

**n° 122****PRINTEMPS 2013**

## CONTRÔLE DE LA DISTANCE DE SÉCURITÉ

**Appareil anti-bégalement****SOMMAIRE  
DÉTAILLÉ  
PAGE 3**

- Moniteur pour gaz Radon
- Alarme pour séisme
- Inducteur magnétique du sommeil
- Simulez vos circuits avec LTSpice

**N° 122 MARS 2013**

M 04662 - 122 - F: 7,50 € - RD



# LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

## CONTRÔLE DE DISTANCE DE SÉCURITÉ



Ce kit calcule, en fonction de la vitesse à laquelle le véhicule roule, la distance de sécurité c'est-à-dire la distance parcourue pendant le temps de réaction du conducteur et la distance de freinage du véhicule. Ce kit est muni de plusieurs entrées/sorties connectables directement aux kits suivants : EN1582 (carte expérimentale pour EN1580), EN1583 (carte relais), EN1584 (carte triac).

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : 12 V DC - Afficheur LCD - 8 entrées 0-5V - 8 sorties bufférisées RS232 - I2C - PWM OUT - Entrée capteur ABS - Connexion USB avec un PC CD-Rom et Boîtier inclus.

EN1800..... Kit Contrôle de distance de sécurité.....123,50 €  
EN1800KM.....Kit complet livré monté..... 160,55 €

## ANTI BÉGALEMENT



Ce kit est constitué d'un microphone qui capte la voix de l'interlocuteur, la voix est ensuite numérisée et convertie en un signal analogique avec un temps de retard réglable entre 100 et 330 millisecondes. Le cerveau perçoit alors une « commande » qui le fait parler plus lentement et donc annule le bégaiement.

Ecouleur non inclus, Vendu avec le boîtier.

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : Pile 9 V 6F22 (non fournie) - Entrée micro - Sortie casque  
Réglage du volume - Réglage du délai du retard de 30 et 330 millisecondes

EN1798..... Kit Anti bégaiement..... 45,20 €  
EN1798KM.....Kit Anti bégaiement version montée..... 58,85 €

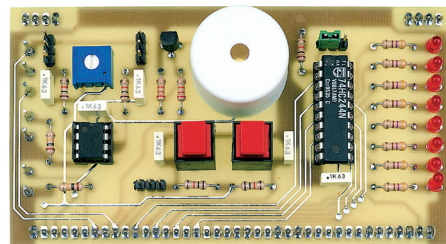
## LTSPICE : LOGICIEL POUR LA SIMULATION DES CIRCUITS ÉLECTRONIQUES

Ce logiciel est un simulateur de circuits électroniques sur PC. Il permet de dessiner son propre schéma et de le simuler. Il peut visualiser les formes d'ondes dans les différents points du circuit comme sur un oscilloscope. Il réalise 6 types d'analyses fondamentaux :

\* analyse en transitoire \* analyse en AC pour petits signaux \* -DC sweep \* bruit \* fonction de transfert en DC \* point de travail en DC

CDRom LTspice. .... Logiciel..... 14,00 €

## PLATINE EXPÉRIMENTALE POUR EN1800



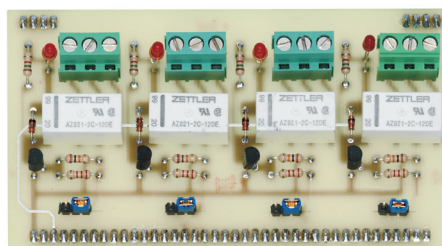
Cette platine EN1582 reliée à la platine PLC PIC EN1800, permet de faire retentir le buzzer avec la PWM, d'allumer/éteindre les LED et d'apprendre à utiliser les poussoirs, start et stop.  
(vendue sans boîtier)

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : 5 V & 12 V DC - Entrée analogique - Entrée timer et comparateur  
Buzzer - Port bidirectionnel 8 bits visualisé par 8 leds

EN1582..... Kit Platine d'extension pour le EN1800 ..... 29,40 €  
EN1582KM.....Kit complet Platine d'extension livré monté .... 41,16 €

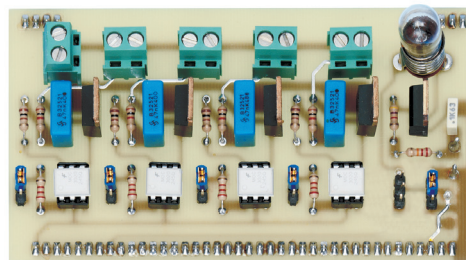
## PLATINE D'EXTENSION RELAIS POUR EN1800



La carte à relais EN1583 comporte quatre relais commandés par quatre transistors BC547 montés en mode ON / OFF. Chaque relais est relié à une LED qui s'allume quand le relais est sollicité. En utilisant les connexions A (normalement ouvert), C (normalement fermé) et B (commun, au centre), il est possible d'obtenir deux logiques de gestion des sorties : sorties nulles et non nulles. On peut relier à cette platine différents types de charges, en continu comme en alternatif, par exemple des ampoules secteur 230 V alternatif ou 12 V continu. ( vendue sans boîtier)

EN1583..... Kit Platine d'extension pour le EN1800 ..... 36,00 €  
EN1583KM.....Kit complet Platine d'extension livré monté .... 50,00 €

## PLATINE D'EXTENSION TRIAC POUR EN1800



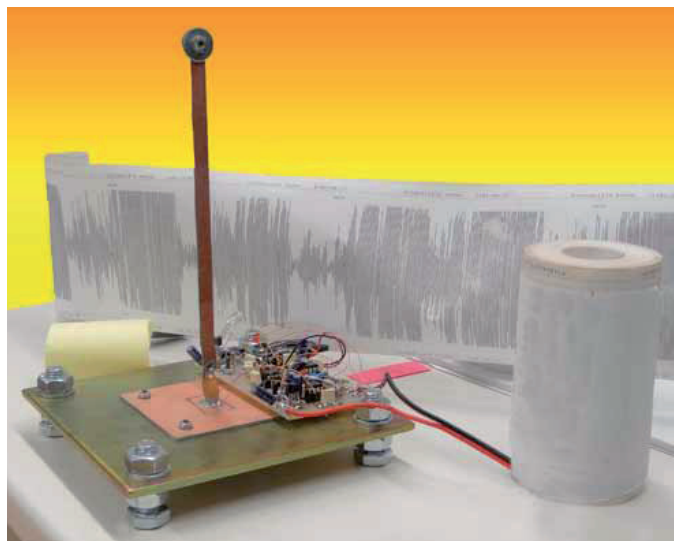
La carte à triacs EN1584 comporte quatre triacs BT137 pilotés par quatre photodiodes MCP3020. Avec ces triacs, on peut commander des charges de différents types ne consommant pas plus de 10 A. ( vendue sans boîtier)

EN1584..... Kit Platine d'extension pour le EN1800 ..... 35,00 €  
EN1584KM.....Kit complet Platine d'extension livré monté .... 49,00 €



# LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

## ALARME POUR SEISMES



Ce kit est constitué d'un capteur piézoélectrique qui est excité mécaniquement lors d'un séisme. Il produit alors un signal qui est filtré et traité pour être converti en un signal BF (le buzzer intégré sonne et une LED se met à clignoter en synchronisme avec les ondes P du sismographe). On peut ainsi enregistrer le signal dans un PC en le connectant à l'entrée LINE IN et en utilisant un logiciel « d'enregistrement audio ».

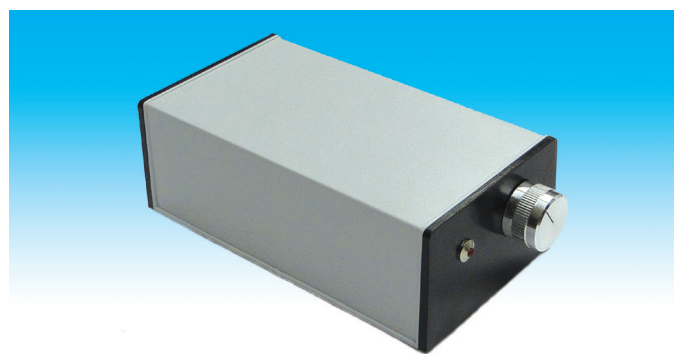
Le kit alarme pour séismes EN 1799 est composé de EN1799A/B/C

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : 12 V DC - Visualisation des ondes P par LED  
Buzzer indiquant un tremblement

EN1799 .....	Kit Alarme pour séismes .....	50,90 €
EN1799KM.	Kit Alarme pour séismes version montée .....	65,35 €
EN1799PL..	Plaque en acier déjà percée avec boulons .....	10,90 €

## INDUCTEUR MAGNÉTIQUE DU SOMMEIL



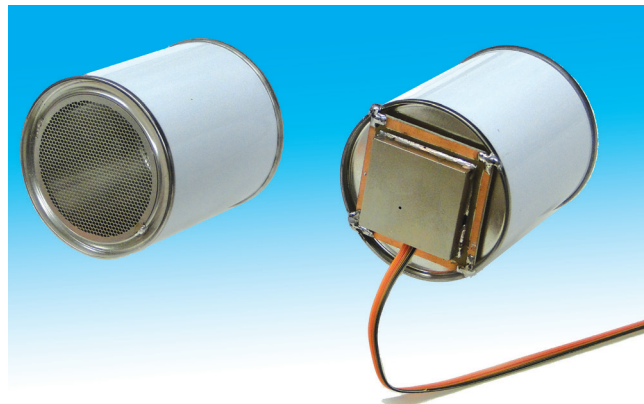
Ce kit permet de créer un environnement de type géomagnétique permettant au cerveau de tomber dans un sommeil profond. Il est doté d'un générateur d'impulsions qui, relié à un diffuseur magnétique, fournit deux ondes de fréquence 5Hz et 1,2 Hz formant un champ magnétique virtuel relaxant. Ce kit rend l'endormissement plus facile et permet un sommeil prolongé sans médicaments. Vendu avec son boîtier.

### \*Caractéristiques techniques :

Alimentation : Pile 9 V 6F22 (non fournie) - Durée du cycle : 30 min allumé, 30 min éteint - Sélecteur de fonctionnement en boucle ou une seule fois  
Visualisation par LED du fonctionnement

EN1797 .....	Inducteur magnétique du sommeil.....	31,22 €
EN1797KM.	Inducteur magnétique du sommeil version montée....	43,70 €

## MONITEUR DE RADON



Ce kit permet de détecter pendant de longues périodes des émanations de gaz Radon provenant naturellement du sous-sol. Il est constitué d'une chambre à ionisation et d'une partie électronique d'amplification qui se connecte au compteur Geiger EN1710K. Le kit EN1809-1 se raccorde au EN1710K auquel on remplacera la carte micro par le EN1710KMK. En version moniteur de Radon le tube Geiger n'est plus nécessaire.

EN1809-1 ..	Kit Moniteur de Radon (cavité + carte alim.) .....	190,00 €
EN1809-1KM ..	Kit Moniteur de Radon version montée .....	230,00 €
EN1710-KMK ..	Carte programmée pour cavité Radon .....	45,00 €

## COMPTEUR GEIGER MULTIFONCTION PROFESSIONNEL

Depuis Tchernobyl - 1986 vingt-deux ans déjà ! - on est devenu très méfiant à l'égard des substances radioactives et de la radioactivité en général. Ce tout nouveau compteur Geiger multifonction professionnel vous permet de contrôler la radioactivité de l'air, même sur de longues périodes ; de plus il peut évaluer les trois types de rayonnement (alpha, bêta et gamma). Toutes les données recueillies sont mémorisées dans une SD-Card de 1 Go : avec un PC vous pourrez visualiser l'évolution du niveau de radioactivité ambiante.

### Caractéristiques techniques :

Alimentation : 6 V (5 batt. rechargeables AA de 1,2 V ou alimentation externe)  
- Consommation SD désinsérée, bip et rétro-éclairage activés : environ 130mA - Consommation sans le rétro-éclairage : 33 mA - Consommation en veille : 11 mA - Consommation avec la SD insérée supplément d'environ 2 mA. **Caractéristiques techniques du capteur LND712 :** - Mesure les radiations : alpha, bêta et gamma - Gaz de remplissage : Ne + halogènes - Gamme de sensibilité Co60 (cps/mR/h) : 18 - Gamme de sensibilité Cs137 (cps/mR/h) : 16 - Comptage de background : maximum 10 cpm - Minimum dead time : 90 µs - Tension d'alimentation : 500 Vdc - Température de travail : -40 à +75 °C - Dimensions : diamètre 9,1 mm x longueur 38,1 mm.

EN1710K1.	Kit complet sans le tube SE2.45 pour ondes Alfa - Beta - Gamma .....	271,00 €
EN1710K/KM.....	Kit complet version montée sans tube .....	356,00 €
MK60 .....	Valise de transport (en option).....	21,00 €

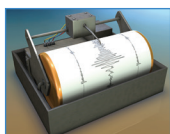
SE2.45 .....	Tube pour ondes Alfa - Beta-Gamma (en option).....	92,00 €
--------------	--	---------

**COMELEC** CD 908 - 13720 BELCODENE Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

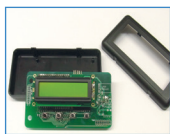
Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB. [www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)

**Le Radon, ce tueur invisible ..... 05**

Le Radon (1) est un gaz naturel radioactif, incolore, inodore, sans saveur et extrêmement volatil. Il est la source la plus importante de radiations dans les édifices : il peut rester "prisonnier" du fait des portes et fenêtres étanches ou des murs et cloisons sans aération qui "scellent" et confinent les constructions. L'Organisation Mondiale de la Santé (WHO), par l'intermédiaire de l'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer (IARC), a classé le Radon comme deuxième cause de tumeur pulmonaire, après le tabac et la première pour les non fumeurs.

**Tremblements de terre : causes et mesures ..... 09**

En géophysique les tremblements de terre, également appelés séismes ou secousses sismiques ou encore secousses telluriques, sont des vibrations ou des oscillations intempestives, soudaines et rapides et plus ou moins puissantes, de la croûte terrestre, provoquées par le déplacement brutal d'une masse rocheuse dans le sous-sol. Ce déplacement est généré par les forces de nature tectonique qui agissent constamment à l'intérieur de la croûte terrestre, ce qui provoque une libération d'énergie en un point interne de la Terre, appelé hypocentre.

**Contrôle de la distance de sécurité en voiture ..... 14**

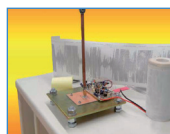
Un PIC, pour vous sauver la vie, calcule la distance de freinage de votre voiture et la distance de sécurité correspondante et un PIC vierge pour réaliser d'intéressantes expérimentations avec la platine d'essais USB EN1582 : tout ceci grâce à un logiciel open source véritablement universel ! Le programme tient compte du type de voiture utilisé et visualise en temps réel sur un afficheur la distance de freinage et la distance de sécurité à garder quand on se déplace.

**Un appareil anti bégaiement ..... 46**

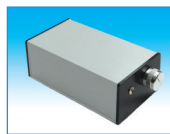
Une personne qui souffre de bégaiement n'a aucune malformation physique. Il lui manque simplement le synchronisme adéquat entre le parler et l'audition. On peut même penser que quelqu'un qui bégaye a tant de choses à dire que sa bouche ne parvient pas à suivre. Le système capte nos paroles et les restitue à l'oreille retardées de manière programmable de 100 à environ 300 millisecondes. Un montage qui utilise un simple casque pour ordinateur, avec une simple pile de 9 V.

**Un moniteur pour le Radon ..... 54**

Il y a quelques temps, nous vous avons présenté le Compteur Geiger EN1710K pour contrôler les radiations. Aujourd'hui nous savons que le gaz Radon est, parmi nos ennemis invisibles, celui qui plus que tout autre provoque le cancer, mais pour pouvoir le combattre il faut savoir le reconnaître. Pour cela nous avons besoin d'un appareil doté d'une chambre à ionisation très sensible. À nouveau un grand merci aux chercheurs de l'ENEA qui, avec leur professionnalisme, nous ont permis de vous donner un produit fiable et à un très bon prix.

**Une alarme pour les séismes ..... 71**

Pourquoi ne pas profiter ne serait-ce que de quelques secondes si nous savons qu'après le signe avant coureur arrivera un tremblement de terre ? Nous disons un tremblement de terre nous ne disons pas un GRAND tremblement de terre ou un PETIT tremblement de terre. Cela nous ne sommes pas encore capables de le prévoir ! Richter ou Mercalli ?

**Inducteur magnétique du sommeil ..... 82**

La perturbation du sommeil, appelée insomnie, peut rendre difficile l'endormissement le soir ou nous réveiller trop tôt le matin ou encore plusieurs fois pendant la nuit. Le manque de sommeil réparateur peut influencer notre capacité à accomplir nos activités quotidiennes, à cause des problèmes de concentration produits par la fatigue. Tous les types d'insomnie peuvent engendrer une somnolence diurne, une faible concentration et l'incapacité de se sentir reposé le matin.

**LTSpice pour apprendre à simuler vos circuits ..... 88**

La simulation Spice est née avec les circuits intégrés et maintenant, grâce au programme LTSpice, elle est accessible à tous. Comment l'utiliser ? Avec ce Cours nous cherchons à répondre à cette question de manière simple et didactique. Dans cette deuxième Leçon nous nous intéressons à la modélisation des transformateurs.

**Le bulletin d'abonnement se trouve page.....97**

**Tous les articles et les revues sont  
téléchargeables sur notre site internet  
<http://www.electronique-magazine.com>**

**LISEZ  
ELECTRONIQUE  
ET LOISIRS  
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS**

**Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 6 Mars 2013**

Crédits Photos: Corel, Futura, Nuova, MJJ



par Alexandra Fraschini

Qu'est-ce que le Radon  
et comment le mesurer ?

# Le Radon, ce tueur invisible



**L**e **Radon (1)** est un **gaz naturel radioactif**, inodore, incolore, sans saveur et extrêmement volatile. Il est la source la plus importante de radiations dans les édifices : il peut rester “prisonnier” du fait des portes et fenêtres étanches ou des murs et cloisons sans aération qui “scellent” et confinent les constructions. L'**Organisation Mondiale de la Santé (WHO)**, par l'intermédiaire de l'Agence Internationale pour la Recherche sur le Cancer (IARC), a classé le **Radon** comme deuxième cause de tumeur pulmonaire, après le tabac et la première pour les non fumeurs. L'Organisation Mondiale de la Santé l'a classé depuis 1988 parmi les 105 substances les plus cancérigènes pour l'homme.

Le **Radon** est un gaz radioactif, produit de la désintégration nucléaire de l'**Uranium (2)**. On le trouve en quantités variables, dans presque toutes les roches, dans presque tous les sols et dans les eaux. Le **Radon** est donc présent un peu partout dans la nature. Comme il est électriquement neutre et chimiquement inerte, il est d'une grande mobilité : il peut se déplacer et se diffuser jusque très loin de son lieu de production. Sa distribution et sa migration dépendent directement du terrain : les sols perméables ou fracturés favorisent sa circulation rapide dans le **sous-sol**.

**(1)** Le **Radon** est un **élément chimique**, de symbole **Rn** et de **numéro atomique 86** dans le **tableau périodique** (Wikipedia article **Radon**).

**(2)** L'**uranium** est un **élément chimique** de **symbole U** et de **numéro atomique 92** dans le **tableau périodique** (Wikipedia article uranium).

## Aperçu historique sur le Radon

Ce gaz radioactif est découvert en 1900 par **Lord Rutherford** (1871 – 1937) lequel, considérant son mode de production naturelle (désintégration du radium), le nomme “émanation” (du radium).

En 1908 il est isolé et nommé “niton” par **William Ramsay** (1852 – 1916), un chimiste écossais, prix Nobel de chimie en 1904 en collaboration avec le physicien anglais **Lord Rayleigh** (1842 – 1919) lequel avait réussi à isoler l'argon **(3)**, premier gaz noble à être découvert. Il conserva cette appellation jusqu'en 1923, quand on commence à le nommer **Radon**, qui est sa dénomination actuelle. Il s'agit d'un **gaz produit par la désintégration du radium (4)** lequel est le produit de la désintégration de l'uranium et que l'on trouve en petites quantités dans tous les types de terre, de tuf et de roche et, dissout, dans les nappes phréatiques (c'est le plus soluble des gaz nobles).

Dans la nature, il est donc présent dans le sous-sol, où il est produit continuellement par les roches sédimentaires et on peut le trouver en diverses quantités dans les roches d'origine volcanique comme les tufs, les porphyres, les granites, les pouzzolanes et certaines argiles.

Des caractéristiques géologiques, comme une certaine perméabilité du sol, associée à la présence d'eau, favorisent le déplacement, l'écoulement et l'émanation du gaz. Par exemple, un terrain graveleux ou karstique d'une bonne perméabilité permet sa circulation, alors qu'un terrain argileux, surtout s'il est très humide, peut constituer une barrière naturelle à son écoulement dans le sous-sol et donc à son émanation dans l'atmosphère.

Comme ce gaz est plus lourd que l'air, mais extrêmement volatile, l'air que nous respirons – même à l'extérieur – en contient une certaine quantité.

Toutefois, sa concentration dans l'air extérieur est faible. Par conséquent le risque pour la santé dû au **Radon**, est essentiellement lié à la respiration de ce gaz à l'intérieur des édifices clos (maisons, commerces, écoles et autres lieux de travail) où en moyenne les personnes passent la majeure partie de leur temps.

(3) L'**argon** est un **élément chimique** de **symbole Ar** et de **numéro atomique 18** dans le **tableau périodique** (Wikipedia article argon).

(4) Le **radium** est un **élément chimique** de **symbole Ra** et de **numéro atomique 88** dans le **tableau périodique** (Wikipedia article radium).

## Mesure et concentration

La quantité de **Radon** concentrée dans un environnement confiné se mesure en "**becquerel**" par **mètre cube (Bq/m³)**. Elle varie donc principalement en fonction des conditions géologiques locales et de la structure des édifices (matériaux de construction utilisés, liaison au sol, présence de lézardes, fentes ou fissures des dalles, des murs et des cloisons, aération des locaux etc.).

En **France**, la teneur domestique est à **une concentration moyenne de 65 Bq/m³ et 92 %** des domiciles seraient à moins de 200 Bq/m³ (5).

La valeur moyenne française est au milieu de la fourchette des moyennes européennes, supérieure à celle de la **Grande Bretagne** (20 Bq) et à celle de l'**Allemagne** (50 Bq/m³), mais inférieure à celle de l'**Italie** (75 Bq/m³), de la **Suisse** (108 Bq/m³) et de la **Finlande** (123 Bq/m³).

La recherche, basée sur l'examen d'un échantillon de 5 000 habitations, a mis en évidence le fait que 1,5 % sont situés dans la limite d'intervention, entre 400 et 1000, 0,5 % au-dessus de 1000, c'est-à-dire à des taux comparables à ceux observés dans les mines d'uranium (une fois ventilées). Dans les cas extrêmes, la concentration du flux de **Radon** peut conduire à des valeurs très importantes (6).

Les recherches ont également mis en évidence que **la concentration moyenne de Radon est supérieure dans les sous-sols et les rez-de-chaussée** (entre 100 et 120 Bq) et décroît quand on monte, mais jusqu'au second étage : ensuite, à partir du troisième, elle reste constante. Il ne faut donc pas sous-évaluer le fait que dans les lieux proches du sol, où l'exposition et le risque de concentration de **Radon** sont au maximum, nous avons beaucoup d'écoles, qui sont généralement des structures à un ou deux niveaux et surtout des écoles maternelles et primaires.

Le **Radon** sort naturellement du sol, de l'eau et de certains matériaux de construction. Il est en effet émis par tout matériau d'origine naturelle présentant des traces, même faibles, d'uranium (ex. le granite, le tuf, le porphyre, le basalte, les ciments de pouzzolane, etc.). On s'y intéresse ces derniers temps, en Italie notamment, après le séisme en Emilie, parce que, selon certaines études, on pourrait grâce à lui être en mesure de prédire les tremblements de terre.

(5) Source Wikipedia article **Radon**.

(6) Le **Bq/m³** (Becquerel par mètre cube) est l'unité de mesure de la concentration du **Radon** dans l'air.

Un **Bq** équivaut à une désintégration radioactive par seconde (source : plaquette .pdf sur le **Radon** de radon-France.com à télécharger sur le site [http://www.radon-france.com/fileadmin/modeles/radon/drass\\_ddass.pdf](http://www.radon-france.com/fileadmin/modeles/radon/drass_ddass.pdf)

## Comment entre-t-il dans les maisons ?

La principale source de **Radon** est **la terre du sous-sol de nos habitations**, mais il peut être aussi dégagé par certains matériaux de construction et transporté par l'eau et le méthane. La concentration de **Radon** à l'intérieur est plus forte si l'habitation se trouve sur un sol granitique ou volcanique, près des volcans actifs ou éteints, sur les sols riches en tuf. Si les fondations reposent directement sur le sol, il se propage directement, par les trappes, les cages d'escaliers, les canons de cheminées et les conduites ou gaines de passage des câbles et des tuyaux, etc., avec les locaux en sous-sol ou en entresol pas bien aérés. On en trouve dans les habitations qui ont été construites en utilisant des argiles (la terre cuite comme celle des briques, les tuiles, les carrelages...c'est de l'argile) contenant de l'aluminium, ou du granite, des tufs, des porphyres, du basalte et autres pierres de lave, de la pouzzolane ; ou encore des ciments d'origine pouzzolanique, des plâtres chimiques, des céramiques ou ciments produits avec des scories de hauts-fourneaux ou avec des matériaux contaminés, des bois provenant d'Europe de l'Est...

Le transport du **Radon** à l'intérieur d'un bâtiment se fait par "**effet conduit de cheminée**" dû à la différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur : des mouvements convectifs se produisent et le **Radon** entre ainsi à l'intérieur des maisons. Les différences de température et par conséquent de pression entre les divers étages de l'édifice font que le **Radon** arrivant par les plus bas monte vers les plus hauts.

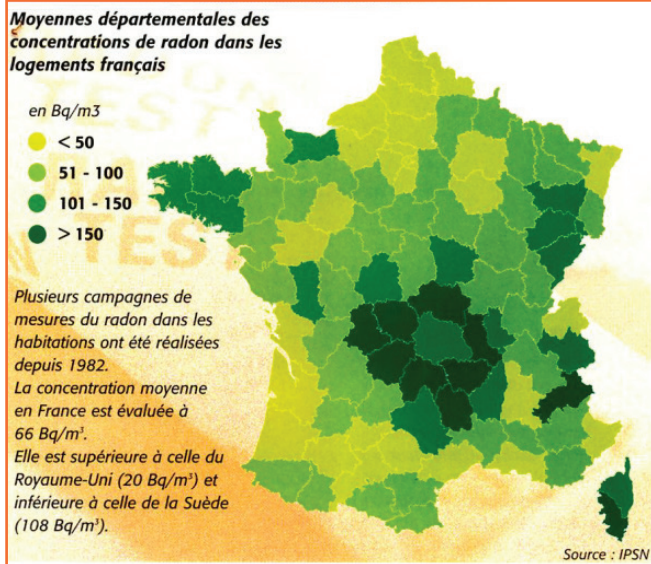
Cette dépression augmente en hiver à cause du chauffage, là encore par les poêles et cheminées ; elle augmente en cas d'aération absente ou insuffisante, par les courants ascensionnels à l'intérieur des conduits de fumées, des systèmes d'aspiration VMC des salles de bain et cuisines, etc. "Aspiré" par la maison / l'immeuble, il s'infiltre par les fissures – même microscopiques – présentes dans les carrelages / les parquets et dans les murs, les joints entre carreaux / lames de parquet et entre cloisons.

En outre, toute partie enterrée de la maison / l'immeuble constitue un point d'infiltration potentiel : les conduites d'eau et de gaz, les conduites de tout-à-l'égout, les cuves enterrées pour la récupération de l'eau de pluie, les gaines de protection des câbles électriques, etc.

Les fouilles (nom donné par les maçons aux tranchées des fondations dans lesquelles on coule le béton ferrailé) peuvent changer complètement la situation dans le sous-sol et augmenter le risque radioactif.

Une fois dans le bâtiment, il peut rester "emprisonné" à cause des fenêtres et des portes bien étanches, des murs et cloisons non respirantes par manque d'aération naturelle.





## A propos des normes spécifiques pour les habitations

La communauté européenne recommande aux habitants des maisons où la concentration en **Radon** dépasse 400 Bq/m<sup>3</sup> de mettre en œuvre des actions correctives. Celles-ci s'imposent tout particulièrement au-delà de 1 000 Bq/m<sup>3</sup>.

Les pouvoirs publics, prenant en compte l'avis du Conseil supérieur d'hygiène publique de France, ont entériné le seuil d'alerte de 400 Bq/m<sup>3</sup>, valeur incitative pour les bâtiments existants. En ce qui concerne les bâtiments à construire et pour tenir compte des phénomènes de vieillissement, c'est la valeur guide de 200 Bq/m<sup>3</sup> qui a été retenue.

En France on estime à :

- 300 000 les habitations individuelles où la concentration de **Radon** est supérieure à 400 Bq/m<sup>3</sup>
  - 60 000 celles où elle est supérieure à 1 000 Bq/m<sup>3</sup>
- (source : Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire (IPSN).

## Comment mesure-t-on le Radon dans les habitations

La première chose à faire si l'on habite (ou travaille) dans des édifices suspects, est de mesurer l'atmosphère.

Les mesures doivent couvrir une année solaire entière car les valeurs du **Radon** sont variables dans le courant d'une même journée et au cours du cycle d'une année. Ces mesures sont surtout effectuées par des spécialistes qualifiés mais, moyennant une petite mise de fonds (une centaine d'euro environ, analyse du laboratoire incluse), on peut acheter un kit pour les faire soi-même. L'appareil de mesure, le dosimètre, est très petit et il est constitué d'un matériau sensible aux radiations alfa : ces radiations, en le traversant, impriment une trace indélébile. On le place dans l'environnement que l'on veut surveiller et, quand l'exposition est terminée, on le restitue pour l'analyse.

## Comment l'éliminer ?

Une fois la présence de **Radon** assurée, on peut en diminuer la dangerosité avec une série d'actions de remédiation : dépressurisation du terrain, aération de l'atmosphère, aspiration de l'air interne spécialement dans les caves, pressurisation de l'édifice, ventilation forcée du vide sanitaire, imperméabilisation du plancher, rebouchage des lézardes, fentes et fissures, isolation des portes de communication avec les caves. Les coûts d'amélioration vont, en fonction de la concentration du gaz et de la structure de l'édifice, de 500 à 3000 euro. La méthode la plus efficace et immédiate – mais provisoire et ruineuse en hiver – pour évacuer le gaz est d'aérer correctement : les fenêtres doivent être ouvertes au moins trois fois par jour pendant dix minutes, en commençant par les locaux situés au niveau le plus bas. La fermeture, en revanche, doit commencer par les étages les plus hauts, afin de limiter l'effet "canon de cheminée".

## Prévention dans les constructions neuves

Le problème est différent pour les édifices neufs et une simple prévention peut réduire le risque et limiter les coûts : il faut déjà intervenir au niveau (communal) du plan local d'urbanisme (PLU) et, surtout, de la conception architecturale des bâtiments. Il est indispensable, par exemple, de surveiller le terrain même après le creusement des fouilles pour les fondations. Le bâtiment doit être isolé du sol par un vide sanitaire ou en tout cas par un plancher bien ventilé. Il faut bien imperméabiliser le sol et les murs des caves avec des gaines isolantes, éviter les liaisons directes avec le sous-sol ou l'entresol, isoler les canalisations des installations, utiliser des matériaux non suspects : sable, gravier, chaux sont presque toujours sans danger ; de même que la pierre calcaire, le gypse (plâtre naturel), le bois, le ciment pur ou allégé.

## Qu'est-ce qu'un détecteur de radon ?

Un détecteur de **Radon** est un dispositif utilisé pour détecter la présence et la quantité du gaz en atmosphère fermée et il peut être utilisé dans un édifice privé ou sur le lieu de travail. Il a été conçu pour tester l'air à l'intérieur d'un bâtiment et de fournir une lecture de niveaux. Certains lieux ont des niveaux plus élevés de **Radon** que d'autres, disposer d'un détecteur de **Radon** constitue donc une précaution de sécurité intelligente pour tous et contribue à réduire ce risque. Même si les niveaux de gaz **Radon** publiés ne sont pas certains, il est toutefois un fait avéré : le **Radon** se trouve partout dans l'environnement. L'air extérieur que nous respirons contient environ 0,4 pCi / L (picocurie par litre d'air). Comme les bâtiments sont fermés, le **Radon** peut s'accumuler à l'intérieur et atteindre des niveaux dangereux, 4pCi / L ou plus.

Un détecteur de **Radon** est un moyen économique et simple pour garantir que l'air dans votre maison ou au bureau est au dessous de ce niveau.

On distingue :

- les **dosimètres fermés** qui mesurent la concentration de gaz **Radon** dans une chambre de diffusion où n'entre que le gaz,
- les **dosimètres ouverts** qui mesurent toute "l'énergie alfa" présente dans l'environnement.

Ces deux méthodes de mesure du gaz **Radon** utilisent un détecteur de **Radon** : un détecteur de **Radon**, à **court terme** et un détecteur de **Radon** à **long terme**. Pour un test à court terme, il est possible d'utiliser un nombre de détecteurs de **Radon** différent ; certains sont à conteneurs en carbone. Un détecteur à court terme est placé au niveau bas d'un édifice durant 2 à 90 jours. Une fois ce temps écoulé, le détecteur est envoyé à un laboratoire pour une analyse du niveau de **Radon**. Les détecteurs de **Radon** à long terme, en revanche, incluent la piste alfa et la chambre à ions électret : on les laisse dans la maison pendant plus de 90 jours. Si vous avez l'intention de tester votre maison, nous vous conseillons de commencer avec un détecteur à court terme afin de supprimer le risque immédiat, pour passer ensuite au test à long terme. Du fait que les niveaux de **Radon** changent avec les saisons, cette manière de faire est la meilleure pour tester et garantir des niveaux de sécurité pour toute l'année. Les systèmes de réduction du **Radon** sont très efficaces et ils peuvent être installés par des professionnels dûment formés. Il est possible, toutefois, d'éviter que le gaz n'entre dans la maison : elle doit être solide (au niveau des fondations en particulier) et sans lézardes, fentes ou fissures.

## Capteurs novateurs pour la mesure du radon



**RStone™** est le capteur bon marché développé dans les laboratoires italiens de RSens (<http://www.rsens.it/>) et

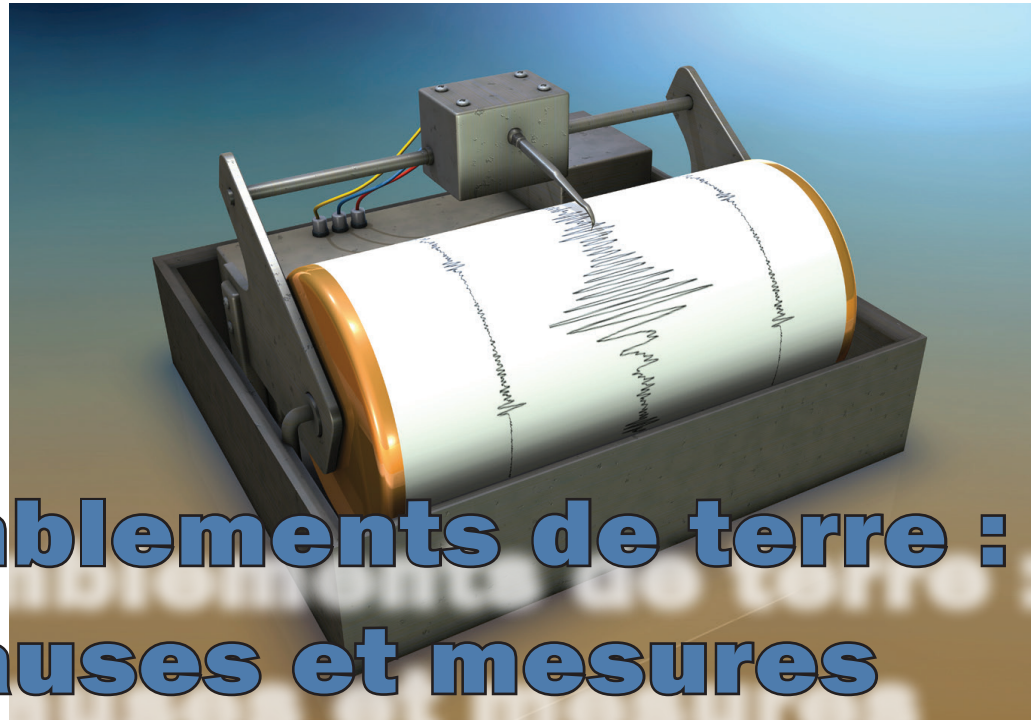
il est aussi bien adapté aux mesures professionnelles qu'aux domestiques. Une innovation de toute première importance qui est également un excellent défi commercial car en Europe en général et en Italie en particulier on est en train de prendre conscience de la nécessité pour la santé publique de surveiller ce gaz mortel. L'équipe qui a conçu RSens est constituée de Luca Bidinelli, Matteo Bonaiuti, Davide Saguatti, Andrea Bosi, ingénieurs et Luigi Rovati, Giovanni Verzellesi et Gian-Franco De la Betta, universitaires. La société est déjà financée par les programmes Spinner2013 et We-tech-off de la Région Emilie-Romagne. Startup des universités de Trente et de Modène et Reggio-Emilia, elle a développé un capteur portable à prix modique pour le **Radon**. Le dispositif utilise des détecteurs de particules alfa en silicium et il est gérable aussi à distance sans fil. En plus il ne consomme pas beaucoup de watts et son utilisation est très facile, même pour les non spécialistes.

**RSens** vise d'abord le marché italien pour, dans un second temps, étendre son action commerciale à l'Europe et à l'Amérique du Nord, c'est-à-dire là où les populations sont le mieux informées du danger que constitue le gaz **Radon**. L'équipe de la startup, dont le siège est à Modène, grâce à son expérience et à sa compétence, continuera son travail en développant de nouveaux capteurs pour détecter d'autres éléments radioactifs.

**RStone™** est un capteur de gaz **Radon** novateur, aux dimensions réduites, programmable et gérable par l'intermédiaire de deux poussoirs et un afficheur. Facile et intuitif à utiliser, **RStone™** est en mesure de visualiser les informations relatives aux concentrations instantanées et moyennes de **Radon**, en plus de la température, de la pression et de l'humidité. Il est disponible en trois variantes : dans la première configuration le capteur **RStone™** est fourni, programmable et gérable au moyen de l'**interface** intégrée dans le dispositif et les informations sont visualisées directement sur l'afficheur. Dans la seconde configuration, en plus du capteur **RStone™** on vous fournit la clé USB **RKey™** et le logiciel **EasyRadon** pour la gestion du système. Grâce à la clé **RKey™** il est possible de **programmer et de contrôler à distance le capteur**, de télécharger les données de mesure et d'imprimer un rapport complet avec des informations détaillées présentées soit sous forme de tableau soit sous forme de graphes, le tout par l'intermédiaire d'une **connexion sans fil dédiée**. Le logiciel est disponible sous une version extrêmement **simple, intuitive et d'utilisation immédiate**. Dans la troisième configuration, la plus complète, **RStone™** est fourni avec la clé USB **RKey™** et le logiciel professionnel **RadonPro**, permettant la programmation simultanée à distance de plusieurs dispositifs en parallèle. Le logiciel permet en outre, de télécharger les données avec des **informations complètes** au format optimisé pour l'impression et au format compatible avec les feuilles de calcul les plus répandues, afin de permettre à l'utilisateur d'autres **analyses et approfondissements**.



par Alexandra Fraschini



# Tremblements de terre : causes et mesures

**E**n géophysique les **tremblements de terre**, également appelés **séismes** ou **secousses sismiques** ou encore secousses telluriques, sont des vibrations ou des oscillations intempestives, soudaines et rapides et plus ou moins puissantes, de la croûte terrestre, provoquées par le déplacement brutal d'une masse rocheuse dans le sous-sol. Ce déplacement est généré par les forces de nature tectonique qui agissent constamment à l'intérieur de la croûte terrestre, ce qui provoque une libération d'énergie en un point interne de la Terre, appelé **hypocentre (1)** ; la fracture émet une série d'ondes élastiques, dites "ondes sismiques" se propageant dans toutes les directions à partir de l'hypocentre : c'est cela qui donne naissance au phénomène observé en surface. Le lieu à la surface de la terre situé à la verticale de l'hypocentre s'appelle l'**épïcéntré** et il est généralement l'endroit le plus concerné par le phénomène. La branche de la géophysique qui étudie ces phénomènes est la sismologie.

Presque tous les tremblements de terre qui se produisent à la surface terrestre sont concentrés dans des zones bien précises, soit à proximité des intervalles (ou failles) entre une plaque tectonique et l'autre : ces failles sont en fait les régions tectoniquement actives, situées là où les plaques bougent plus ou moins lentement en se frottant ou se heurtant entre elles (on parle alors de collisions). Il est très rare que les tremblements de terre se produisent loin des zones de cassures entre plaques (tremblements de terre intra plaques).

Toutefois à certains moments et dans certaines zones, à cause des forces internes, des pressions, des tensions et des frictions entre les masses rocheuses, ces modelages se bloquent, la surface bloquée accumule tension et énergie pendant des dizaines et des centaines d'années, jusqu'à ce que l'énergie soit suffisante pour faire céder soudainement le bloc formé.

Un déplacement brutal et subit de la masse rocheuse jusqu'ici bloquée ("comme un engrenage grippé") se produit alors. Ce mouvement soudain (qui rattrape en quelques secondes le déplacement potentiel bloqué pendant des dizaines ou des centaines d'années) engendre les ondes sismiques puis un tremblement de terre : le glissement constant mais lent entre plaques devient ainsi dans certaines zones et à certaines périodes une sorte de mouvement saccadé de blocage et déblocage, ce qui produit le tremblement de terre.

**(1)** Hypocentre : foyer souterrain situé sous l'épicentre et qui correspond à l'origine d'un séisme.

C'est une brusque émission de l'énergie accumulée par les roches en profondeur : ces roches, soumises aux mouvements continuels de la croûte terrestre, se brisent en suivant des lignes de cassure appelées failles. Une partie de cette énergie est libérée sous forme d'ondes sismiques, lesquelles provoquent l'ébranlement du sol en surface.

Environ deux milliards de personnes vivent dans des régions à risque sismique et les victimes des tremblements de terre depuis le début du siècle ont été d'environ 1 400 000 dans le monde dont 150 000 en Italie.

## Les causes du tremblement de terre

En général les tremblements de terre sont causés par de subits mouvements des masses rocheuses (plus ou moins grandes) à l'intérieur de la croûte terrestre. La surface de la terre est en effet en lent mais constant mouvement (voir tectonique des plaques dans Wikipedia) et les tremblements de terre se produisent lorsque la tension résultante accumulée par les

contraintes mécaniques excède la capacité ou la résistance qu'a le matériau rocheux de la supporter : la charge de rupture est alors dépassée. Cela arrive très souvent aux limites des plaques tectoniques, c'est-à-dire là où se trouvent des failles entre plaques.

Les événements sismiques qui se produisent au voisinage de ces confins entre plaques sont appelés tremblements de terre tectoniques. Ceux, moins fréquents, qui se produisent à l'intérieur des plaques de la lithosphère et non aux bords des plaques se nomment intra plaques. Presque tous les tremblements de terre qui se produisent à la surface de la terre sont donc concentrés dans des régions bien précises, à proximité des frontières entre une plaque tectonique et l'autre : ces zones sont en effet les aires tectoniquement actives, là où les plaques se déplacent plus ou moins lentement et brusquement les unes par rapport aux autres.

Selon la tectonique des plaques, la surface de la Terre est en effet modelée comme si elle était constituée d'environ une douzaine de grandes plaques tectoniques, qui se déplacent très lentement, par l'effet des courants de convection dans le manteau, situé sous la croûte terrestre. Comme elles ne se déplacent pas toutes dans la même direction, les plaques entrent souvent en collision directe ou bien glissent latéralement par leurs bords (failles transformes).

En général le mouvement des plaques est lent, imperceptible (sans instruments appropriés) est constant ; toutefois, à certains moments et dans certaines zones, à cause des forces internes c'est-à-dire de l'équilibre entre les pressions, les tensions et les frottements dans la masse rocheuse, ces mouvements se produisent de manière subite et brutale ("comme un mécanisme grippé qui tout à coup se débloque"). Le tremblement de terre se produit alors : le lent et constant glissement entre plaques devient ainsi dans certaines zones et à certains moments un brusque mouvement aboutissant à un bouleversement tellurique.

La dislocation des plaques est donc supposée être le mécanisme déclencheur des tremblements de terre. La cause secondaire en est le mouvement magmatique à l'intérieur d'un volcan qui peut être l'indice d'une éruption imminente allant de pair avec le caractéristique **tremblement**.

Dans de très rares cas, les tremblements de terre ont été associés à une accumulation de grandes masses d'eau dans les bassins des digues et autres barrages, comme cela s'est produit à Kariba en Zambie (Afrique) et à l'injection ou l'extraction de fluides dans et de la croûte terrestre (Arsenal des Montagnes Rocheuses). Ces tremblements de terre se produisent parce que la résistance de la croûte terrestre peut être modifiée par la pression du fluide.

## Le phénomène physique ou la tectonique des plaques

Les plaques de la lithosphère reposent sur une couche visqueuse ou asthénosphère (2).



Leurs mouvements relatifs sont dus à un déséquilibre thermique interne à la Terre, qui amorce des mouvements convectifs dans la couche correspondant au manteau.

Deux théories sont en concurrence :

1. comportement **passif** des plaques "flottant" sur le manteau
2. comportement **actif** des plaques, lesquelles prennent directement part au processus convectif et subissant des phases de réchauffement et de refroidissement.

(2) L'asthénosphère (du grec asthenos, «sans force» et sphère) est la partie la plus visqueuse du manteau terrestre.

## Types de failles (3)

Les tremblements de terre se produisent sur les fractures ou les cassures de la croûte terrestre connues comme failles sismiques c'est-à-dire là où s'accumulent les contraintes mécaniques provoquées par les mouvements tectoniques. Les frontières entre plaques tectoniques ne sont pas de simples ruptures ou discontinuités : on a souvent affaire à



plusieurs systèmes de fractures indépendants les uns des autres avec même parfois des failles parallèles.

Il existe divers types de failles divisées selon le mouvement relatif des portions tectoniques adjacentes à la fracture elle-même et de l'angle du plan de faille. Le processus de formation et de développement de la faille ainsi que celui des tremblements de terre eux-mêmes – le faillage **(4)** – peut être étudié au moyen de techniques d'analyse propres à la mécanique des roches. L'intensité d'un séisme dépend de la quantité d'énergie accumulée au point de rupture. Elle est en général fonction du type de roche impliqué dans le processus d'accumulation, c'est-à-dire de sa charge de rupture, du type de sollicitation ou contrainte interne ainsi que du type de faille.

