes fréquences. Ces tests se sont révélés corrects.

V – Création du sommateur et amplificateur de puissance

Nous utiliserons l'amplificateur opérationnel TL081 afin de réaliser le sommateur. Les résistances R1, R2, R3 doivent être égales pour réaliser le sommateur. La résistance R4 doit être égale à R1 ou R2 ou R3 pour avoir un gain de 1.



Pour l'amplificateur de puissance, nous utiliserons le LM380 qui est un circuit intégré dédié à l'application de puissances des signaux audio. Ce composant est assez instable point de vue de l'intégration dans un circuit. Il ne faut pas oublier un composant sous peine de ne pas pouvoir faire fonctionner le circuit. Voici un schéma trouvé sur internet.

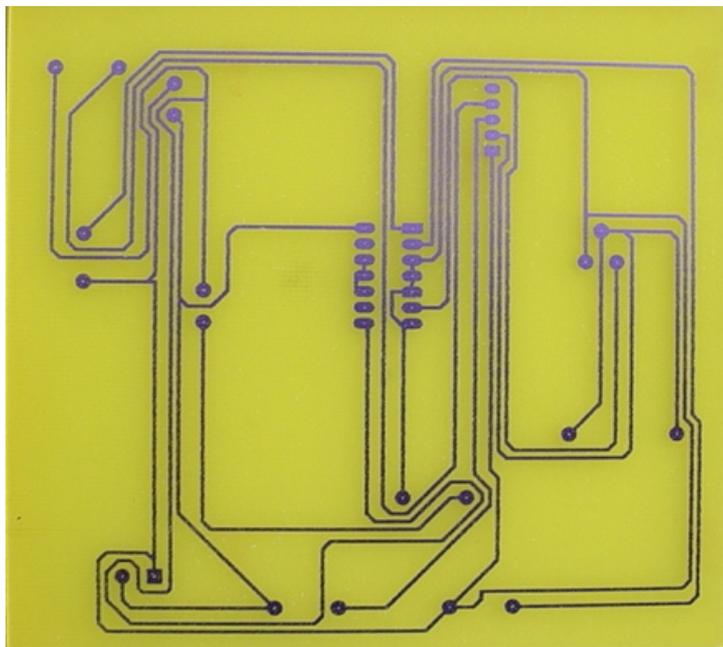


La résistance R2 a été remplacée par une résistance de 10Ω. Le LM380 chauffe beaucoup lorsqu'il est utilisé à son maximum. Le constructeur conseille