**(3) Faille** : c'est une discontinuité ou fracture affectant l'écorce terrestre montrant un mouvement relatif des deux blocs séparés par la faille. Le déplacement entre les deux blocs s'appelle le rejet. C'est le type de rejet qui permet la classification des failles ainsi, une faille décrochante est caractérisée par un rejet essentiellement horizontal dans le plan de la faille.

**(4)** Le mot n'est pas dans le dictionnaire mais il est utilisé par les spécialistes. Par exemple Jean Demangeot écrivait (*Annales de Géographie Année 1961 Volume 70*) : "...le mécanisme du faillage n'est, d'ailleurs, qu'un cas particulier du mécanisme général de la déformation des roches."

## Le mécanisme de la genèse des tremblements de terre

Les failles sont **l'origine**, plutôt que **l'effet** d'un tremblement de terre. Ce dernier se produit suivant un schéma bien particulier :

- Deux blocs de la croûte terrestre, séparés par une zone de faille, se trouvent dans une **position d'origine** non déformée. Le long de la zone de faille on a une accumulation progressive de forces.
- Cette accumulation de forces provoque une **déformation élastique** de la zone intéressée.
- Quand les limites de **rupture** sont atteintes en un point, on a un **écoulement** des deux masses rocheuses le long de la zone de faille, associé à un **dégagement instantané d'énergie**.
- Les deux masses rocheuses retrouvent un nouvel état d'équilibre (configuration **non déformée**, mais cette fois dans une situation différente de la position d'origine).

## Types d'ondes sismiques

On distingue trois types d'ondes sismiques :

**Ondes de compression ou longitudinales (P)** – Les ondes longitudinales font osciller les particules de la roche dans la même direction de propagation que celle de l'onde. Elles produisent ainsi des "compressions" et des "raréfactions" successives dans le matériau où elles se propagent.



La vitesse de propagation dépend des caractéristiques élastiques du matériau et de sa densité. Toutefois elles se déplacent en général à une vitesse comprise entre 4 km/s et 8 km/s. Comme les **ondes P** se propagent plus rapidement, elles sont les premières (**P = Primaires**) à atteindre les sismomètres et à être enregistrées par les sismographes. Ces ondes sismiques traversent longitudinalement tous les types de matière : solides, liquides et gaz.

**Ondes de coupure ou transversales (S)** – Les **ondes S**, c'est-à-dire les ondes "**secondaires**", se propagent seulement dans les solides perpendiculairement à leur direction de propagation (ondes de coupure). Elles sont plus lentes que les **ondes P** : elles se déplacent dans la croûte terrestre à une vitesse de 2 à 4 km/s. Les **ondes S** ne peuvent se propager à travers les fluides et les gaz parce que ceux-ci n'opposent pas de résistance à la coupure. A la différence des **ondes P** les **ondes S** n'entraînent pas de variations de volume.

**Ondes superficielles (R et L)** – Les ondes superficielles, contrairement à ce que l'on pourrait penser, ne se manifestent pas dans l'épicentre, mais seulement à une certaine distance de celui-ci. Ces ondes sont le résultat de la combinaison des **ondes P** et des **ondes S** et elles sont de ce fait très complexes. Les ondes superficielles sont celles qui provoquent le plus de dégâts.

**Les ondes de Rayleigh, ou ondes R**, déplacent les particules suivant des orbites elliptiques dans un plan vertical le long de la direction de propagation, comme pour les ondes dans l'eau.

**Les ondes de Love, ou ondes L**, déplacent les particules transversalement à la direction de propagation (comme les ondes S), mais seulement sur le plan horizontal.

Toutes les ondes sismiques s'amortissent (s'atténuent) avec la distance en fonction des caractéristiques du milieu de propagation.

## Détection et mesure

Les ondes sismiques sont détectables et mesurables avec des appareils spécifiques appelés sismographes et utilisés par les **sismologues** : elles sont visualisables sur les **sismogrammes** ; l'élaboration croisée des données de plusieurs sismographes répartis sur un territoire à une certaine distance du séisme permet d'estimer de manière suffisamment précise l'épicentre, l'hypocentre et l'intensité du séisme ; l'intensité peut être évaluée au moyen des fameuses échelles sismiques, principalement l'**Échelle de Richter**, l'**Échelle de Mercalli** et l'**Échelle de magnitude** du moment sismique.

Le déplacement tectonique de la croûte terrestre dans les 3 coordonnées spatiales suite à un fort tremblement de terre peut être mesuré avec précision au moyen de techniques de télédétection comme les détectations géodésiques et l'interférométrie radar-satellitaire à l'aide de SAR dans la totalité de la zone couverte à partir de l'épicentre.

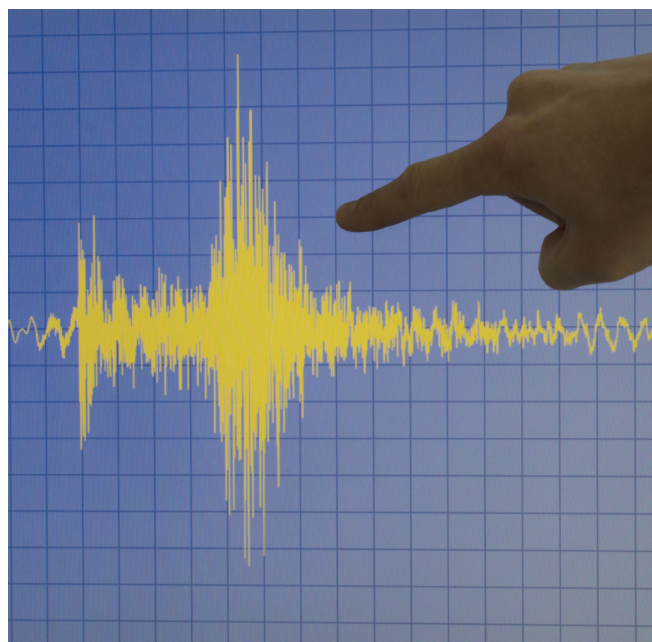
Le **sismoscope de Chang** est, en revanche, le premier instrument pour la mesure des tremblements de terre : il a été conçu et fabriqué en **Chine** en **132 AV. J.C.** Les gueules des dragons tiennent des boules par des mécanismes à leviers, connectées à un pendule interne. On considérait que la direction de l'épicentre était indiquée par la première boule qui tombait.

## Les mesures de magnitude des tremblements de terre

Pour mesurer les tremblements de terre on indique la **MAGNITUDE (échelle de Richter)** ; définie par **Richter** en 1935 au moyen de la mesure de l'amplitude maximale du tracé enregistré par le sismographe, rapportée à une mesure de référence standard. Elle est indépendante des effets que le tremblement de terre provoque sur l'homme et sur les constructions. Elle permet de comparer les événements sismiques survenus dans les différentes parties du monde et à des périodes différentes. Elle est proportionnelle à la longueur de la faille et à l'énergie dégagée et plus grande est la magnitude, plus importante est l'énergie dégagée.

Une autre valeur est l'**INTENSITÉ (échelle de Mercalli)**, l'échelle empirique qui mesure les effets d'un tremblement de terre sur l'environnement, sur les personnes, sur les édifices. C'est une grandeur moins représentative parce qu'elle dépend des conditions de la mesure, mais elle permet de classer les tremblements de terre du passé. En outre l'ébranlement s'atténue avec la distance, en raison de l'amplification des dimensions du front d'onde et des dissipations d'énergie.

L'amplification est due aux différentes caractéristiques des couches de terrain de l'hypocentre jusqu'à la surface. Approximativement, les tremblements de terre en mesure de faire des victimes et d'occasionner de sérieux dégâts aux édifices correspondent à une magnitude de 5.5 et plus. L'augmentation d'une unité de magnitude correspond à une augmentation d'énergie dégagée d'environ trente fois.



## Les tremblements de terre peuvent-ils être prévus ?

Certains tremblements de terre, spécialement les plus forts, sont accompagnés, précédés ou suivis par des phénomènes naturels insolites appelés **précurseurs sismiques** comme : éclairs ou lueurs (lumières telluriques) ; modifications subites du champ magnétique, électrique ou de la radioactivité locale avec émission de radon ; interférences dans les communications radio ; nervosité des animaux ; variation du niveau des nappes ou des eaux côtières ; activité volcanique.

Toutes ces manifestations sont évoquées de manière récurrente dans les observations et dans les témoignages et elles ont été étudiées et en partie confirmées par la recherche scientifique. Cette dernière, par manque de consensus entre les chercheurs, ne peut toutefois pas proposer des méthodes de prévision officielles, que les Etats pourraient mettre en œuvre. Le tremblement de terre de Haicheng du 4 février 1975 a été historiquement le premier et le seul tremblement de terre prévu avec ces techniques, mais dans ce cas les précurseurs sismiques de nature géologique furent tellement intenses et régulièrement progressifs qu'il ne subsistait aucun doute sur la proximité et l'imminence de l'événement.

Au dix neuvième siècle on étudiait déjà les corrélations entre les variations du niveau de la nappe phréatique et de la gravité locale, sans compter l'émission de radon. Mais dans l'état actuel de nos connaissances on n'a encore élaboré aucun modèle permettant de mettre en évidence les signes utiles pour la prévision efficace d'un tremblement de terre ou de ses caractéristiques en termes d'intensité et de localisation spatiotemporelle.

La prévisibilité des phénomènes sismiques a été (en Italie en particulier) l'objet de discussions et de polémiques en dehors du milieu scientifique, à la suite du **Tremblement de terre de l'Aquila** le 6 avril 2009.



A l'occasion du tragique événement, la presse a bruyamment annoncé que **Giampaolo Giuliani**, un technicien de laboratoire non spécialiste, en tout cas non diplômé, qui fait des recherches à titre personnel sur les tremblements de terre, avait soutenu dans les semaines précédant le séisme différentes hypothèses sur l'imminence d'une secousse désastreuse. Ses prévisions ont occasionné de fausses alarmes. Il prévoyait le séisme pour le mois de mars et en gros dans cette même région. Il fondait son analyse sur l'augmentation brutale des émissions de Radon et utilisait des appareils et des méthodes de prévision qui n'ont pas été retenues comme valides par la communauté scientifique.

**Raffaele Bendandi** proposa une autre hypothèse pour la prévision d'un tremblement de terre : cet autodidacte pseudo-scientifique, soutient que les tremblements de terre sont dus comme les marées à l'influence de la Lune et des autres planètes sur la croûte terrestre. La surveillance de l'éventuelle secousse sismique précédant le tremblement de terre principal ne semble pas donner souvent des résultats concrets en termes de prévision car dans leur immense majorité les séismes évoluent sans causer de catastrophes. Dans l'état actuel de la recherche sismologique les résultats les plus concrets pour la **prévision des tremblements de terre** est donc essentiellement statistique en prenant en considération de longues périodes. On consulte les cartes de dangerosité lesquelles tiennent compte des temps de retour d'un séisme sur un territoire donné afin de calculer la probabilité de survenue d'un tremblement de terre.

Toutefois l'intervalle de temps pendant lequel on juge probable la survenue d'un séisme est assez étendu, parfois des dizaines d'années...

Cela annule et rend vaine toute tentative raisonnable de prévention par évacuation des populations.

## Le risque sismique

Le risque sismique résulte de la combinaison de trois éléments : la dangerosité, la vulnérabilité, l'exposition. L'approche de la protection des populations contre les tremblements de terre en Italie durant ces vingt dernières années (5) s'est basée sur la **Charte de dangerosité sismique** qui est plus ou moins la même depuis 40 ans ; sur la **Norme antisismique rigoureuse**, mais seulement pour les nouvelles constructions, qui ne font que 10% du total ; enfin, sur la **recherche géophysique de base**, qui ne présente aucune utilité pratique. En Italie il manque fondamentalement une carte de l'amplification sismique, une carte de la vulnérabilité sismique, une carte combinée de la vulnérabilité et de la valeur exposée et une norme d'intervention sur le patrimoine des édifices existants, lequel représente la bagatelle de 90% du total.

**Il faut seulement planifier les priorités d'intervention**, identifier les zones spécifiques où se trouve l'amplification sismique maximale, les édifices dont la vulnérabilité sismique est élevée et croiser les données d'amplification avec celles de dangerosité, de vulnérabilité et de valeur exposée. Il convient par conséquent d'établir les priorités d'intervention, parce que réduire les effets destructifs des tremblements de terre n'est pas seulement possible, c'est une pratique consolidée depuis presque un siècle dans tous les pays sismiques dont l'économie atteint le niveau du **G8**.

(5) La France n'a plus été touchée depuis le tremblement de terre de Lambesc (Bouches du Rhône) en 1909.

**SISMOGRAPHE AVEC DÉTECTEUR PENDULAIRE ET INTERFACE PC**



Ce kit est composé d'un détecteur pendulaire et d'une interface PC (avec son logiciel Sismogest) qui permet de visualiser sur l'écran de votre ordinateur les sismogrammes d'un tremblement de terre. Le pendule vertical de 60 cm de long permet de détecter non seulement tous les séismes de moyenne intensité se produisant dans un rayon d'environ 300 km mais aussi ceux de plus grande intensité ayant lieu dans un rayon de 2 000 km. Cet appareil est simple et économique.

EN1500K ... Kit Sismographe avec détecteur pendulaire & l' interface pc ..... 357,00 €  
 EN1500K / KM ... Sismographe complet version montée ..... 485,80 €

**COMEELEC** CD 908 - 13720 BELCODENE Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95 [www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)



# Contrôle de la distance de sécurité en voiture

Un PIC, pour vous sauver la vie, calcule la distance de freinage de votre voiture et la distance de sécurité correspondante et un PIC vierge pour réaliser d'intéressantes expérimentations avec la platine d'essais USB EN1582 : tout ceci grâce à un logiciel open source véritablement universel !



L'idée directrice de ce montage nous est venue en lisant la lettre d'un professionnel qui nous proposait sa candidature : il était porteur de différents projets et se prévalait notamment d'une bonne expérience en électronique automobile acquise entre autres chez **General Motors**.

En même temps le coordinateur de «**Open Source**» avait demandé à notre rédacteur en chef un rendez-vous à propos de notre activité de presse électronique de loisir. Vous vous demandez peut-être le rapport qui peut bien exister entre l'électronique automobile et l'**Open Source**...

Si vous poursuivez la lecture de l'article cela deviendra vite clair pour vous et en plus vous découvrirez quelque chose de fort intéressant !

Lors du rendez-vous avec le coordinateur de «**Open Source**» il nous a été demandé si nous envisagions une collaboration. Il se trouve que nous ne la refusons jamais, à condition que le but final soit intéressant et satisfasse un nombre significatif de lecteurs : nous avons répondu que nous étions disponibles.

**Open Source** nous a envoyé un projet intéressant, mais...s'agissant d'un système dédié aux courses de voitures, de motos et de karts, etc., nous nous sommes posé les questions suivantes :

- combien de lecteurs seront intéressés par un tel montage ?
- ceux qui ne s'intéressent pas aux sports mécaniques pourront-ils également utiliser le circuit ?

Nous n'avons pas trouvé de réponses définitives à ces questions mais depuis quelques temps – quelques années – nous avons une «idée de derrière la tête» : ne pourrait-on pas étendre les fonctions de l'ordinateur de bord des voitures ?

On sait en effet que cet ordinateur de bord indique la consommation kilométrique, la quantité de carburant restant dans le réservoir, les kilomètres à parcourir pour arriver à destination (c'était avant le GPS), les températures extérieure et ambiante, etc.

Certaines indications ne sont toutefois pas données par l'ordinateur de bord : il y manque toutes celles nécessaires pour calculer la fameuse **distance de freinage**.

C'est justement cette distance dont les moniteurs d'auto-écoles nous disent qu'elle est directement proportionnelle à la vitesse à laquelle nous roulons.

Nous avons donc recontacté la personne désireuse de travailler avec nous et lui avons soumis le problème...une manière de mettre à l'épreuve notre (peut-être...) futur collaborateur.

Cet ancien ingénieur de General Motors, s'est alors mis à nous inonder d'idées dont nous avons retenu celle susceptible d'intéresser nos jeunes lecteurs car le projet est très universel et peu coûteux.

Il s'agit d'un circuit utilisant un **micro-contrôleur Microchip 16F877** et capable d'associer le **Tacho** (vitesse) à un logiciel réalisé spécialement.

Ce logiciel tient compte du type de voiture utilisé et visualise en temps réel sur un afficheur la **distance de freinage** et la **distance de sécurité** à garder quand on se déplace.

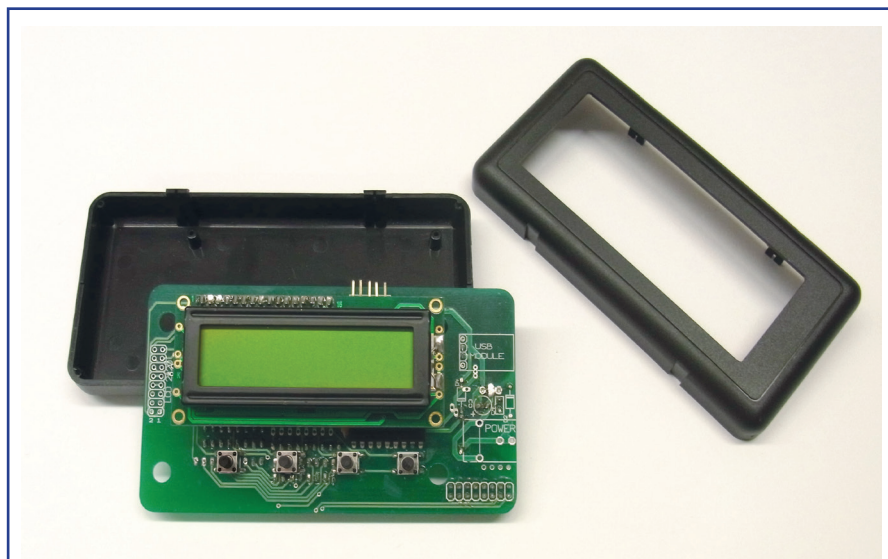
## Que prescrit le code de la route ?

Quand nous parlons de **distance d'arrêt** et de **distance de sécurité** nous désignons deux choses différentes. Voyons cela en détail.

La distance d'arrêt s'articule en 5 phases :

- 1 - perception du danger
- 2 - état d'incertitude à cause de la peur ou de la surprise
- 3 - le conducteur relâche la pédale d'accélérateur
- 4 - il déplace son pied vers la pédale de frein
- 5 - ralentissement progressif jusqu'à l'arrêt.

Le temps compris entre la phase 1 et la phase 4 est défini comme **temps de réaction**.



**Figure 1 : Photo du montage EN1800 destiné au contrôle de la distance de sécurité en voiture.**

Durant ce laps de temps la voiture conserve une vitesse constante, laquelle varie cependant selon que l'on est en montée ou en descente : ce temps est en moyenne estimé à **1 seconde**.

Si le véhicule roule à **108 km/h** la distance parcourue en **1 seconde** est égale à :

**108 : 3,6 = 30 mètres** (divisez mentalement par 3 : c'est plus facile).

**Note** : il s'agit de la conversion entre km/h et m/s :

**km** = 1 000 mètres  
**H** = 60 minutes x 60 secondes = 3 600 s

On établit la proportion :

**1 000 m : 3 600 s = m : sec**

et on trouve la formule des mètres :

**m = (1 000 x 1) : 3 600 = 0,27**

On a l'habitude de calculer la phase 5, soit la phase de freinage réelle en prenant la vitesse en km/h et en la divisant par deux :

**distance de freinage = km/h : 2**

Prenons un exemple. Soit un véhicule roulant à une vitesse de 108 km/h (la valeur 108 a été choisie pour obtenir à un chiffre rond) :

**distance de freinage = 108 : 2 = 54 mètres**

Analysons phase par phase ce qui se passe lors d'un freinage :

**Perception du danger (Pp) :**

**vitesse x temps de réaction**

V = vitesse du véhicule (ex. 40 km/h)

Temps de réaction = 3 : 10 s

**V x Tr = distance parcourue pendant le temps de réaction** (ex. 40 x (3 : 10) = 12 mètres)

**Réaction du conducteur (Rc) :**

perception du danger multiplié par un temps estimé à 3/4 de seconde (exemple : 12 x (3 : 4) = 9 mètres)

**Réaction des freins (Rf) :**

perception du danger multiplié par un temps estimé à 0,1 seconde (ex. 12 x 0,1 = 1,2 mètres)

**Distance d'arrêt (Da) :**

**Da** = (vitesse x vitesse) : 200 où :

**vitesse** = vitesse du véhicule

**200** = constante tenant compte de la vitesse maximale du véhicule.

Exemple : **(40 x 40) : 200 = 8 mètres**

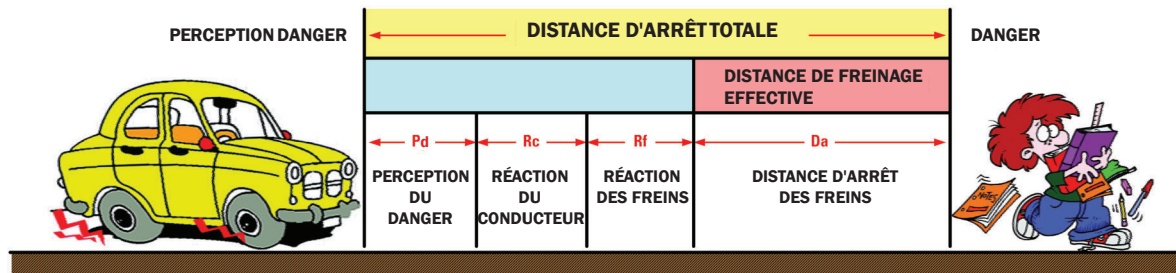


Figure 2 : Ce dessin schématise ce qui se produit au moment où le conducteur perçoit un obstacle sur sa trajectoire. Comme vous le voyez, la distance d'arrêt totale est donnée par la somme de la distance parcourue pendant le temps de réaction et celui de la distance de freinage effective.

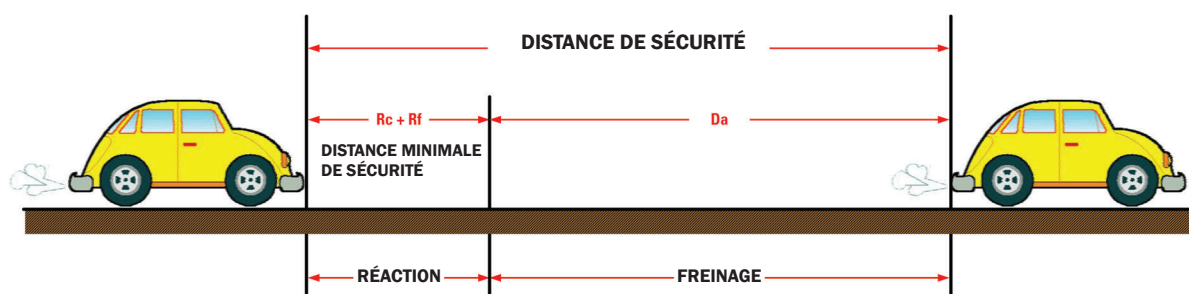


Figure 3 : La distance de sécurité à garder pour éviter la collision avec un obstacle ou une autre voiture est donnée par la somme du temps de réaction du conducteur et de la distance de freinage effective.

## Distance d'arrêt totale

Elle est donnée par l'addition des facteurs trouvés par les calculs effectués précédemment :

**$Pp + Rc + Rf + Da = \text{distance totale d'arrêt}$**

Ce qui fait :

**$12 + 9 + 1,2 + 8 = 30,2 \text{ mètres}$**

Divers facteurs ont une incidence sur le freinage :

- le type de freins : ABS ou normaux
- l'état des pneumatiques
- la charge transportée
- le type de revêtement routier
- l'état du revêtement routier (mouillé ou sec, verglas ou pas, etc.)
- l'activation ou non de la direction
- la rétrogradation des vitesses ou pas

la **distance totale d'arrêt** se calcule en additionnant les deux distances :

**distance totale d'arrêt = distance de réaction + distance de freinage**

## Distance de sécurité

Il y a une autre distance qui revêt un rôle fondamental pour éviter les collisions avec les véhicules qui précèdent, c'est la **distance de sécurité**.

Nous savons que souvent les accidents sont provoqués justement par le non respect de cette distance, associé à une conduite distraite : utiliser son téléphone portable, faire un câlin à la passagère, insérer un CD dans l'autoradio, ne sont que quelques uns des exemples d'actions pouvant avoir au volant de graves conséquences.

**distance minimale de sécurité (réaction)**  
**distance de sécurité (réaction + freinage)**

Rappelons que le déplacement continu altère la **perception du danger (Pp)** et également le **temps de réaction (Rc)** :

la **distance de sécurité** est donc donnée par l'addition des deux facteurs  **$Rc + Rf$** .

Selon les spécialistes de la Protection Civile, la distance minimale de sécurité doit être **au moins** égale à la distance parcourue pendant le temps de réaction.

## Quelles voitures peuvent utiliser notre appareil ?

Nous avons transformé ces concepts théoriques en un **logiciel** tournant dans un microcontrôleur de la **famille Microchip** et utilisant le signal de **Tacho** présent dans le connecteur du signal du système ABS de la voiture.

Ce signal est prélevé sur le système ABS parce que toutes les voitures répondent de la **même manière** en ce qui concerne la vitesse. Rappelons que le système de détection de la vitesse est standard et qu'il est indépendant de la taille de la voiture.





Figure 4 : Le signal utile pour faire fonctionner notre appareil est le même que celui utilisé pour le tachymètre.



Figure 5 : Durant les tests nous avons pris quelques photos pour vous montrer où se trouvent les fils du signal de l'ABS. Naturellement chaque voiture a sa configuration propre et, si vous n'êtes pas professionnel, faites-vous aider par un électricien auto. Ici il s'agit d'un SUV Toyota. Comme vous pouvez le voir, nous avons démonté la roue afin d'accéder au moyeu et au disque.

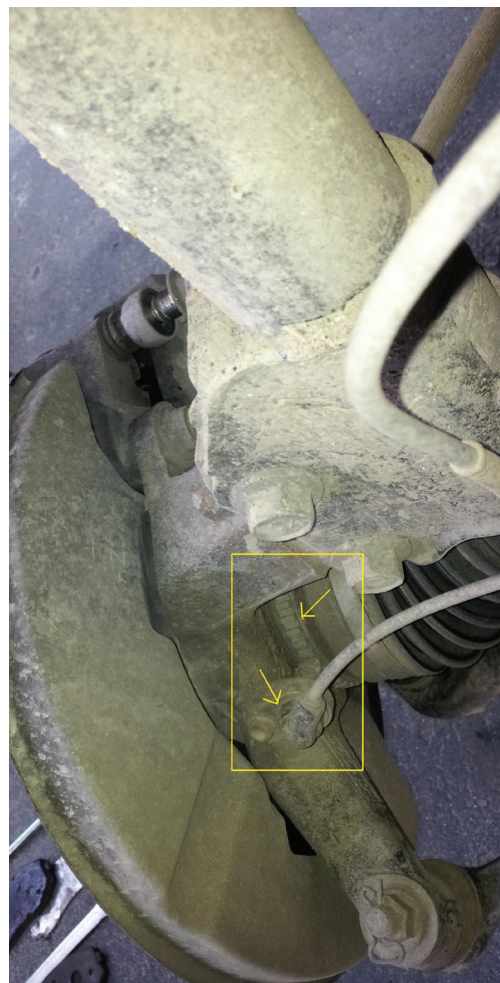


Figure 6 : Derrière le disque de frein se trouve un connecteur acheminant les fils à l'ABS (voir photo ci-dessus).

Ce qui fait la différence entre les voitures c'est le système de freinage, lequel est adapté aux caractéristiques de la voiture telles qu'on les trouve dans le manuel d'utilisation et sur le Certificat d'Immatriculation - la Carte Grise (poids, charge maxi, etc.).

Le signal de l'**ABS** est un train d'impulsions **proportionnel à la vitesse**.

En transformant le train d'impulsions en une vitesse, il est possible par le calcul

d'obtenir graduellement (pas à pas) les valeurs de la distance de sécurité à respecter et la distance de freinage. Nous vous conseillons de vous faire aider par un électricien auto pour trouver un fil double (une paire) allant de l'ABS à notre appareil où il sera fixé par un bornier.

## Comment fonctionne l'ABS

Le système antiblocage des roues **ABS**, acronyme de l'Anglais **Antiblock**

**Braking System** ou de l'Allemand **Anti-blockiersystem**, est un **système de sécurité** qui, en empêchant le blocage et la perte d'adhérence des roues des véhicules, garantit le maintien de leur contrôle pendant le freinage.

L'ABS est formé d'une couronne dentée (la même sur toutes les voitures) solidaire de la roue et d'un **capteur Hall** qui compte les dents pendant la rotation. La centrale électronique, en comptant le nombre de dents passant lors



Figure 7 : Au premier plan le connecteur avec ses deux fils d'entrée et les deux de sortie.



Figure 8 : Débranchez le connecteur et montez en parallèle deux fils à relier à l'appareil.



Figure 9 : Sur cette photo vous pouvez voir la liaison entre les deux fils du connecteur et l'appareil.

d'une unité de temps donnée, calcule la vitesse de rotation de la roue et, si elle détecte qu'une ou plusieurs roues sont bloquées pendant le freinage, elle commande la pompe hydraulique de manière à diminuer la force de freinage. En fait, elle fait ce que ferait le conducteur quand il relâche la pédale de frein.

**Attention** : nous vous rappelons que l'**ABS** se borne à **relâcher le frein**, par conséquent le conducteur doit presser

continument le frein afin de ne pas annuler l'utilité de ce servomécanisme.

Pour être plus complets, précisons qu'aujourd'hui l'**ESP®** englobe tous les composants **ABS** et **TCS**, avec les bénéfices additionnels du contrôle de la stabilité.

L'**ABS**, en empêchant que les roues ne se bloquent, permet au conducteur de continuer à maîtriser son véhicule (en

termes de trajectoire et d'arrêt) quand il doit freiner énergiquement. Le **TCS** empêche que les pneus ne glissent lors de l'accélération et la traction optimale est ainsi assurée.

Alors que l'**ABS** et le **TCS** travaillent dans la direction longitudinale, l'**ESP®** aide à faire face efficacement aux mouvements latéraux qui entraînent le véhicule en dehors de la chaussée (évitement d'obstacle).



## Le schéma électrique

Comme vous pouvez le voir à la figure 10, sur le schéma électrique de notre **détecteur de distance de freinage**, nous l'avons divisé en sous-ensembles distincts pour rendre plus facile la description.

Nous allons analyser ces sous-ensembles l'un après l'autre afin d'en expliquer les caractéristiques et les fonctions.

### Sorties

Les **8** sorties de la platine ont été bufférisées au moyen d'un banal circuit darlington **IC4** (voir figure 11).

### Alimentation

Cette fonction est réalisée par le régulateur **IC1**, homologué «automobile», qui fournit la tension continue et stabilisée de **5 V** (voir figure 12). Nous avons utilisé ce circuit intégré, un **LM2931T**, parce qu'il peut réguler sa tension de sortie même dans le cas où une tension

parasite externe viendrait accidentellement se superposer.

### Entrées

Les **8** entrées analogiques de la platine ont été protégées au moyen d'une configuration composée d'un pont diviseur de tension (**R22** et **R36**) et de diodes montées en **Clamp**, par exemple **D13** (voir la figure 13).

### Microcontrôleur / CORE

Le microcontrôleur utilisé pour la réalisation du montage est un **PIC 16F877A** (voir figure 14). Il s'agit d'un micro dont voici les caractéristiques :

- 8 entrées analogiques 10 bits
- 4 entrées configurables à haute vitesse
- 1 port série TTL
- 2 sorties PWM
- 1 sortie parallèle
- 5 ports E/S - RA RB RC RD RE -
- 1 oscillateur externe jusqu'à 20 Mhz
- 3 temporisateurs internes (8 bits) avec prédiviseur programmable

- 1 comparateur de tension
- 1 mémoire flash de 8 kwords
- 1 data memory de 368 octets
- 1 data EPROM de 256 octets
- 1 watch dog interne
- 1 temporisateur power on (retarde le démarrage du micro)
- Brown - out detect vérifie que la tension d'alimentation ne descende jamais au dessous de 4 V ; si cela se produisait, il effectuerait le reset du micro.

### Touches (Inputs manuels)

**Quatre** touches pour communiquer avec la **CPU** et le standby de cette dernière ont été insérées (voir figure 15).

### Sous-ensemble INPUT FRÉQUENCE (ABS)

Ce sous-ensemble (voir la figure 16) est constitué d'un amplificateur opérationnel **LM311** monté en **comparateur de tension**. Sur la broche + il prélève le signal de l'**ABS** et le compare avec le pont résistif **R41** et **R40** sur la broche inverseuse.

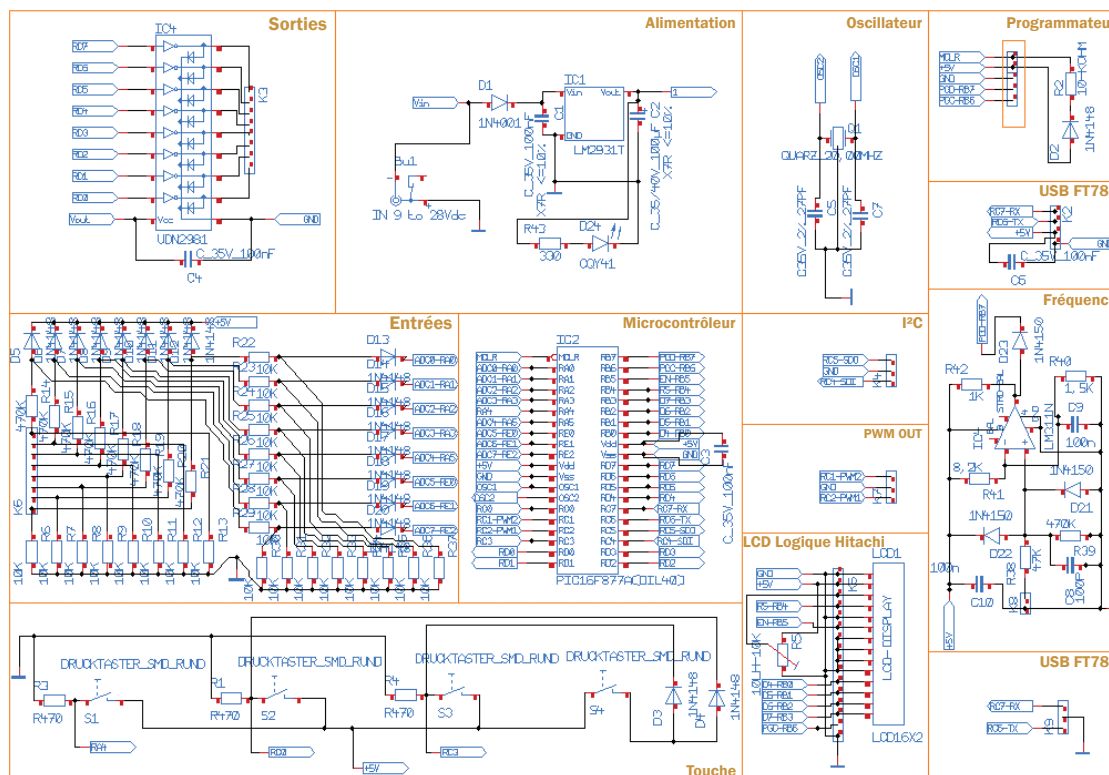


Figure 10 : Schéma électrique de l'appareil pour contrôler la distance de sécurité. Dans les pages suivantes, pour la commodité de la consultation, nous avons divisé le schéma en sous-ensembles. Comme vous pouvez le voir, les valeurs des composants sont indiquées à côté de leur référence.



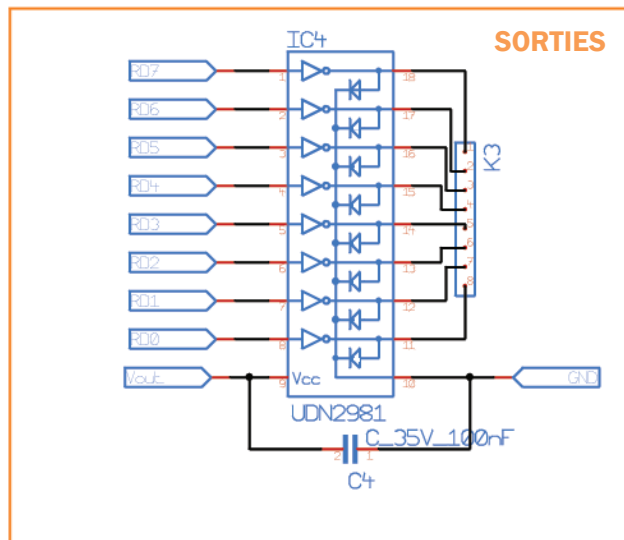


Figure 11 : Étage Sorties du montage EN1800. Les 8 sorties de la platine ont été bufférisées au moyen d'un simple circuit darlington IC4.

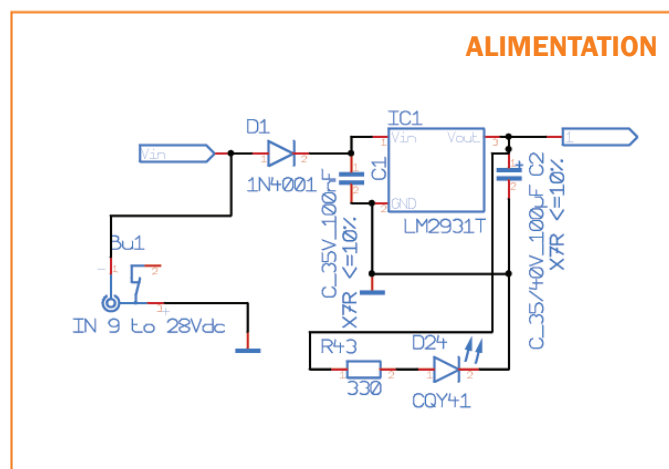


Figure 12 : Étage d'alimentation. Le circuit intégré IC1, un régulateur de tension avec homologation automobile, fournit la tension continue de 5 V.

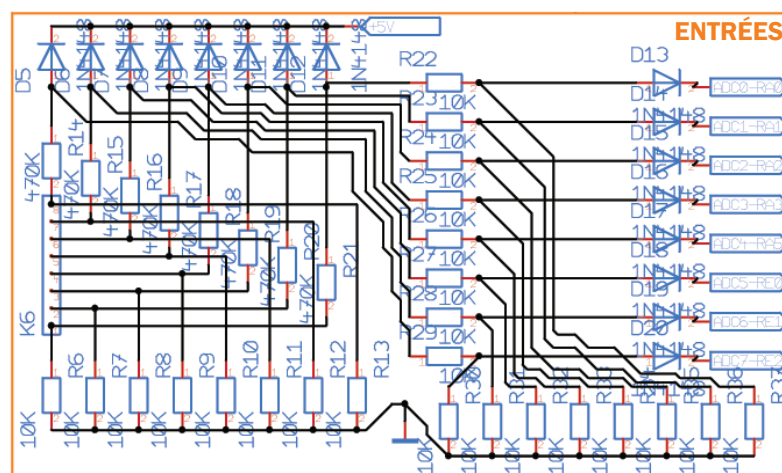
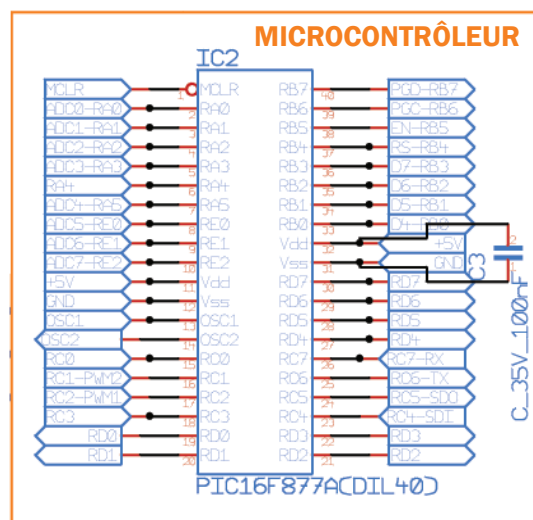


Figure 13 : Étage des entrées. Les 8 entrées ont été protégées par une configuration composée d'un pont de résistances et de diodes montées en Clamp.



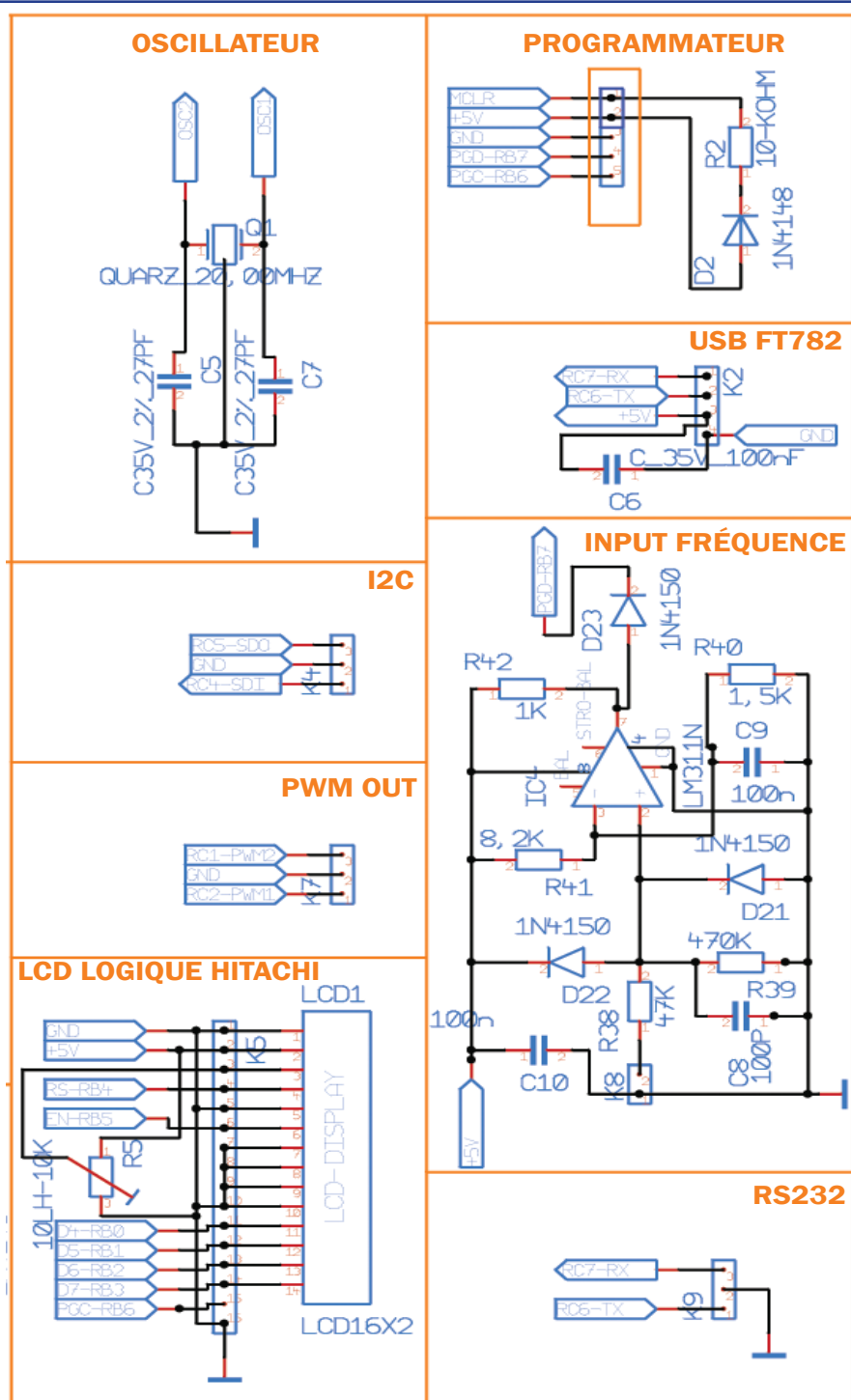


Figure 16 : Dans le tableau ci-dessus, les 8 derniers étages du EN1800 sont montrés. Le circuit oscillateur, le circuit programmeur, le circuit USB, le circuit I2C, le circuit PWM OUT, la gestion de l'afficheur, l'étage fréquence d'entrée (ABS) et le circuit RS232

Un train d'impulsions, nettoyé d'éventuels signaux parasites, est ainsi engendré. Ces impulsions sont acheminées vers notre appareil qui fonctionne comme un frérencemètre et associe la valeur à celle de la vitesse.

## USB FT782

La communication **In/Out** avec le micro se fait au moyen d'une interface **USB** fabriquée par **FTDI** (voir figure 16) : elle communique avec le micro par le port **USART** (port série **TTL**).

## PROGRAMMATEUR

On trouve en outre sur la platine un port de programmation capable de reprogrammer le microcontrôleur ou d'utiliser un autre micro (Open Source) pour réaliser d'autres applications (voir la figure 16).

## RS232

Un port **RS232** est toujours présent pour utiliser notre montage dans tous les cas où la communication nécessite ce type de port (voir la figure 16).

## I2C

Il s'agit d'un bus série synchrone à utiliser dans tous les cas où il n'est pas nécessaire de gérer des protocoles complexes (voir la figure 16).

## PWM OUT

Un générateur **PWM** (**P**ulse **W**idth **M**odulations) pour toutes les applications où l'on doit piloter un moteur ou gérer une tension variable ou un simple buzzer (voir la figure 16).

## LCD LOGIQUE HITACHI

Nous avons utilisé un **LCD** à deux lignes de 16 caractères compatible Hitachi pour obtenir une visualisation en temps réel (voir la figure 16).

## La réalisation pratique

Comme vous avez pu le constater en lisant les paragraphes précédents, nous avons rompu avec la tradition pour vous fournir un montage très compact, indispensable pour une installation « sous le capot ».