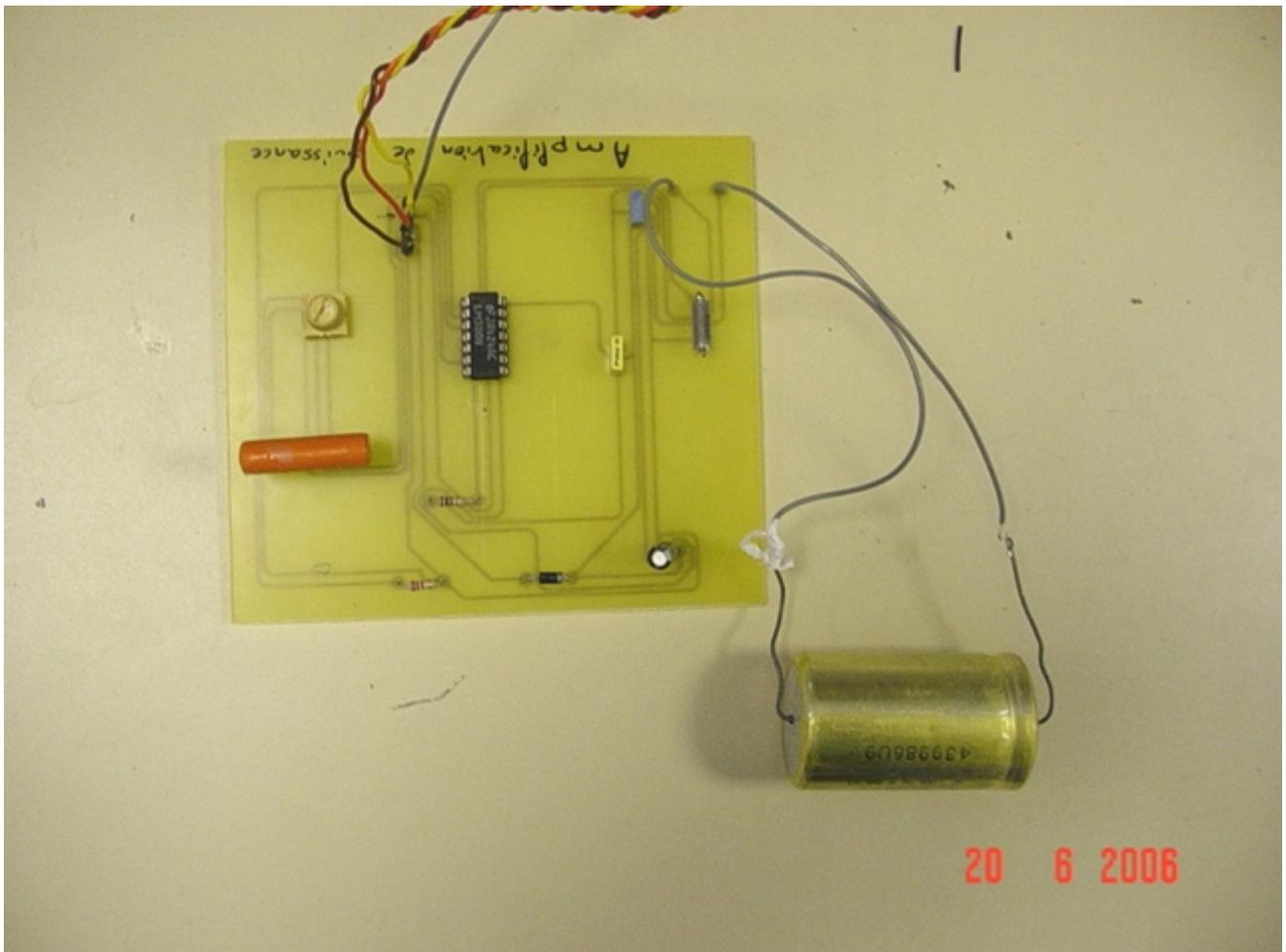
de mettre un dissipateur passif sur le composant lorsqu'il est utilisé dans ces limites afin d'évacuer la chaleur dégagée. Nous avons fait confiance à ce schéma et nous avons testé. Le test s'est avéré correct donc nous avons conservé ce schéma. Nous avons eu des difficultés à trouver le condensateur de 2200 μ F car c'est une capacité peu commune en électronique analogique.

Suite à des problèmes liés à la version complète d'Orcad, nous avons dû réaliser le circuit sur deux plaques distinctes alors que nous aurions pu faire une seule plaque sans ce problème.