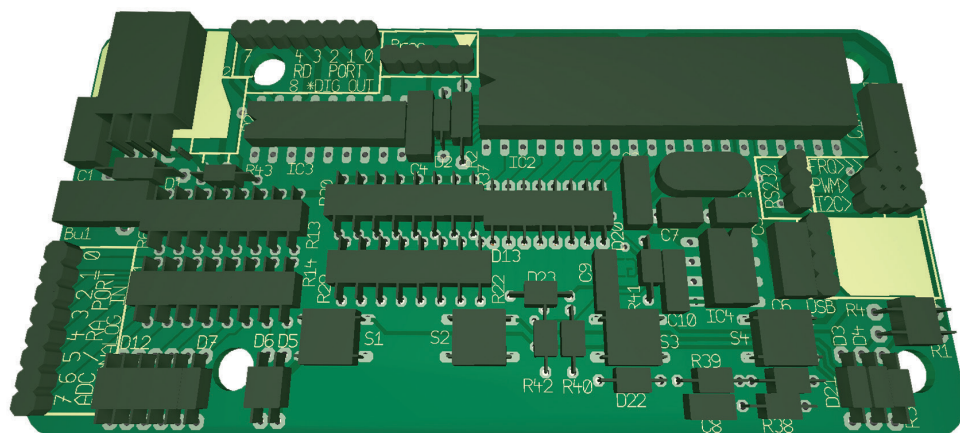
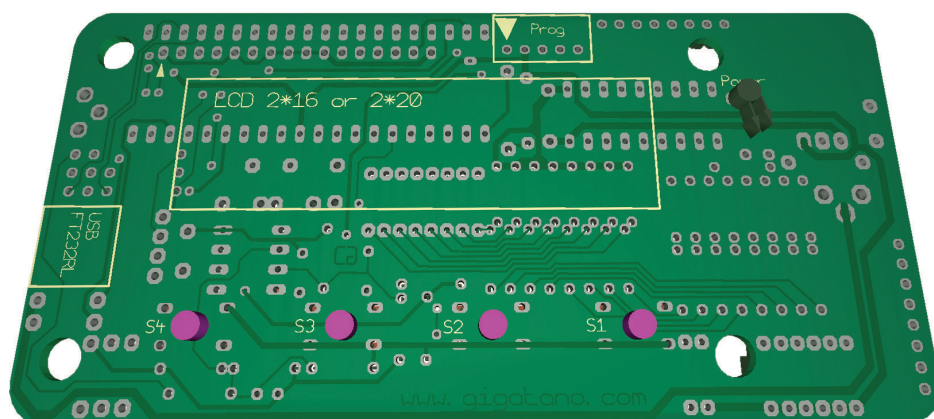


Figure 17 : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1800 du détecteur de distance de sécurité.

Figure 18 : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1800 du détecteur de distance de sécurité vue du côté opposé, où l'on doit monter les poussoirs, l'afficheur et la LED d'allumage.



Nous étudions la possibilité d'utiliser un programme pour PCB différent de l'original. Nous aurons ainsi la possibilité d'effectuer la vérification du circuit avant même de réaliser le prototype, maintenant ainsi le haut niveau de qualité à bas prix qui caractérise nos productions. Comme d'habitude, nous vous conseillons de commencer par les composants «bas» : résistances, diodes et condensateurs, quartz et supports des circuits intégrés. Coupez les longueurs excédentaires des fils et broches de ces éléments une fois soudés au circuit imprimé.

Puis retournez la platine et montez les composants qui doivent y figurer : les 4 poussoirs, l'afficheur et la LED d'allumage. Insérez ensuite le **PIC** programmé dans son support. Vérifiez bien vos soudures et le sens d'insertion des composants polarisés.

Branchez alors le **12 V** d'alimentation et, si vous n'avez fait aucune erreur, l'afficheur devrait visualiser l'écran d'accueil.

## Les essais

Pour effectuer le test sur le circuit, vous pouvez utiliser un générateur d'impulsions et injecter le signal sur l'«**entrée Fréquence**».

Pour cela vous pourriez vous servir de notre **Générateur d'ondes sinusoïdales EN3006** minilab (voir page **11** dans la revue **ELM** numéro **109**) ou bien le Générateur **EN1337** (plus ancien, voir disponibilité auprès de nos annonceurs).

## Introduction à l'Open Source

Comme notre montage se fonde sur un microcontrôleur très universel, il n'a pas été difficile de lui trouver toute une série d'autres applications que nous développerons ensuite : entre autres, tout un ensemble d'appareils de mesure et... une **interface Open Source**.

Avec cette dernière nous vous fournirons plusieurs petites **sources** (ci-après dans ce même article).

Vous pourrez les utiliser pour réaliser vos montages ou pour apprendre à utiliser les interfaces présentées ici.

Une fois le microcontrôleur programmé en fonction de vos exigences et inséré à la place de celui qui est présent sur la platine du **PLC pic**, il vous permettra de rendre la platine parfaitement autonome (**stand alone**).

En plus, comme elle est dotée d'un port **USB**, vous pourrez la gérer à partir d'un PC.

Les platines expérimentales que nous vous proposons ont déjà été publiées et nous savons qu'elles ont intéressé bon nombre de nos lecteurs.

La nouvelle platine **PLC pic** en augmente considérablement l'**universalité** et le **potentiel**.

C'est pourquoi nous vous reproposeons intégralement les descriptions et les dessins de ces applications.



Figure 18b-1 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1800 du détecteur de distance de sécurité, face composants.

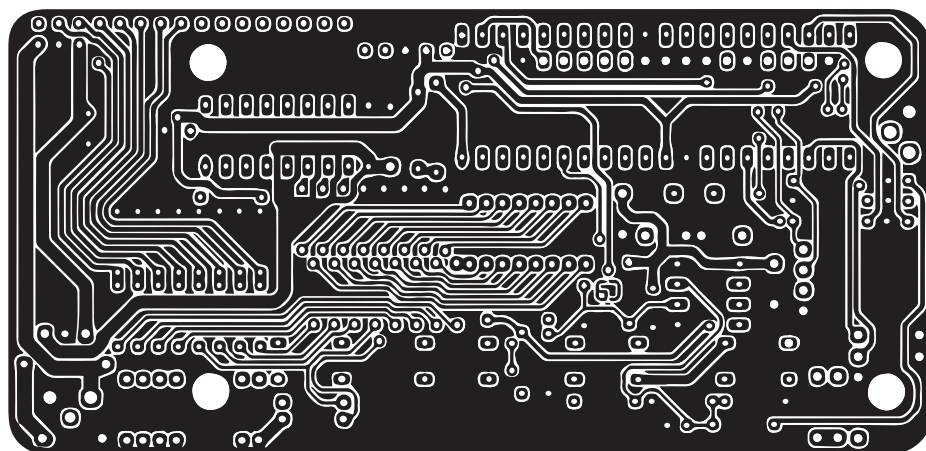
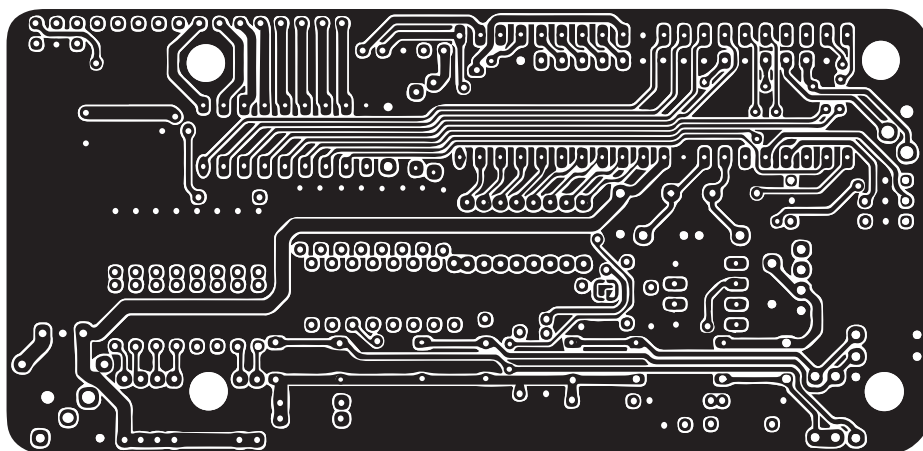


Figure 18b-2 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine EN1800 du détecteur de distance de sécurité, face soudures, où l'on doit monter les poussoirs, l'afficheur et la LED d'allumage.

## EN1582 Platine Test Expérimentale

Cette platine expérimentale **EN1582** (voir figure 20), reliée à la platine **PLC PIC EN1800**, grâce au logiciel que vous insèrerez dans le pic illustré plus loin dans l'article, vous permettra de faire retentir le **buzzer** avec le **PWM**, d'allumer / éteindre les **LED** et d'apprendre à utiliser les **poussoirs**, **start** et **stop**, d'un cycle de travail.

### Le schéma électrique

Comme vous pouvez le voir sur le schéma électrique de la figure 20, à l'entrée **non inverseuse 5** de l'opérationnel **IC1/A** on monte le potentiomètre **R1**, qui fait office de pont diviseur de tension.

Quand on place le cavalier **J1** entre **B-C** (cavalier fermé), il est possible de détecter, avec un programme prévu à

cet effet, le niveau de tension produit par le potentiomètre **R1** à la sortie de l'opérationnel **IC1/A** à travers la broche **3** du port **A** et convertir ce niveau de tension d'analogique à numérique.

L'opérationnel **IC1/B** est en revanche utilisé pour détecter les signaux analogiques, générés par des sources externes.

Comme les pic ont des comparateurs internes, nous avons positionné les cavaliers **J1-J2** de telle manière qu'en excluant les deux opérationnels de l'entrée **COMP**, on puisse envoyer deux signaux pour les comparer ensuite avec le programme.

L'entrée **TIMER** peut être utilisée soit pour acheminer la fréquence du temporisateur (timer) **TMR0** vers l'extérieur soit pour la recevoir de l'extérieur.

Sur la broche **0** du port **A**, en fonction de la position du cavalier **J3**, on peut gérer les poussoirs **P1** et **P2** comme tests pour d'éventuelles entrées.

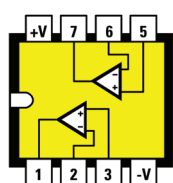
Sur la broche **2** du port **A** il est possible d'envoyer un signal modulé, qui fera retentir le buzzer de divers sons en fonction du code que vous aurez entré dans le programme.

Nous avons aussi inséré le circuit intégré **IC2**, un port bidirectionnel à **8 bits** (voir port **B0-B7**), que vous pouvez utiliser pour apprendre à gérer les états logiques d'un mot binaire, l'allumage d'un afficheur à **7 segments** ou la gestion du port parallèle du PC.

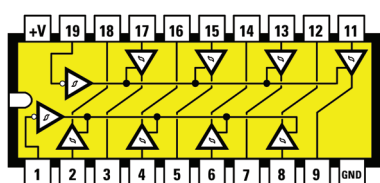
Quand le cavalier **J4** est ouvert, les broches d'entrée du circuit intégré **IC2** sont habilitées au transfert des données provenant du pic programmé sur les sorties (voir broches auxquelles sont reliées **LED**).

### La réalisation pratique

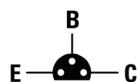
Nous vous suggérons de commencer la réalisation de cette platine **EN1582** en vous référant au schéma d'implantation des composants de la figure 21a.



LM 358



74 LS 244



BC 517

Figure 19 : Brochage des composants utilisés dans la platine expérimentale EN1582. Le brochage est vu de dessus pour les deux circuits intégrés LM358 et 74LS244 (le repère-détrompeur en U est orienté vers la gauche) Le brochage est vu de dessous pour le transistor darlington BC517.

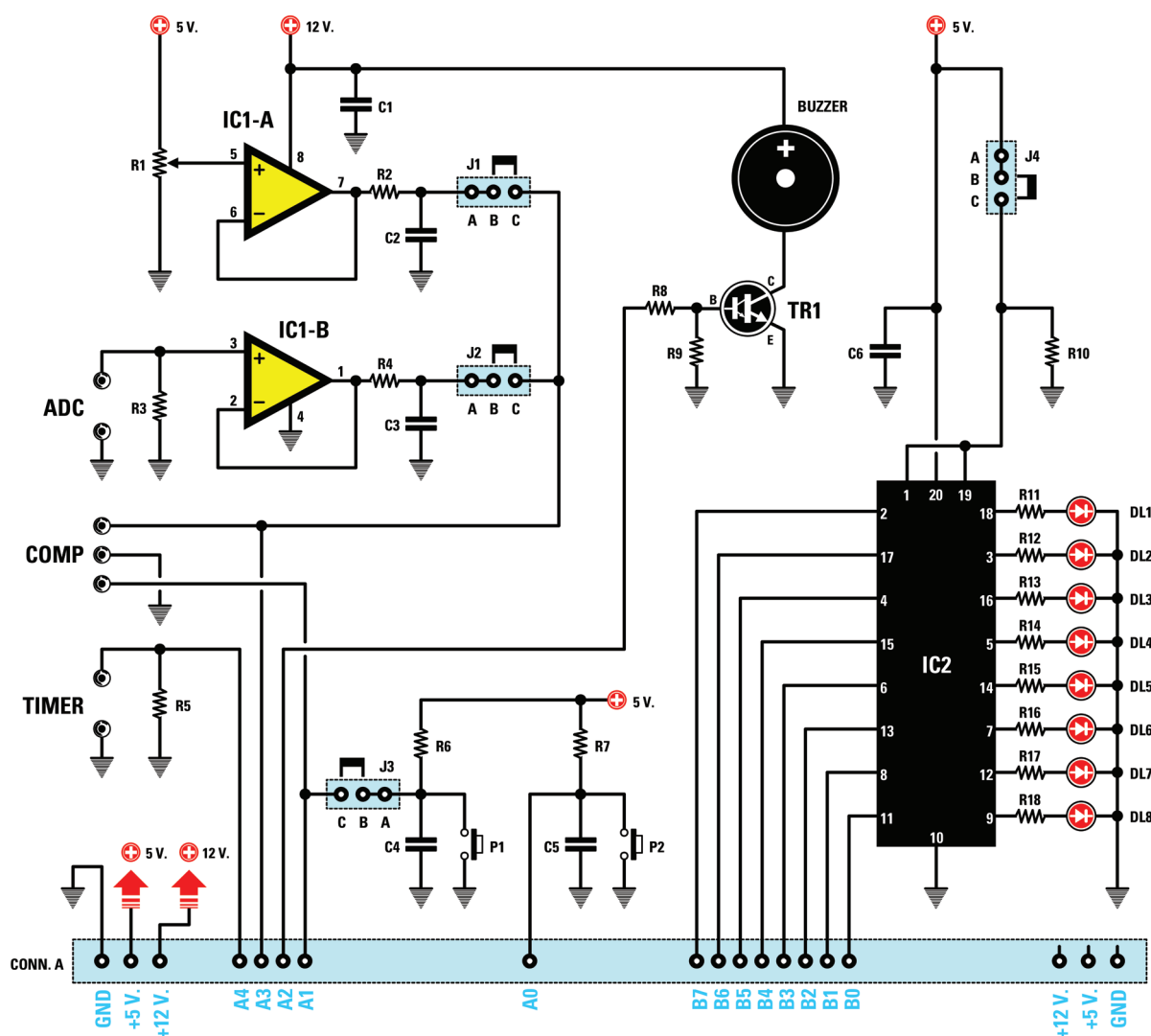


Figure 20 : Schéma électrique de la platine expérimentale EN1582. Les entrées ADC-COMP-TIMER vous permettront d'effectuer les différents tests de programmation.

## Liste des composants EN1582

R1 ..... 10 k trimmer  
R2 ..... 10 k  
R3 ..... 100 k  
R4 ..... 10 k  
R5 ..... 100 k  
R6 ..... 10 k  
R7 ..... 10 k  
R8 ..... 22 k  
R9 ..... 22 k

R10 ... 10 k  
R11.... 470  
[...]  
R18.... 470  
C1 ..... 100 nF polyester  
C2 ..... 100 nF polyester  
C3 ..... 100 nF polyester  
C4 ..... 100 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 100 nF polyester  
DL1.... LED  
[...]

DL8.... LED  
TR1 ... NPN BC517 (darlington)  
IC1 .... LM358  
IC2 .... TTL 74LS244  
Buzzer buzzer 12 V  
J1..... cavalier  
[...]  
J4..... cavalier  
P1 ..... poussoir  
P2 ..... poussoir

**Note :** toutes les résistances utilisées dans ce circuit sont des 1/4 W.

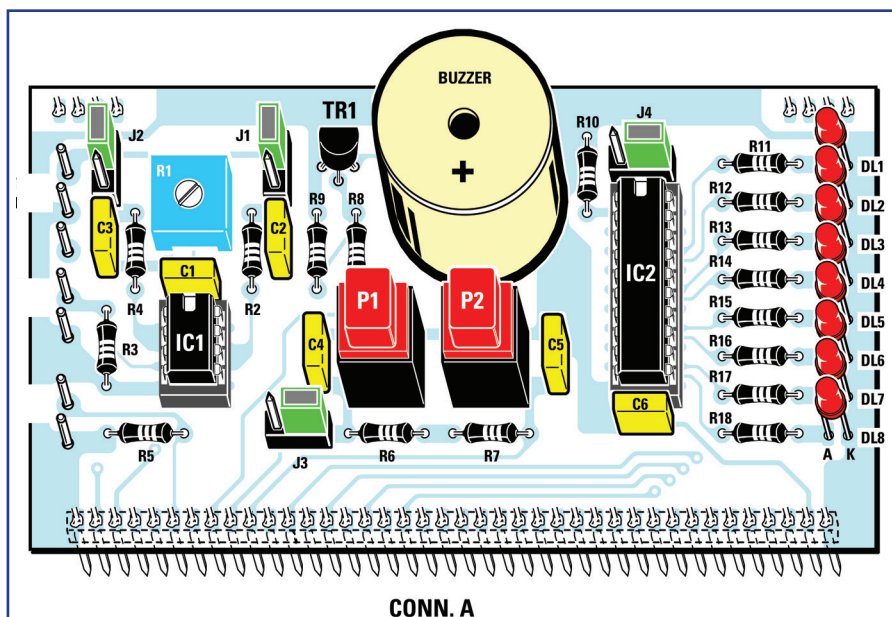


Figure 21a : Schéma d'implantation des composants de la platine expérimentale EN1582. Les 8 LED DL1 à DL8 sont soudées directement sur le circuit imprimé : insérez l'anode A dans le trou marqué A, sinon elles ne s'allumeront pas.

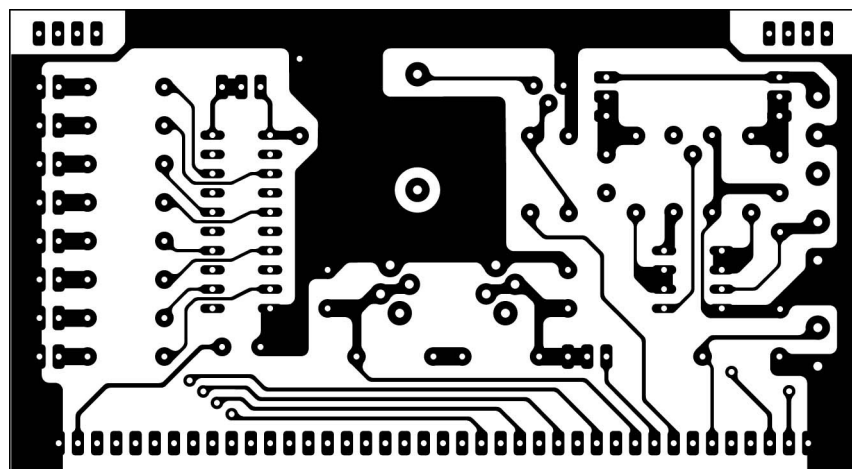


Figure 21b-2 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine expérimentale EN1582, côté soudures.

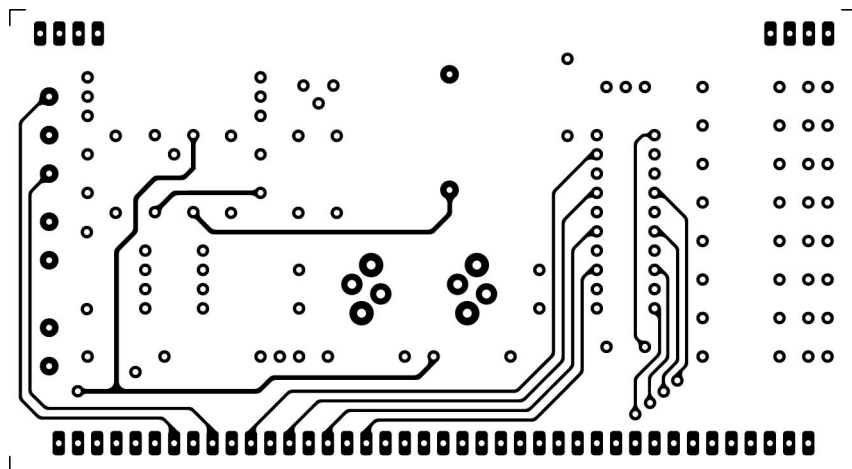


Figure 21b-1 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine expérimentale EN1582, côté composants.

Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés dont les figures 21b-1 et 2 donnent les dessins à l'échelle 1 : 1.

Quand vous l'avez, montez tout d'abord les deux supports des circuits intégrés **IC1-IC2** (si vous l'avez acheté, servez-vous des dessins sérigraphiés à la surface du circuit imprimé).

Montez maintenant le connecteur mâle **CONNA**, à brancher au connecteur femelle du Bus, soudez toutes les broches sur la face « composants » du circuit.

Poursuivez avec les résistances et les condensateurs au polyester, insérez ensuite les quatre cavaliers **J1-J2-J3-J4** comme le montre la figure 21a et, dans la partie gauche du circuit imprimé, soudez les picots destinés aux entrées **COMP-ADC-TIMER**.

Vous pouvez ensuite monter le trimmer **R1**, le transistor **TR1** (orientez son méplat vers le haut), les deux poussoirs **P1-P2** et le buzzer dont la patte positive doit être orientée vers le bas (voir la figure 21).

Soudez enfin directement sur le circuit imprimé les 8 LED (insérez la patte la plus longue (anode **A**) dans le trou **A**. Enfoncez les circuits intégrés dans les supports, orientez les repère-détrompeurs en **U** vers le haut.

## EN1583 Platine avec Relais

Cette platine expérimentale **EN1583** (voir figure 23), reliée à la **platine PLC pic EN1800**, grâce au **logiciel** que vous insèrerez dans le pic illustré plus loin dans l'article, vous permettra d'activer ou de **désactiver** les relais.

### Le schéma électrique

Cette platine est constituée de **4 relais** commandés par quatre transistors **BC547** en mode **ON/OFF**. A chaque relais est reliée une LED qui s'allume quand la bobine du relais est excitée par le passage du courant.



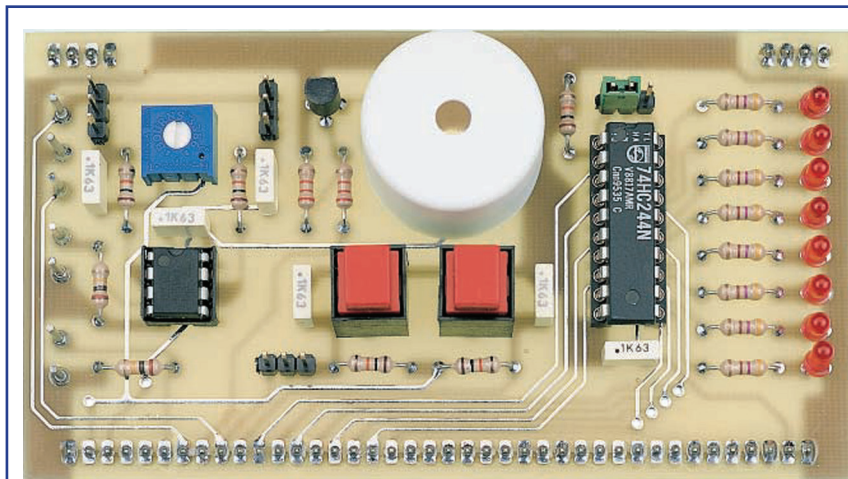


Figure 22 : Photo de la platine expérimentale terminée. Quand vous insèrerez les deux circuits intégrés dans leurs supports, ayez soin d'orienter leurs repère-détrompeurs en U vers le haut.

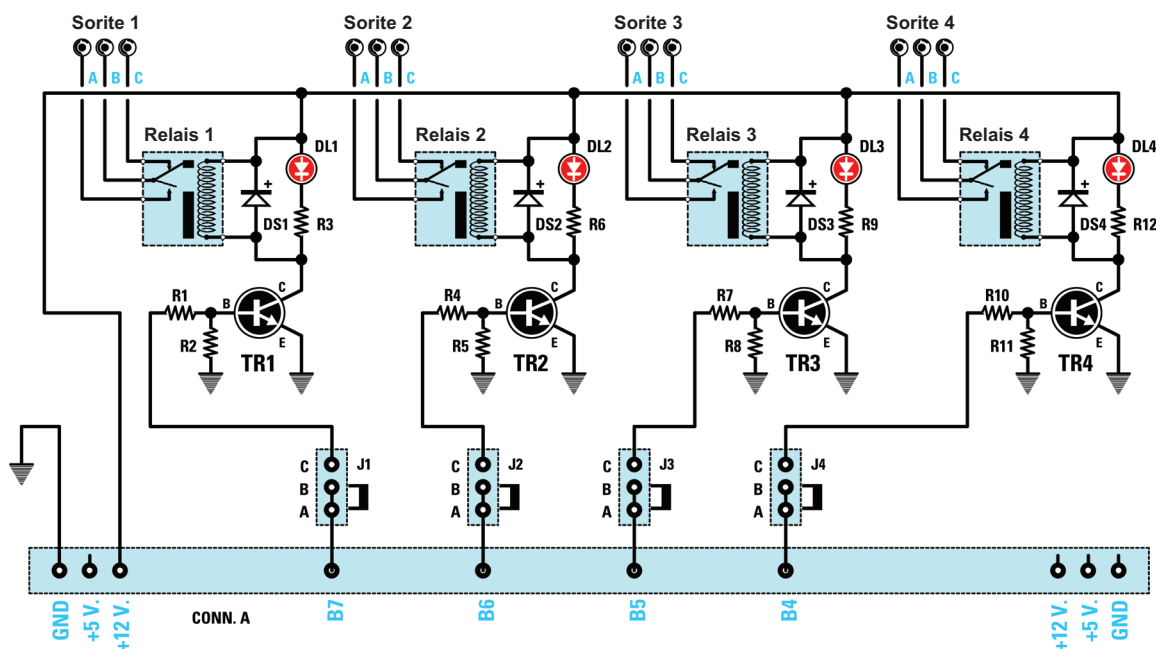


Figure 23 : Schéma électrique de la platine à 4 relais EN1583. Deux sont les logiques de gestion des sorties des relais : en utilisant les contacts A-B (normalement ouvert), quand le relais est activé, la charge se connecte (logique positive), en utilisant les contacts B-C (normalement fermé), quand le relais s'active la charge se déconnecte (logique négative).

## Liste des composants EN1583

R1 ..... 2,2 k  
R2 ..... 10 k  
R3 ..... 1,5 k  
R4 ..... 2,2 k  
R5 ..... 10 k  
R6 ..... 1,5 k  
R7 ..... 2,2 k  
R8 ..... 10 k  
R9 ..... 1,5 k  
R10 ... 2,2 k  
R11 ... 10 k  
R12 ... 1,5 k  
DS1.... 1N4148

[...]  
DS4.... 1N4148  
DL1.... LED  
[...]  
DL4.... LED  
TR1 .... NPN BC547  
[...]  
TR4 .... NPN BC547  
RL1 .... relais 12 V 1 contact  
[...]  
RL4 .... relais 12 V 1 contact  
J1..... cavalier  
[...]  
J4..... cavalier

**Note :** toutes les résistances tilisées dans ce circuit sont des  $\frac{1}{4}$  W.

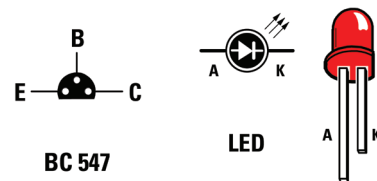


Figure 24 : Brochage du transistor NPN BC547 vu de dessous et méplat vers le bas. Quand vous monterez les LED, souvenez-vous que la patte la plus longue est l'anode A.

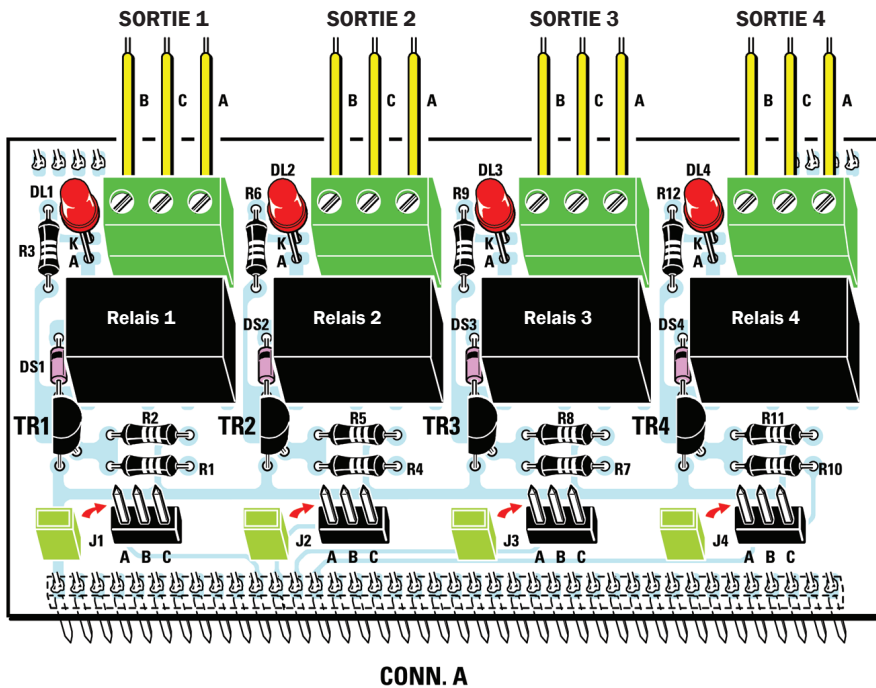


Figure 25a : Schéma d'implantation des composants de la platine à 4 relais EN1583.

Figure 25b-1 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine à 4 relais EN1583, côté composants.

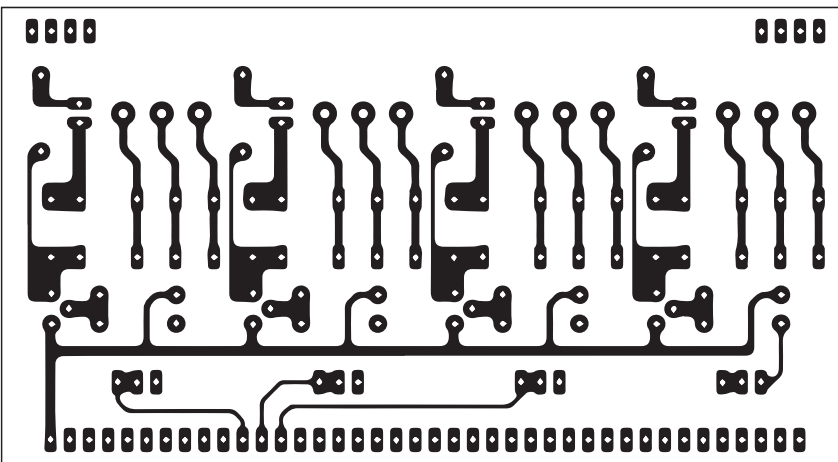
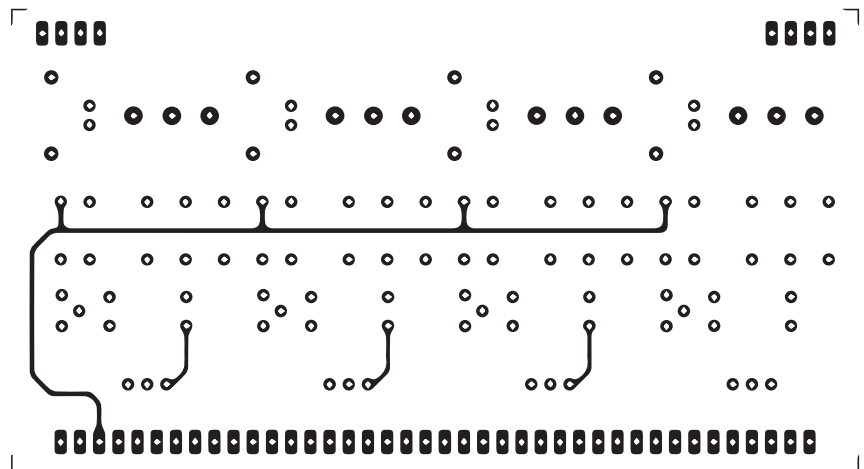
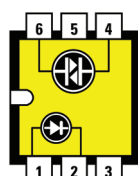
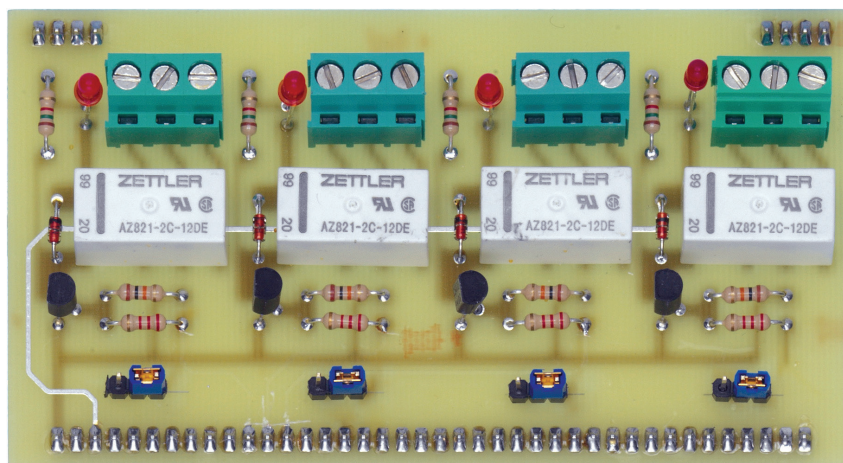


Figure 25b-2 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine à 4 relais EN1583, côté soudures.

**Figure 26 : Photo d'un des prototypes de la platine à 4 relais réalisée pour nos tests.**



**MCP 3020**



**BT 137**



**BDX 53**

**Figure 27 : Brochage des composants utilisés dans la platine triac EN1584. Le brochage du photodiode MCP3020 est vu de dessus, alors que ceux du triac BT137 et du transistor darlington BDX53 sont vus de face, côté plastique.**

En utilisant les contacts **A** (normalement ouvert), **C** (normalement fermé) et **B** (commun), ce dernier se trouvant au centre, il est possible d'obtenir deux logiques de gestion des sorties : sorties inversées et non inversées.

On peut relier à cette platine divers types de charges soit en courant continu soit en courant alternatif comme, par exemple, des lampes en **230 V alternatif** ou de petites ampoules en **12 V continu** : le plus important est de ne pas dépasser le courant maximal que les contacts du relais peuvent supporter. Sinon on risque de ne pas obtenir l'interruption du flux de courant quand l'interrupteur commute pour ouvrir le circuit.

Pour rendre la platine plus universelle, nous avons inséré des cavaliers entre la sortie du micro et les bases des transistors pilotant les relais.

Il est ainsi possible de modifier les liaisons des broches en déplaçant les cavaliers **J1-J4**, pour des logiciels différents. Comme vous pouvez le voir sur le schéma électrique de cette platine (figure la 23), entre les broches **B4-B5-B6-B7** du connecteur **CONNA**, qui correspondent aux broches **RB4-RB5-RB6-RB7** du **PIC**

et les transistors nous avons interposé quatre cavaliers **J1-J2-J3-J4**, permettant la liaison directe du pic aux relais.

Il est possible de mettre les cavaliers dans la position de circuit ouvert (contact **A-B**). Il est également possible de souder un fil qui connecte le circuit de commande du relais à une broche différente de celle que nous avons proposée soit dans le circuit soit dans les programmes.

Après les cavaliers nous trouvons **4** transistors **BC547**, pilotés par deux résistances reliées à leurs **bases**. Entre les **collecteurs** et l'alimentation en **12 V** se trouvent 4 relais montés en parallèle avec les diodes **DS1-DS2-DS3-DS4**. Ces diodes sont montées en parallèle avec la bobine du relais afin d'éviter qu'au moment où l'on coupe l'alimentation de la bobine du relais ne se produisent des pics élevés de courant pouvant endommager le transistor.

Ces diodes permettent que le courant circule toujours à l'intérieur de la bobine du relais, de telle manière qu'il soit **dissipé** dans cette bobine.

En plus des diodes, en parallèle avec la bobine du relais nous avons des LED,

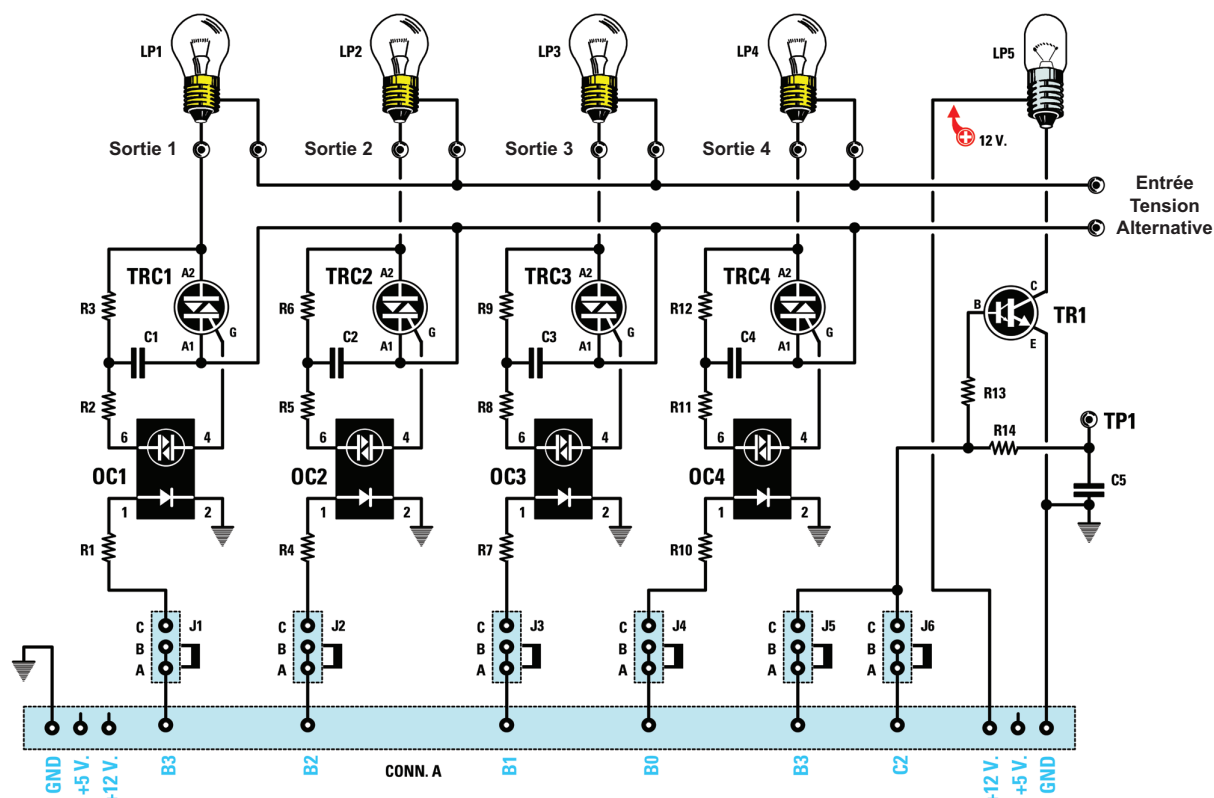
leur fonction est d'indiquer si le relais s'est activé ou non et la position des contacts libres en sortie. Ainsi on n'aura pas besoin de tendre l'oreille pour écouter le « clic » que fait le relais quand il change d'état ou revient à la position d'origine.

Comme vous pouvez le voir, le contact central **B** de sortie des relais est le contact commun. Si vous voulez que lorsque le relais s'active la charge se connecte, alors vous devrez relier la charge au contact normalement ouvert **A**. Vous mettrez alors en œuvre le fonctionnement du relais en logique positive. Si au contraire vous voulez que lorsque le relais s'active la charge se déconnecte, alors vous devrez relier la charge au contact normalement fermé **C** : vous mettrez alors en œuvre le fonctionnement du relais en logique négative.

## La réalisation pratique

Nous vous suggérons de commencer la réalisation de cette platine **EN1583** en vous référant au schéma d'implantation des composants de la figure 25a. Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés dont les figures **25b-1** et **2** donnent les dessins à l'échelle 1 : 1.





**Figure 28 : Schéma électrique de la platine avec 4 triacs et un transistor EN1584. Avec les triacs vous pouvez commander des charges en courant alternatif, alors qu'avec le transistor darlington vous pouvez commander une ampoule en 12 V en utilisant le signal PWM du PIC.**

### Liste des composants EN1584

R1 ..... 2,2 k  
R2 ..... 100  
R3 ..... 1 k  
R4 ..... 2,2 k  
R5 ..... 100  
R6 ..... 1 k  
R7 ..... 2,2 k  
R8 ..... 100  
R9 ..... 1 k  
R10 ... 2,2 k

R11 ... 100  
R12 ... 1 k  
R13 ... 4,7 k  
R14 ... 22 k  
C1 ..... 47 nF polyester 400 V  
C2 ..... 47 nF polyester 400 V  
C3 ..... 47 nF polyester 400 V  
C4 ..... 47 nF polyester 400 V  
C5 ..... 100 nF polyester  
TR1 ... NPN darlington BD5.53  
OC1.... photodiode MCP3020  
OC4.... photodiode MCP3020

TRC1.. triac 500 V 5 A BT137  
[...]  
TRC4.. triac 500 V 5 A BT137  
LP1 .... voir texte  
[...]  
LP4 .... voir texte  
LP5 ... ampoule 12 V  
J1..... cavalier  
[...]  
J6..... cavalier

**Note :** toutes les résistances utilisées dans ce circuit sont des 1/4 W.

Quand vous l'avez, montez en premier au bord du circuit imprimé le long connecteur mâle à barrette à 40 broches **CONNA** : il vous permettra de relier cette platine au bus. **Attention, ne court-circuitez pas les broches entre elles.**

Soudez également les deux connecteurs barrettes à quatre broches sur la partie haute du circuit, ils serviront de support lorsque vous monterez cette platine sur le bus.

Poursuivez avec les résistances et les diodes au silicium, pour ces dernières les bagues-repères noirs doivent être orientées vers le haut.

Au tour des LED maintenant mais en respectant bien la polarité des pattes : les pattes des anodes **A**, plus longues que celles des cathodes, sont à insérer dans les trous **A**.

Vous pouvez alors souder les quatre transistors **TR1 à TR4** de telle manière

que les méplats regardent vers la gauche.

Pour finir, montez les relais et les connecteurs à 3 pôles de sorties des relais.

Terminez en soudant les cavaliers servant à relier ou déconnecter les sorties du **PIC** en plaçant les cavaliers en position **C-B** les sorties du micro sont reliées, en plaçant les cavaliers en position **A-B** ces sorties sont déconnectées.

## Signature de notre firmware :

; Source créé le : 01/06/2012 9.19.38  
; Projet Version : 1.0.0  
; Créé le : 01/06/2012 8.51.56  
; Mise à jour : 21/06/2012 9.19.33

## Déclaration du microcontrôleur utilisé :

PROCESSOR 16F877A  
INCLUDE P16F877A.INC

## Faisons savoir à notre compilateur comment nous utilisons nos variables numériques, décimales DEC, hexadécimales HEX.

RADIX DEC  
\_\_IDLOCS H'0100'

## Configurons les paramètres initiaux pour savoir comment utiliser notre PIC

**CONFIG \_CP** = Code Protection

**PWRTE** = Retardons l'allumage du micro d'environ 72 ms

**WDT** = Watch Dog littéralement «chien de garde». Intervient dans le cas où le programme se bloque. L'impulsion de reset est produite après environ 18 ms à partir de l'arrêt du programme.

**BODEN** = Brown-Out Detect, active le reset du micro au cas où la tension d'alimentation descend sous la valeur de 4V. L'activation de cette option induit une augmentation de consommation de courant d'environ 500 µA.

**HS\_OSC** = choisissons la fréquence d'horloge (clock) de l'oscillateur en Hz et réglons :

**RC (ext)** la fréquence d'horloge est déterminée par le réseau RC relié au PIC

**LP low-power osc.** Résonateur avec gamme (range) jusqu'à 200 kHz

**XT** quartz ou résonateur avec gamme de 200 kHz à 4 MHz

**HS** quartz ou résonateur avec gamme de 4 à 20 MHz

**RC** oscillateur RC interne (non disponible sur tous les PIC)

**LVP** = low voltage programming, si activée en haussant la broche PGM à +5 V, plutôt que de devoir recourir +13 V au MCLR / Vpp pin

**CPD** = Data EE Memory Code Protection, protège les données de l'EEPROM

**DEBUG** = Habilite les broches RB6 & RB7 en DEBUG mode si ON ou en I/O mode si OFF

\_\_CONFIG \_CP\_OFF & \_PWRTE\_ON & \_WDT\_OFF & \_BODEN\_ON & \_HS\_OSC &  
\_LVP\_OFF & \_CPD\_OFF & \_DEBUG\_OFF

; Divers

ZERO EQU Z ; ZERO-Flag

CARRY EQU C ; CARRY-Flag

## Déclaration de nos Variables et adressage du banc de mémoire.

LT1\_FD = 32 ; located in Bank 0

LT2\_FD = 33 ; located in Bank 0

TR1 = 34 ; located in Bank 0

TR1\_HI = 35 ; located in Bank 0

S0 = 36 ; located in Bank 0

LT3\_FD = 37 ; located in Bank 0

LT4\_FD = 38 ; located in Bank 0

LT5\_FD = 39 ; located in Bank 0

LT6\_FD = 40 ; located in Bank 0

ZR1 = 41 ; located in Bank 0

ZR1\_FD = 42 ; located in Bank 0

LT7\_FD = 43 ; located in Bank 0

LT8\_FD = 44 ; located in Bank 0  
 LT9\_FD = 45 ; located in Bank 0  
 LT10\_FD = 46 ; located in Bank 0  
 LT11\_FD = 47 ; located in Bank 0  
 LT12\_FD = 48 ; located in Bank 0  
 S1 = 49 ; located in Bank 0  
 RAM = 50 ; located in Bank 0  
 SYS\_TMP1 = 115 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP2 = 116 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP3 = 117 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP4 = 118 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP5 = 119 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP6 = 120 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP9 = 121 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_TMP10 = 122 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_WSAV = 123 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_SSAV = 124 ; located in Bank 0, 1, 2, 3  
 SYS\_PSAV = 125 ; located in Bank 0, 1, 2, 3

## EN1584 - Platine à Triacs

Cette platine expérimentale **EN1584** (voir figure 28), reliée à la platine **PLC pic EN1800**, est dotée de **quatre triacs** type **BT137** pilotés par quatre photodiodes type **MCP3020**. Avec ces quatre triacs, il est possible de commander des charges de différentes natures, même si dans cette configuration il est conseillé de s'en tenir à des charges purement résistives, avec une consommation de courant n'excédant pas **10 A**.

### Le schéma électrique

La platine à triacs est constituée essentiellement de quatre canaux plus un : les quatre canaux se composent des triacs **BT137**, qui peuvent piloter des charges en courant alternatif, le cinquième canal est constitué d'un transistor darlington **BDX53**, qui allume une ampoule de **12 V**.

Regardons le schéma électrique de la figure 28, entre les broches **B0-B1-B2-B3**, qui correspondent aux broches **RB0-RB1-RB2-RB3** du **PIC** et les triacs, nous avons interposé quatre cavaliers qui permettent la connexion directe du **PIC** avec les **triacs**.

Quand on ferme ces cavaliers, en les mettant en position **C-B**, les signaux

à la sortie des broches du **PIC** commandent directement les triacs. Si on les laisse ouverts, soit en position **A-B**, on exclut les signaux à la sortie du pic.

Comme avec la platine relais, en fonction des exigences du matériel que vous souhaitez réaliser, il est possible de souder un fil reliant les quatre canaux à d'autres broches du microcontrôleur.

Entre les cavaliers et les triacs nous avons pris soin d'insérer des photodiodes **MCP3020**. Ce type de dispositif a la particularité de créer une isolation galvanique entre le circuit qui commande et le circuit qui doit commander.

A l'intérieur il y a une **photodiode** laquelle, devient conductrice par le courant, fait fonctionner au moyen de l'onde lumineuse le diac placé juste en face.

Dans le schéma électrique nous avons inséré **quatre ampoules**, mais c'est à titre purement démonstratif, parce que n'importe quelle charge alimentée sous le **230 V du secteur alternatif monophasé** peut être reliée aux sorties.

En plus des quatre triacs, nous avons mis en œuvre un transistor darlington (voir **TR1**) lequel, au moyen du signal **PWM** généré par le pic et envoyé sur sa **base**, allume une ampoule de **12 V** et en contrôle la luminosité.

Si vous utilisez un pic du type **628**, vous devez fermer (position **B-C**) le cavalier **J5** relié à la broche **B3** du connecteur **CONNA**. Dans ce cas, vous ne pouvez pas fermer en même temps les cavaliers **J1** et **J5**. Si en revanche vous voulez utiliser le signal PWM déjà présent dans le pic type **876**, vous devez fermer (position **B-C**) le cavalier **J6** relié à la broche **C2** du connecteur **CONNA**.

### La réalisation pratique

Nous vous conseillons de commencer la réalisation de cette platine **EN1584** en vous référant au schéma d'implantation des composants de la figure 29a.

Procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés dont les figures **29b-1** et **2** donnent les dessins à l'échelle 1 : 1.

Quand vous l'avez devant vous, insérez et soudez dans la partie haute de la platine les connecteurs barrettes à 4 broches, qui n'ont qu'un rôle de support.

Montez ensuite les quatre supports des **photodiodes** en orientant bien leurs repère-détrompeurs vers la gauche.

Poursuivez par l'insertion de toutes les résistances et, ensuite, par celle des gros condensateurs **C1-C4** de **47 nF** polyesters à haute tension de service.



Figure 29a : Schéma d'implantation des composants de la platine triac EN1584. Quand vous monterez les triacs et le transistor, orientez bien la semelle métallique vers la droite et tenez-les à une distance d'environ 3 millimètres du circuit imprimé. Les photodiodes seront insérées dans leurs supports en orientant le point de référence en bas à gauche.

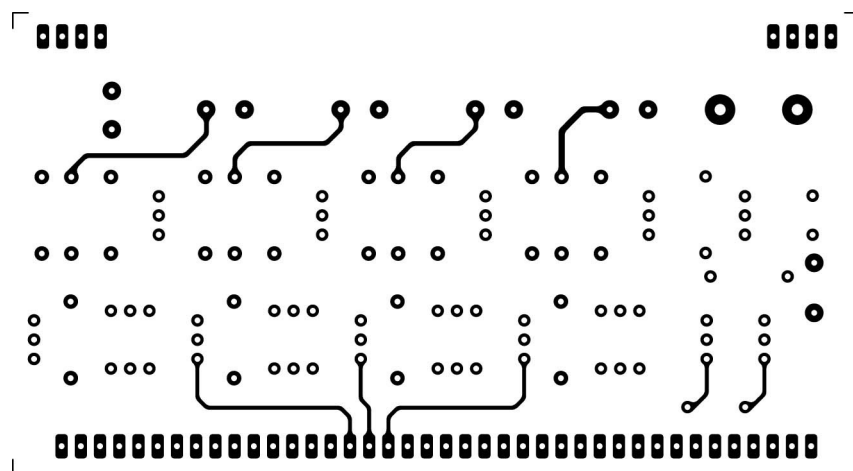
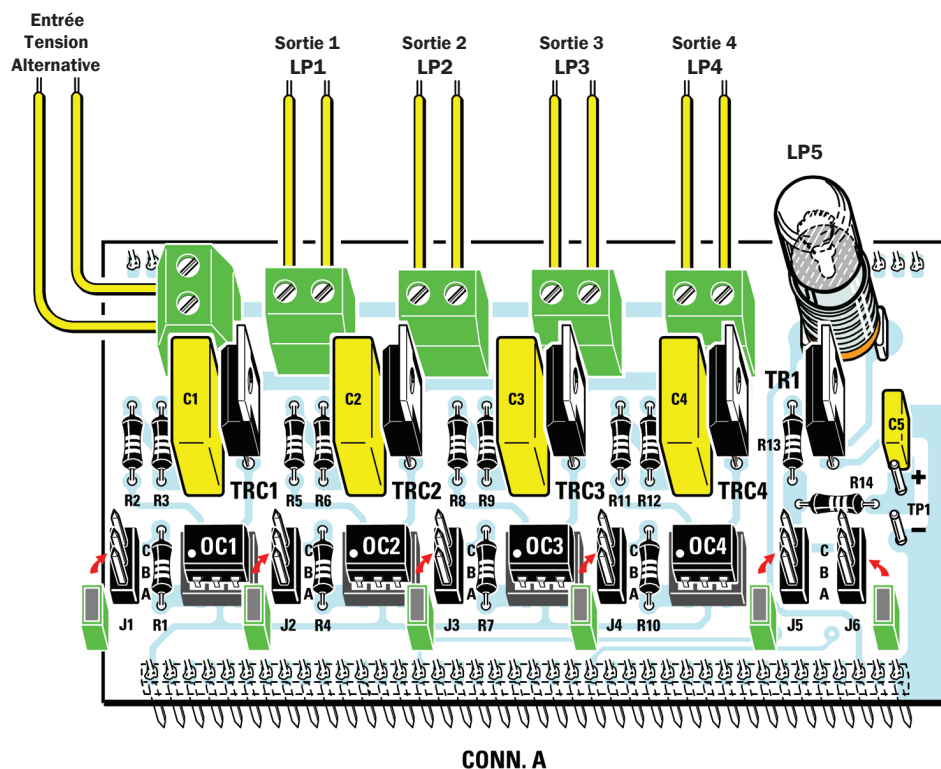


Figure 29b-1 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine triac EN1584, côté composants.

Figure 29b-2 : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé double face à trous métallisés de la platine triac EN1584, côté soudures. Ce schéma montre la disposition des trous et des pistes de cuivre sur la face arrière de la platine, destinée à la soudure des composants.

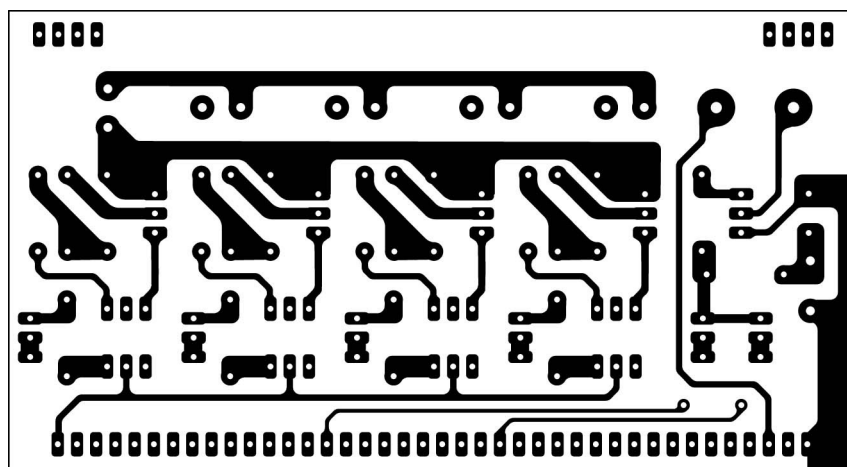
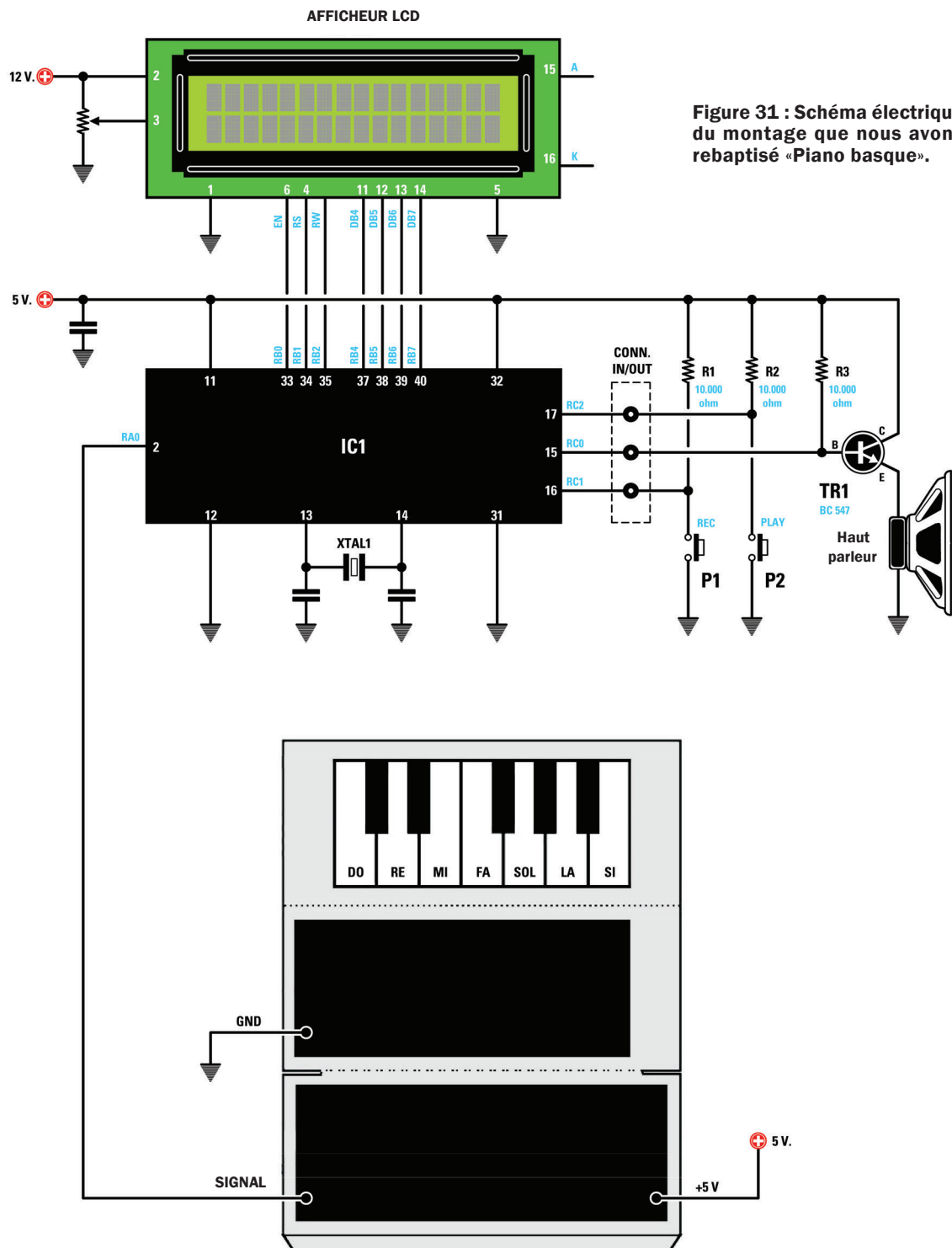
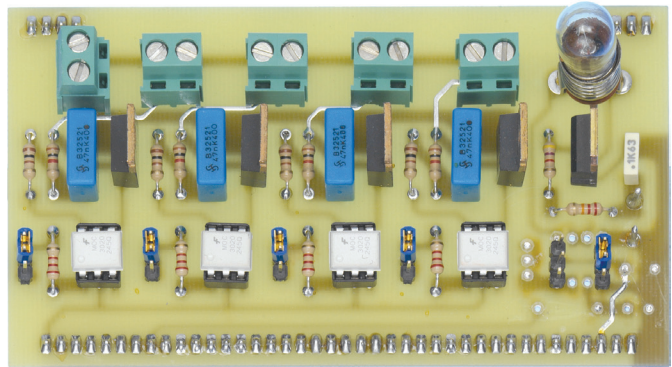


Figure 30 : Photo d'un des prototypes de la platine triac EN1584.



L'unique condensateur de **100 nF** polyester (voir **C5**) doit être inséré près des picots **TP1** sur lesquels on prélève le signal **PWM** généré par le micro.

Insérez maintenant les quatre triacs **TRC1 à 4** et le transistor **TR1** en orientant leurs semelles métalliques vers la droite. Maintenez les bases de leurs boîtiers à environ 3 mm du circuit imprimé et soudez leurs pattes.

Montez ensuite les six **cavaliers** et les cinq **connecteurs** à deux pôles servant à faire piloter par les triacs les charges alimentées en courant alternatif. Soudez enfin la douille de l'ampoule **12 V** et enfoncez dans leurs supports les quatre photodiodes : leurs points de référence doivent être orientés vers la gauche.

## Un Piano Basque

Alors que nous préparions ce montage, deux stagiaires de notre laboratoire (tous deux **basques espagnols de San Sebastian**) nous ont proposé cet étonnant montage, au vu de notre **PLC**, le voici intégralement.

Avec un morceau de papier vous pouvez réaliser un clavier : il suffit de noircir avec le graphite (la mine de plomb) d'un crayon l'une des deux faces d'une feuille de papier.

Pliez-la ensuite en deux et sur la face blanche dessinez un clavier avec les octaves.

Nous avons pu constater qu'une mine de crayon présente une résistance ohmique de 10 000 ohms.

Pour vous faciliter la tâche, nous vous proposons le clavier déjà dessiné : vous n'aurez qu'à le découper et le scanner (voir les pages suivantes).

Le principe sur lequel se base le montage est très simple : on envoie le **5 V** au début de la bande noire de graphite et l'autre extrémité de la bande va à la **masse**.

En fait on a ainsi réalisé un véritable **pont diviseur de tension** dont les touches déterminent la **résistance** sur laquelle

chute (comme on parle de chute de tension) la **portion de tension** qui se transformera en **son** (voir figure 32).

Les valeurs physiques des tensions de référence sont purement indicatives car les tensions réelles dépendent de la couche de graphite déposée sur la feuille de papier.

Sur la partie noircie certaines encres sont conductrices...du moins nos stagiaires basques nous l'ont-ils affirmé... quant à nous nous avons beaucoup bataillé pour nous en persuader mais en vain !

Nous vous conseillons donc de repasser sur le noir imprimé avec la mine de plomb – le graphite – d'un crayon un peu gras.

Avant de vous donner les indications nécessaires à la réalisation pratique du montage, décrivons les caractéristiques principales du schéma électrique.

### Le schéma électrique

Le schéma se base sur le feuillet dessiné au crayon (mine de plomb ou graphite) et qui se comporte comme un pont diviseur de tension : il envoie, sous forme de signal, la portion de tension sectionnée à l'**ADConverter** (convertisseur AN) du **CC**.

Les routines du programme sélectionneront l'intervalle de tension et le convertisseur **N/A** (en Anglais cela fait D/A) les jouera comme notes au moyen du transistor **T1**.

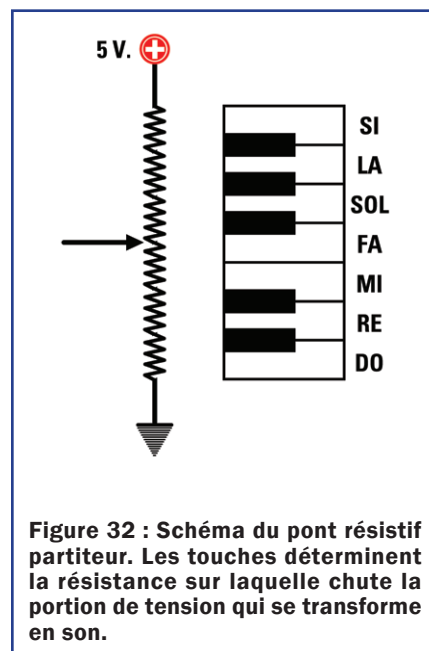
Deux touches du PLC seront utilisées par le programme comme **rec** et **start**.

### La réalisation pratique

Naturellement nous n'avons pas prévu de circuit imprimé car il s'agit d'un simple test expérimental.

**Il faut impérativement passer plusieurs fois le crayon afin d'obtenir une épaisse couche de graphite.**

Si vous avez la chance de posséder Minilab «**Minilaboratoire d'électronique**» **EN3000**, vous pourrez réaliser le circuit sur la plaque d'essai.



Reliez les différents points du schéma au micro et, avec le programme suivant, en avant la musique...

### De quoi avez-vous besoin pour utiliser cette source ?

Le programme est écrit en langage C et pour pouvoir l'utiliser vous devez avoir les programmes suivants :

**Mplab IDE de Microchip**  
**Compilateur C de CSS**

En vous basant sur cette méthode vous pourrez construire des claviers à effleurément **TRÈS ÉCONOMIQUES**. Il faut le voir pour le croire...

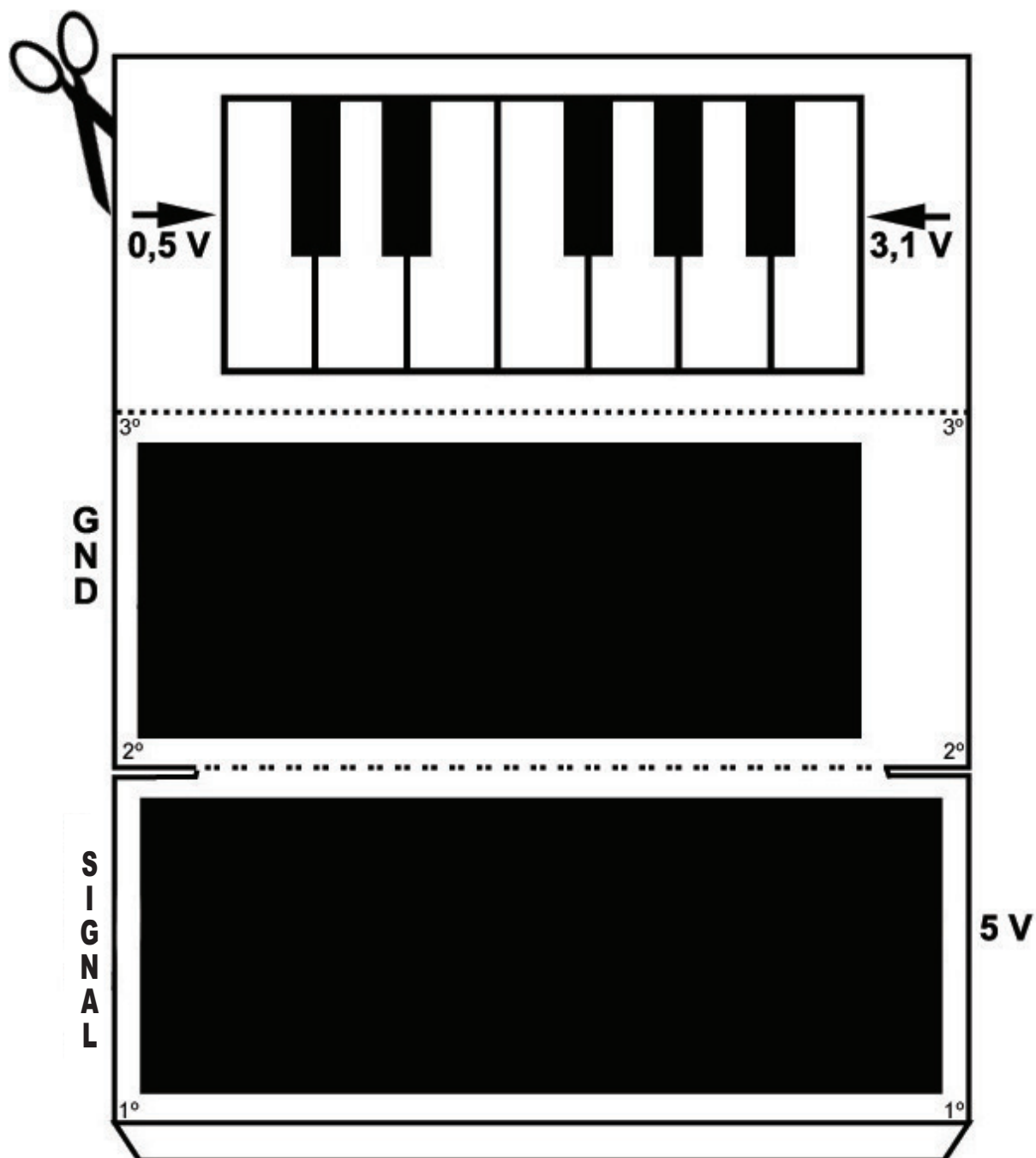
### Comment construire ce montage ?

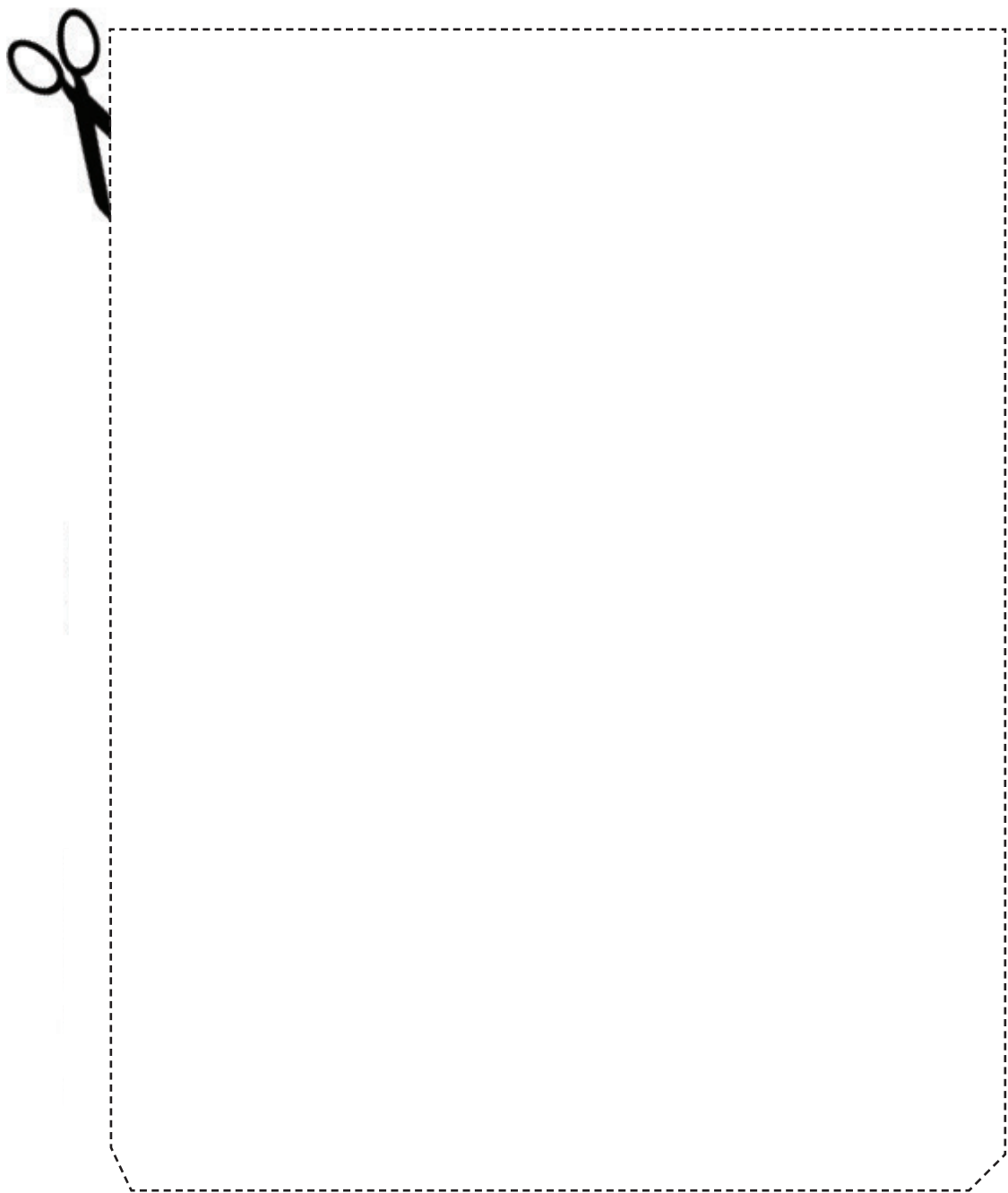
Tout le matériel nécessaire pour construire ce contrôleur de distance pour la sécurité en voiture **EN 1800** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» **ELM122**. ♦







## SOURCES LCD

```

////////////////////////////////////
//// LCDD.C ////
//// Driver pour les modules LCD les plus communs ////
//// ////
//// lcd_init() Doit être appelée avant toute autre fonction. ////
//// ////
//// lcd_putc(c) Affiche c sur la position suivante de l'écran LCD. ////
//// Les éléments suivants ont une signification particulière:////
//// \f Effacer l'affichage ////
//// \n Aller au début de la deuxième ligne ////
//// \b Reculer d'une position ////
//// ////
//// lcd_gotoxy(x,y) Définir la position d'écriture sur l'écran LCD (en haut à gauche est 1,1) ////
//// ////
//// lcd_getc(x,y) Retourne un caractère à la position x, y sur l'écran LCD ////
//// ////
////////////////////////////////////
//// (C) Droits d'auteur 1996,2007 Custom Computer Services ////
//// Ce code source peut être utilisée avec le compilateur C CCS. ////
//// Ce code source ne peut être distribué à d'autres utilisateurs non autorisés du compilateur C CCS. ////
//// Toute utilisation, reproduction ou distribution est interdite sans autorisation écrite. ////
//// Les programmes dérivés créés à l'aide de ce logiciel sous forme de code objet ne sont limités en aucune façon. ////
////////////////////////////////////
// Tel que défini dans la structure ci-après la connexion des broches est la suivante:
// D0 enable
// D1 rs
// D2 rw
// D4 D4
// D5 D5
// D6 D6
// D7 D7
//
// Les broches D0-D3 du LCD ne sont pas utilisées ainsi que la broche D3 du PIC.
// Definition pour utiliser le port B
#define use_portb_lcd TRUE
struct lcd_pin_map { // Cette structure est superposée
    BOOLEAN enable; // sur un port I / O pour accéder
    BOOLEAN rs; // aux broches du LCD.
    BOOLEAN rw; // Les bits sont mis au niveau bas.
    BOOLEAN unused; // ENABLE sera la broche B0.
    int data : 4; //
} lcd;
#ifdef use_portb_lcd
// #locate lcd = getenv(«sfr:PORTB») // Cela place l'ensemble de la structure sur le port
#ifdef __pch__
#locate lcd = 0xf81
#else
#locate lcd = 6
#endif
#define set_tris_lcd(x) set_tris_b(x)
#else
// #locate lcd = getenv(«sfr:PORTD») // Cela place l'ensemble de la structure sur le port
#ifdef __pch__
#locate lcd = 0xf83
#else
#locate lcd = 8
#endif
#endif

```



```
#define set_tris_lcd(x) set_tris_d(x)
#endif
#ifndef lcd_type
#define lcd_type 2 // 0=5x7, 1=5x10, 2=2 lines
#endif
#define lcd_line_two 0x40 // adresse de la RAM du pour la seconde ligne
BYTE const LCD_INIT_STRING[4] = {0x20 | (lcd_type << 2), 0xc, 1, 6};
// Ce bytes doit être envoyé au LCD
// pour le faire démarrer.
// Ce qui suit est pour le paramétrage
// du registre de direction I/O du port.
struct lcd_pin_map const LCD_WRITE = {0,0,0,0,0}; // Pour le mode écriture toutes les broches sont en paramétrées en «sortie»
struct lcd_pin_map const LCD_READ = {0,0,0,0,15}; // Pour le mode lecture toutes les broches sont en paramétrées en «entrée»
BYTE lcd_read_byte() {
    BYTE low,high;
    set_tris_lcd(LCD_READ);
    lcd.rw = 1;
    delay_cycles(1);
    lcd.enable = 1;
    delay_cycles(1);
    high = lcd.data;
    lcd.enable = 0;
    delay_cycles(1);
    lcd.enable = 1;
    delay_us(1);
    low = lcd.data;
    lcd.enable = 0;
    set_tris_lcd(LCD_WRITE);
    return( (high<<4) | low);
}
void lcd_send_nibble( BYTE n ) {
    lcd.data = n;
    delay_cycles(1);
    lcd.enable = 1;
    delay_us(2);
    lcd.enable = 0;
}
void lcd_send_byte( BYTE address, BYTE n ) {
    lcd.rs = 0;
    while ( bit_test(lcd_read_byte(),7) );
    lcd.rs = address;
    delay_cycles(1);
    lcd.rw = 0;
    delay_cycles(1);
    lcd.enable = 0;
    lcd_send_nibble(n >> 4);
    lcd_send_nibble(n & 0xf);
}

void lcd_init() {
    BYTE i;
    set_tris_lcd(LCD_WRITE);
    lcd.rs = 0;
    lcd.rw = 0;
    lcd.enable = 0;
    delay_ms(15);
    for(i=1;i<=3;++i) {
        lcd_send_nibble(3);
```

```

delay_ms(5);
}
lcd_send_nibble(2);
for(i=0;i<=3;++i)
lcd_send_byte(0,LCD_INIT_STRING[i]);
}
void lcd_gotoxy( BYTE x, BYTE y) {
BYTE address;
if(y!=1)
address=lcd_line_two;
else
address=0;
address+=x-1;
lcd_send_byte(0,0x80|address);
}
void lcd_putc( char c) {
switch (c) {
case '\f' : lcd_send_byte(0,1);
delay_ms(2);
break;
case '\n' : lcd_gotoxy(1,2); break;
case '\b' : lcd_send_byte(0,0x10); break;
default : lcd_send_byte(1,c); break;
}
}
char lcd_getc( BYTE x, BYTE y) {
char value;
lcd_gotoxy(x,y);
while ( bit_test(lcd_read_byte(),7) ); // wait until busy _ ag is low
lcd.rs=1;
value = lcd_read_byte();
lcd.rs=0;
return(value);
}

```

## SOURCE PIANO

/\*\*\*\*\*

Niveau de tension de l'ADC provenant du graphite (mine de plomb du crayon) de la feuille

Ce traduit en un niveau numérique 10 bits :

5 V → 1024 X = (1024 x V analogique) / 5                      point maxi prélèvement signal

3,10 → x X = 204,8 x V analogique                      point maxi prélèvement signal pour clavier

Intervalles de tension équivalents aux touches et aux notes émises par le programme

DO 0,50 → 0,80 ..... 102 → 164

REb 0,80 → 1,05 ..... 164 → 215

RE 1,05 → 1,20 ..... 215 → 246

MIb 1,20 → 1,40 ..... 246 → 297

MI 1,45 → 1,70 ..... 297 → 348

FA 1,70 → 2,00 ..... 348 → 409

SOLb 2,00 → 2,20 ..... 409 → 451

SOL 2,20 → 2,40 ..... 451 → 492

LA 2,40 → 2,60 ..... 492 → 533

SIb 2,60 → 2,85 ..... 533 → 584

SI 2,85 → 3,10 ..... 584 → 635

SI 3,10 → 3,40 ..... 635 → 696

Sans effleurer -> 4,05V ..... 830

```

*****/
#include <16F877.h>
#define ADC=10
#define XT,NOWDT,NOPROTECT,NOLVP
#define delay(clock=4M)
#include «lcd.c»
#define resolucio 5.0/1024 // vitesse de lecture
#define do1 239 // 262 Hz C Variables en eeprom
#define reb 226 // 277 Hz d
#define re 213 // 294 Hz D
#define mib 201 // 311 Hz et
#define mi 189 // 330 Hz ET
#define fa 179 // 349 Hz F
#define solb 169 // 370 Hz g
#define sol 160 // 392 Hz G
#define lab 151 // 415 Hz a
#define la 142 // 440 Hz A
#define sib 134 // 466 Hz b
#define si 127 // 494 Hz B
#define rec PIN_C1
#define play PIN_C2
int1 sound=0;
int8 valor_carga=0; // valeurs à charger dans le temporisateur (timer)
int8 t=0; // valeur de reset du temporisateur (timer)
int8 denbora_aurrera; // longueur note
int8 denbora_atzera; // longueur silence
/*****
Interrupcion timer0
*****/
#define int_rtcc
void sonido(void)
{
if(sound)
output_toggle(PIN_C0);
else
output_low(PIN_C0);
set_rtcc(valor_carga);
}
/*****
Interrupcion timer0
*****/
#define int_timer1
void tiempo(void)
{
if(t==1)
{
denbora_aurrera++;
denbora_atzera--;
}
set_timer1(65535-20000); //20ms x 256 = 5,12 sg
}
/*****
Gestion touches piano . Toutes les fonctions de la pression sur les touches
*****/
void toca_piano(void)
{

```



```

int16 dato=0;
delay_ms(10);
dato=read_adc(); //lit la valeur de tension convertie par l'ADC
if((dato> 700) || (dato<100)) { sound=0; } //intervalle inférieur à 100 ou > 700 ne sonne pas
else
{
    sound=1; // sonne si dans l'intervalle
    // toutes valeurs des intervalles des notes
    // ex. Si le signal numérique est compris entre 102 et 164 la note DO sonne et s'inscrit sur LCD
    if((dato>102)&&(dato<=164))
    {valor_carga=256-do1; lcd_putc("\nDO «);}
    else if((dato>164)&&(dato<=215))
    {valor_carga=256-reb; lcd_putc("\nREb «);}
    else if((dato>215)&&(dato<=246))
    {valor_carga=256-re; lcd_putc("\nRE «);}
    else if((dato>246)&&(dato<=297))
    {valor_carga=256-mib; lcd_putc("\nMIb «);}
    else if((dato>297)&&(dato<=348))
    {valor_carga=256-mi; lcd_putc("\nMI «);}
    else if((dato>348)&&(dato<=409))
    {valor_carga=256-fa; lcd_putc("\nFA «);}
    else if((dato>409)&&(dato<=451))
    {valor_carga=256-solb; lcd_putc("\nSOLb «);}
    else if((dato>451)&&(dato<=492))
    {valor_carga=256-sol; lcd_putc("\nSOL «);}
    else if((dato>492)&&(dato<=533))
    {valor_carga=256-lab; lcd_putc("\nLAB «);}
    else if((dato>533)&&(dato<=584))
    {valor_carga=256-la; lcd_putc("\nLA «);}
    else if((dato>584)&&(dato<=635))
    {valor_carga=256-sib; lcd_putc("\nSIb «);}
    else if((dato>635)&&(dato<=696))
    {valor_carga=256-si; lcd_putc("\nSI «);}
}
}
/*****
Mémorise les notes tapées et elles peuvent se répéter
*****/
void grabatu(void)
{
    int8 i=0;
    int8 nota=0; //contrôle quelle note
    int16 dato=0;
    denbora_aurrera=0; //Inizialise le temporisateur (timer)

    lcd_putc("\fAbesti Grabatzen»);
    do
    {
        // delay_ms(10);
        dato=read_adc(); //Lit la valeur du convertisseur ADC
        if((dato> 700) || (dato<100)) // la touche n'a pas été touchée
        {
            sound=0;
            t=0; //pause
            if(nota!=0) //avant le clavier n'a pas été touché
            {
                write_eeprom(i,nota); //Sauvegarde la note
                i++; // prochaine adresse en EEPROM
            }
        }
    }
}

```

```

write_eeprom(i,denbora_aurrera); //Sauvegarde la longueur de la note
i++; // prochaine adresse en EEPROM
nota=0; //Reset Note
denbora_aurrera=0; //Reset temporisateur (timer)
}
}
else
{
sound=1;
t=1; //Contrôle le temporisateur (timer)
if((dato>102)&&(dato<=164))
{valor_carga=256-do1; lcd_putc(«\nDO «); nota = 'C';}
else if((dato>164)&&(dato<=215))
{valor_carga=256-reb; lcd_putc(«\nREb «); nota = 'd';}
else if((dato>215)&&(dato<=246))
{valor_carga=256-re; lcd_putc(«\nRE «); nota = 'D';}
else if((dato>246)&&(dato<=297))
{valor_carga=256-mib; lcd_putc(«\nMIb «); nota = 'e';}
else if((dato>297)&&(dato<=348))
{valor_carga=256-mi; lcd_putc(«\nMI «); nota = 'E';}
else if((dato>348)&&(dato<=409))
{valor_carga=256-fa; lcd_putc(«\nFA «); nota = 'F';}
else if((dato>409)&&(dato<=451))
{valor_carga=256-solb; lcd_putc(«\nSOLb «); nota = 'g';}
else if((dato>451)&&(dato<=492))
{valor_carga=256-sol; lcd_putc(«\nSOL «); nota = 'G';}
else if((dato>492)&&(dato<=533))
{valor_carga=256-lab; lcd_putc(«\nLAB «); nota = 'a';}
else if((dato>533)&&(dato<=584))
{valor_carga=256-la; lcd_putc(«\nLA «); nota = 'A';}
else if((dato>584)&&(dato<=635))
{valor_carga=256-sib; lcd_putc(«\nSIb «); nota = 'b';}
else if((dato>635)&&(dato<=696))
{valor_carga=256-si; lcd_putc(«\nSI «); nota = 'B';}
} //else bukaera
}while((input(rec)==1)&&(i<250)); // touche rec
//contrôle si l'EEPROM est pleine
write_eeprom(i,0x_); //Contrôle la fin des notes
lcd_putc(«\fPianoa Jotzen»);
delay_ms(20);
while(input(rec)==0);
delay_ms(20);
}
/*****
Fonction Play.
*****/
void erreproduzitu(void)
{
int8 les=0;
int8 nota=0;
int16 dato=0;
denbora_atzera=0; //Initialise le temporisateur (timer)
lcd_putc(«\fAbestia Jotzen»);
sound=0;
t=0; //Reset temporisateur (timer)
while(1)
{
nota=read_eeprom (les); //Lit l'EEPROM

```

```

if(nota==0xFF) break; //Fin séquence notes
denbora_atzera=read_eeprom (les); //Durée de la note
les++;
switch(nota)
{
case 'C':
valor_carga=256-do1;
lcd_putc("nDO «); break;
case 'd':
valor_carga=256-reb;
lcd_putc("nREb «); break;
case 'D':
valor_carga=256-re;
lcd_putc("nRE «); break;
case 'e':
valor_carga=256-mib;
lcd_putc("nMib «); break;
case 'E':
valor_carga=256-mi;
lcd_putc("nMI «); break;
case 'F':
valor_carga=256-fa;
lcd_putc("nFA «); break;
case 'g':
valor_carga=256-solb;
lcd_putc("nSOLb «); break;
case 'G':
valor_carga=256-sol;
lcd_putc("nSOL «); break;
case 'a':
valor_carga=256-lab;
lcd_putc("nLAB «); break;
case 'A':
valor_carga=256-la;
lcd_putc("nLA «); break;
case 'b':
valor_carga=256-sib;
lcd_putc("nSib «); break;
case 'B':
valor_carga=256-si;
lcd_putc("nSI «); break;
default:
valor_carga=0;
lcd_putc("nNOTA FALTSUA «); break;
}
sound=1;
t=1; //charge temporisateur (timer)
while(denbora_atzera>0); //Fin note

sound=0;
t=0; //Reset temporisateur (timer)
} //Fin cycle piano écris sur LCD
lcd_putc("fPianoa Jotzen»);
}

```



```

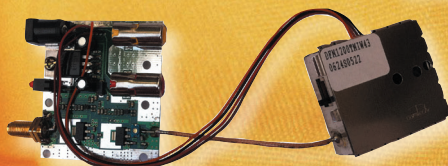
/*****
Main
*****/
void main(void)
{
  int8 tecla;
  int1 t=0; //Si t=0
  setup_timer_1 ( T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_1 );
  set_timer1(65535-20000);
  setup_timer_0 (RTCC_INTERNAL | RTCC_DIV_8);
  set_rtcc(0);
  enable_interrupts(INT_TIMER0);
  enable_interrupts(INT_TIMER1);
  enable_interrupts(GLOBAL);
  setup_adc_ports(ANO); //Configure la PIN ANO comme entrée analogique
  setup_adc(adc_clock_internal); //Configure le CAN (adc_clock_div_32)
  set_adc_channel(0); //Spécifie le canal à utiliser
  set_tris_b(0); //Configure le port B en sortie
  set_tris_c(0b00000110); //C0 en sortie, C1 et C2 en entrée
  set_tris_a(0b00000001); //Configure le port A en entrée
  lcd_init();
  sound=0;
  lcd_putc("\fPianoa Jotzen");
  while(1)
  {
    if((input(rec)==1)&&(input(play)==1)) // ne pas toucher les deux poussoirs
      toca_piano(); // ne pas toucher rec
    else if(input(rec)==0)
    {
      delay_ms(20); //
      while(input(rec)==0); //
      delay_ms(20); //
      grabatu();
    }
    else if(input(play)==0)
    {
      delay_ms(20); //
      while(input(play)==0); //
      delay_ms(20); //
      erreproduzitu();
    }
  }
}
}

```



# ÉMETTEURS / RÉCEPTEURS

## ÉMETTEUR 1.2 & 2,4 GHz 20, 200 ET 1000 MW



Alimentation : 13,6 VDC. 4 fréquences en 2,4 GHz : 2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz ou 8 fréquences en 1,2 GHz 20 mW : 1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz ou 4 fréquences en 1,2 GHz 1 W : 1,120 - 1,150 - 1,180 - 1,200 GHz. Sélection des fréquences : dip-switch. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Livré sans alim ni antenne.

**TX2-4G** .....Émetteur 2,4 GHz 4 c monté 20 mW .....39,00 €  
**TX2-4G-2** .... Émetteur monté 256 canaux 200 mW .....118,80 €  
**TX1-2G** .....Émetteur 1,2 GHz 20 mW monté 8 canaux .....48,00 €  
**TX1-2G-2**..Émetteur 1,2 GHz monté 1 W 4 canaux .....79,00 €

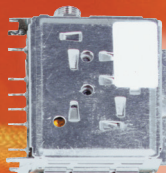


## RÉCEPTEUR 4 CANAUX 1,2 & 2,4 GHz

Alimentation : 13,6VDC. 4 fréquences en 2,4 GHz : 2,4 - 2,427 - 2,454 - 2,481 GHz ou 8 fréquences en 1,2 GHz : 1,112 - 1,139 - 1,193 - 1,220 - 1,247 - 1,264 - 1,300 GHz. Sélection des fréquences : dip-switch pour le 1,2 GHz et par poussoir pour les versions 2,4 GHz. Stéréo : audio 1 et 2 (6,5 et 6,0 MHz). Fonction scanner pour la version 1,2 GHz. Livré sans alimentation ni antenne.

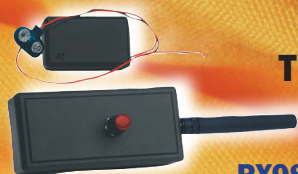
**RX2-4G**.....Récepteur monté 2,4 GHz 4 canaux .....39,00 €  
**RX1-2G**.....Récepteur monté 1,2 GHz 8 canaux ..... 48,00 €

## MODULES ÉMETTEUR 2.4GHz



**20 MW** 27,00 €  
**200 MW** 87,00 €

## ÉMETTEUR UHF TRANSMETTEUR UHF



**RX98** 35,10 € **TX98** 37,80 €

## ÉMETTEUR AUDIO STEREO 8 CANAUX - 2,4 GHz



Il est le complément idéal du récepteur RX-AUDIO-24

**TX-AUDIO-24** .....44,80 €  
**RX-AUDIO-24** .....49,80 €

## ÉMETTEUR/RÉCEPTEUR A/V SANS FIL 5.8GHz AVEC ÉMETTEUR IR 4 CANAUX

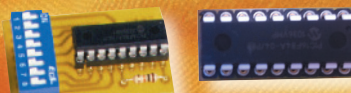


Transmission sans fil de signaux A/V à travers les murs et d'une pièce à l'autre. La fréquence utilisée de 5.8GHz engendre moins d'interférence qu'une fréquence de 2.4GHz. Utilisez n'importe lequel de vos appareils A/V en tant que poste émetteur : Envoyez de la musique de vos appareils audio vers n'importe quel haut-parleur connecté dans une autre

pièce. Regardez des films DVD sur votre deuxième télé sans déplacer votre lecteur DVD. Regardez la télévision par câble ou des émissions par satellite sur plusieurs télé chez vous. Regardez des images venant de votre ordinateur (ordinateur avec sorties vidéo et audio est requis) sur une télé sans l'entrelacement habituel de câbles. Avec fonction relais IR : possibilité de renvoyer le signal de la télécommande vers l'émetteur via le récepteur, cet appareil permet d'envoyer le signal à l'appareil de votre choix ex. votre lecteur DVD ou CD, etc. Livré avec : 2 x péritel vers RCA A/V, module IR et 2 blocs secteur. Câbles vidéo optionnels : Jack vers RCA : AVB020/2.0, AVB020/5.0

**AVMOD19** ..... 99,00 €

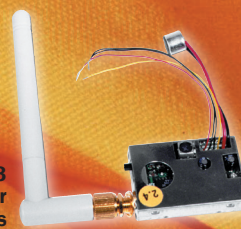
## VERSION 256 CANAUX



Extensions pour émetteurs **TX2.4G** / **TX1.2G** et récepteurs **RX2.4G** / **RX1.2G** : permettent d'atteindre 256 canaux. Le pas est de 1 MHz. Sélection des canaux par dip-switch. Fréquences de départ : 2,3 pour les versions **TX2.4G** / **REX2.4G** et 1,2 pour les **TX 1,2G** / **RX 1,2G**. Extension vendue sans émetteur ni récepteur.