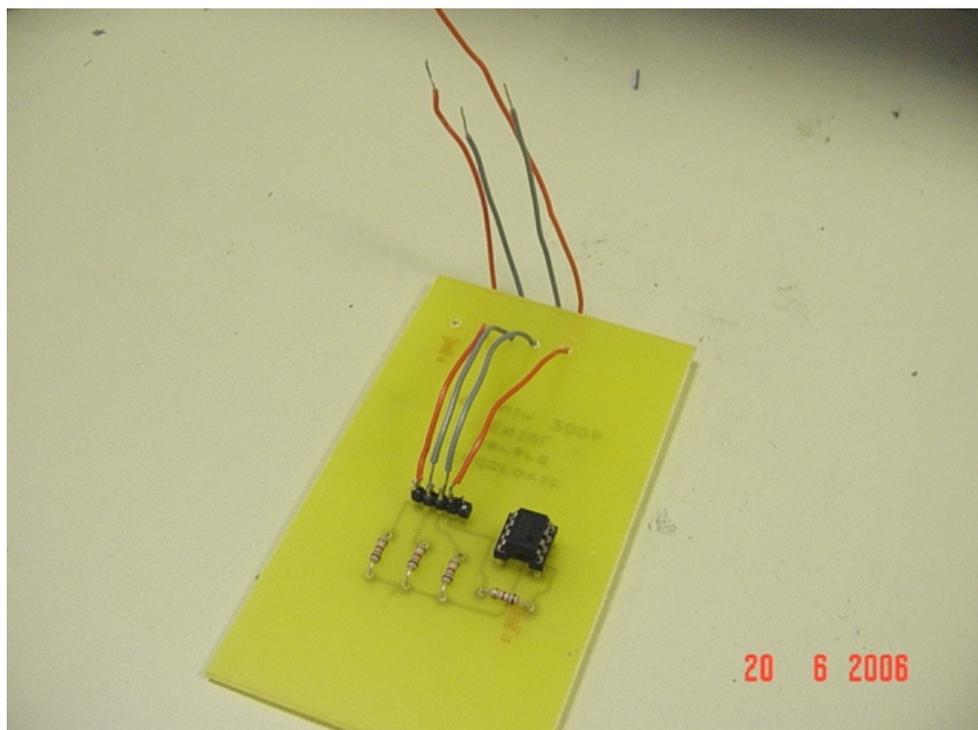
Voici un aperçu du dessous de la plaque pour l'amplification de puissance avant perçage.



Voici un aperçu de la plaque une fois les composants soudés.



Nous n'avons pas pu mettre le condensateur jaune de $2200\mu\text{F}$ sur le schéma de la plaque car aucune empreinte n'était suffisamment grande. Le composant orange est le condensateur de $2,2\mu\text{F}$. Voici maintenant un aperçu du sommateur :



N'ayant pas les connaissances requises pour expliquer le fonctionnement de l'amplification de puissance, nous avons du tester empiriquement. Nous avons monopolisé trois GBF pour générer trois signaux sinusoïdaux à l'entrée du sommateur. Deux oscilloscopes ont été nécessaires pour contrôler les signaux. En effet, les TDS220 n'ont que deux entrées. Il n'y a que trois signaux à contrôler donc il nous reste une voie sur l'oscilloscope. Nous prendrons alors cette voie pour visualiser le signal de sortie et vérifier que le signal semble correct. Nous n'avons pas encore les outils nécessaires (transformée de Fourier) pour contrôler l'exactitude du signal observé. Ce signal de sortie du sommateur sera connecté à l'entrée de l'amplificateur de puissance. Nous entendons un signal plus puissant qu'à la sortie du sommateur donc nous en déduisons que l'amplificateur de puissance fonctionne. La variation de volume grâce à la résistance variable fonctionne également.

VI – Réflexion sur le projet : apports personnels

1 – La création du projet

Au début de ce projet, l'idée de créer un détecteur de seuil nous a été proposée par les professeurs; malgré ça il nous a fallu réfléchir à la manière de concevoir cet objet, puisque aucunes indications d'ordre technique nous ont été communiquées. Nous avons donc dû exploiter notre cours d'électronique pour trouver des structures qui nous permettaient de créer notre détecteur de seuil. Puis une fois la structure trouvée, nous nous sommes penchés sur le choix précis des composants, heureusement nous étions aidés par le nombre limités (mais pas restrictif) de comparateurs mis à notre disposition. En effet libre à nous, si les composants proposés ne nous convenaient pas, d'en chercher d'autres plus satisfaisants. Et c'est ici qu'Internet nous a beaucoup aidé : nous disposions quasi immédiatement de toutes les fiches techniques des comparateurs. Comme précisé dans ce compte-rendu, il a fallut changer de comparateur. Nous avons donc pu en trouver un convenant à nos attentes très rapidement.