**TEX1.2**..... Kit extension 1,2 à 1,456 GHz ..... 19,80 €  
**TEX2.3**..... Kit extension 2,3 à 2,556 GHz ..... 19,80 €  
**REX1.2**..... Kit extension 1,2 à 1,456 GHz ..... 19,80 €  
**REX2.3**..... Kit extension 2,3 à 2,556 GHz ..... 19,80 €

## ÉMETTEUR 4 CANAUX 10 MW À 2,4 GHz



Émetteur miniature 2,4 GHz 4 canaux (2,413 - 2,432 - 2,451 - 2,470 GHz) sélectionnables par commutateur idéal pour le modélisme ou toutes applications demandant du matériel léger et de petites dimensions. Cet émetteur a été testé en fonctionnement près de trois heures consécutives. Nous vous recommandons de bien suivre les consignes de raccordement. Cet émetteur est livré avec son antenne. Puissance de sortie HF : 10 mW. Impédance de sortie HF : 50 Ω. Entrée Vidéo : 75 Ω. Rapport signal/bruit : 45 dB. Entrée audio : Capsule microphonique. Alimentation : 12 Vcc. Consommation : 140 mA. Dimensions : 40 x 30 x 7,5 mm. Poids : 17 g.

**ER170** ..... 49,00 €

## ÉMETTEUR AUDIO DIGITAL AVEC ANTENNE - 2.4 GHz



Émetteur audio stereo opérant sur la bande 2,4 GHz avec antenne externe. Dispose de huit canaux. Il est le complément idéal du récepteur RX-AUDIO-24

**TX-AUDIO-24/AE** ..... 51,80 €



# Un appareil anti bégaiement

**Une personne qui souffre de bégaiement n'a aucune malformation physique. Il lui manque simplement le synchronisme adéquat entre le parler et l'audition. On peut même penser que quelqu'un qui bégaye a tant de choses à dire que sa bouche ne parvient pas à suivre.**

**U**n jour, une chaîne de télévision proposait un documentaire sur certaines technologies électroniques d'avant-garde utilisées pour soigner différentes affections physiques. Dans le programme, on montrait une sorte de pacemaker (stimulateur cardiaque) lequel, appliqué à des zones bien précises du cerveau, inhibait le tremblement des mains typique des personnes affectées par la maladie de Parkinson. Naturellement le traitement doit être équilibré pour un bénéfice à long terme du patient. Dans ce cas, l'intervention est délicate parce qu'il s'agit de stimulateurs qui sont implantés directement dans le cerveau.



La suite du documentaire montrait un grand garçon face à son médecin. Quand le médecin le questionnait, le jeune homme tentait de répondre en entreprenant une véritable "guerre" avec les mots et les sons qui lui sortaient de la bouche. Jusqu'ici, votre serviteur n'avait jamais entendu pareille catastrophe et se demandait comment ce jeune pouvait faire pour communiquer avec les autres. N'oublions pas que la nature, si nous savons en recueillir les suggestions, nous aide toujours. Un remède traditionnel suggère de mettre un petit caillou sous la langue, d'autres suggèrent au sujet de chanter afin de ne plus bégayer, ou bien encore d'avoir un cure-dents aux lèvres pour résoudre ce "problème" du langage...

Durant le programme de télévision, le médecin insérait dans une oreille du bégue, un simple casque auriculaire avec microphone et, en actionnant le bouton d'un appareil, presque par miracle le garçon se mettait à parler avec fluidité. Que c'était-il passé ? Les explications du documentaire semblaient établir que l'appareil permettait au patient d'entendre avec retard ce qui était dit et cela empêchait le garçon de bégayer. Le jour suivant nous en avons parlé au laboratoire et les questions on commencé à fuser, comme toujours.

Est-ce un système valable ? De combien doit-on retarder les paroles ? Où ces méthodes sont-elles appliquées chez nous ? Parmi les différents spécialistes, nous avons décidé de contacter un éminent logopédiste ou logopède (ou orthophoniste [1],

spécialiste des troubles du langage) qui, entre autres choses, utilise justement cette méthode particulière nommée **DAF** (Delayed Auditory Feedback). Le logopède nous a expliqué que le bégaiement est une affection ne provenant pas d'un défaut physique, mais (même si nous n'en avons pas encore la certitude absolue) qu'il est provoqué par un manque de synchronisme entre audition et parole verbalisée (mots prononcés).

Cela est dû à des facteurs émotifs que le sujet porte en lui depuis l'enfance. Avec les petits enfants on utilise une approche psychologique : on l'aide à récupérer la sérénité et la confiance dans sa capacité à s'exprimer, par des exercices de langage. Avec les adultes, en revanche, chez qui le défaut s'est déjà en partie enraciné, grâce à ce petit appareil, on peut résoudre le problème dans la plupart des cas.

L'argument nous a beaucoup intéressés parce qu'il s'agit d'inventer un système qui capte nos paroles et les restitue à l'oreille retardées de manière programmable de **100** à environ **300 millisecondes**. Un montage qui utilise un simple casque à écouteurs auriculaires pour ordinateur, identique à ceux que nous utilisons quand nous naviguons sur SKYPE ou FACEBOOK, avec une simple pile de **9 V**.

[1] Un orthophoniste (ortho : correct, phonè : voix) en France ou au Canada, aussi appelé logopède (logos : parole, paideia : éducation) en Belgique ou logopédiste en Suisse, est un praticien



**Figure 1 : L'appareil est très ergonomique et, de ce fait, il est très pratique d'utilisation. Nous lui avons adapté un écouteur auriculaire du commerce d'une marque bien connue d'ordinateurs et fort économique. Un petit boîtier avec logement pour la pile le rend aisément portable et vous pourrez l'avoir toujours dans la poche ou le sac sans qu'il vous occasionne la moindre gêne.**



paramédical, thérapeute des troubles de la communication liés à la voix, à la parole et au langage oral et écrit. Ses compétences peuvent être aussi sollicitées en matière de déglutition et de motricité bucco-faciale (source Wikipedia article orthophonie).

## Le schéma électrique

Le cœur du système est concentré dans le circuit intégré **HT8970** dont nous voyons le schéma synoptique interne de la figure 4.

Certains étages y sont visibles, entre autres : différents amplificateurs opérationnels, le convertisseur A/N et N/A, un **VCO** (Voltage Contrôlé Oscillator c'est-à-dire oscillateur contrôlé en tension) et, comme élément détecteur dans ce cas, une mémoire **RAM** de **20 ko** qui permet de générer un retard du signal BF appliqué en entrée (ce retard est de **30 à 330** millisecondes).

Le signal provenant de la capsule microphonique préamplifiée **MIC1**, dont l'alimentation est fournie par les deux résistances **R1** de **1 k** et **R2** de **10 k**, est appliqué sur l'entrée non inverseuse de l'opérationnel **IC1/A** qui en accroît l'amplitude de manière à pouvoir l'appliquer à la broche **16** du circuit intégré **HT8970**.

Cette entrée correspond à l'entrée inverseuse d'un amplificateur opérationnel lequel, avec les résistances **R10-R11** et le condensateur **C14** relié aux broches

**16 et 15** de cet opérationnel, constitue un filtre passe-bas dont le rôle est d'éliminer toutes les fréquences supérieures à la bande audio qui pourraient perturber le signal audio.

L'effet "retard" est obtenu en effectuant d'abord une conversion numérique du signal audio et en mémorisant toutes les valeurs binaires ainsi obtenues à l'intérieur de la mémoire **RAM**.

Le signal numérisé est ensuite reconverti en un signal analogique et envoyé à la sortie : comme entre les deux opérations de conversion un certain laps de temps s'écoule, ce délai constitue un **retard** entre le moment où le signal est appliqué à l'entrée et le moment où ce signal se présente à la sortie. La conversion analogique-numérique comme la conversion numérique-analogique sont contrôlées par le **VCO** interne.

Quand on actionne le potentiomètre **R16** de la broche **6 "DELAY"** on peut modifier la fréquence d'oscillation du **VCO** de **2 MHz** minimum à **22 MHz** maximum et il est ainsi possible de régler le temps de retard entre **30** et **330** millisecondes.

Le signal est ensuite filtré par un amplificateur opérationnel interne au circuit intégré **IC3**, couplé aux résistances **R13-R14** et au condensateur **C16**. Le signal de sortie, disponible sur la broche **14** de **IC3**, est alors acheminé vers le filtre passe-bas à **24 dB/octave** formé des circuits intégrés **IC3/A** et **IC3/B**, filtre qui débarrasse le signal des fréquences supérieures à **3 kHz** environ.

Le potentiomètre **R25** de **10 k** monté sur l'entrée **3** de l'opérationnel **IC2/B** règle le volume de sortie.

## La réalisation pratique

Procurez-vous le circuit imprimé **EN1798** ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1 : 1 de la figure 3b.

Quand vous l'avez devant vous, en regardant bien la figure 3a, insérez dans les trous du circuit imprimé les résistances et les condensateurs non polarisés.

Puis soudez avec soin les différents fils. Coupez les longueurs excédentaires de ces fils. Insérez les trois supports des circuits intégrés et soudez leurs broches. Ensuite, insérez les condensateurs polarisés, le régulateur **IC1** de **5 V** (méplat orienté vers le bas de la platine).

Placez les deux potentiomètres **R16** et **R25** : avec le fil dont vous disposez, reliez-les aux différentes pastilles. Montez les deux prises Jack de 3 mm (entrée micro, sortie écouteur auriculaire). N'oubliez pas la prise pour la pile de **9 V**. Reliez les fils à l'interrupteur **S1** monté en série avec la prise de pile.

## Utilisation et essai de l'appareil

Procurez-vous un écouteur auriculaire type "TRUST" avec le jack vert (auriculaire)

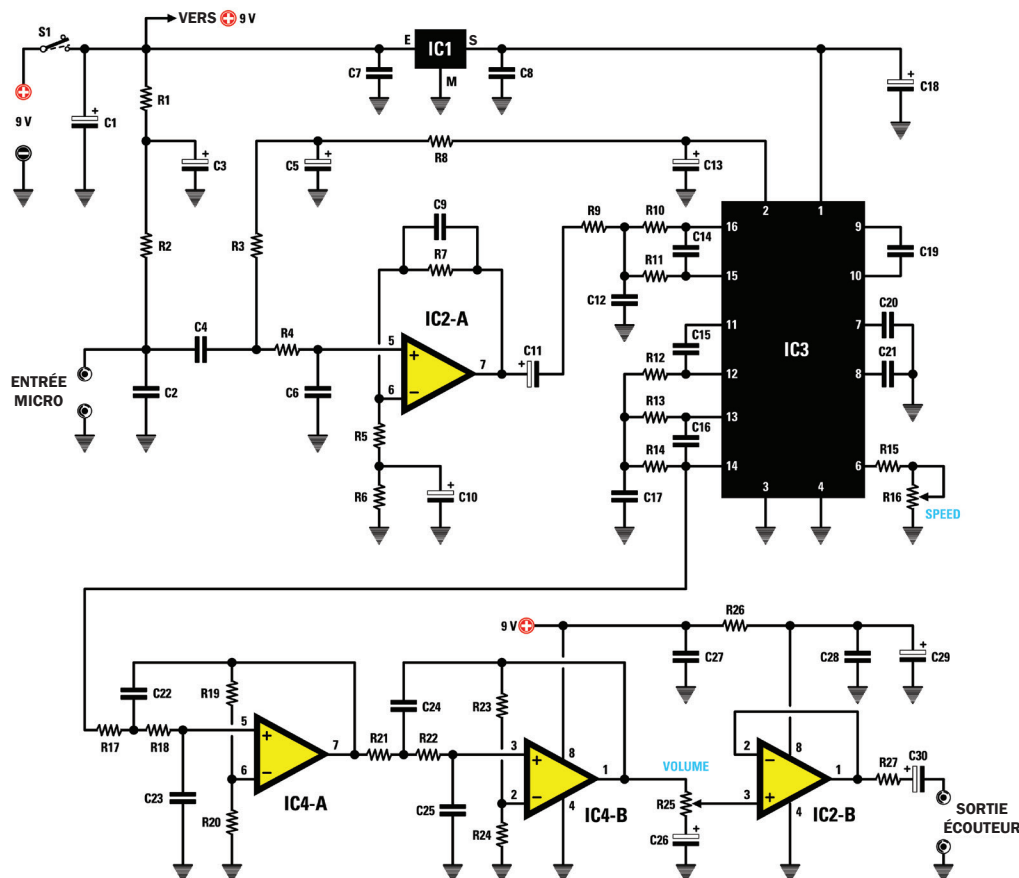


Figure 2 : Schéma électrique de l'appareil anti bégaiement EN1798.

## Liste des composants EN1798

R1	.....	1 k
R2	.....	10 k
R3	.....	68 k
R4	.....	1 k
R5	.....	1 k
R6	.....	82 k
R7	.....	68 k
R8	.....	22 k
R9	.....	15 k
R10	...	10 k
R11	...	12 k
R12	...	10 k
R13	...	10 k
R14	...	15 k
R15	...	2,2 k
R16	...	100 k pot. lin.
R17	...	33 k
R18	...	33 k

R19	...	8,2 k
R20	...	15 k
R21	...	33 k
R22	...	33 k
R23	...	22 k
R24	...	18 k
R25	...	10 k pot. lin.
R26	...	22
R27	...	22
C1	.....	10 µF électrolytique
C2	.....	470 pF céramique
C3	.....	10 µF électrolytique
C4	.....	100 nF polyester
C5	.....	10 µF électrolytique
C6	.....	470 pF céramique
C7	.....	100 nF polyester
C8	.....	100 nF polyester
C9	.....	47 pF céramique
C10	...	10 µF électrolytique
C11	...	10 µF électrolytique
C12	...	560 pF céramique

C13	...	10 µF électrolytique
C14	...	560 pF céramique
C15	...	47 nF polyester
C16	...	560 pF céramique
C17	...	560 pF céramique
C18	...	100 µF électrolytique
C19	...	47 nF polyester
C20	...	100 nF polyester
C21	...	100 nF polyester
C22	...	2,2 nF polyester
C23	...	2,2 nF polyester
C24	...	2,2 nF polyester
C25	...	2,2 nF polyester
C26	...	10 µF électrolytique
C27	...	100 nF polyester
C28	...	100 nF polyester
C29	...	100 µF électrolytique
C30	...	100 µF électrolytique
IC2	...	NE 5532
IC3	...	HT 8970
IC4	...	NE 5532
S1	.....	interrupteur

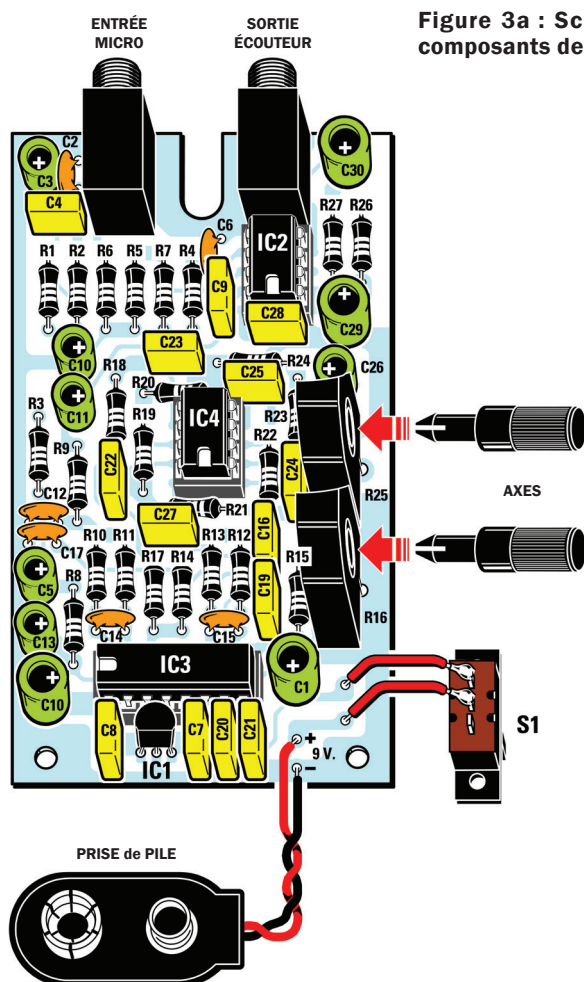
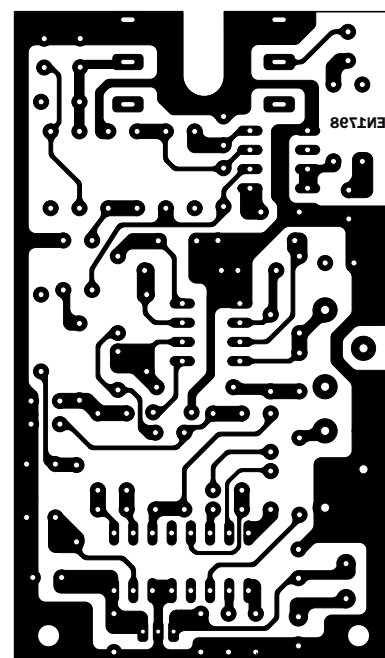
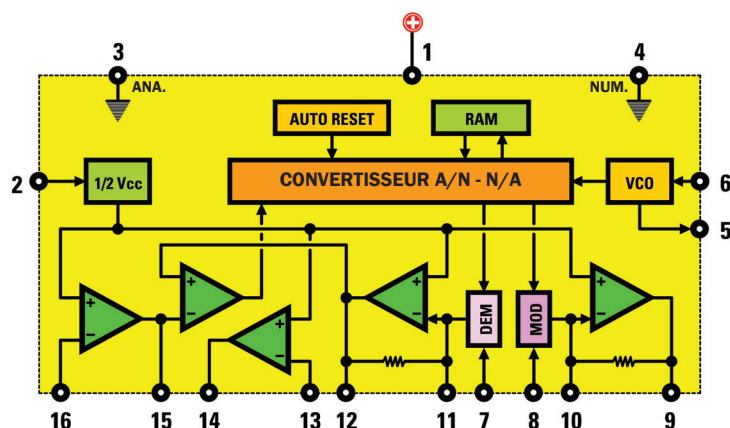
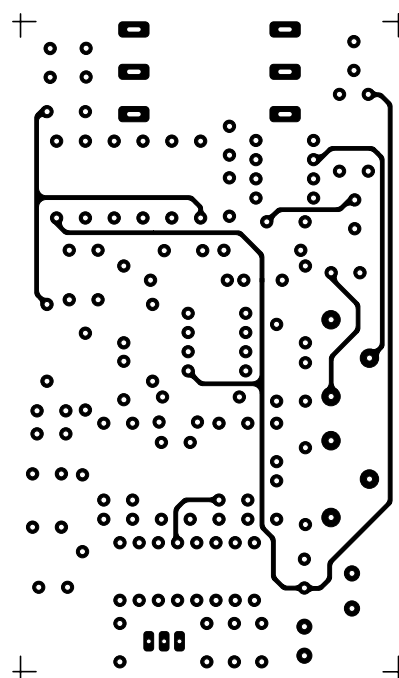


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1798.

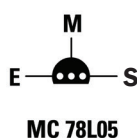
Figure 3b : Dessin à l'échelle 1 : 1 coté soudures du circuit imprimé EN1798.



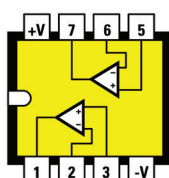
Dessin à l'échelle 1 : 1 coté composants du circuit imprimé EN1798.



HT 8970



MC 78L05



NE 5532

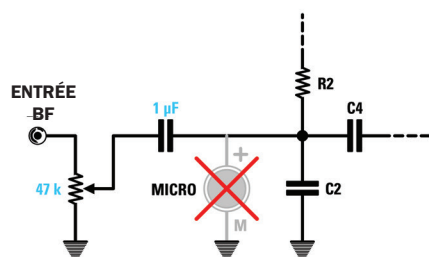


Figure 4 : Schéma synoptique interne du circuit intégré IC3 HT8970 et brochages des composants actifs utilisés.

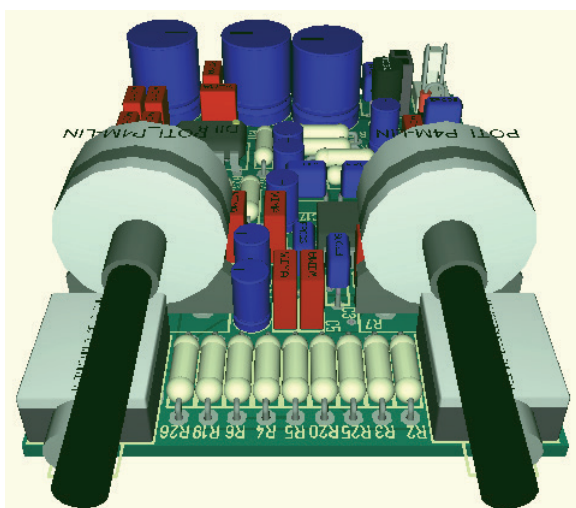


Figure 5 : Modélisation graphique du câblage de la platine EN1798.

**Figure 6 : L'appareil anti bégaiement, une fois réglé (voir texte de l'article), vous permettra de vous exprimer calmement sans répéter une syllabe en étant incapable de passer à la suivante. Vous parlerez lentement et de manière intelligible. L'auriculaire-microphone utilisé ressemble à ceux utilisés dans d'autres applications, informatiques ou téléphoniques.**



et rose (microphone) et, après avoir réglé le volume, commencez à parler en réglant la vitesse du Delay et vous commencerez à entendre une sorte de commandement du "cerveau" à parler plus lentement, sans quoi vous ressentiriez une gêne intolérable.

#### Note du rédacteur

Une curiosité pour finir, ce petit instrument peut être utilisé aussi dans le domaine des effets spéciaux. Si à la place du microphone, vous reliez au

petit appareil une source audio et si, au lieu de relier la sortie à l'écouteur vous envoyez le signal à l'entrée d'un ampli ou d'une table de mixage, vous aurez un "retardateur audio" parfaitement fonctionnel.

#### Quelques notes du logopédiste

Dans le texte ci-dessous, nous donnons un extrait du docteur D'Ambrosio spécialiste mondialement reconnu : dans ce passage il donne des conseils utiles pour l'utilisation de cet appareil.

#### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire l'anti bégaiement **EN1798** est disponible chez certains annonceurs.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» ELM122. ♦

### Traduction de quelques pages extraites du livre de M. D'Ambrosio (2005)

#### Bégaiement. Parcours theoriques et cliniques intégrés

Tout le monde a remarqué que les personnes qui bégaiant, si elles parlent dans un milieu bruyant, ont un débit d'élocution plus fluide. Malgré cela, c'est seulement en 1932 qu'a été publiée la première étude expérimentale sur ce sujet (citée par Howell, 2004) dans laquelle on employa en qualité de stimulus masqué le son d'un tambour. Dans les recherches modernes et dans la pratique clinique on utilise le plus souvent un masquage par le bruit blanc, une stimulation particulière constituée de toutes les fréquences audibles par l'homme, diffusée par des casques à 90 dB. Le gain de fluence de l'élocution est immédiat mais provisoire et généralement inférieur, en pourcentage, par rapport aux autres techniques d'altération du feedback auditif que nous verrons ensuite. En outre, l'occupation du canal auditif a un tel impact sur le fonctionnement normal, qu'il est déconseillé d'employer la technique au-delà d'une simple exploration de la condition de fluidité, à moins de s'en servir comme point de départ de training que l'on devra de toute façon rapidement orienter vers d'autres méthodes de facilitation.



### Le feedback auditif retardé (D.A.F.)

Les premières études sur le feedback auditif retardé par Naylor remontent à 1953 et c'est à partir de cette date que l'on en connaît l'effet mélioratif sur la fluidité : soit cinquante ans de recherches sur le bégaiement avec beaucoup de controverses. Les premières applications thérapeutiques commencent dans les années Soixante et sont dues à Goldiamond d'abord (1965) puis Ryan (1974). Le phénomène est le suivant : si nous permettons à un bègue d'écouter sa propre voix avec un léger retard, généralement de l'ordre de quelques centaines de millisecondes, le bénéfice en terme de fluidité de l'élocution est immédiat. La technique, lors des premières recherches était appliquée en laboratoire avec des magnétophones à double tête, une pour l'enregistrement et une autre pour la reproduction : la distance entre les têtes déterminait le temps de latence entre l'émission du signal et sa reproduction. Ensuite, on est passé à des systèmes toujours plus raffinés jusqu'aux modèles de poche actuels, portatifs et ayant les dimensions d'un baladeur MP3.

Bien que le phénomène soit évident et les gains en fluence substantiels, l'emploi thérapeutique de ces appareils est controversé et jusqu'à ce jour ils font l'objet de débats. Son succès a été remarquable dans les pays anglo-saxons mais beaucoup moins dans les autres pays et c'est probablement injuste, vu le nombre de publications et de recherches sur l'utilisation du D.A.F. (Delayed Auditory Feedback) qui prennent place chaque année dans les revues internationales, lesquelles ont repris vigueur après une période de stase commencée dans les années Quatre vingt dix.

Les premiers chercheurs avancèrent différentes explications sur l'action du feedback retardé : elles s'appuyaient sur des hypothèses de dysfonctionnement périphériques de l'appareil auditif, comme par exemple un ralentissement de la conduction nerveuse, ou même une conduction osseuse du signal acoustique hors phase par rapport à la voie auditive ou une inefficacité supposée de l'appareil musculaire de l'oreille moyenne. Toutes ces hypothèses ont été véritablement mises de côté et parfois même directement réfutées par la recherche (Howell, 2004), laissant rapidement le champ libre à des explications voisines de l'hypothèse du ralentissement (Goldiamond, 1965 ; Costello-Ingham, 1993), lesquelles ont tenu le haut du pavé jusqu'à ce qu'une recherche de Kalinowski et de ses pairs (1993) démontre qu'il est possible pour les bègues de parler de manière fluide grâce au D.A.F. même en accélérant la vitesse d'élocution.

Jusqu'à aujourd'hui une seule chose résultait des recherches : avec le retard du feedback auditif, la personne bègue ralentit son élocution et gagne ainsi en fluidité. Or sur ces présupposés l'utilité d'emploi de la méthode était controversée. L'hypothèse du ralentissement confirmait une vision dominante dans le domaine, mais d'autre part elle réduisait le potentiel thérapeutique de l'expérience D.A.F. étant donné que tout ce que l'on obtenait avec l'appareil était d'une certaine manière un prolongement des paroles. Ce qui de toute façon était accessible aux autres techniques, capables d'amener la personne bègue à ralentir l'élocution de manière plus fonctionnelle.

Et l'emploi d'un appareil "capable de donner plus de fluidité" plus facilement conduit la personne bègue à attribuer le changement à l'action de la machine et non à elle-même, or nous savons désormais combien il est important d'aider le bègue à acquérir un sentiment fort de sa propre efficacité – bref de la confiance en soi – dans la gestion de la fluidité de l'élocution. Dans cette optique, le training à l'aide du D.A.F. est utilisé au sein de la prospective comportementale (Curlee et Perkins, 1969) pour favoriser le changement des schémas moteurs du langage par l'intermédiaire du prolongement des syllabes exprimées. L'entraînement (ou training) commence en réglant l'instrument sur un retard de 250 millisecondes soit bien plus que la durée moyenne d'une syllabe. On informe le sujet sur la nécessité de ralentir son élocution de manière appropriée.

Quand les essais avoisinent une fluidité de 100% des paroles exprimées on passe à l'étape suivante avec des exercices caractérisés par un retard moindre : les diminutions sont généralement de 50 millisecondes et ainsi de suite jusqu'à la restauration du feedback en temps réel. La personne est informée qu'elle doit maintenir ce ralentissement de la première étape dans chaque phase de l'entraînement. En procédant ainsi on arrive à un taux zéro de retard : en revanche on maintient le ralentissement expressif produit.

Dans d'autres programmes d'intervention on procède en alternant des périodes d'utilisation de l'appareil avec des périodes d'élocution sans D.A.F. afin de profiter de l'effet carry over. À côté de ces emplois classiques du D.A.F. on a vu apparaître ces dernières années un autre type d'utilisation du D.A.F. Cette variante laisse de côté l'objectif de ralentissement de l'élocution du bègue. En effet, il est arrivé que le meilleur effet de facilitation soit obtenu en réglant des retards inférieurs à 50 millisecondes : cela permet au bègue de conserver un rythme d'élocution naturel (Kalinowski et ses pairs, 1996). L'apprentissage des nouveaux schémas verbaux plus fluides par ce mode d'altération du feedback auditif n'étant pas encore démontré, on en reconnaît l'utilité seulement pour le développement des prothèses dont nous discuterons plus loin ...

# SON & LUMIÈRE



**TABLE DE MIXAGE PROFESSIONNELLE**  
complète à 4 canaux  
**PROMIX8800 231,20 €**



**MACHINE À FUMÉE**  
avec minuteur - 700w  
**VDL800SMT2 62,50 €**



**MINI TABLE DE MIXAGE**  
avec port usb  
**PROMIX20U 59,90 €**



**EFFET MOONFLOWER LED**  
Pilotage DMX  
**VDPL110MF 139,90 €**



**MACHINE À FUMÉE PROFESSIONNELLE**  
pour usage sur scènes 1500w - dmx  
**VDP1500SSM 215,00 €**



**AURORA - PROJECTEUR LASER**  
30mw - pilotage par le son  
**VDL301GL 116,50 €**



**AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE**  
2 x 100W  
**VPASG100 147,90 €**



**TABLE DE MIXAGE**  
2 CANAUX + ENTRÉE USB  
**PROMIX50U 70,20 €**



**ÉCOUTEURS AVEC LECTEUR MP3**  
& RADIO FM  
**HPDSD 36,50 €**



**EGALISEUR GRAPHIQUE**  
à 2x15 bandes avec vumètres  
**VDL215EQ2 109,00 €**



**2 ENCEINTES DYNAMIQUES**  
RONDES 4"2 VOIES 2 X 100W  
**VDSMB1BK 44,90 €**



**2 ENCEINTES SATELLITES**  
DYNAMIQUES 3.5"2 X 100W  
**VDSMB3 35,00 €**



**MICROPHONE DYNAMIQUE**  
(Rouge) **MIC1R 4,50 €**  
(Bleu) **MIC1BL 4,50 €**



# SON & LUMIÈRE



**MACHINE À BULLES 25W**  
**VDL25BM 42,00 €**



**MACHINE À FUMÉE 900W**  
avec contrôleur  
**VDL900SM 72,20 €**



**MACHINE À BROUILLARD**  
**900W - DMX**  
**VDP900HZ 185,00 €**



**BOULE À FACETTES**  
Avec anneau de sécurité  
Ø 30cm **VDL30MB 28,80 €**  
Ø 50cm **VDL50MB 73,80 €**



**FLOWERSTAR - MOONFLOWER**  
à LED RVB + Blanc  
**VDPL300ME 175,50 €**



**EFFET WASH - PRÉPROGRAMMÉ**  
Très puissant à 126 LED  
**VDPL252UV 157,00 €**



**PAR36 - NOIR**  
**61 LED DE 5MM**  
**VDPLPS36B3 53,50 €**



**STROBOSCOPE**  
**À 60 LED BLANCHES**  
**VDLL60ST 30,60 €**



**MODULATEUR 3 X 60W**  
Microphone incorporé  
**VDL360LO3 26,00 €**



**MODULATEUR - 6 X 36 LED**  
Modules interchangeables  
**VDLL6RL 61,20 €**



**PAR36 - Chromé- 61 LED**  
**VDPLPS36C3 53,50 €**



**PROJECTEUR LED UV PUISSANT**  
Effet wash compact à 108 LED  
**VDPLW108 125,00 €**



**QUAD SPINNER**  
Message à 256 LED  
**VDPL304LF 215,90 €**



**LUMIÈRE DISCO**  
**ROTATIVE**  
**VDL4DL 26,00 €**



**SET KARAOKÉ**  
**VDSPROM4 30,60 €**



**STROBOSCOPE AVEC LEDS RVB**  
Vitesse des flashes réglable  
**VDLL10ST 18,90 €**



**MICROPHONE DYNAMIQUE**  
professionnel  
**MICPRO5 31,50 €**

# Un moniteur pour le Radon

Il y a quelques temps, nous vous avons présenté le Compteur Geiger EN1710K pour contrôler les radiations. Aujourd'hui nous savons que le gaz Radon est, parmi nos ennemis invisibles, celui qui plus que tout autre provoque le cancer, mais pour pouvoir le combattre il faut savoir le reconnaître. Pour cela nous avons besoin d'un appareil doté d'une chambre à ionisation très sensible. À nouveau un grand merci aux chercheurs de l'ENEA qui, avec leur professionnalisme, nous ont permis de vous donner un produit fiable et à un très bon prix.



**C**omment parvient-on à mesurer le **Radon** ? De deux manières : la plus coûteuse est celle qui utilise un photomultiplicateur, des cellules de Lukas, des chambres à scintillation ; l'autre – la nôtre – est bien plus économique et non moins fiable.

## Photomultiplicateurs

Il s'agit essentiellement d'un détecteur de photons sensible à une assez vaste gamme de longueurs d'onde (200 à 800 nm) et constitué de tubes spéciaux.

Les particules **Alpha** générées par la désintégration du **Radon** atteignent la partie sensible et sont ainsi détectées.

## Chambre à scintillation

Il s'agit d'une cellule dont l'intérieur est complètement recouvert d'une substance pouvant émettre des impulsions de lumière, en général visibles ou ultraviolettes, quand elle est traversée par des photons à haute énergie ou des particules chargées. Quand une particule **Alpha**, produite par la désintégration du gaz **Radon** en **Polonium**, entre dans cette cellule,



elle frappe la surface peinte qui émet une "scintillation de lumière". Cette scintillation est détectée par une cellule formée d'une jonction très sensible et détectée par l'appareil de mesure.

## Pellicules spéciales fournies par Kodak

Ces pellicules sont maintenues pendant environ un mois dans la zone que l'on veut analyser pour contrôler la présence ou non du gaz **Radon**.

À la fin on envoie la pellicule à un centre spécialisé où elle est développée : sur le négatif on contrôle avec des microscopes les petits points noirs qui représentent l'empreinte laissée par les particules **Alpha** sur la partie sensible de la pellicule. Le nombre de petits points imprimés sur la pellicule détermine combien on a détecté de becquerel par mètre cube (**1**).

(**1**) Le becquerel (symbole : Bq) est l'unité dérivée du Système international (SI) pour l'activité d'un radionucléide et correspond à une désintégration par seconde (source Wikipedia, article becquerel).

## Chambre à ionisation

La chambre à ionisation est simplement la méthode la plus ancienne pour détecter la radioactivité. Il s'agit d'une chambre à l'air libre à l'intérieur de laquelle a été insérée une électrode maintenue à une différence de potentiel fixe.

Au passage d'une particule ionisante, qui peut être un rayon X ou une particule **Alpha**, elle crée une trace de ionisation dans l'air provoquant une chute de potentiel que nous sommes en mesure de détecter. Cela permet d'avoir une estimation du nombre de particules émises dans le volume et dans le temps.

Nous avons construit la chambre à ionisation mais avant de publier l'article nous voulions être certains de fournir un appareil dont la sécurité et la fiabilité seraient irréprochables.

Nous avons requis l'avis des spécialistes et nous avons entendu leur "**silence**

**assourdissant**" avec des phrases du type : "Demandez à ma collaboratrice... je n'ai pas le temps, je suis très occupé" ou bien "nous le radonmètre nous l'utilisons mais moi je ne sais rien de ce qui se trouve derrière le bouton").

C'est là que l'on voit que les élites scientifiques et techniques, soit sont parties à l'étranger soit sont entrées dans des organismes nationaux si prestigieux qu'ils sont hors d'atteinte. Mais nous sommes tenaces et, après plusieurs années perdues à interroger les meilleurs organismes et à essayer en vain d'avoir l'avis des gourous, nous avons rencontré un collaborateur parmi nos lecteurs. Notre ami l'ingénieur Christian Maestroni, en plus de nous donner de précieux conseils, a mis à notre disposition du **Thorium (2)** – ce sont de banals filaments utilisés dans les lampes à gaz pour le camping (la marque campingaz est si connue que c'est devenu un nom commun comme frigidaire, delco ou klaxon). À partir de cet atout il a été assez facile de trouver le moyen de rendre une chambre à ionisation sensible à la présence des particules **Alpha** émises par le **Thorium** présent dans le filament et nous avons ainsi mis au point un prototype qui fonctionne et qui détecte seulement les particules ionisantes.

Nous sommes une grande communauté de lecteurs sur plusieurs pays et

parmi nos amis nous avons le directeur technique d'une société qui produit des lampes à rayons X. Un coup de téléphone a suffi pour qu'il mette à notre disposition la chambre sourde utilisée pour tester les lampes à rayons X.

Avant de faire un quelconque essai ou demander une certification nous voulions être sûrs qu'en présence de particules ionisantes (comme les rayons X), notre chambre à ionisation serait absolument fiable. Ce fut un succès : notre chambre était insensible aux parasites et elle détectait parfaitement les **rayons X** même les plus faibles, à la limite de la sensibilité de leur dosimètre.

Nous avons à nouveau contacté l'ENEA où nous avons effectué la calibration de notre compteur Geiger EN1710K et ils nous ont mis à disposition tous les instruments et les ressources humaines pour le contrôle et la calibration des instruments de mesure du gaz **Radon**.

Nous leur avons envoyé notre prototype de **moniteur Radon** et pendant un mois ils l'ont testé, notamment pour l'immunité aux rayons **Gamma**, en l'enfermant dans des chambres à **Radon** spéciales (voir figure 1) et en le soumettant à différentes concentrations de gaz et enfin ils l'ont utilisé pour faire des détectations in situ (sur place) dans des bâtiments suspectés.



Figure 1 : Photo de la sonde.

Ainsi, alors que se poursuit la procédure de certification de l'appareil complet que nous vous proposerons dans les prochains mois, nous vous présentons en avant première dans cet article le détecteur de **Radon**. Le matériel est d'ores et déjà disponible auprès de nos annonceurs. Vous pourrez l'associer (en suivant nos directives) au compteur **Geiger EN170K** simplement en remplaçant la sonde contenant le tube Geiger : vous le transformerez ainsi en **un data logger pour gaz Radon**.

(2) Le **Thorium** est un élément chimique, un métal de la famille des actinides, de symbole Th et de numéro atomique 90 (source Wikipedia, article thorium).

### Caractéristiques de la sonde

La sonde, à cause des difficultés présentées par sa construction, est disponible déjà montée et testée.

## Schéma électrique

La partie constituée par la chambre à ionisation et la partie de contrôle et d'amplification – tout cela en CMS – sont disponibles tout assemblées et testées en raison de la criticité du montage (**EN1809K**). Comme vous pouvez le voir sur la **figure 1**, le capteur sur

la photo vous sera fourni avec ses 4 fils sortant de la partie arrière et qui vous seront indispensables pour vous connecter à l'étage **EN1809**.

EN1809 est l'alimentation générale, conçue justement pour adapter le capteur EN1809K au **compteur Geiger EN1710**. L'alimentation est conçue pour accepter **24 V** en entrée. À partir de cette tension et au moyen de deux régulateurs :

- un de **15 V (IC2)** qui va alimenter les composants de la platine **EN1809K**

- un de **6,0 V (IC3)** pour alimenter la **CPU** et les circuits intégrés du compteur Geiger EN1710. Nous avons inséré **IC1** dans la platine d'alimentation : il sert à émettre un beep à chaque particule **Alpha** que reçoit le capteur.

## Réalisation pratique

### Schéma d'implantation des composants EN1809

Procurez-vous le circuit imprimé **EN1809** ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1 :1 de la figure 2b. Assembler la platine **EN1809** est très simple parce qu'il s'agit de mettre sur le petit circuit imprimé juste quelques composants.

Sur ce petit circuit imprimé, comme vous pouvez le voir la figure 2a, prend place le circuit intégré **IC1** qui est l'oscillateur du buzzer. Mettez en place le support et soudez-le soigneusement.

Puis insérez toutes les résistances et les diodes. Soudez tous leurs fils sur la partie opposée. Insérez les différents condensateurs polyester et les condensateurs électrolytiques, toujours en faisant très attention à la polarité de ces derniers. Enfin, placez **TR1** et le bornier servant à brancher le **24 V** de l'alimentation.

### Schéma de la liaison

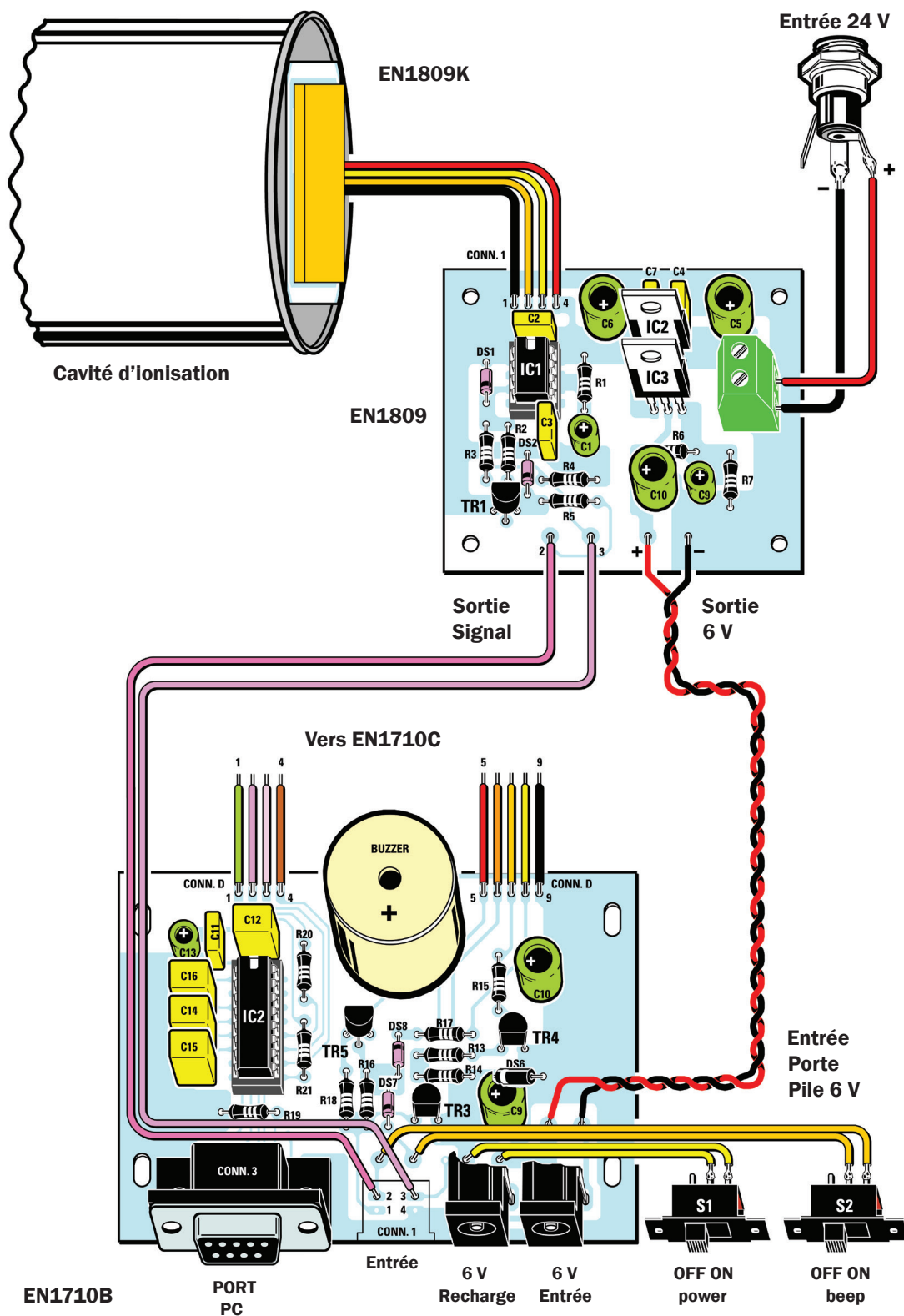
Toujours en regardant la figure 2a afin de ne pas vous tromper, reliez les différentes parties pour transformer le compteur Geiger EN1710/B en un moniteur **Radon** : la cavité d'ionisation capteur EN1809K, la platine EN1809 et la platine EN1710/B

Reliez les 4 fils qui sortent du capteur EN1809K au connecteur 1. Reliez la sortie signaux 2 et 3 de la platine EN1809 (nous les avons numérotés comme sur le connecteur du compteur Geiger) au connecteur d'entrée de la sonde (Probe) de la platine EN1710/B sur les broches 2 et 3. Reliez, comme la montre la figure 2a, l'alimentation en 6 V de la platine EN1809 à la platine EN1710/B sur la position d'entrée du porte pile.

**Tableau 1.** Conditions expérimentales et résultats obtenus pour le réglage du moniteur **Radon**.

Moniteur à régler	Moniteur Radon s.n. 0001
Dates des mesures	du 03/05/2012 au 07/05/2012
Paramétrage de l'instrument à régler	temps d'intégration = 30 min
Modalité de mesure	concentration de Radon constante
Volume de la chambre Radon (L)	1027 L
Concentration de l'activité de référence (Bq m <sup>-3</sup> )	4226 ± 80
Température de l'air pendant les mesures (°C)	de 20 à 24
Pression atm. pendant les mesures (hPa)	de 987 à 1002
Humidité relative de l'air pendant les mesures (%)	de 39 à 47
Nombre de lectures de l'instrument à régler	166 (83 heures)
Valeur moyenne des lectures (cpm)	15,45 ± 6,62
Blanc instrumental mesuré (cpm)	0,18
Facteur de réglage de l'instr., FT (Bq/m <sup>-3</sup> /cpm <sup>3</sup> )	277
Sensibilité de l'instrument, (cpm/Bq/m <sup>-3</sup> )	0,00361

Figure 2a : Schéma d'implantation des composants de la platine EN1809 et liaisons à la platine EN1710B.



Comme vous pouvez le voir sur cette figure, quatre fils sortent de la sonde :

- 1 pour l'alimentation générale,
- 2 pour le signal produit par la présence des particules
- 3 le beeper signalant l'activité
- 4 la masse.

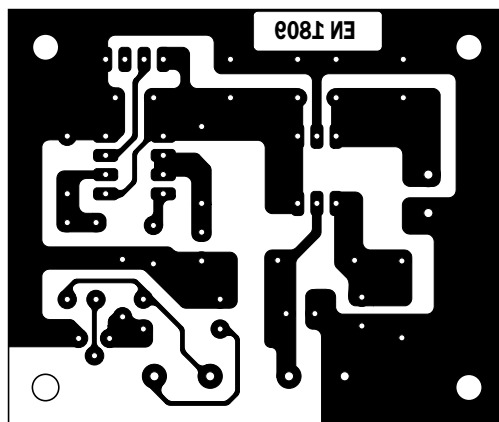


Figure 2b : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé de la platine EN1809.

### Schéma de remplacement de la CPU

Pour finir la transformation vous devez remplacer, sur la platine du compteur Geiger EN1710/B, la petite platine portant la CPU programmée EN1710K par la modification du moniteur **Radon** (voir la figure 3).

Cette opération est vraiment facile à faire parce qu'il suffit de retirer la petite platine portant l'ancienne et d'insérer à la place la petite platine portant la nouvelle CPU que vous trouverez dans le matériel disponible. Nous n'avons pas prévu de boîtier pour ce montage. Mais nous pouvons vous suggérer de regarder figures 7 et 10 les photos du prototype que nous avons fabriqué pour faire certifier l'appareil par l'ENEA. Nos annonceurs ont beaucoup de boîtiers convenant à cette réalisation à vous proposer. Un coup d'œil sur leur site vous permettra de trouver une solution.

### Cavité à ionisation

Cavité cylindrique fabriquée par un mécanicien professionnel : elle est réalisée en tôle étamée afin d'éviter toute oxydation. Elle comporte une grille à l'entrée dont la fonction est double : elle sert d'écran électrostatique et de barrière pour éviter que des particules atmosphériques n'entrent dans la chambre et ne la contaminent. Le filtre anti poussières est du même matériau que pour les filtres des hottes aspirantes.

### Amplificateur de signal

Un amplificateur que détecte la faible tension générée par la particule **Alpha**

et l'amplifie jusqu'à un niveau TTL pour qu'elle puisse être mesurée par le microcontrôleur.

### Tension de référence

Elle produit la différence de potentiel constante et parfaitement filtrée capable d'attirer les particules dans le champ électrique et de générer par sa perturbation les conditions (trace ou trainée ionisée) pour détecter la particule **Alpha**.

### Oscillateur Beep

Un oscillateur qui produit artificiellement un signal sonore émis à chaque détection **Alpha**.

### Alimentation

Elle fournit toutes les alimentations, à partir du 16 -17 V, à la sonde. Le circuit CMS est complètement blindé et soudé à la cloison de la cavité à ionisation et cela est fait pendant l'essai de la cavité.

## Schéma de montage

Pour adapter la sonde **moniteur Radon** à notre compteur Geiger EN1710K vous devez disposer de :

1 - la **sonde moniteur Radon**

2 - le **micro PIC 24 reprogrammé**

Le micro PIC 24 remplace le pic du compteur Geiger parce qu'il est programmé pour interpréter les données de détection du **Radon**.

## Comment transformer le compteur Geiger EN1710K en moniteur Radon

La dangerosité du gaz **Radon** – il est en effet la cause de différentes pathologies – est désormais reconnue par les médecins et c'est pourquoi nous avons réalisé une **chambre Radon** qui peut être montée, moyennant une petite modification, sur notre compteur Geiger EN1710K afin de le transformer en un véritable **moniteur Radon**.

Mais nous travaillons à la mise au point d'un **moniteur Radon "stand alone"** (autonome) spécifique, doté de plusieurs caractéristiques qui en feront un contrôleur environnemental de type professionnel. La **chambre Radon EN1809K** disponible a déjà été soumise aux tests de fonctionnalité de l'ENEA. Vous pouvez l'utiliser en confiance pour faire des contrôles de l'atmosphère, vous serez certains d'avoir des données absolument fiables et comparables à celles fournies par des instruments à 10 000 euros.

Comme le montre la figure 2a, nous avons en haut la **cavité à ionisation** disponible déjà assemblée et avec l'électronique de contrôle en CMS. Du circuit assemblé directement dans la cavité **sortent 4 fils** à relier au circuit EN1809.

**EN1809** est l'interface d'alimentation (voir figure 2a) servant de pont entre la cavité à ionisation et l'électronique du compteur Geiger EN1710K. Comme vous pouvez le voir, les deux fils (violet sur ce schéma) sortant du circuit **EN1809** (voir 2 et 3) vont exactement dans les trous 2 et 3 du connecteur CONN1 qui, dans la configuration originelle, reliait le Tube Geiger.

Ces fils acheminent les signaux qui sont le signal de la sonde (présence de particule **LF**) et le signal qui va au BEEP (vous pourrez exclure ce beep avec l'inverseur qui remplissait déjà la même fonction sur le compteur **Geiger EN1710**). À partir de la platine **EN1809**, nous amenons le **6 V** servant à alimenter l'électronique du compteur Geiger. Nous relierons les fils + et - aux broches du connecteur qui sinon iraient au porte pile. C'est l'alimentation de la partie analogique du capteur.





La tension nominale de la batterie doit être de 24 V : si vous ne la trouvez pas, montez deux batteries identiques (en tension nominale et en capacité) de 12 V en série.

### La compatibilité entre compteur Geiger et moniteur Radon

Pour rendre compatible le compteur Geiger EN1710K avec la nouvelle sonde **Radon**, nous avons apporté quelques modifications au logiciel présent dans le micro EN1710K.

**LND-713**

Dans le cas du nouveau tube Geiger LND-713 toutes les fonctions déjà prévues pour les tubes précédents sont restées actives, mais on a modifié le temps

d'échantillonnage lequel n'est plus de 10 secondes mais de 30 secondes. Cela signifie que les valeurs de radioactivité éventuellement détectées seront "rafraichies" à l'écran toutes les 30 s et non plus toutes les 10 s. Même chose pour les données sur carte SD ou sur le port série RS-232 qui auront une cadence d'enregistrement de 30 s.

## Chambre Radon

Dans le cas du gaz **Radon**, s'agissant d'événements normalement rares et se prolongeant dans le temps, la durée d'échantillonnage sera d'une **heure**. Cela signifie qu'au moment de la mise sous tension et pendant les 60 premières minutes vous verrez s'afficher 0 comme valeur en **Bq/m³ (becquerel par mètre cube)**. Après quoi les valeurs échantillonnées pendant l'heure précédente s'afficheront.

De même, les données détectées seront enregistrées sur carte SD et/ou sur port RS-232, avec une cadence horaire. Comme nous devons échantillonner la présence du **Radon** pendant plusieurs jours, il est absolument indispensable d'activer l'enregistrement sur carte SD ou sur RS-232 et... prendre patience !

Dans le cas de cette sonde, certaines fonctions prévues pour l'utilisation des tubes Geiger sont restées mais elles n'ont aucune signification ou utilisation pratique. Nous les avons laissées seulement pour avoir la même continuité dans la visualisation de ces fonctions.

## Quelles sont les commandes ?

Si vous prenez le numéro **106** de votre revue **ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** à la page **56** vous pouvez apprendre à utiliser les commandes de base du compteur Geiger.

Comme nous l'avons dit, dans la mise à jour nous n'avons pas modifié la logique d'origine : dans certains écrans vous trouverez parfois un paramètre nouveau qui fait référence à cette application.

## 1° écran

Quand on allume le compteur Geiger, sur la ligne supérieure de l'afficheur apparaît une lettre :

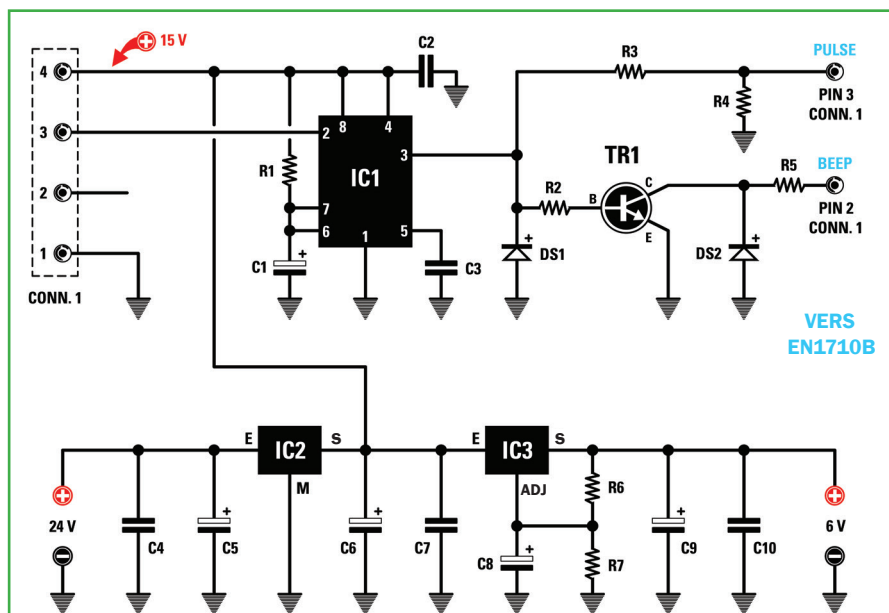


Figure 4 : Schéma électrique de la platine EN1809.

## Liste des composants EN1809 Alimentation

R1	.....	100 k
R2	.....	100
R3	.....	4,7 k
R4	.....	4,7 k
R5	.....	1 k
R6	.....	220
R7	.....	820
C1	.....	1 µF électrolytique
C2	.....	100 nF polyester
C3	.....	100 nF polyester

C4	.....	100 nF polyester
C5	.....	100 µF électrolytique
C6	.....	100 µF électrolytique
C7	.....	100 nF polyester
C8	.....	10 µF électrolytique
C9	.....	100 µF électrolytique
C10	.....	100 nF polyester
DS1	.....	1N4152
DS2	.....	1N4150
TR1	.....	NPN BC547
IC1	.....	NE555
IC2	.....	L7815
IC3	.....	LM317
CONN1	.....	connecteur à 4 pôles

**S = SBM 20**

**L = LND 712**

**N = LND 713** (alternative à **SBM20**)

**R = Chambre Radon**

Et dessous l'unité de mesure de la radioactivité désirée (dans le cas de la **Chambre Radon** c'est **Bq/m³**).

CHAMBER RADON

## 4° écran

Permet de sélectionner le type de dispositif que l'on veut utiliser pour la détection. On vous propose donc les deux dispositifs déjà existants :

**TUBES SBM-20**

**TUBES LND-712**

et les 2 nouveaux

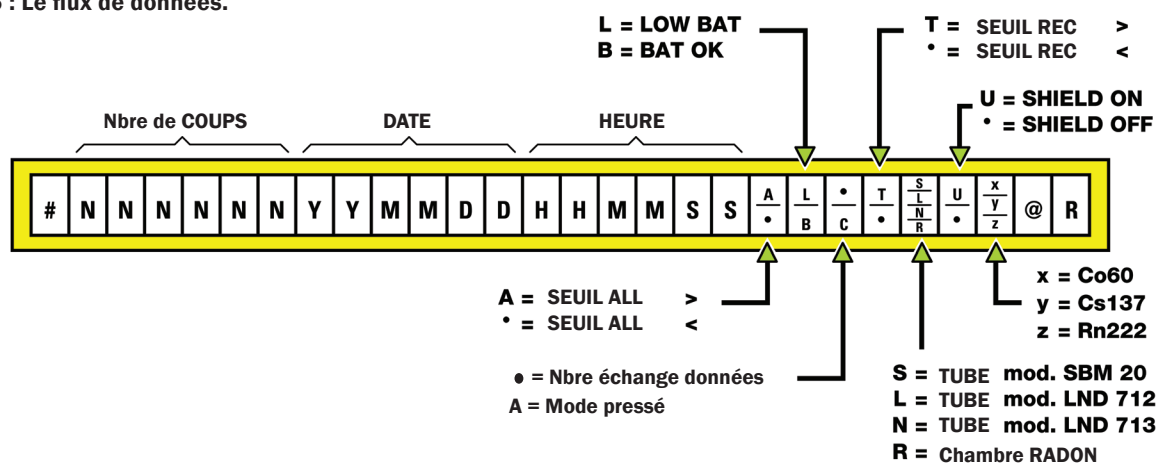
**TUBES LND-713**

**CHAMBER RADON**

## 5° écran

Dans cet écran apparaît l'indication de l'isotope utilisé comme référence dans le calcul de la sensibilité du dispositif. Dans le cas de l'utilisation du tube **Geiger LND-713** la sensibilité est celle du **Co60** (Cobalt 60) et elle est mise automatiquement au moment du choix du tube et elle n'est pas modifiable. Dans le cas de l'utilisation de la sonde **Radon** en revanche la sensibilité

Figure 5 : Le flux de données.



Analysons maintenant pas à pas les données du flux

#	= 1 car. - Début de flux ou caractère de synchronisation
Nbre coups	= 6 car.- Nombre de coups échantillonnés.
Date	= 6 car. - Date format YYMMDD
Heure	= 6 car. - Heure format HHMMSS
A/.	= 1 car. - A Signifie qu'un éventuel seuil d'alarme paramétré a été dépassé.
L/B	= 1 car. - Test charge batterie
L	= Low Bat B = Batterie chargée
./C	= 1 car. - C Signifie que même si le monitor fonctionne, des modifications du menu (ex. changement de paramètre) ont été apportées et que les données pourraient être altérées.
T/.	= 1 car. - Si T apparait ne sont enregistrées que les données au dessus d'un seuil programmé S/L/N/R
1 car.	- Choix du capteur Geiger ou de la chambre Radon
U/.	= 1 car. - Utiliser seulement le tube LND-712, l'écran qui bloque les particules Alpha inséré
X/Y/Z	= 1car.- Elément radioactif de référence pour le calcul de la sensibilité
Z	= Rn222 isotope Radon 222
@ R 1	= car. Contrôle de fin de flux

à l'isotope de référence est le **Rn222 (RADON 222)** : elle est automatique et non modifiable.

SENSIBIL. Rn222

Le compteur modifie automatiquement la valeur de la sensibilité en fonction de l'isotope choisi.

#### 6° écran

Dans cet écran vous avez la possibilité de sélectionner l'unité de mesure avec laquelle est effectuée la mesure. Les six unités de mesure prévues sont :

- mR/h = milliRoentgen/heure
- cps = coup par seconde
- µGy/h = microGray/heure
- µSv/h = microSievert/heure

- µC/kg/h = microCoulomb au kilogramme/heure
- Bq/m³ = becquerel par mètre cube

UNIT.MIS. Bq/m3

Pour modifier l'unité de mesure, il est nécessaire de suivre la procédure habituelle : quand on presse la touche **SET** l'unité de mesure visualisée commence à clignoter, si on presse les poussoirs flèche droite et flèche gauche les 5 autres unités de mesure apparaissent successivement. Une fois trouvée celle que l'on veut, il suffit pour la valider de presser la touche **SET**.

À propos d'une fonction déjà présente, par rapport aux deux nouveaux dispositifs de détection insérés (tube **LND-713**

et **Chambre Radon**), apportons maintenant une explication.

#### 12° écran

AVERAGE - S.D.  
LAST 10 MINUTES

Dans cet écran sont visualisées les valeurs moyennes et la déviation standard calculées sur les 10 dernières minutes d'échantillonnage. Cela était possible parce que les 60 dernières valeurs lues étaient maintenues en mémoire.

Comme l'échantillonnage pour les tubes SBM20 et LND-712 a lieu toutes les 10 secondes, on obtient :

$$60 \times 10 = 600 \text{ secondes} = 10 \text{ minutes.}$$



Pour le tube LND-713 en revanche l'échantillonnage a lieu toutes les 30 secondes :

**60 x 30 = 1800 secondes = 30 minutes.**

Cela signifie que le calcul de la valeur moyenne et de la déviation standard sera effectué toutes les 30 minutes et non toutes les 10 minutes comme indiqué à l'écran.

Pour la **Chambre Radon** l'échantillonnage est de 1 heure et par conséquent le calcul de la valeur moyenne et de la déviation standard se fait toutes les 60 heures.

Nous conseillons d'effectuer ces calculs sur les données lues sur la carte SD ou le port RS-232, une fois la période d'échantillonnage terminée, en les important sur une feuille Excel comme déjà conseillé dans le numéro **106** de votre revue **ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

## Le flux de données sur carte SD ou le port RS232

La figure 5 représente le flux des données qui est envoyé à la carte SD et à la sortie RS232 toutes les 10 secondes dans le cas des tubes Geiger LND-712 et SBM-20, toutes les 30 secondes dans le cas du tube LND-713 et toutes les heures dans le cas de la **Chambre Radon**.

En partant de la gauche, on a le caractère **#** qui commence le flux et sert à se synchroniser pendant la lecture du flux sur le premier caractère de ce même flux.

Nous utilisons ensuite 6 caractères pour le nombre de coups, la date et l'heure de la détection. Il y a ensuite les caractères relatifs à la présence du seuil d'alarme, à l'état des batteries, à la variation des paramètres par activation de la touche MODE et à la présence du seuil d'enregistrement.

Toujours dans l'ordre, suivent l'indication relative au type de dispositif de détection utilisé, à la présence de l'écran métallique et au type de radio-isotope de référence. Le flux se termine par deux caractères **@** et **R** (Return).

## Comment interpréter les données

Dans une situation de contamination nucléaire qui, dans l'immense majorité des cas, est due à des faits accidentels (voir les accidents dans les centrales atomiques – Three Miles Island, Tchernobyl, Fukushima... – ou dans les systèmes de locomotion comme les porte-avions ou les sous-marins, etc.), le compteur Geiger doit être conçu pour une vitesse de lecture maximale parce qu'en fonction du type de tube utilisé – sensible aux radiations **Alpha**, **Bêta** ou **Gamma** ou seulement **Bêta**, ou seulement **Gamma**, etc. – chaque coup pourrait être une radiation parmi ces trois. Quant à nous, c'est seulement de manière indirecte que nous pourrions savoir si le rayonnement est dû au gaz **Radon** ou non (dans notre **EN1710K** nous avons inséré l'écran précisément pour discriminer les particules **Alpha** qui ne passent pas à travers les métaux alors que les **Bêta** et **Gamma** passent à travers les métaux).

Le **gaz Radon**, maintenant vous l'avez compris, est un élément présent dans la nature exactement comme l'amiante ou comme l'arsenic et autres éléments qui, introduits dans la chaîne alimentaire humaine, sont absolument mortels. Par exemple l'amiante forme des tissus anormaux dans les poumons qui empêchent la respiration ; l'arsenic, bien que très utilisé en électronique, détermine un empoisonnement général du corps,

Le **Radon** est un gaz naturel que se trouve dans le granite, dans les régions volcaniques, les zones de calanques (2), il se répand facilement et sort de terre sous les maisons avec une extrême facilité. Ce qui explique sa présence préférentielle dans les caves.

La présence du **Radon** n'est jamais accidentelle et, quand nous en trouvons, c'est très probablement parce qu'il y a toujours été. Il faut donc l'éliminer.

La particule **Alpha** (appelée aussi **Hélium** parce qu'elle est formée de deux protons et deux neutrons mais sans les deux électrons typiques de l'hélium) est une particule à haute énergie, cela est dû à sa grande masse. C'est cette masse qui limite son parcours à **50-60 cm**.

C'est justement parce que ces particules ont du mal à parcourir de grands espaces qu'il nous faut en détecter beaucoup pour avoir une indication statistique fiable de la quantité de **Radon** contenue dans le volume analysé. On se sert en effet de l'unité de mesure becquerel par mètre cube qui signifie : nombre de coups détectés dans le volume de l'environnement en question.

La mesure s'effectue en laissant le moniteur **Radon** dans l'environnement à analyser pendant au moins **20 jours consécutifs**. Le moniteur est programmé pour donner le **nombre de coups pendant 60 minutes**. En multipliant cette donnée par le coefficient de sensibilité de la chambre à ionisation 4,74 nous trouvons la valeur en becquerel par mètre cube.

**Note :** nous voulons souligner deux choses importantes qui sont des caractéristiques physiques de notre chambre à ionisation. Le bruit de fond est de 10 coups par heure, ce qui correspond à environ 1 Bq/m<sup>3</sup>. La mesure fournie par notre chambre est linéaire jusqu'à **4 000 Bq/m<sup>3</sup>**. Si on augmente la dose jusqu'à 9 000 Bq/m<sup>3</sup> (!) on a une diminution d'environ 30 % de la sensibilité. Pour votre sérénité, sachez que même si au dessus 4 000 Bq/m<sup>3</sup> la sensibilité chute de 30 %, cela est **sans aucune importance** parce que 4 000 Bq/m<sup>3</sup> est une dose comme on n'en a trouvée qu'à Tchernobyl ou Fukushima...

La présence de la carte SD dans notre moniteur **Radon** est donc fondamentale : à la fin de la détection des particules **Alpha** vous trouverez toutes les données pour pouvoir faire une analyse. Vous pouvez même la remplacer par une autre alors que la détection se poursuit, vous ferez ainsi une lecture de la progression.

(2) Au sens géologique de fosses d'érosions dans les terrains argileux. Voici ce qu'en dit Wikipedia : une **calanque** (calanca ou calanco en occitan ou provençal, calanca en corse et en italien, cala en catalan) est une formation géologique particulière se présentant sous forme d'un vallon étroit et profond à bords escarpés, en partie submergé par la mer. On les trouve sous cette forme autour de la Méditerranée, et sous ce nom dans le Sud-Est de la France.

## Les limites de la loi

En France, pour les lieux accueillant du public, la limite d'intervention de 1 000 Bq/m<sup>3</sup> et la valeur recommandée est de 400 Bq/m<sup>3</sup>.

L'obligation de mesure systématique ne concerne en 2008 que 31 départements, mais il est désormais obligatoire de réaliser une surveillance non seulement dans les établissements d'enseignement, les établissements sanitaires et sociaux, les établissements thermaux et les établissements pénitentiaires, mais aussi dans les locaux souterrains où certaines activités professionnelles sont réalisées au moins une heure par jour. Il n'y a pas pour l'instant d'obligation pour l'habitat. Il existe un plan national 2005-2008 contre le **Radon** dont l'ASN a publié le premier bilan d'actions le 26 avril 2010, peu après que le Haut Conseil de la santé publique ait recommandé une importante réduction du seuil d'exposition au **Radon** (Source Wikipedia article **Radon**).

En Italie, pour les écoles élémentaires, la limite d'intervention est fixée à 500 Bq/m<sup>3</sup>. Dans ce cas il faut répéter la mesure et, si elle est confirmée, on déclenche l'application des actions de remédiation prévues par la loi. Dans le cas où la valeur de concentration moyenne annuelle détectée est inférieure au niveau d'intervention (500 Bq/m<sup>3</sup>), mais supérieure à 400 Bq/m<sup>3</sup> (80% de la limite), la législation prévoit une répétition de la mesure.

**Il ne vous reste qu'à aérer – sans respirer le contenu de l'atmosphère – le local présentant des traces de Radon et si hélas il en reste, contactez les pouvoirs publics pour les alerter. Les pompiers, localement, ou alors <http://www.irs-n.fr>**

## Synthèse des mesures expérimentales de INMRI-ENEA

Les mesures nécessaires au réglage de l'instrument ont été effectuées dans une des chambres **Radon** de l'INMRI-ENEA



**Figure 6 : les régions volcaniques sont propices aux émanations du gaz Radon que notre moniteur Radon vous permettra de détecter dans les bâtiments.**

reliée à un moniteur de référence pour la mesure de la valeur de concentration du **Radon**. Les mesures du moniteur sont donc référées à l'échantillon de l'activité du <sup>222</sup>Rn utilisé par l'INMRI-ENEA.

Le coefficient de réglage, NA et la valeur de blanc, B, de l'instrument à régler sont liés à la relation :

**COr = NA \* (L - B)**, où COr est la concentration de l'activité de référence et L est la valeur moyenne des lectures de l'instrument à régler.

Les conditions expérimentales de réglage et les résultats obtenus sont visibles dans les tableaux ci-après.

### Deux mots sur le gaz Radon

**Comme le Radon est un gaz radioactif, il peut être cancérigène quand il est inhalé. Lorsque le Radon se désintègre il émet des particules Alpha or ces particules sont fortement ionisantes et leur rayonnement tend à produire des mutations de l'ADN cellulaire. La principale source de ce gaz est le sol mais d'autres sources existent : dans une moindre mesure, les matériaux de construction, en particulier ceux d'origine volcanique - comme le tuf ou les granites - et l'eau.**

**Le Radon sort du sol et de ces matériaux et se disperse dans l'atmosphère. Il a tendance à s'accumuler dans les locaux fermés où sa concentration devient dangereuse. On estime qu'il est la deuxième cause de tumeur du poumon après le tabagisme et certaines études mettent en évidence la synergie existant entre les deux causes.**

Le **Radon**, en général, a une grande volatilité et une forte inertie chimique, c'est pourquoi il réagit si difficilement avec d'autres éléments et il tend à ressortir en surface. Plus forte est sa concentration dans l'environnement et plus haut est le risque de contracter une tumeur.

Une méthode immédiate pour se protéger de l'accumulation de ce gaz est l'aération des locaux, surtout dans les cas des entresols, des sous-sols et autres caves. Cette technique est cependant souvent insuffisante ou inefficace et, en particulier pendant les mois froids où les locaux sont chauffés.

Même constatation en été si on fait fonctionner la climatisation. La première chose à faire, dans les cas où l'on sait qu'on habite une région à risque (voir la **carte figure 9**) est d'effectuer



des mesures de concentration dans son habitation afin de s'assurer que ce problème existe véritablement (**seul un moniteur Radon est en mesure d'en déceler la présence**). En effet il ne suffit pas de savoir que l'immeuble voisin est contaminé par le **Radon** car on sait maintenant que l'émission de ce gaz dépend de très nombreux facteurs, difficilement déterminables a priori.

## Caractéristiques géo-lithologiques du territoire et sources de Radon à l'intérieur des constructions

La principale contribution à la présence de **Radon** à l'intérieur des édifices est le sous-sol. Le contenu de radioactivité des roches souterraines est un facteur important. Toutefois on doit tenir compte aussi de l'importance des fractures du substrat géologique et du réseau des eaux souterraines.

Par le passé, le prestigieux organisme ENEA a effectué de nombreuses études sur les minéralisations uranifères et sur la distribution de l'**Uranium** et du **Thorium** dans des échantillons de roches et de sols de différentes localités.

Ces études ont fourni des données utiles sur les caractéristiques radiologiques du territoire. On le sait, ces enquêtes géo-lithologiques ont depuis longtemps mis en évidence les caractéristiques particulières, par exemple, des régions volcaniques. En particulier, les résultats de l'enquête ont mis en évidence le fait que les valeurs des niveaux d'**Uranium** varient de moins de 2 ppm dans les calcaires et dans les dolomies (formations calcaires de type ruiniforme) à 15-60 ppm dans les roches volcaniques (laves, basaltes, tufs, etc.).

La mesure du blanc instrumental a été effectuée dans une chambre **Radon** spéciale d'un volume de 78 litres, la concentration de **Radon** dans la chambre a été portée à des valeurs très faibles au moyen de **3 lavages de 75, 120 et 150 litres** d'air exempt de **Radon**.

La concentration de **Radon** résiduelle est contrôlée avec un moniteur à très faible bruit de fond instrumental.

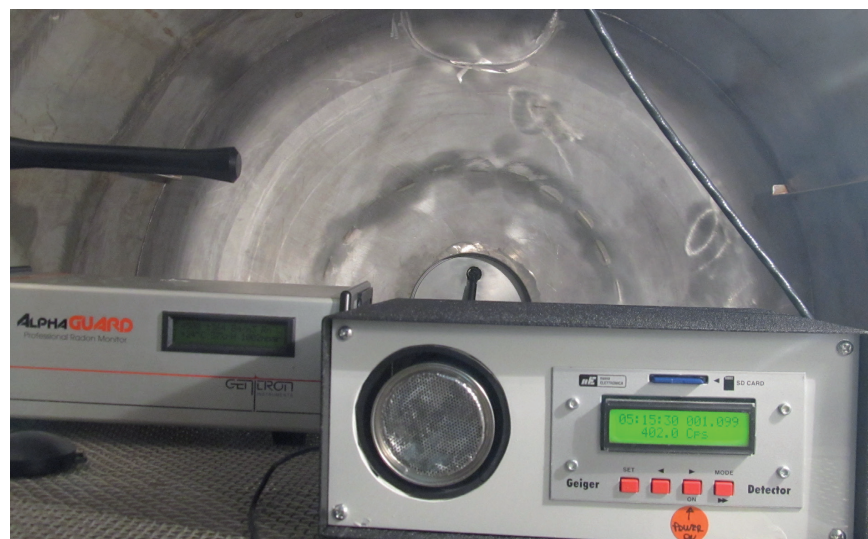


Figure 7 : Notre moniteur Radon testé dans la chambre Radon de l'ENEA.

Comme le montre le schéma, dans la chaîne de désintégration du **Radon 222** nous avons trois émissions **Alpha** avec une énergie d'environ 5.5, 6 et 7,7 MeV. Ce sont justement eux qui constituent le plus grand danger pour la santé. Par ailleurs, s'il y a du **Radon** dans l'environnement, une partie des ses produits de désintégration reste suspendue dans l'air et peut être inhalée. Ces produits restent dans les poumons plus longtemps que le **Radon** lui-même.

Les informations sont issues du travail de test sur notre moniteur par l'ENEA et des recherches effectuées par ce prestigieux organisme.

### Lois et calibrations

Le moniteur **Radon** est en phase de certification. La sonde seule a été testée par l'ENEA et les données de calibration sont résumées dans les tableaux relatives aux conditions expérimentales (voir plus loin).

Figure 8 : Une ancienne affiche datant de l'époque où l'on croyait que le Radon était bénéfique à la santé ! Si vous écrivez **THO-RADIA** dans la fenêtre Google vous trouverez des renseignements sur le dentifrice au Radon (source internet).

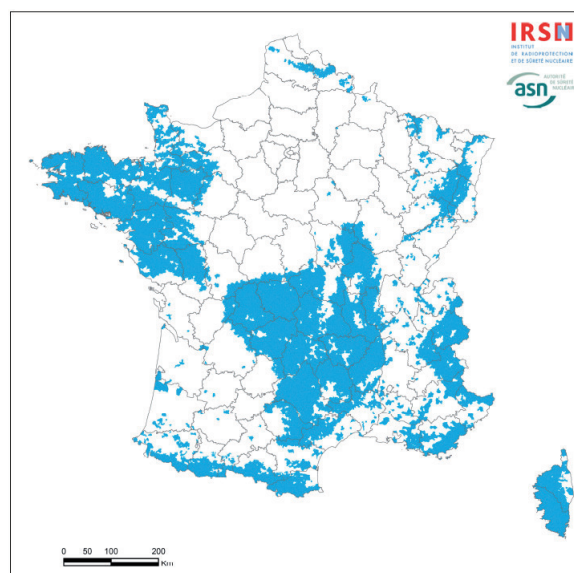
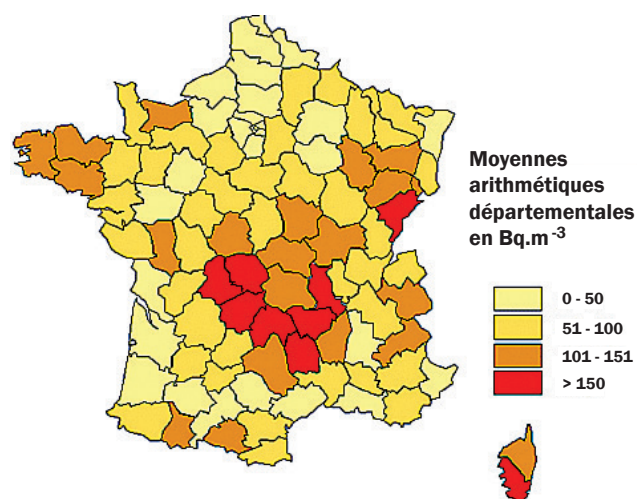




Pour cette carte et les suivantes, tous nos remerciements à l'

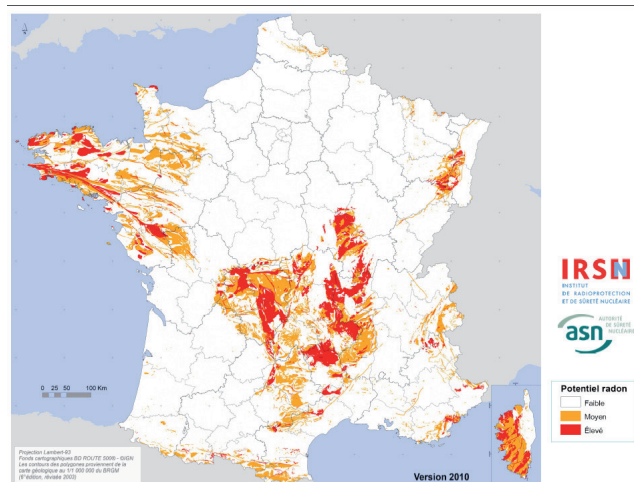
**IRSN**  
INSTITUT  
DE RADIOPROTECTION  
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

**ASN**  
AUTORITÉ  
DE SÛRETÉ  
NUCLÉAIRE

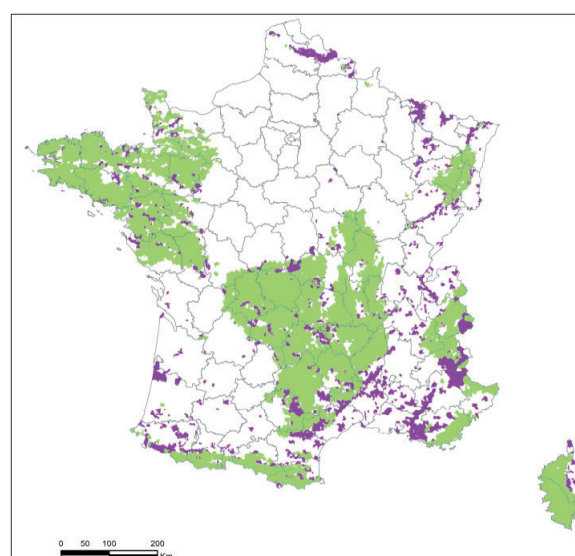


**CARTE 2** représentant en bleu les communes concernées par un potentiel radon moyen et/ou élevé sur au moins une partie de leur territoire, déduite de la cartographie du potentiel radon des formations géologiques représentée sur la figure 1.

**Figure 9 : Carte des activités volumiques du Radon dans les habitations. Bilan de 1982 à 2000, campagne nationale de mesure de la radioactivité naturelle dans les départements français - IPSN /DPHD-SEGR-LEADS : Bilan du 01 Janvier 2000.**

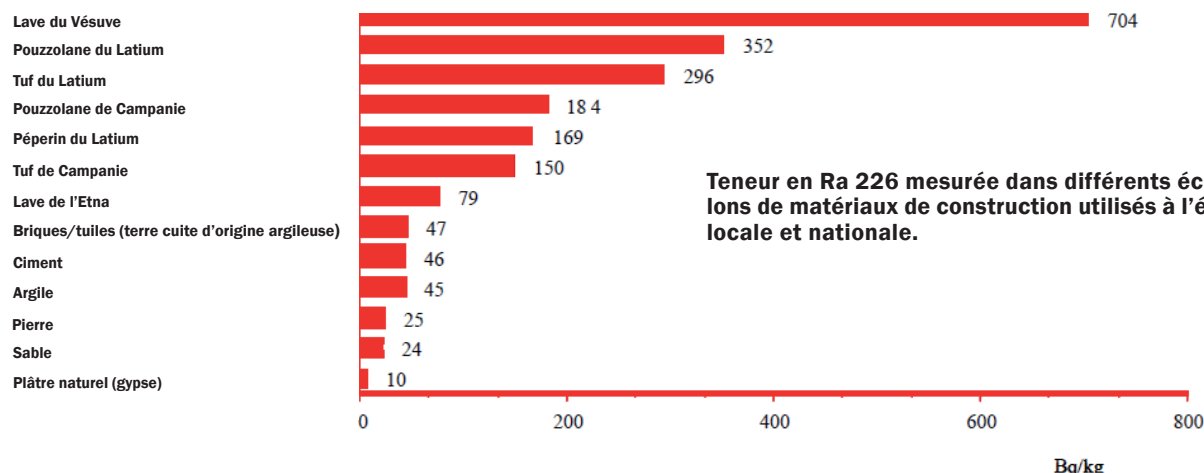


**CARTE 1** du potentiel radon des formations géologiques à l'échelle 1:1 000 000, version 2010

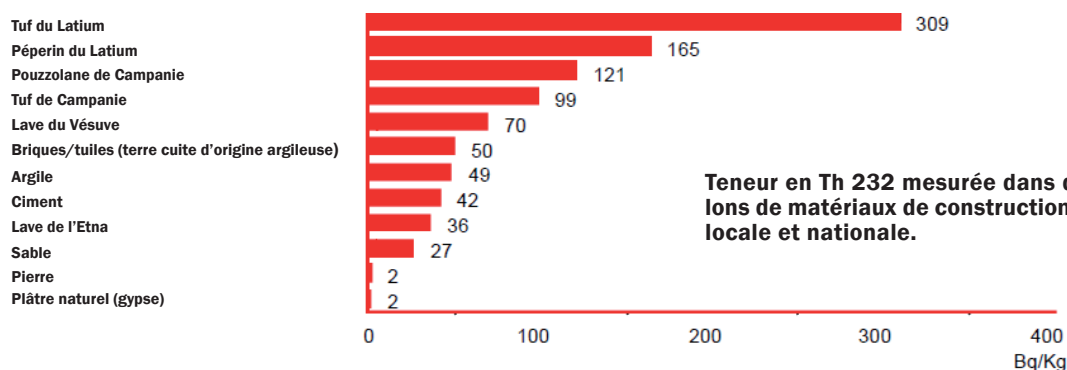


**CARTE 3** représentant les communes concernées par un potentiel radon moyen et/ou élevé sur au moins une partie de leur territoire, déduite de la cartographie du potentiel radon des formations géologiques représentée sur la figure 1.

La recherche scientifique a déterminé le contenu de radioactivité des principaux matériaux de construction utilisés. On a découvert en particulier que certains matériaux d'utilisation essentiellement locale, par exemple les tufs et la pouzzolane, peuvent présenter des valeurs de radium 226 et de thorium 232 nettement plus élevées que celles rencontrées dans d'autres matériaux largement employés et dans les autres pays européens, comme par exemple les briques, les tuiles, les plâtres naturels (dérivés calcinés du gypse) et différents types de ciments.



Teneur en Ra 226 mesurée dans différents échantillons de matériaux de construction utilisés à l'échelle locale et nationale.



Teneur en Th 232 mesurée dans différents échantillons de matériaux de construction utilisés à l'échelle locale et nationale.

### Le système de réglage de l'INMRI-ENEA pour les mesures de Radon

Dans l'article on décrit les appareils expérimentaux mis au point à l'INMRI-ENEA pour le réglage de l'instrumentation utilisée pour la surveillance du **Radon**. Le système comprend des chambres hermétiques pour l'exposition au **Radon** des dosimètres de contrôle de l'atmosphère et des circuits pour le réglage des moniteurs. À la base des systèmes de réglage nous avons un échantillon primaire, décrit dans l'article : il a été validé au niveau international.

### Introduction

Le **Radon** ( $^{222}\text{Rn}$ ) est un gaz noble radioactif produit par la désintégration du  $^{226}\text{Ra}$  (demi-période ou demi-vie  $T_{1/2}$  de 1 600 ans) lequel fait à son tour partie de la chaîne de désintégration du

$^{238}\text{U}$  (Uranium 238), éléments présents dans toute la croûte terrestre.

Le gaz **Radon** est naturellement produit par tous les minéraux et les roches qui contiennent ces radionucléides. Si les formations géologiques sont poreuses ou fracturées, le gaz peut sortir du sous-sol et passer dans l'atmosphère. En plein air il se disperse dans l'atmosphère, où on le trouve généralement à des concentrations de l'ordre de 5 à 10 Bq/m<sup>3</sup> qui ne posent pas de problèmes pour la santé de l'homme.

Dans les lieux fermés comme les galeries, les mines, les locaux souterrains et les habitations le **Radon** peut en revanche s'accumuler et devenir dangereux. La chaîne de désintégration du  $^{222}\text{Rn}$  comprend, en plus du **Radon**, quatre radionucléides à courte durée de vie dont deux émetteurs **Bêta** - le  $^{214}\text{Pb}$

et le  $^{214}\text{Bi}$  - et deux émetteurs **Alpha**, le  $^{218}\text{Po}$  et le  $^{214}\text{Po}$ . Les émissions de particules **Alpha** sont les plus dangereuses pour la santé, en cas d'inhalation du **Radon** ou de ses dérivés. Le gaz **Radon** est, en effet, la seconde cause de tumeur pulmonaire après le tabac, on lui attribue environ 10% des cas d'apparition d'une tumeur.

Pour limiter les risques d'exposition au **Radon** les indications de l'OMS, reprises par les normes européennes, prévoient la surveillance de la concentration de l'activité du **Radon** dans les locaux de travail et dans les habitations et des interventions de remédiation là où on mesure des concentrations excessives. La directive 9639 EURATOM, établit la limite à 500 Bq/m<sup>3</sup> pour les lieux de travail. En ce qui concerne les habitations, même s'il n'y a pas encore de loi, la recommandation 90/143/EURATOM

## Conditions expérimentales et résultats obtenus pour le réglage du moniteur en Exp503"

Moniteur à régler	moniteur radon ELM s.n. 0001
Période des mesures	du 15/06/2012 au 20/06/2012
Paramétrage et configuration de l'instrument à régler	temps intégration = 30 min avec filtre en entrée de la cellule de mesure
Modalité de mesure	concentration de radon constante
Volume de la chambre Radon (L)	1027 L
Concentration d'activité de référence (Bq m <sup>-3</sup> )	8920 ± 300
Température de l'air durant les mesures (°C)	23,8 ± 1 *
Pression atmosphérique durant les mesures (hPa)	de 996 à 1011
Humidité relative de l'air durant les mesures (%)	de 47 à 55
Nbre de lectures de l'instrument à régler	212 (56 h)
Valeur moyenne des lectures (comptages par heure cph)	354,5 ± 24,0 *
Blanc instrumental mesuré (cph)	10,9
Facteur de réglage de l'instrument, FT (Bq m <sup>-3</sup> /cph)	6,17
Incertitude sur coefficient de réglage (1σ)	6%

\* Ecart type de la série de lectures

## Conditions expérimentales et résultats obtenus pour le réglage du moniteur en Exp504"

Moniteur à régler	moniteur radon ELM s.n. 0001
Période des mesures	du 28/06/2012 au 03/07/2012
Paramétrage et configuration de l'instrument à régler	temps intégration = 30 min avec filtre en entrée de la cellule de mesure
Modalité de mesure	Volume de la chambre Radon (L)
Volume de la chambre Radon (L)	1027 L
Concentration d'activité de référence (Bq m <sup>-3</sup> )	4159 ± 160
Température de l'air durant les mesures (°C)	21,5 ± 0,6 *
Pression atmosphérique durant les mesures (hPa)	1015 ± 3 *
Humidité relative de l'air durant les mesures (%)	81 ± 6 *
Nbre de lectures de l'instrument à régler	212 (106 h)
Valeur moyenne des lectures (comptages par heure cph)	889 ± 44,0 *
Blanc instrumental mesuré (cph)	10,9
Facteur de réglage de l'instrument, FT (Bq m <sup>-3</sup> /cph)	4,74
Incertitude sur coefficient de réglage (1σ)	6%

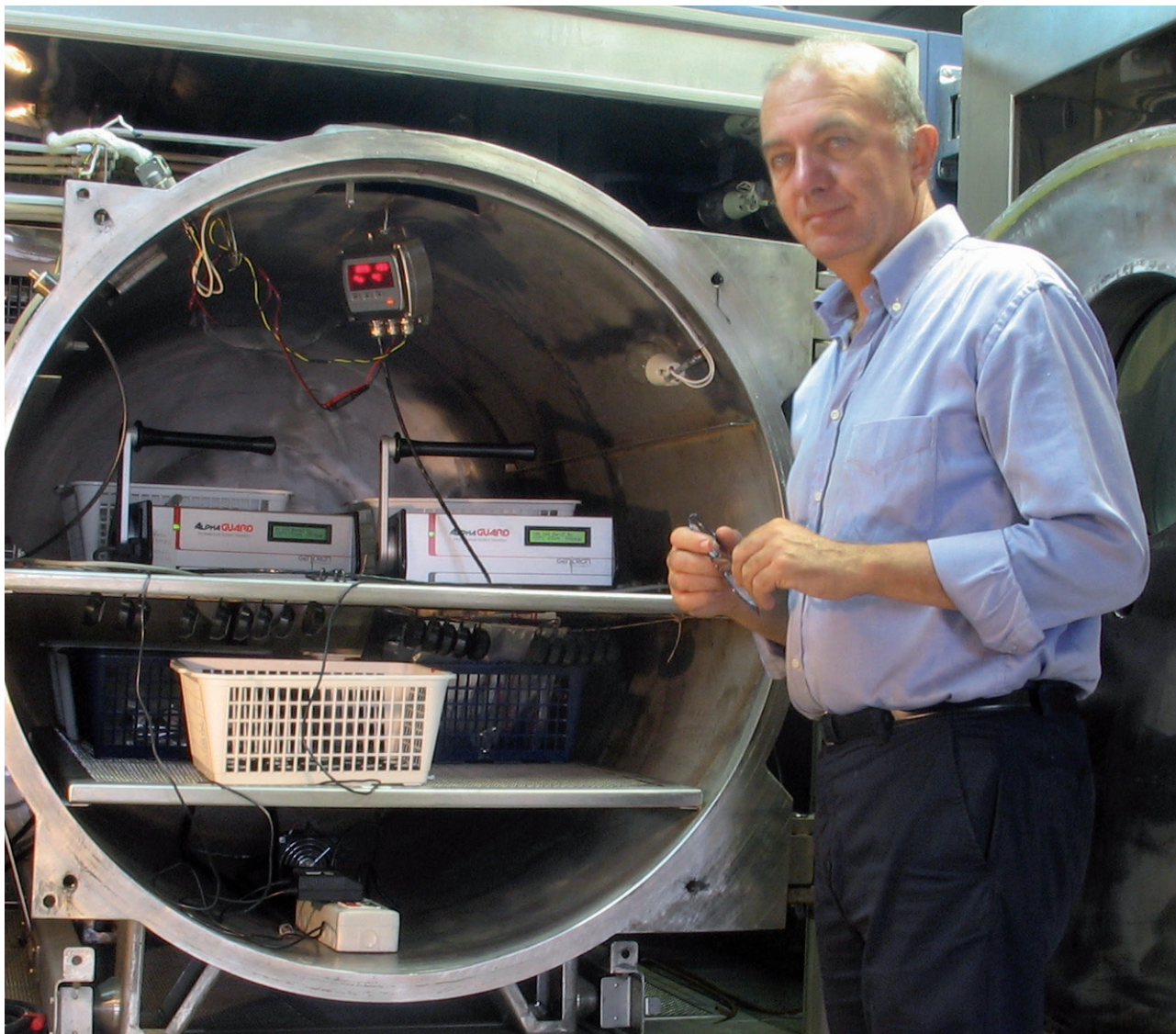
\* Ecart type de la série de lectures

## Dans ce tableau on a les données relatives à la mesure du blanc instrumental

Moniteur à régler	moniteur Radon ELM s.n. 0001
Paramétrage du moniteur à régler	temps d'intégration = 30 min
Période des mesures	du 14/05/2012 au 17/05/2012
Concentration de radon résiduel (Bq m <sup>-3</sup> )	1,3
Nombre de mesures du moniteur à régler	49 (24,5 heures)
Moyenne lectures de l'instrument à régler (comptages par heure cph)	10,89 ± 4,82 *
Blanc de l'instrument et incertitude relative (cph)	10,9 ± 1,0
Blanc de l'instrument et incertitude relative (Bq m <sup>-3</sup> )	50 ± 5

\* Ecart type de la série de lectures





**Figure 10 : La chambre Radon de l'ENEA sert ici à tester notre sonde Radon (voir aussi figure 7). La docteur F. Cardellini s'occupe de la calibration et de la certification des appareils de détection du Radon. Puisque nous, à Électronique et Loisirs Magazine, nous nous sommes intéressés à savoir comment opèrent les organismes scientifiques, nous pensons que nos lecteurs eux aussi, après avoir lu cet article, apprécieront le travail – hélas parfois tenu secret – de ces éminents chercheurs.**

établit la limite à 200 Bq/m<sup>3</sup> pour les nouvelles constructions et à 400 Bq/m<sup>3</sup> pour les habitations déjà existantes.