2 – La gestion du projet

A partir du moment où nous étions fixés sur nos objectifs, nous avons commencé à planifier notre avancement dans le projet. Malgré cela, nous devons improviser avec un certain nombre de difficultés que nous avons rencontré, cela nous a appris à gérer ce genre d'incidents. Mais comme souvent chaque tâche à accomplir ne requérait qu'une personne à la fois, nous nous sommes répartis les tâches, et surtout nous suivions régulièrement l'avancement global du projet lors de « réunions » afin de faire le point. Ceci nous permettait de dire si le projet prenait du retard ou non.

3 – L'acquisition d'outils nouveaux

Pour concevoir ce projet, nous avons manipulé un certain nombre de

logiciels et de supports différents avec lesquels nous avons du composer. Ainsi pour créer le prototype, nous avons manié les plaques LABDEC, nous n'avons jusqu'alors pas travaillé avec à l'école. Nous avons commencé à créer le circuit avec KICAD qui est assez intuitif mais toutefois moins puissant qu'ORCAD au niveau des composants connus. On peut noter que la suite logicielle "ORCAD" est peu simple à appréhender en peu de temps. La réalisation a proprement parler nous a également posé des problèmes : maîtriser les techniques de fabrication de la carte ne fut pas des plus aisées, malgré le fait que nous ayons abordé la question au collège. Cependant au collège, nous n'apprenions pas à réaliser les plaques dans la mesure où les professeurs les fabriquaient. Pour le perçage et le soudage, peu de difficultés car là aussi nous avons abordé ces pratiques au collège. Pour la procédure de vérification du montage, étant donné qu'il n'existe pas de méthode particulière, ce fut assez empirique : nous nous sommes inspiré des TP et d'exercices passés pour la mettre en place.

VI – Conclusion

Ce projet a été l'occasion de découvrir la conception de circuits électriques simples et de la conception en général. Nous avons découvert la gestion d'un projet, la gestion du temps imparti. Ce dernier point est sans doute le plus complexe. En effet, nous avons tous les schémas prêts, nous n'avons plus qu'à câbler mais des problèmes auxquels nous n'avions pas forcément pensé se sont posés et nous ont ralenti. Cela veut dire que malgré toutes les précautions que l'on peut prendre lors de la réflexion préliminaire, il y a des problèmes cachés qui sont résolubles plus ou moins facilement. Nous avons également pu mettre en pratique nos connaissances acquises en électronique analogique. Ce projet a été mené à bien malgré les problèmes rencontrés et nous a permis de faire une première approche de gestion de projet qui nous permettra de mieux gérer les projets dans les années supérieures.

Bibliographie :

Datasheet des composants utilisés :

- LM319N : <http://www.national.com/ds.cgi/LM/LM119.pdf>
- LM311 : <http://www.national.com/ds.cgi/LM/LM111.pdf>
- LM139 : <http://www.national.com/ds.cgi/LM/LM139.pdf>
- LM380 : <http://www.national.com/ds.cgi/LM/LM380.pdf>
- Leds : <http://www.junun.org/MiniSumoMarkIII/datasheets/HLMP-1700.pdf>

Schéma de l'amplificateur de puissance :

<http://www.electrokit.se/download/k97.pdf>

Autres sources :

Le cours d'électronique analogique de première année dispensé à l'ENIVL

Outils utilisés pour réaliser le projet et ce document

- Wavestar, logiciel d'acquisition de données d'oscilloscope (http://www.tektronix.com/site/ps/0,,60-12123-INTRO_EN,00.html)
- Orcad, suite logicielle de CAO dédiée à l'électronique (<http://www.orcad.com/>)
- Kicad, suite logicielle libre de CAO dédiée à l'électronique (http://www.lis.inpg.fr/realise_au_lis/kicad/)
- OpenOffice 2.0.2 (<http://fr.openoffice.org/>) sous Debian Linux 3.1 (<http://www.fr.debian.org/>)