En France, selon l'**IRSN** :

#### **Pour les établissements publics :**

Dans les 31 départements les plus concernés, les autorités locales doivent faire procéder à un dépistage de ce gaz radioactif dans certains lieux ouverts au public pour des séjours prolongés (en particulier les établissements d'enseignement, les établissements sanitaires et sociaux, les établissements thermaux et les établissements pénitentiaires...).

Les mesures doivent être réalisées par des professionnels agréés, et conformément aux normes en vigueur. Si, dans une pièce occupée plus d'une heure par jour, la concentration en gaz excède 400 Bq/m<sup>3</sup> en valeur moyenne annuelle, des travaux doivent être entrepris pour réduire l'exposition au **Radon**. Ces travaux sont définis après des investigations complémentaires à la mesure. Ils font ensuite l'objet d'un contrôle d'efficacité.

#### **Pour le lieu de travail :**

La réglementation relative à la protection des travailleurs vis-à-vis de l'exposition au **Radon** d'origine géologique

(article R. 4457-6 du Code du Travail) impose la mise en œuvre de mesures de l'activité volumique du **Radon** dans des lieux souterrains, situés dans les départements ou parties de département prioritaires (article R. 1333-15 du Code de la Santé Publique) et concernés par des activités professionnelles particulières (cf. arrêté du 7 août 2008 relatif à la gestion du risque lié au **Radon** dans les lieux de travail).

L'expression « lieux souterrains » désigne, au sens du Code du Travail, des bâtiments souterrains, des cavités naturelles ou anthropiques et des ouvrages souterrains.

Les mesures doivent être réalisés par des professionnels agréés et conformément aux normes en vigueur. » [source site irsn.fr]. Afin de garantir des mesures de référence du **Radon**, l'organisme INMRI-ENEA a développé des échantillons de référence et des systèmes de réglage de l'instrumentation utilisée dans ce domaine particulier de radioprotection.

### Systèmes de monitoring du Radon dans l'air

Schématiquement les systèmes de mesure du **Radon** dans l'air peuvent être divisés en deux grandes catégories. La première catégorie est constituée par des dispositifs électroniques complexes qui mesurent et enregistrent la concentration de **Radon** en fonction du temps, pendant un période qui peut varier de quelques heures à quelques jours. Par la suite ces dispositifs seront évoqués comme moniteurs. La grande majorité des moniteurs se base sur des cellules de mesure dont le volume est compris entre 0,25 L et 0,5 L, dotées de filtres d'entrée permettant l'entrée de l'air à échantillonner et du **Radon**, mais non des particules atmosphériques. Ces cellules peuvent être de trois types différents :

1. les cellules de Lucas, ou à scintillation, sont revêtues à l'intérieur de sulfure de zinc activé avec de l'argent : ce revêtement émet de la lumière quand il est atteint par les radiations **Alpha** du **Radon** et de sa descendance (produits de sa désintégration).

2. les chambres à ionisation dans lesquelles la radiation **Alpha** ionise l'air atmosphérique présent dans la cellule de mesure et produit une impulsion électrique ensuite amplifiée et enregistrée.

3. les chambres à recueil électrostatique dans lesquelles un fort champ électrique, de l'ordre de 7 à 10 kV.m<sup>-1</sup>, achemine les produits de désintégration du <sup>222</sup>Rn sur un capteur compact. Les radiations émises par le <sup>218</sup>Po et le <sup>214</sup>Po sont détectées par ce capteur.

La seconde catégorie d'instruments de mesure du **Radon** comprend différents types de dispositifs passifs à intégration, communément appelés dosimètres, qui mesurent la valeur moyenne de la

concentration de **Radon** dans un lieu sur une longue durée, généralement comprise entre trois et six mois.

L'intégrale de la concentration de l'activité du **Radon** dans le temps est appelée "exposition au **Radon**" et elle se mesure en kBq/h/m<sup>3</sup>. Dans la plupart des cas, ces dispositifs sont constitués par un détecteur de traces nucléaires protégé par un boîtier extérieur dont le volume est de quelques dizaines de centimètres cube.

L'élément sensible est un polymère transparent (surface 1 à 2 cm<sup>2</sup>) dans lequel les radiations produites par le **Radon** et sa descendance laissent des traces microscopiques. Le polymère le plus utilisé est commercialement appelé CR39 (Columbia Resin, 1939).

Après l'exposition au **Radon** le dosimètre est soumis à un processus chimique (développement) révélant les traces nucléaires et permettant leur lecture au moyen d'un microscope à faible grossissement. La densité des traces observées est proportionnelle à l'exposition subie, soit au produit de la valeur moyenne de la concentration de **Radon** par le temps d'exposition.

Les moniteurs sont capables de tester avec des mesures de brève durée les zones, les édifices et les locaux les plus exposés au risque **Radon**, alors que les dosimètres à traces nucléaires sont indiqués pour les campagnes de mesure de longues durées sur un grand nombre de sites.

**Les dosimètres comme les moniteurs doivent de toute façon être soumis à des opérations de réglage afin que leurs mesures soient fiables.**

### L'échantillon primaire de l'INMRI-ENEA pour la mesure de Radon

Le but principal de ce système est la réalisation d'une atmosphère échantillon de **Radon** dans l'air avec laquelle on puisse régler les moniteurs primaires pour la mesure de la concentration de l'activité du **Radon** dans l'air. Le **Radon** nécessaire est prélevé par des barboteurs contenant une solution stabilisée de <sup>226</sup>Ra dont l'activité est référée à des échantillons NIST.

Le circuit primaire est constitué par un groupe source (barboteurs), par un cylindre en aluminium dont la capacité est d'environ 112 L et où on reproduit l'atmosphère de référence et par le moniteur primaire. Ces éléments sont reliés entre eux par un circuit fermé dans lequel l'air contenant le **Radon** mis en circulation forcée par une pompe d'un débit d'environ 0,2 L/min.

La procédure de réglage du moniteur primaire est conceptuellement très simple :

1) On utilise des sources calibrées de <sup>226</sup>Ra (1 500 Bq) fermée pendant plus d'un mois pour qu'à l'intérieur une activité égale à celle du <sup>222</sup>Rn ait eu le temps de se produire.

2) Au moyen du barbotage on transfère le <sup>222</sup>Rn de la source au circuit, on obtient ainsi la concentration de l'activité de référence après environ une heure. Puis le groupe source est isolé du circuit à l'aide d'un by-pass.

3) En 4 heures le **Radon** se distribue uniformément dans le circuit et dans la cellule de mesure du moniteur : on réalise ainsi l'équilibre entre le **Radon** et sa descendance. La mesure continue encore 20 heures environ pour avoir une bonne statistique de comptage.

4) Les mesures enregistrées sont correctes pour la désintégration au moment où le transfert du **Radon** de la source au circuit est terminé, ensuite on calcule la moyenne.

5) A partir du rapport entre la concentration de référence et les comptages du moniteur on calcule le coefficient de réglage du moniteur primaire.

Pour le réglage du moniteur primaire on a effectué une série de six tests avec trois barboteurs différents, tous ayant une activité d'environ 1 500 Bq. L'écart-type de la série de mesures est de 1,2%.

La principale limitation à la reproductibilité des mesures est constituée par la précision avec laquelle l'activité de chaque barboteur est connue et par la difficulté pour extraire complètement le **Radon** des barboteurs. L'incertitude relative sur le coefficient de réglage est de 1,5% (k=1).

## Le système de réglage du moniteur Radon

Une fois le moniteur primaire réglé (moniteur de référence), on peut procéder au réglage des moniteurs à utiliser dans les chambres **Radon** ou dans les mesures sur site. Le moniteur primaire est relié à une chambre **Radon** dont le volume est de 137 L et dans laquelle est placé le moniteur à régler (voir les figures 7 et 10).

Dans la chambre on introduit du **Radon** en utilisant un circuit prévu pour cela. La valeur de référence de la concentration de l'activité du **Radon** est donnée par le moniteur primaire. Les concentrations de l'activité du **Radon** auxquelles on effectue les réglages dépendent de l'utilisation prévue pour les moniteurs à régler.

Les moniteurs prévus pour les mesures sur site sont généralement réglés à des concentrations comprises entre 1 et 4 kBq/m<sup>3</sup>, alors que ceux que l'on va utiliser dans les chambres **Radon** pour les expositions des dosimètres le sont à 100 kBq/m<sup>3</sup>.

L'incertitude sur le facteur de réglage dépend, entre autres, des caractéristiques des moniteurs à régler. En règle générale, elle est comprise entre 2% et 3%.

Pour les mesures à faible concentration d'activité, la détermination du blanc instrumental est également importante : elle est effectuée dans des chambres spéciales préparées dans les laboratoires de l'INMRI-ENEA.

## Le système d'exposition contrôlée des dosimètres

L'exposition contrôlée des dosimètres pour **Radon** représente la majeure partie de l'activité de service de l'INMRI-ENEA pour les mesures du **Radon**. Les clients sont les organismes de surveillance du risque **Radon**. Précisons que le réglage concerne toute la complexité du système de mesure, c'est-à-dire :

- le dosimètre, constitué du détecteur et du boîtier,
- le système de développement
- le système de lecture.

Le réglage est donc nécessaire quand on lance un nouveau laboratoire, quand on achète de nouveaux détecteurs, quand on modifie les conditions de développement ou le système de lecture. Il est en outre conseillé de contrôler les instruments tous les deux ans. La valeur de l'exposition au **Radon** est le produit de la concentration de l'activité de <sup>222</sup>Rn multiplié par le temps d'exposition.

Si l'on considère que les dosimètres sont généralement laissés en fonctionnement (mesures à longs termes) pendant trois ou six mois (environ 2 160 ou 4 300 heures) et que les niveaux d'intervention sont aux environs de 500 Bq/m<sup>3</sup>, nous pouvons dire que les expositions les plus intéressantes se situent aux alentours de 1 ou 2 MBq/h/m<sup>3</sup>, mais souvent des valeurs plus importantes, jusqu'à 20 MBq/h/m<sup>3</sup>, sont demandées.

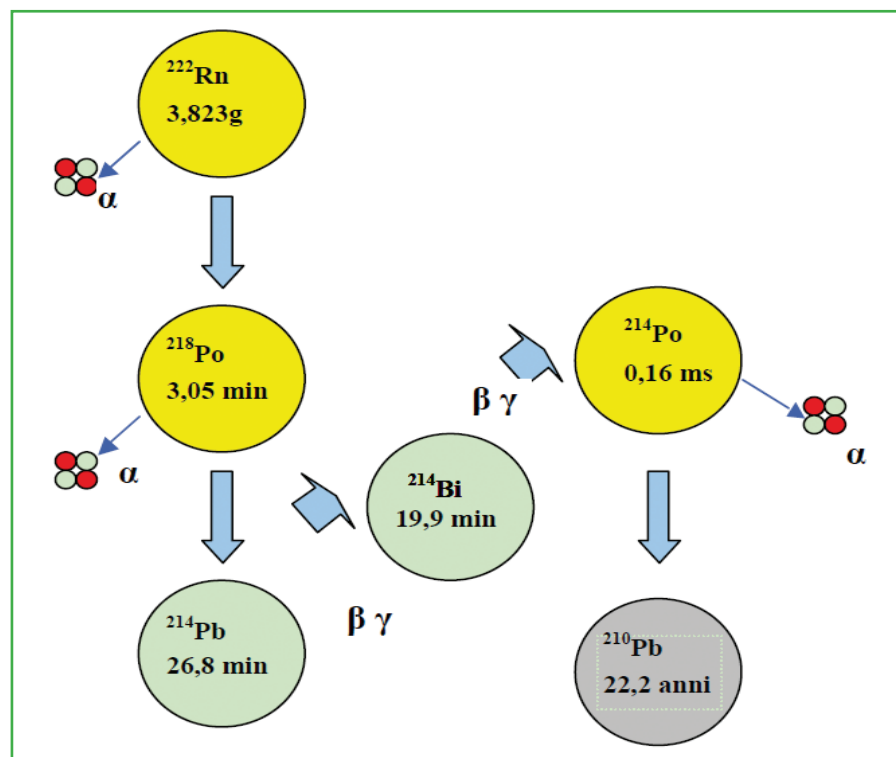
À l'INMRI les expositions peuvent être effectuées dans deux chambres **Radon** différentes, l'une a un volume de 1 027 litres et l'autre a un volume de 220 litres. La plus grande est une chambre climatique.

## Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire le **EN1809K** est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» ELM122. ♦



## Chaine de désintégration du Radon

<sup>222</sup>Rn α T 1/2 = 3,823 g  
 α 5489,5 keV 100%  
<sup>218</sup>Po α T 1/2 = 3,05 min  
 α 6002,4 keV 100%  
<sup>214</sup>Pb β - T 1/2 = 26,8 min  
 avec émission de rayons γ  
 γ 77,1 keV 10,4%  
 γ 295,2 keV 18,7%  
 γ 351,9 keV 35,8%  
<sup>214</sup>Bi β - T 1/2 = 19,9 min  
 avec émission de rayons γ  
 γ 609,3 keV 45%  
 γ 1120,3 keV 14,9%  
 γ 1764,5 keV 16,1%  
<sup>214</sup>Po α T 1/2 = 0,165 ms  
 α 7686,9 keV 100%  
<sup>210</sup>Pb β - T 1/2 = 22,2 années  
**22,2 années**



# Une alarme pour les séismes



**Pourquoi ne pas profiter ne serait-ce que de quelques secondes si nous savons qu'après le signe avant coureur arrivera un tremblement de terre ? Nous disons un tremblement de terre nous ne disons pas un GRAND tremblement de terre ou un PETIT tremblement de terre. Cela nous ne sommes pas encore capables de le prévoir ! Richter ou Mercalli ?**

**D**'une manière ou d'une autre nous sommes en présence d'un tremblement de terre et peu nous importe de savoir quelle échelle de mesure adopter. Bien sûr nous plaisantons un peu... Mais si nous voulons rester dans la rigueur scientifique, après un tremblement de terre nous pouvons seulement vérifier le sismogramme et l'amplitude de la secousse sur la carte et constater les dommages qui se sont produits. Nous-mêmes, nous pouvons seulement nous exprimer dans les deux systèmes de mesure mais seulement après que le tremblement de terre s'est produit. Voyons maintenant l'une des nombreuses définitions des deux échelles de mesure.

## MAGNITUDE (échelle de Richter)

Définie par Richter en 1935 à partir de la mesure de l'amplitude maximale de la trace enregistrée par le sismographe, elle est rapportée à une mesure de référence standard. Elle est indépendante des effets que le tremblement de terre provoque sur l'homme et sur les constructions. Elle permet de comparer les événements sismiques qui se sont produits en différentes parties du monde et à différentes époques. Elle est proportionnelle à la longueur de la faille et à l'énergie dégagée.

Son point de départ, ou **degré zéro**, est le tremblement de terre qui produit un sismogramme d'une amplitude maximale d'un **millième de millimètre**, enregistré par un sismographe se trouvant à **100 kilomètres de distance de l'épicentre**.

## INTENSITE (échelle de Mercalli)

Échelle empirique qui mesure les effets d'un tremblement de terre sur l'environnement, sur les personnes, sur les édifices. C'est une grandeur moins représentative parce que dépendante des conditions de mesure, elle est un peu comme l'**échelle** de **Beaufort** pour le vent, laquelle nous donne le degré de la force du vent en se basant sur l'inclinaison des colonnes de fumée et le déplacement des objets : la fumée monte verticalement (**degré 1** ou **1 bf**), envols de tuiles, d'ardoises, chutes de cheminées (**degré 9** ou **9 bf**). L'échelle de **Beaufort** va jusqu'à **12 bf** (ouragan, catastrophe naturelle, tsunami).

C'est un système un peu empirique mais permettant de classer les tremblements de terre du passé. Il sert à vérifier statistiquement si un territoire donné est à considérer comme à risque sismique ou non.

## Les tremblements de terre peuvent-ils être prévus ?

Les tentatives pour prévoir les tremblements de terre remontent à l'aube de l'humanité. L'histoire de la sismologie est riche en personnages ayant revendiqué la "découverte" de méthodes de prévision des tremblements de terre : Aggarwal, Varotsos, Bakun, Kossobokov...

En Italie aussi on trouve des exemples de chercheurs privés : à différentes époques et avec des bagages culturels divers, ils ont cherché un indice utile pour prévoir les tremblements de terre. Deux noms sont à retenir comme exemple d'approches culturelles du problème.

**Raffaele Bendandi** est un autodidacte des années 30 dont l'approche très intuitive mais non scientifique partait du présumé selon lequel la lune et l'alignement des planètes sont la cause déclenchante du tremblement de terre : pour lui tout se passe comme si la terre était attirée comme la mer l'est lors des marées. **Mais il a été démontré scientifiquement que cette hypothèse est erronée.**

**Le docteur Giuliani** est un **astrophysicien** connu qui considère la présence de **gaz Radon** comme un précurseur naturel à mettre en relation avec un séisme. On sait en effet que dans toutes les manifestations de volcanisme le gaz **Radon** est présent.

Le **Radon** est un gaz qui se trouve naturellement dans les roches et dans les entrailles de la terre : lors des éruptions volcaniques il passe dans l'atmosphère et on peut alors constater sa présence aussi bien directement qu'indirectement par sa désintégration en ses isotopes.

Mais pour l'instant la relation entre la présence du **Radon** et l'imminence d'un séisme n'est pas encore bien définie.

Il n'y aura plus aucun doute sur la validité d'un indice quel qu'il soit seulement lorsque, grâce à lui, on pourra répondre aux trois questions :

**Quand le tremblement de terre se produira-t-il ?**

**Où se produira-t-il ?  
Quelle force aura-t-il ?**

Quant à nous, nous ne pouvons parler de la prévision d'aucun séisme. Si nous regardons un sismogramme, nous voyons des composantes (voir figure 3 un exemple de sismogramme) qui pourraient nous aider à définir une approche technologique pour concevoir un petit capteur de tremblements de terre.

La première grande idée nous est venue de la constatation que le temps qui s'écoule entre les **ondes P** et les **ondes S** est toujours **supérieur à 0**. Rappelons que les ondes P sont la composante du séisme arrivant en premier.

La grande idée est que si nous parvenons à détecter ces ondes, qu'il s'agisse d'un grand ou d'un petit séisme, le temps qui s'écoule va de quelques dizaines de secondes à une minute. C'est trop peu ? C'est toujours mieux que rien !

Les **ondes P** arrivant en premier sont des ondes de fréquence moyenne autour de **5 Hz**. Nous avons fabriqué un petit pendule inversé qui détecte les ondes sismiques passant sous sa tige.

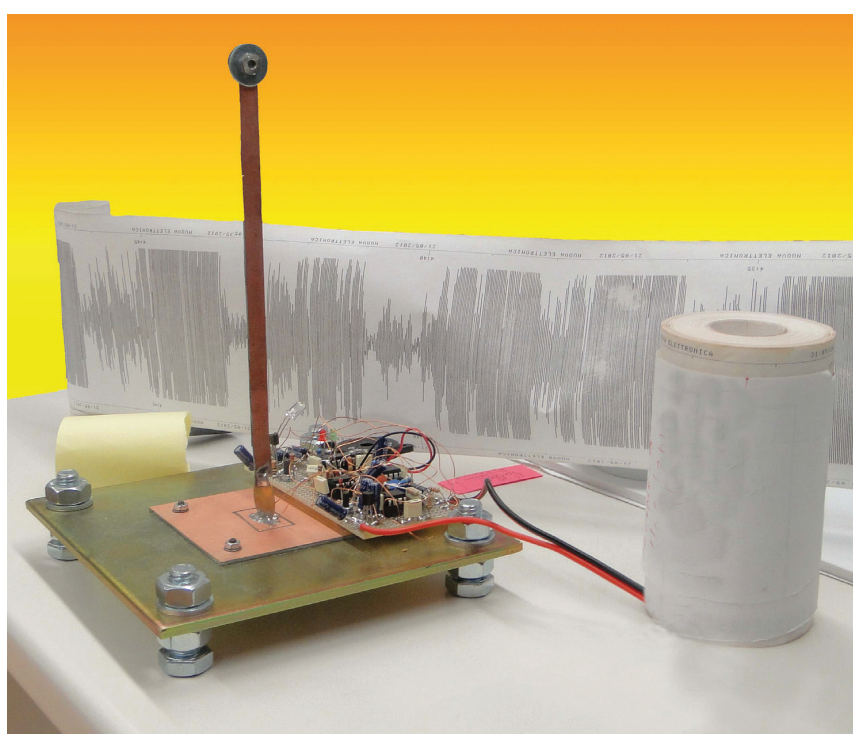
En utilisant un **capteur piézoélectrique** nous détectons seulement les mouvements dont la fréquence est fixée par la configuration mécanique.

## Voyons comment il est fait mécaniquement.

Il s'agit d'une tige de longueur fixe avec au bout un poids constitué de rondelles et d'un boulon de fixation.

La tige est faite d'un morceau de circuit imprimé soudé perpendiculairement à un capteur piézoélectrique. Comme capteur on a utilisé un simple buzzer piézoélectrique utilisé habituellement comme alarme dans un instrument de mesure ou un temporisateur.

Le phénomène de la piézoélectricité est un phénomène physique engendré par certains composants céramiques. Il s'agit d'un phénomène physique où le minéral est soumis à des sollicitations mécaniques : cela produit une tension proportionnelle à l'action mécanique. Si en revanche nous lui fournissons un



**Figure 1 : Photo de notre prototype au moment des essais par l'un de nos collaborateurs qui vit dans une zone de tremblements de terre. Il répond très bien aux différentes secousses sismiques ressenties ces derniers temps.**

signal électrique de valeur adéquate, l'élément piézoélectrique se met à osciller.

Un système d'amplification et de filtrage nous fournit exactement un signal de fréquence égale à celle qui anime la base du pendule. Dans notre cas nous avons défini à **5 Hz** la fréquence à laquelle le pendule doit se synchroniser mécaniquement pour avertir de l'avancée des **ondes P**.

### Schéma électrique du EN1799/ABC (figure 4)

Lorsque le **capteur piézoélectrique** est excité mécaniquement par le séisme, il produit un signal amplifié par l'entrée non inverseuse de l'amplificateur **IC1-A** référé à **VCC/2**. Nous avons choisi ce type d'amplificateur pour avoir un signal constitué à la fois par une partie positive et par une partie négative par rapport à un zéro central. **R1** et **R2** forment un diviseur de tension déterminant le zéro de référence. Dès que la base reposant sur le sol vibre à cause d'un début de séisme, la tige entre en oscillation mécanique et le capteur piézoélectrique engendre un signal reproduisant l'allure de l'oscillation mécanique. Le gain de l'amplificateur **IC1-A** est donné par le rapport entre **R3**, **R6** et **R5** (**trimmer en série qui règle la sensibilité**). **R6** et **C2** ont pour fonction de limiter la bande de fréquence à environ **5 Hz**.

Le signal produit par le capteur passe par le réseau **R8 C4** pour être filtré, puis il est envoyé à la sortie **B.F.** à travers l'amplificateur à gain unitaire **IC1-B**.

Cette sortie BF a été prévue pour ceux qui voudraient relier le capteur à un ordinateur pour détecter en temps réel l'allure des ondes captées par notre pendule.

Notre interface USB multi usage convient parfaitement si vous voulez numériser le sismogramme. Vous pouvez aussi, plus simplement, relier un jack à la sortie BF et vous connecter directement à la prise d'input de l'ordinateur et traiter le signal comme un son en utilisant le programme **WAVE**.

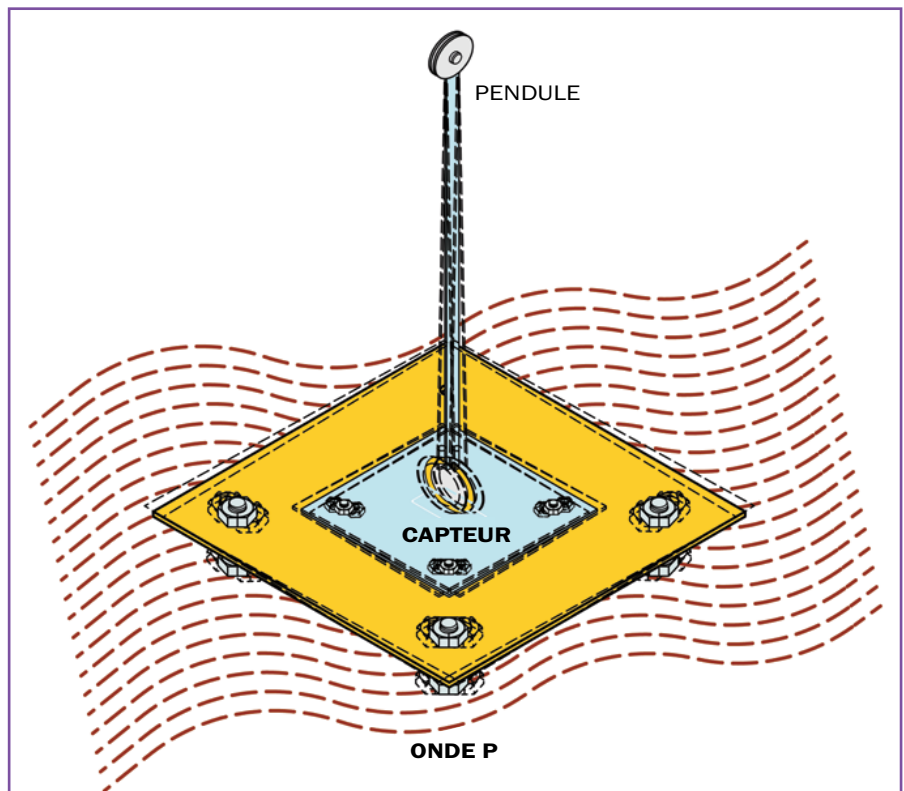


Figure 2 : Le séisme fait vibrer la base et c'est le pendule qui reste immobile. La capsule piézoélectrique transforme la vibration mécanique en un signal électrique que nous détectons.

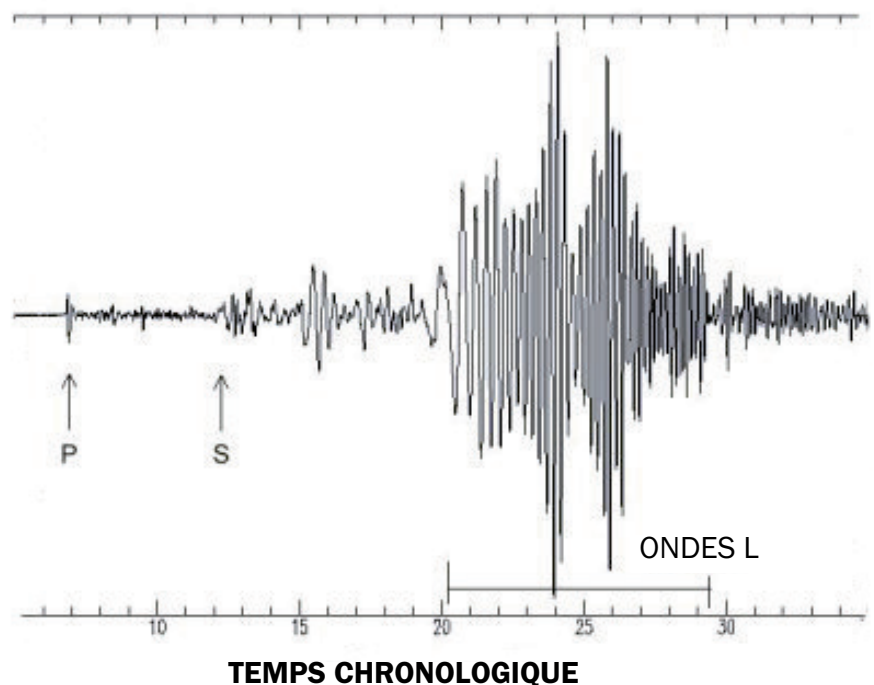


Figure 3 : Un exemple de sismogramme. Tous les tremblements de terre suivent cette séquence, à la seule différence que les durées des phases sont plus ou moins longues.



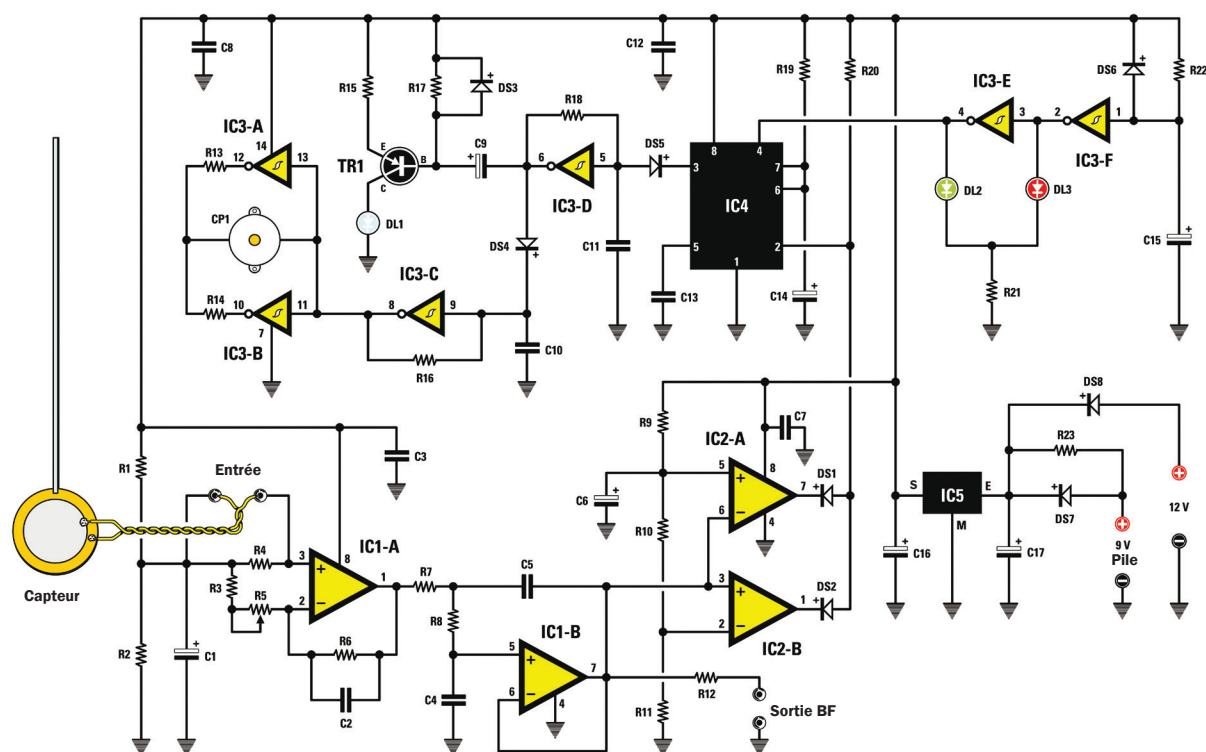
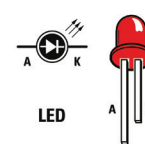
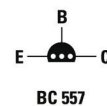
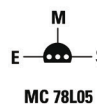
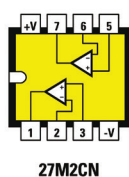
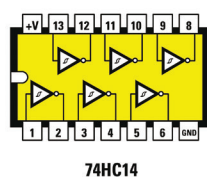


Figure 4 : Schéma électrique EN1799ABC et brochage des semi-conducteurs utilisés.



## Liste des composants EN1799

R1 ..... 10 k  
R2 ..... 10 k  
R3 ..... 10 k  
R4 ..... 1 M  
R5 ..... 100 k trimmer  
R6 ..... 100 k  
R7 ..... 47 k  
R8 ..... 47 k  
R9 ..... 10 k  
R10 ... 680 Ω  
R11 .. 10 k  
R12 .. 4,7 k  
R13 .. 10 Ω  
R14 ... 10 Ω  
R15 .. 220 Ω  
R16 ... 33 k  
R17 ... 10 k  
R18 .. 330 k

R19 .. 1 M  
R20 .. 10 k  
R21 ... 1 k  
R22 .. 1 M  
R23 .. 560 Ω  
C1 ..... 10 µF électrolytique  
C2 ..... 10 nF polyester  
C3 ..... 100 nF polyester  
C4 ..... 120 nF polyester  
C5 ..... 220 nF polyester  
C6 ..... 10 µF électrolytique  
C7 ..... 100 nF polyester  
C8 ..... 100 nF polyester  
C9 ..... 10 µF électrolytique  
C10 ... 10 nF polyester  
C11 ... 470 nF polyester  
C12 ... 100 nF polyester  
C13 ... 100 nF polyester  
C14 ... 10 µF électrolytique  
C15 ... 10 µF électrolytique

C16 ... 100 µF électrolytique  
C17 ... 100 µF électrolytique  
DL1 ... LED (flash)  
DL2 ... LED (rouge)  
DL3 ... LED (verte)  
DS1 .. 1N4150  
DS2 .. 1N4150  
DS3 .. 1N4150  
DS4 .. 1N4150  
DS5 .. 1N4150  
DS6 .. 1N4150  
DS7 .. 1N4007  
DS8 .. 1N4007  
IC1 ... 27M2CN  
IC2 ... 27M2CN  
IC3 ... TTL type 74HC14  
IC4 ... NE 555  
IC5 ... MC 78L05  
CP1 ... buzzer piézoélectrique  
Capteur ... disque piézoélectrique

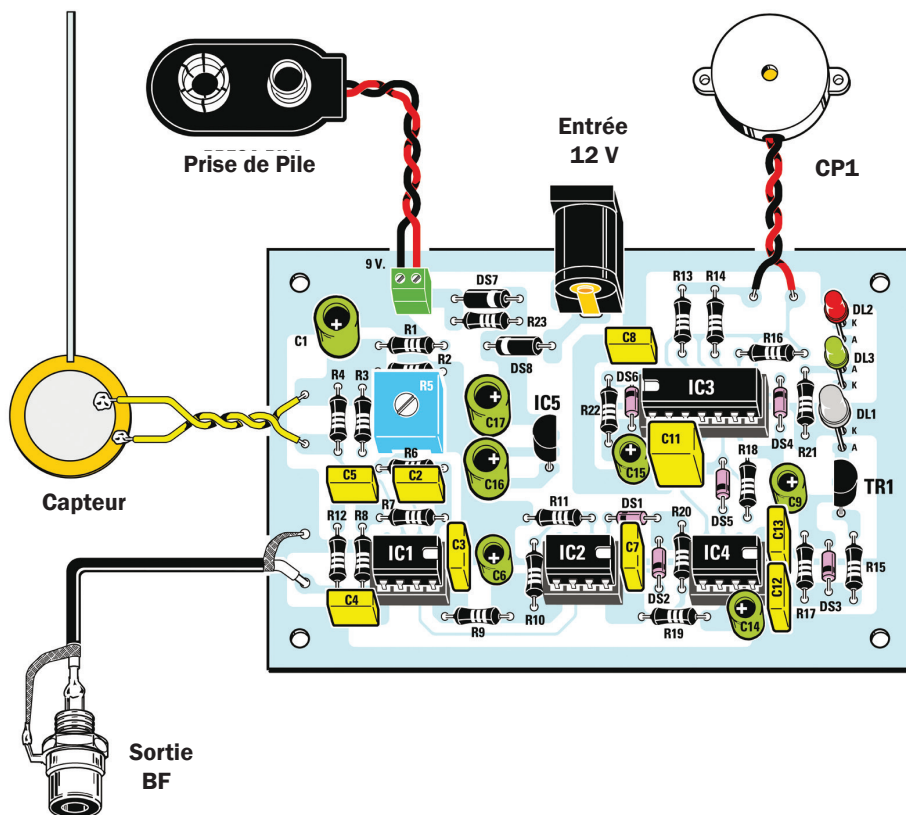


Figure 5a : Schéma d'implantation des composants EN1799A.

A travers **R7** et **C5** le signal du capteur est envoyé à **IC2-A** et **IC2-B** lesquels forment un **comparateur à fenêtre** où les seuils de comparaison sont donnés par le pont diviseur de tension **R9**, **R10** et **R11**. Les impulsions produites par le comparateur à fenêtre vont sur la broche 2 pour déclencher le fonctionnement du monostable dans le circuit **NE555 (IC4)**.

Afin d'éviter que durant la mise sous tension du circuit le buzzer ne se mette à sonner, les deux portes **IC3-E** et **IC3-F** forment avec **R22** et **C15** un **temporisateur** qui enclenche le fonctionnement de **IC4** après environ une seconde. Les LED **DL2** et **DL3** nous indiquent que l'appareil est prêt.

Avec **IC4** en configuration monostable, chaque fois qu'il est activé, il fait démarrer l'oscillateur constitué par la porte **IC3-D** laquelle produit un signal alternatif servant à piloter le transistor **TR1** qui commande la LED **DL1** : elle se met à clignoter en synchronisme avec les **ondes P** du sismographe.

Le signal alternatif, par l'intermédiaire de **DS4**, va au buzzer à travers un circuit de pilotage en courant. La configuration pour le pilotage du buzzer étant un composant piézoélectrique nous avons dû prendre certaines précautions pour le faire travailler avec le maximum de rendement. **IC3-A** et **IC3-B** avec **R13** et **R14** sont deux buffers en courant servant à fournir le courant nécessaire au fonctionnement de l'appareil.

L'alimentation est prévue pour une source en 12 V continu qui peut être tirée d'une pile ou d'une batterie rechargeable ou encore d'une alimentation stabilisée.

Nous avons inséré une pile de 9 V laquelle, si l'alimentation secteur vient à manquer, permettra d'utiliser l'appareil à pleine efficacité.

Les diodes **DS8** et **DS9** ont pour fonction de protéger le circuit en cas d'inversion accidentelle de polarité

### Schéma d'implantation des composants (figure 5a)

Comme vous pouvez le voir, nous avons fait une unique plaque de circuit imprimé que vous devrez détacher en suivant le bord prédécoupé pour avoir en mains 3 éléments : les deux circuits imprimés (**EN1799A/B**) et la tige du pendule inversé (**EN1799C**). Nous avons divisé en deux les éléments qui forment la totalité du capteur servant à prévenir de l'arrivée imminente d'un séisme.

### Schéma d'implantation des composants de la platine électronique

Toute la partie électronique de contrôle (voir figure 5a) a été disposée sur un circuit imprimé que l'on devra simplement fixer au "pendule" pour former une unité unique.

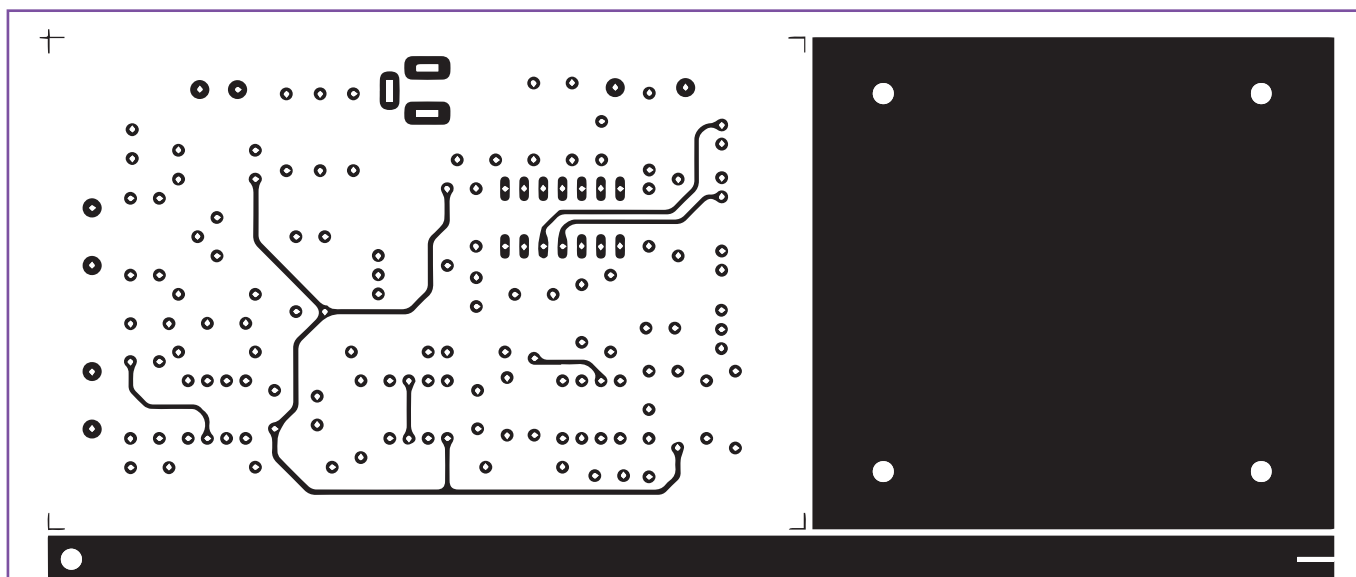
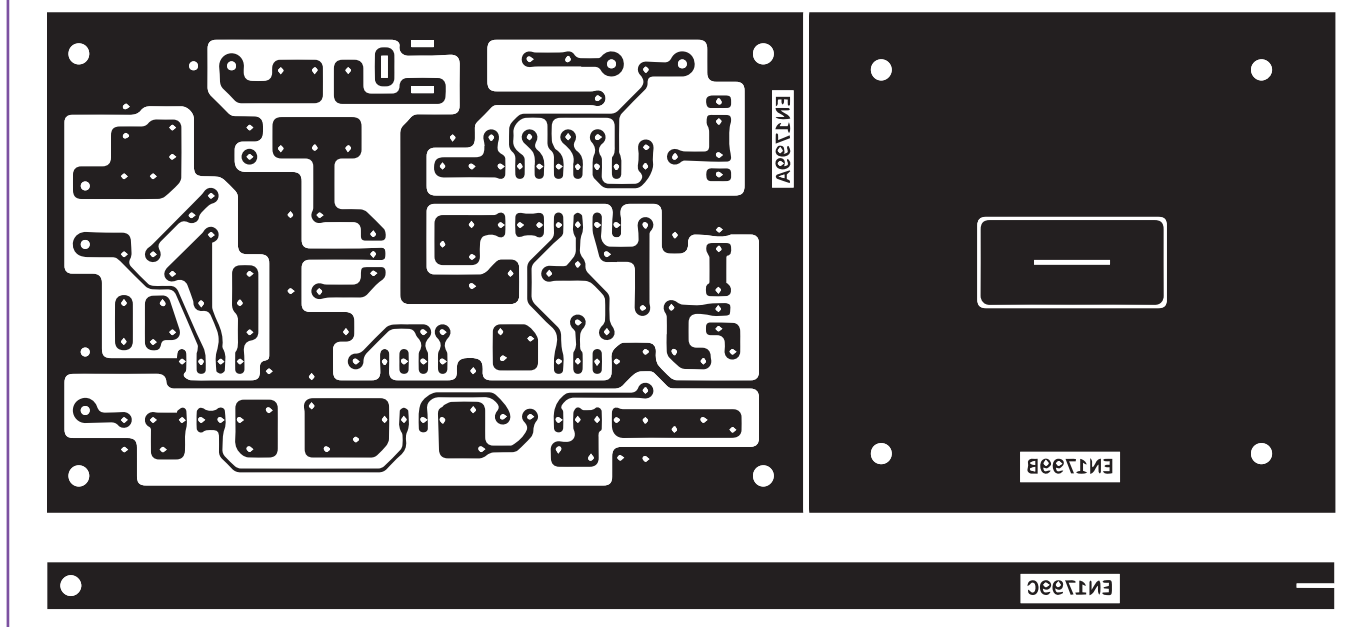


Figure 5b : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé de la platine principale EN1799A.



Montez tout d'abord les supports des différents circuits intégrés en prêtant une grande attention à l'orientation des repère-détrompeurs en **U**. Soudez les broches des supports et continuez par le montage des résistances et des diodes.

Attention à la polarité donnée par leurs bandes noires ou blanches en fonction du type de diode. Soudez les fils et coupez les longueurs excédentaires.

Continuez à placer sur le circuit imprimé les différents types de condensateurs : les polyester et les électrolytiques, pour ces derniers la polarité est à respecter.

Insérez le transistor **TR1** et le régulateur **IC5** en orientant leur méplat vers la gauche pour TR1 et vers la droite pour IC5. Insérez en dernier le trimmer **R5** et les trois **LED** (la **Cathode K** est toujours la patte la plus courte).

Soudez toujours tous les fils des composants avec un fer à souder bien chaud, de manière à fondre parfaitement le tinol et à ne pas faire des soudures froides.

**Note** : la soudure est froide quand le tinol a un aspect opaque et que le flux, mal évaporé, laisse un vide entre le tinol et le fil du composant, ce qui

risque d'isoler le fil du composant de la pastille cuivrée du circuit imprimé.

Continuons en montant le bornier de la prise de pile, la prise d'alimentation de **12 V**, les fils du buzzer de l'alarme et enfin le fil blindé reliant le circuit et la prise RCA servant à enregistrer le séisme dans un système extérieur de conversion de type **ADC** (ou CAN en Français pour Convertisseur Analogique Numérique).

Soudez deux bouts de fil d'environ 10 cm de longueur qui nous serviront à relier ce circuit imprimé du **EN1799B** à l'étage capteur.



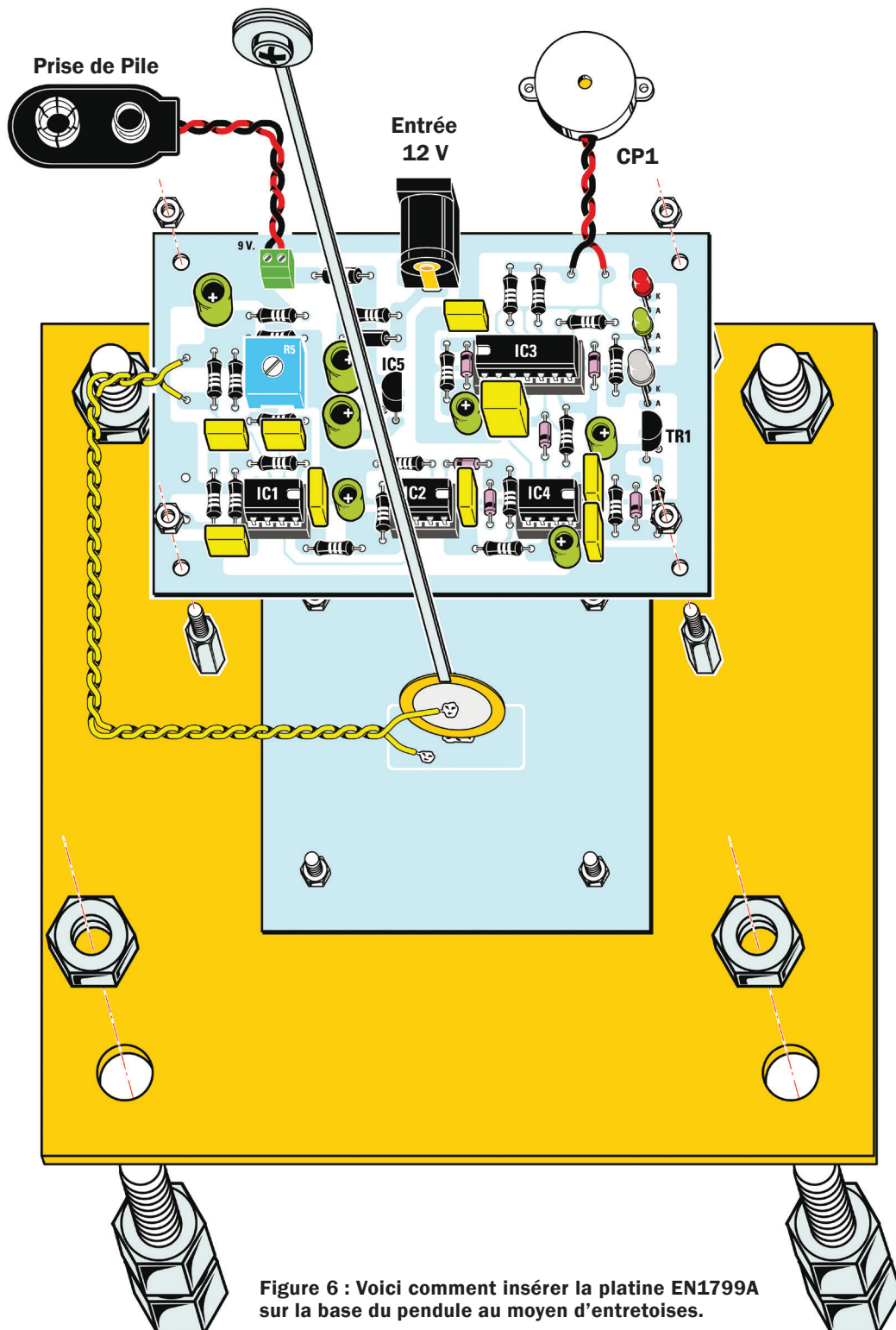


Figure 6 : Voici comment insérer la platine EN1799A sur la base du pendule au moyen d'entretoises.

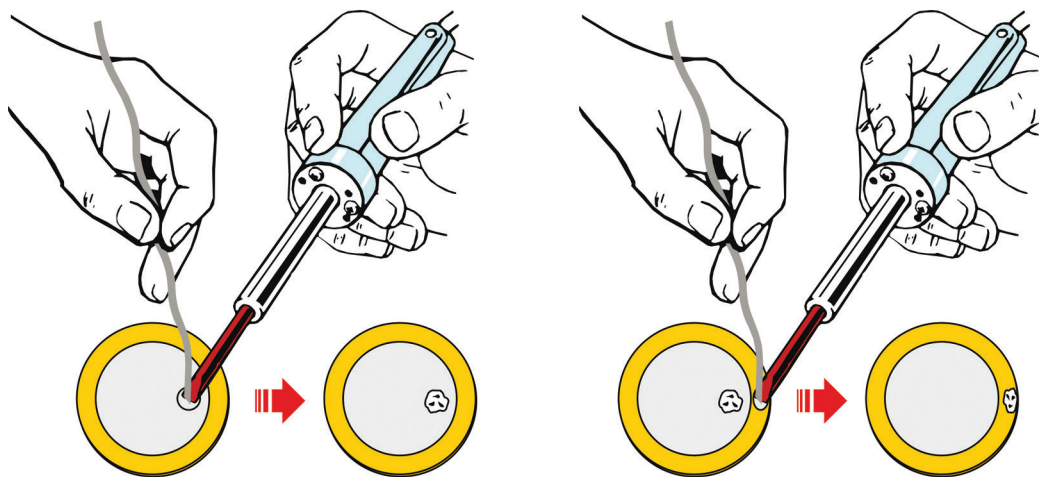
### Réalisation pratique du capteur mécanique

Tout le système du capteur est appuyé sur une plaque d'acier pesante soutenue par 4 boulons servant de pieds. Le capteur est formé par une tige taillée dans un

morceau de circuit imprimé comportant à l'une de ses extrémités un trou où nous enfilons un petit boulon et deux rondelles, le tout constituant le contrepoids du pendule inversé. Soudons (voir figures 5a, 6 et 7) le capteur piézoélectrique au centre de la pastille rectangulaire de la platine EN1799B **en ayant grand soin de maintenir le capteur sur chant.**

Dans la partie opposée du capteur, soudons la tige qui soutient le pendule en faisant en sorte que l'ensemble capsule et tige soient parfaitement solidaires.

Soudez les deux fils au capteur pour la liaison avec la platine **EN1799A** en vous référant aux figures.



**Figure 7 : Faites bien attention lors de la soudure de la capsule piézoélectrique parce qu'elle risque de se casser. Il faut travailler rapidement avec un fer à souder bien chaud. Etamer, avec deux gouttes de tinol, la partie en laiton et la partie blanche du disque puis soudez les fils, dont les extrémités auront également été étamées, aux deux gouttes de tinol que vous venez de déposer sur le disque.**



Fixez la platine **EN1799B** à la plaque d'acier et la platine principale **EN1799A** sur la platine **EN1799B** au moyen des entretoises fixées à la plaque d'acier.

## Essai du système

Nous souhaiterions que ce capteur ne fonctionne jamais, mais si nous l'avons proposé c'est pour que vous puissiez le cas échéant en tirer le meilleur parti.

Pour tester le capteur vous devez alimenter le tout avec une pile ou une batterie de **12 V** ou une petite alimentation stabilisée en **12 V**. Vérifiez la mise sous tension par les LED **DL2** et **DL3** qui doivent prendre cette combinaison : verte allumée (ready) et rouge éteinte. Si tout va bien, **soufflez** vers le pendule et le buzzer doit sonner.

**N'essayez pas de heurter le pendule avec le doigt car ce serait déjà une contrainte mécanique trop forte.**

Si avec un souffle vous n'entendez pas l'alarme retentir (le buzzer sonner), revoyez toutes les soudures et la disposition des composants. Ne cherchez pas à agir sur le pendule parce que la

partie la plus sensible, c'est-à-dire la capsule en céramique piézoélectrique, risquerait de se briser.

Nous n'avons pas prévu de boîtier spécifique mais si vous voulez une suggestion, nous vous conseillons un tube de **PVC** transparent d'un diamètre suffisant pour appuyer sa section sur la plaque de base métallique. Cela peut être utile pour éviter qu'un simple passage de personne n'agite l'air, ne fasse vibrer le pendule et ne déclenche l'alarme. Un risque de panique pour rien !

## Comment sauvegarder le signal du séisme dans votre ordinateur.

Vous devez utiliser un petit câble blindé doté d'un jack mono de 3 mm allant se brancher à l'ordinateur. L'autre extrémité peut être soudée directement aux pastilles prévues sur la platine électronique.

Ou bien, si vous pensez installer votre **Alarme pour séismes** dans un boîtier, dotez la sortie BF d'une prise RCA. Connectez le jack à la prise **LINE IN** de l'ordinateur.

Puis faites démarrer le programme "Enregistrement audio" en l'associant à l'entrée **LINE IN**.

Vous pouvez aussi utiliser un pack audio graphique : vous pourrez ainsi non seulement entendre mais encore voir les ondes générées par notre petit capteur mécanique.

N'importe quelle interface dotée d'un convertisseur analogique numérique capable de convertir jusqu'à 100 Hz sera bien suffisante.

## Deux notes pour les pros

Ceux qui nous suivent depuis des années savent combien nous sommes sensibles au problème de la détection des séismes et de la lutte contre le risque sismique. Nous avons, depuis bien longtemps, conçu un capteur horizontal et un vertical. Pour des motifs de coûts nous avons ensuite privilégié le capteur vertical **EN1359**.

Nous avons également réalisé une interface série **EN1500** en mesure de mémoriser sur un ordinateur le séisme détecté par le capteur.

Le système constitué par le **CDR1500** (logiciel fait par <http://www.sara.pg.it/SOFTWARE/SEISMOWIN/SEISMOWIN.MSI>) et par le capteur **EN1359** avec son boîtier **M01359** forment le minimum indispensable pour une station professionnelle de détection des tremblements de terre et de prévention du risque sismique. Avec cet ensemble vous pouvez non seulement avoir un support pour faire des détections scientifiques faisant autorité mais vous pouvez également vous unir à tous ceux qui possèdent déjà notre système pour former ensemble un réseau capable de mettre en évidence des signaux que nul n'aurait pu percevoir tout seul.

Nous vous conseillons le tout dernier logiciel développé par le docteur **Enea Colzi**, un ami et collaborateur de longue date qui a développé un logiciel pour notre interface **EN1500**. Vous le trouverez sur le site : <http://updates.multicore-sistemi.com/Sismogest/SismoGestSetup.msi>

Beaucoup de centres de protection civile ont adopté notre capteur simplement parce qu'il a un rapport qualité / prix optimal.

Nous devons être conscients que c'est seulement au sein d'un réseau capillaire de surveillance que l'on peut trouver, avec une probabilité maximale, des éléments constituant des signaux permettant de prévoir les tremblements de terre. Une analogie avec la prévision météorologique nous vient à l'esprit. Il y a seulement quelques années seuls les paysans souffrant de rhumatismes arrivaient à prévoir le temps qu'il allait faire...

### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce sismographe **EN1799** est disponible auprès des annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» ELM122. ♦



**Figure 8 : Notre sismographe EN1500 reste la référence chez les spécialistes conscients de la nécessité de resserrer les budgets de recherche...**

- Commutation pour 4 antennes.
- Sélection d'impulsions vers le + 5V ou vers le 0V pour activer les antennes. Rotation des antennes; CW ou CCW.
- Contrôle indépendant de chaque antenne.
- Auto calibration vers le devant du véhicule.
- Afficheur LCD standard de 2 lignes X 16 caractères.
- Un affichage similaire à 36 LED et aussi numérique "000-359" de la direction. Tous les menus sont montrés clairement sur l'afficheur LCD. Mémoire permanente pour toutes les calibrations et options.
- Traitement principal du signal fait par le soft.
- Microcontrôleur PIC 16F877, mémoire de programmation Flash, mémoire EEDATA, USART, ADC, chrono...
- Mémorisation de la calibration de 3 radios.
- Sortie chronométrée ou sur demande vers APRS, interface GPS.
- Option d'affichage d'un S-mètre, l'entrée est ajustable de 0 < 2 à 5 V. pour un affichage de 00 < 99.
- 7 niveaux de traitement du signal. Possibilité d'affichage instantané des données brutes. Sélectivité Maximum des filtres audio analogue et numérique de +/- 0.1 Hz.
- En cas de perte du signal, mémorisation de la dernière bonne direction. Haut-parleur intégré et alimentation 12 Vdc.
- Rétro-éclairage LED de l'afficheur.

**COMELEC**

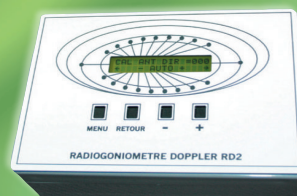
CD 908 13720 BELCODENE

Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

[www.comelec.fr](http://www.comelec.fr)

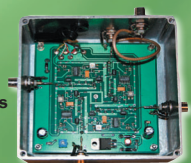
Photos non contractuelles. Prix exprimés en euro TTC. Sauf erreurs typographiques ou omissions. Frais de port pour la (France) moins de 5 Kg 8,40 euros.

## UN GONIOMÈTRE DOPPLER DE 50 MHz à 1.2 GHz



Réf. **RD2**  
**299,00 €**

Vendu sans antennes



Le **GONIOMÈTRE** présenté ici n'intègre pas de récepteur particulier.

Il est prévu pour être utilisé conjointement à du matériel déjà existant, portatif, mobile (dans le cas de recherches sur le terrain) voire fixe. Ainsi, tout récepteur VHF ou UHF, disposant d'une sortie BF, peut être couplé à ce gonio Doppler capable de couvrir une très large plage de fréquences, en fonction des besoins (de 50 MHz à 1,2 GHz). Nous ne sommes donc plus limités, dans le cadre des recherches de balises de détresse, aux seules fréquences : 121,5 (ou 121,375), 243 et 406 MHz



# OUTILLAGES - ACCESSOIRES



**STATION DE RÉPARATION POUR CMS**  
VTSS100 167,00 €



**SUPPORT POUR FER À SOUDER**  
STAND60 12,40 €



**STATION DE SOUDAGE RÉGLABLE**  
48W 150 - 450°C  
VTSS4N 17,90 €



**KIT MATÉRIEL DE BASE POUR**  
**RÉALISER VOS MONTAGES**  
SAB 29,00 €



**FER À SOUDER À GAZ «STYLO»**  
GASIRON2 15,30 €



**NETTOYEUR POUR FER**  
**À SOUDER**  
VTSTC 8,00 €



**STATION DE SOUDAGE**  
**RÉGLABLE 48W 150 - 450°C**  
STC30N 8,30 €



**GRAVEUSE VERTICALE**  
**AVEC POMPE ET RÉSISTANCE**  
ET20 107,00 €



**JEU D'ACCESSOIRES**  
**POUR PERCEUSE**  
VTHDS6 19,90 €



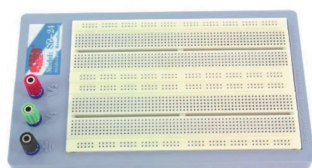
**PINCE À SERTIR**  
**LES BNC/SMA/TNC/UHF...**  
VTFBNC 23,50 €



**PERCHLORURE DE FER**  
PERCHLO 4,90 €



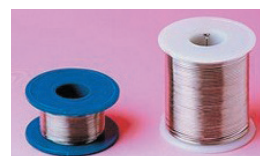
**PINCE À DÉNUDER**  
**MULTIFONCTIONS**  
VT5021 9,00 €



**PLAQUE D'ESSAIS 1500 CONTACTS**  
CPSPB1580 26,00 €



**SOUDURE SANS PLOMB**  
**0,6 MM (100 G)**  
SOLD100G6LF 10,70 €



**SOUDURE 1MM 50G**  
SB1022 4,35 €  
**SOUDURE 0.8MM 50G**  
SB0822 5,30 €  
**SOUDURE 0.8MM 100G**  
SB0810 7,30 €



**POMPE À DESSOUDER**  
VTD2 3,35 €

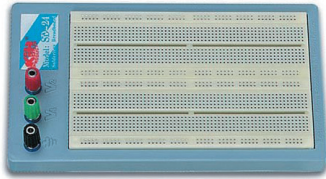


**LOUPE LUMINEUSE -**  
**2X/6X**  
VTMG10 4,60 €



**SOUDURE SANS PLOMB 1,0 MM (100G)**  
SOLD100GLF 12,00 €  
**SOUDURE SANS PLOMB 1,0 MM (250G)**  
SOLD250GLF 25,70 €  
**SOUDURE SANS PLOMB 1,0 MM (500G)**  
SOLD500GLF 47,70 €

# OUTILLAGES - COFFRETS



**PLAQUE DE CONNEXIONS  
SANS SOUDURE 1680 TROUS**  
SD24N 21,00 €



**KIT D'INITIATION AU SOUDAGE**  
EDU03 29,80 €



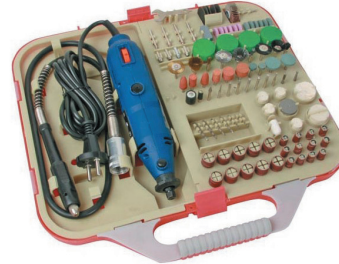
**LAMPE-LOUPE LED 5 DIOPTRIES  
- 4W - 48 PCS - BLANC**  
VTLLAMP2W 61,20 €



**PERCEUSE DE PRÉCISION (SANS  
FIL) + 62 ACCESSOIRES**  
VTHD03 18,90 €



**JEU DE 6 TOURNEVIS**  
HSET09 7,10 €



**PERCEUSE DE PRÉCISION  
+ 162 ACCESSOIRES**  
VTHD05 45,00 €



**LAMPE-LOUPE LED  
3 + 12 DIOPTRIES  
4~5.5W - 60 PCS - BLANC**  
VTLLAMP3W 46,80 €



**EPOXY BRUT 0.8MM  
200X300MM DOUBLE FACE**  
CPAEB20 13,30 €  
**200X300MM SIMPLE FACE**  
CPADB20 11,90 €



**JEU DE 15 TOURNEVIS DE  
PRÉCISION ÉCONOMIQUES**  
VTSET15 13,00 €



**JEU DE TOURNEVIS DE PRÉCISION 28 EN 1**  
VTBT15 19,50 €



**JEU DE 5 PINCES** VT33N 9,90 €



**JEU D'EMBOUITS UNIVERSEL  
AVEC MANDRIN**  
VTBT17 13,00 €



**PINCE POUR SERTIR CONNECTEURS  
MODULAIRES 6P/8P, 8P8C, 6P6C/  
RJ12, P4C/RJ11, 6P2C**  
VT18 16,30 €



**AUPILOT CASE  
GRIS FONCÉ  
520 X 317 X 165MM**  
1819-T2 105,00 €



**JEU DE TOURNEVIS  
19 EN 1 (MICROTIP)**  
VTSET9 22,90 €



**BOÎTE DE RANGEMENT 13»**  
OMR13 8,00 €  
**BOÎTE DE RANGEMENT 18»**  
OMR18 11,84 €



**BOÎTE À OUTILS  
ACIER INOXYDABLE  
380 X 270 X 225MM**  
OTBA5 31,20 €



# Inducteur magnétique du sommeil

**La perturbation du sommeil, appelée insomnie, peut rendre difficile l'endormissement le soir ou nous réveiller trop tôt le matin ou encore plusieurs fois pendant la nuit. Le manque de sommeil réparateur peut influencer notre capacité à accomplir nos activités quotidiennes, à cause des problèmes de concentration produits par la fatigue. Tous les types d'insomnie peuvent engendrer une somnolence diurne, une faible concentration et l'incapacité de se sentir reposé le matin.**

**L**e champ magnétique associé à la Terre s'appelle géo-champ magnétique. Il s'agit essentiellement d'un champ magnétique bipolaire à la surface terrestre avec deux pôles, le pôle magnétique nord et le sud. Le champ magnétique, quand on s'éloigne de la surface terrestre, se tord. La recherche scientifique a étudié le mécanisme selon lequel on obtient une amélioration quand on dort ou lorsqu'on se repose avec la tête orientée vers le pôle Nord : on a en effet constaté une amélioration tangible de valeurs physiologiques comme la circulation sanguine, la pression artérielle, le retour veineux et l'efficacité de l'hémoglobine dans les globules rouges.

Quand nous nous couchons ainsi avec le corps dans l'axe Nord-Sud, nous le soumettons à un flux magnétique constant qui favorise la minéralisation des os. Voir la vidéo des effets du champ magnétique terrestre : les aurores boréales.

[http://www.youtube.com/watch?list=PL57004C9EABEF-81C4&v=jA3WURedLGE&feature=player\\_embedded#](http://www.youtube.com/watch?list=PL57004C9EABEF-81C4&v=jA3WURedLGE&feature=player_embedded#)

Beaucoup de gens pensent que l'on dort bien dans un environnement naturel, comme une tente ou une cabane en bois et se demandent ce qui détermine la différence... Cela ne vient pas seulement de la pureté de l'atmosphère extérieure, plus saine que l'air confiné des appartements, mais aussi de notre capacité de percevoir inconsciemment et naturellement le champ magnétique terrestre. Même si cela peut sembler incroyable, la plupart des personnes sont sensibles aux variations du champ magnétique et cela est perçu comme une sorte de malaise ou de malêtre **(1)**. Rappelons à ce sujet l'existence de la météoropathie **(2)** ou maladie de ceux pour qui le vent (ou autres phénomène climatique) est pénible. Le vent produit un courant électrostatique et cela perturbe le champ magnétique terrestre localement.

Notre montage est en mesure d'engendrer un micro environnement de type géomagnétique tel que notre cerveau, baigné par un environnement idéal, pourra s'abandonner à un sommeil profond, ce qui est notre objectif ultime. La finalité de ces techniques est de limiter et réduire les géopathies, qui se produisent quand un corps demeure en des points perturbés du champ électromagnétique.



Cela altère l'équilibre et risque d'engendrer de légères perturbations (agitation, crampes, éternuements à répétition, anxiété), mais peut aussi faire apparaître des symptômes fonctionnels plus complexes (insomnie, douleurs, maux de tête et névralgies). Si certains de nos lecteurs croient devoir identifier cet aspect de notre vie avec la présence, ou non, des nœuds de **Hartmann (3)**, ils peuvent se documenter en allant lire un intéressant article sur ce site web traitant de la "**bioarchitecture**". En orient, il existe des arts et des pratiques géomanciennes **(4)** très anciennes, indiennes ou chinoises, parmi lesquelles émerge la géomancie taoïste, mieux connue dans sa doctrine 'Feng Shui' qui signifie 'vent et eau'. Remarquez que ces deux éléments sont dotés de la capacité de modifier considérablement les caractéristiques des lieux, surtout des lieux d'habitation lesquels doivent s'harmoniser le plus possible avec l'environnement, en fonction de critères bioarchitectoniques.

**(1)** Ce néologisme permet d'éviter une expression trop emphatique : "gêne existentielle"...

**(2)** Pathologie due ou conditionnée par les phénomènes météorologiques. Le syndrome météoropathique ou météoropathologie est l'ensemble des symptômes dus aux perturbations



atmosphériques telles qu'un excès de chaleur ou au contraire un refroidissement, des vents secs et chauds etc.

(3) Le réseau Hartmann, au même titre que le réseau Curry, fait partie du réseau cosmo-tellurique qui entourerait la Terre. L'existence de ce réseau est une des théories de la géobiologie qui est l'étude des supposées influences de l'environnement sur le vivant, et notamment des ondes liées aux champs magnétiques, courants d'eau souterrains, réseaux métalliques, failles géologiques, etc. Les travaux sur le rayonnement tellurique ou rayonnement cosmo-tellurique relèvent de différentes approches en particulier de la recherche empirique pour trouver les causes de maladies ou de syndromes globaux pour lesquels aucune explication « locale » ne donne satisfaction (remerciements à Wikipedia pour son article Réseau Hartmann).

(4) La géomancie est une technique de divination fondée sur l'analyse de figures composées par la combinaison de quatre points simples ou doubles (ou points et traits). Ces points sont obtenus par l'observation de cailloux ou d'objets jetés sur une surface plane ou posés dans un espace donné, par des lancers de dés, par le comptage de traits dessinés dans le sable avec un bâton sans compter sur du papier à l'aide d'un stylo ou encore par l'observation d'éléments disposés dans la nature sans intervention humaine (remerciements à Wikipedia pour son article Géomancie).

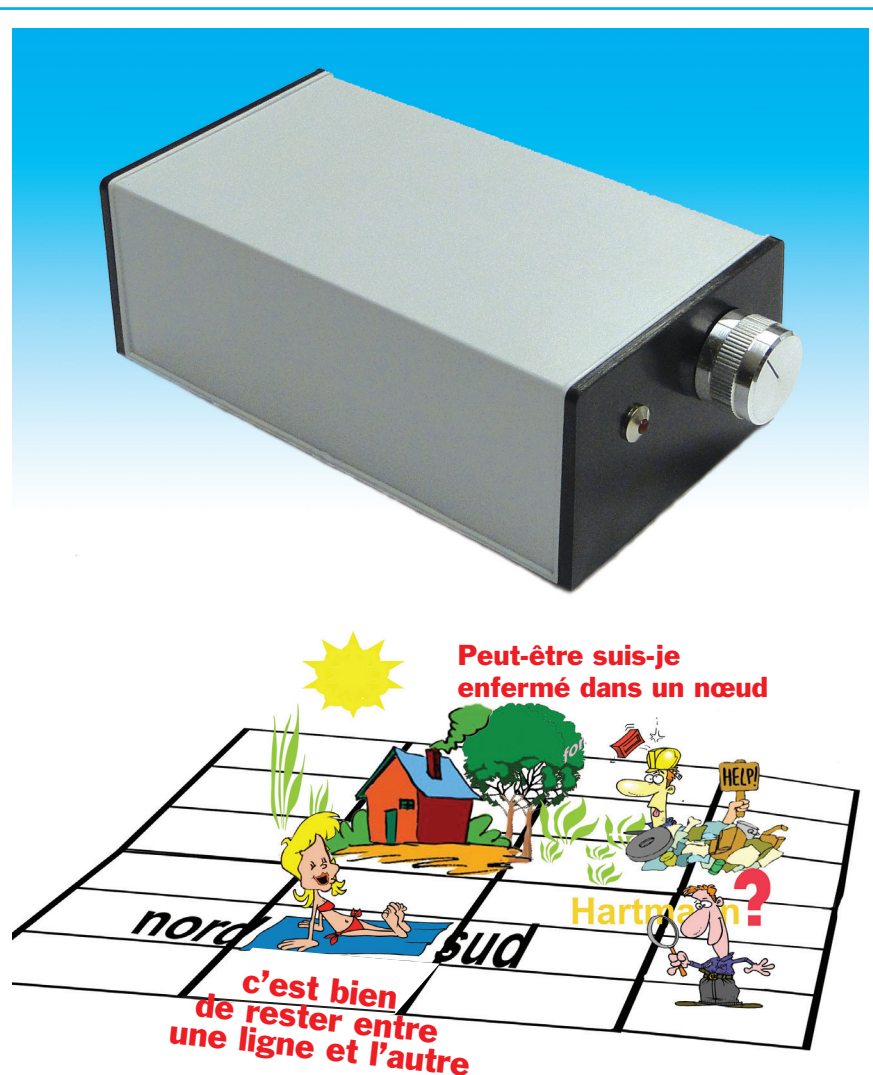


Figure 1 : les principes de Hartmann se réfèrent à un épisode (en 1936) au cours duquel le Docteur Ernst Hartmann, en déplaçant simplement de quelques cm le lit où gisait son patient très gravement malade, le vit reprendre des forces presque miraculeusement jusqu'à la guérison complète. Il fit l'hypothèse d'une sorte d'énergie distribuée sur la terre, ce qui établit des différences locales (d'où les termes de "nœuds" ou "réseau"). Aujourd'hui encore on n'a pas d'unanimité à propos de l'existence ou non de ces réseaux de lignes de force et de ces nœuds.

## Schéma électrique

Cet appareil est constitué de divers étages : étage **temporisateur**, étage **générateur d'impulsions** et étage **amplificateur de sortie**.

### L'étage temporisateur (timer)

Deux diviseurs **C/Mos 4024** montés en "cascade" constituent un compteur à **12 bits** dans lequel la sortie **Q5** du second compteur prendra un niveau logique 1 après un temps d'environ **30 minutes**.

L'oscillateur **IC3/1 4093** de **1,13 Hz** environ, avec lequel nous pilotons l'entrée de l'horloge du premier diviseur, est formé par une porte **NAND** à Trigger de Schmitt associée au condensateur de **0,33 µF** et à la résistance de **2,7 M** qui déterminent la fréquence produite.

La période de l'onde carrée produite est égale à **0,88 seconde** ( $= 1/1,13 \text{ Hz}$ ) ce qui, pour le facteur de division correspondant aux **12 bits** c'est-à-dire **4096** ( $= 2^{12}$ ), produit un temps final d'environ **30 minutes**. Avec le commutateur en position "ONTIME", après **30 minutes** environ à partir de la mise sous tension, la broche **5** du second compteur **4024** passe du niveau logique zéro au

niveau logique 1, c'est-à-dire présence d'une tension positive égale à celle de l'alimentation.

Ce niveau logique atteint, à travers la diode **DS2**, l'entrée de la porte **NAND IC3/4** : cela implique que l'état logique des deux entrées est à 1 et que donc la sortie est à 0 (parce qu'elle est inversée).

L'horloge (clock) sur la broche 1 du premier compteur **4024** est de ce fait bloquée et dans ces conditions notre circuit cesse de produire l'impulsion de sortie après l'écoulement des **30 minutes** depuis la mise sous tension. Un étage de **reset** automatique lors de la mise sous tension (constitué par le

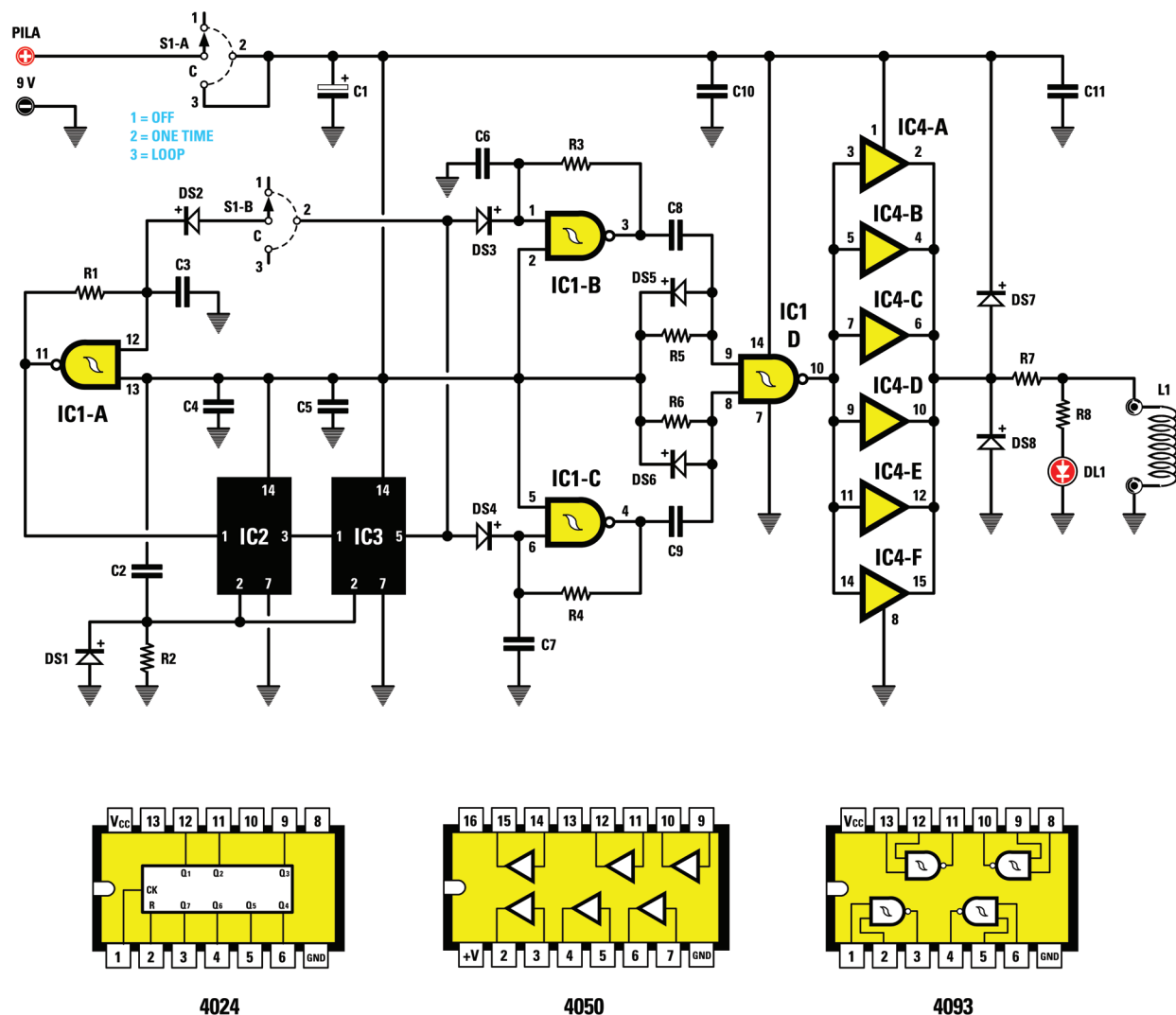


Figure 2 : Schéma électrique de l'inducteur magnétique du sommeil EN1797.

Pour faire cet appareil nous avons utilisé des portes analogiques et deux diviseurs pour produire les temps et les fréquences que la plupart des passionnés de ce domaine nous ont suggérés.

## Liste des composants EN1797

R1 ..... 2,2 M  
R2 ..... 100 k  
R3 ..... 820 k  
R4 ..... 3,3  
R5 ..... 330 k  
R6 ..... 330 k  
R7 ..... 10  
R8 ..... 2,2 k  
C1 ..... 100 µF électrolytique  
C2 ..... 100 nF polyester

C3 ..... 470 nF polyester  
C4 ..... 100 nF polyester  
C5 ..... 100 nF polyester  
C6 ..... 300 nF polyester  
C7 ..... 330 nF polyester  
C8 ..... 100 nF polyester  
C9 ..... 10 nF polyester  
C10 ..... 100 nF polyester  
C11 ..... 100 nF polyester  
DS1 ..... 1N4148  
DS2 ..... 1N4148  
DS3 ..... 1N4148  
DS4 ..... 1N4148

DS5 ..... 1N4148  
DS6 ..... 1N4148  
DS7 ..... 1N4148  
DS8 ..... 1N4148  
DL1 ..... LED rouge  
IC1 ..... CMos 4093  
IC2 ..... CMos 4024  
IC3 ..... CMos 4024  
IC4 ..... CMos 4050  
L1 ..... voir texte  
S1A+B commutateur  
**Note :** toutes les résistances sont des 1/8 de W

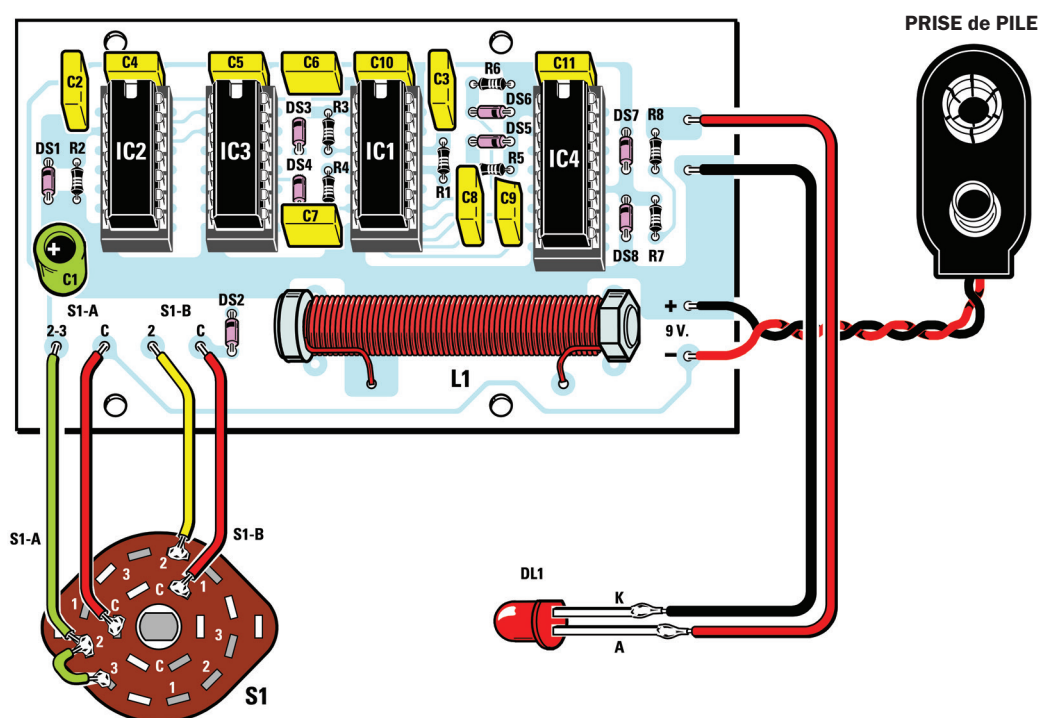


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'inducteur magnétique du sommeil EN1797 où trouve parfaitement place le petit inducteur (self L1) qui produit le micro champ magnétique émettant les ondes bénéfiques pour le sommeil. Le commutateur utilisé est à 3 positions et il trouvera sa place sur l'un des côtés du boîtier.

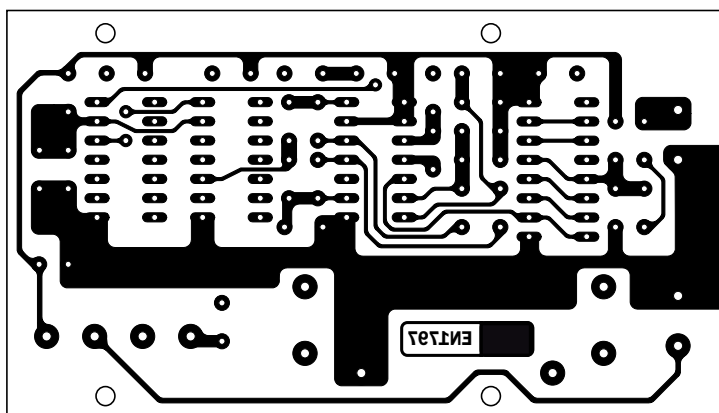
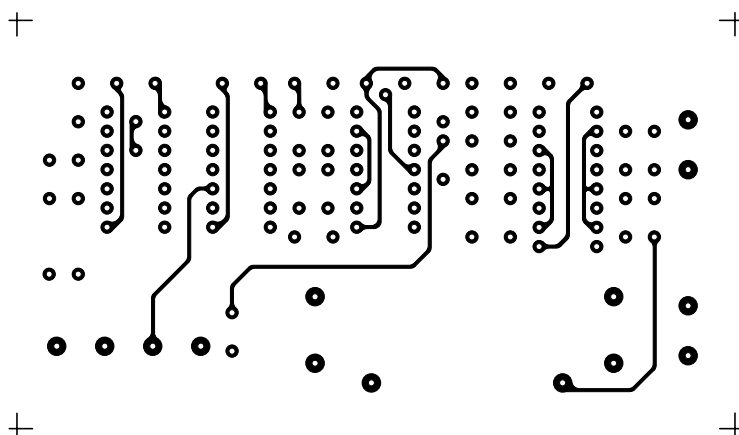


Figure 3b : Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé coté soudures du EN1797.

Dessin à l'échelle 1 : 1 du circuit imprimé EN1797 coté composants.





condensateur de **0,1  $\mu$ F**, la résistance de **100 k** et la diode en parallèle), monté sur la broche **2** des deux compteurs fait qu'ils partent de zéro chaque fois que le circuit est mis sous tension : on évite ainsi qu'un contenu "aléatoire" puisse modifier le temps paramétré de **30 minutes**.

Si le commutateur est en position **3**, c'est-à-dire en condition de **LOOP**, l'oscillateur **IC3/1** est toujours activé, le compteur est forcé de fonctionner en mode continu à l'infini ou du moins jusqu'à ce qu'on éteigne le circuit. Le circuit, dans ces conditions, produit, pendant **30 minutes**, l'impulsion magnétique et, ensuite, pendant **30 autres minutes**, il s'éteint pour ensuite repartir et produire l'impulsion pour encore **30 autres minutes** et ainsi de suite jusqu'à extinction du circuit.

## L'étage générateur d'impulsions

Deux portes **NAND** toujours à Trigger de Schmitt, **IC3/2** et **IC3/3**, sont configurées pour osciller l'une à **5 Hz** et l'autre à **1,2 Hz** environ. Leur fonctionnement est subordonné à l'étage logique présent sur la sortie **Q5** du second compteur **4024** de l'étage temporisateur (timer). Par la présence des diodes **DS3** et **DS4**, un niveau logique 0 permet aux deux oscillateurs de fonctionner régulièrement alors qu'un niveau logique 1 bloque les oscillateurs.

Les deux signaux carrés sont injectés dans les entrées de la porte **IC3/4** à travers deux condensateurs. De cette manière, à la sortie de la porte nand, une série d'impulsions très étroites, corrélées en mode aléatoire entre elles, sera disponible. Elles sont produites par le mélange des deux fréquences et elles peuvent piloter le diffuseur magnétique. Le courant disponible produit est cependant insuffisant pour le piloter directement.

## L'amplificateur de sortie

Les impulsions doivent être amplifiées en courant.

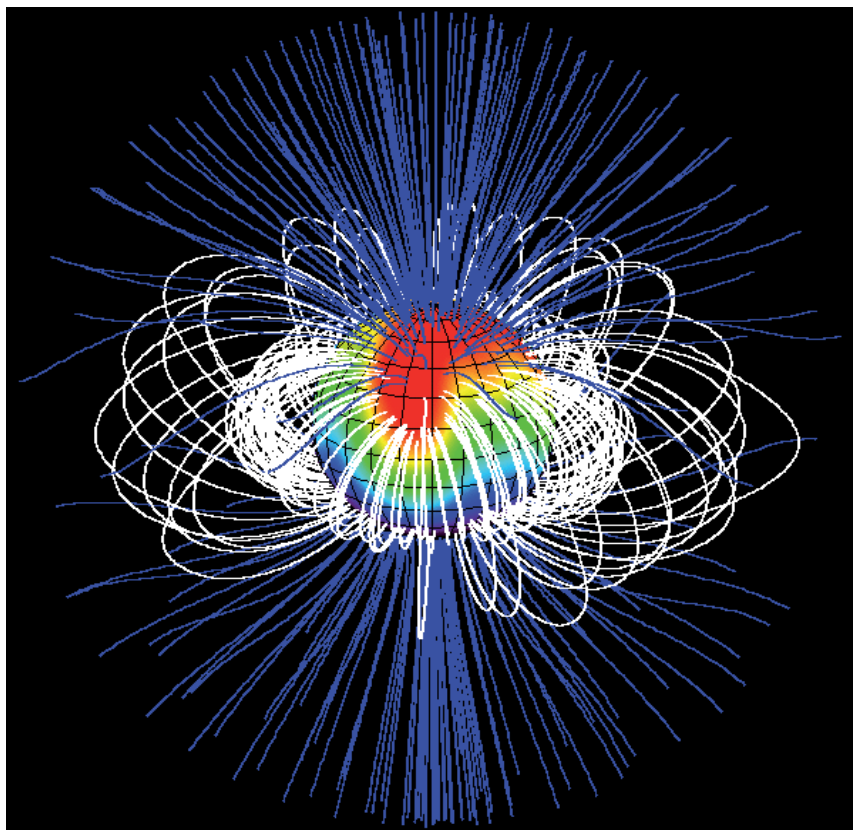


Figure 4 : Le champ magnétique associé à la Terre se nomme **géo-champ magnétique**.

Afin d'effectuer ce travail, nous avons utilisé les 6 portes buffers contenues dans le circuit intégré **C/Mos IC4 4050** (toutes montées en parallèle).

Nous avons ainsi à notre disposition un courant plus que suffisant pour piloter la self **L1** qui sert de diffuseur magnétique. Ce diffuseur engendre un champ électromagnétique d'une intensité suffisante pour modifier l'environnement de notre corps.

## Le diffuseur électromagnétique

Il est constitué d'un solénoïde (self) de **600 spires** de fil isolé pour transformateurs de **0,18 mm** de diamètre, bobinées sur la tige filetée d'une vis (ou boulon si on utilise l'écrou comme conseillé) de **6 mm** de diamètre et de **45 mm** de longueur (nous aurons ainsi un espace utile de **40 mm** pour le bobinage entre le dessous de la tête et la face intérieure de l'écrou, voir la figure 6).

Le circuit est alimenté par une pile de **9 V** : bien que le courant de crête circulant dans le diffuseur magnétique ait une certaine intensité, le faible rapport cyclique donnera toutefois une valeur moyenne de courant relativement faible et cela augmentera considérablement la durée de vie de la pile.

Une section du double commutateur est utilisée comme interrupteur pour le circuit et cela rend superflue l'utilisation d'une seconde commande. La seconde section est utilisée pour la sélection du temporisateur : mode "ONETIME" ou bien mode "LOOP".

Le clignotement de la **LED** montée en parallèle avec le diffuseur, nous servira de moniteur de contrôle du fonctionnement du circuit.

## La réalisation pratique

Avant tout, avec le fil de cuivre isolé pour transformateurs de **0,18 mm** de

diamètre, vous allez construire le diffuseur magnétique : bobinez sur la tige filetée d'un boulon de 6 mm de diamètre et de 45 mm de longueur, dont on utilise l'écrou comme flasque, trois couches sur une longueur utile de 4 cm. Comme le montre la figure 6, chaque couche comprendra environ 200 spires, soit au total 600 spires.

Procurez-vous le circuit imprimé **EN1797** ou réalisez-le à partir du dessin à l'échelle 1 : 1 de la **figure 3b**.

Quand vous l'avez devant vous, en regardant bien la **figure 3a**, insérez dans les trous du circuit imprimé les résistances et les condensateurs non polarisés. Puis soudez avec soin les différents fils. Coupez les longueurs excédentaires de ces fils.

Insérez ensuite les huit diodes **DS1** à **DS8**, en faisant bien attention à la polarité, même chose pour les condensateurs électrolytiques. Insérez les différents supports des circuits intégrés **IC1** à **IC4** et soudez leurs broches, en ne faisant aucune soudure froide (le tinol doit bien couler et rester clair). Insérez la LED **LD1** et soudez les fils de la prise de pile sur les pastilles.

Prenez le boîtier (voir figure 1), faites deux trous dans la partie frontale, un pour la LED **LD1** et un pour le commutateur **S1(AB)** (pour le commutateur voir figure 3a). Reliez-le avec des fils aux pastilles du circuit imprimé. Naturellement préparez les fils de la LED et du commutateur d'une longueur suffisante pour pouvoir fermer et ouvrir facilement le boîtier.

Vissez le commutateur au boîtier, mettez le clip à la LED et insérez la pile. Mettez le commutateur en troisième position et, si vous approchez un tournevis en fer du solénoïde, vous sentirez une certaine force s'exercer sur le tournevis (une demi heure on et une demi heure off). Ou bien, si vous disposez de notre mesureur de Gauss, vous verrez l'activité magnétique de manière encore plus évidente.

#### Deux notes sur ce petit objet

- Il rend l'endormissement plus facile.
- Il permet un sommeil prolongé et agréable... sans médicaments.

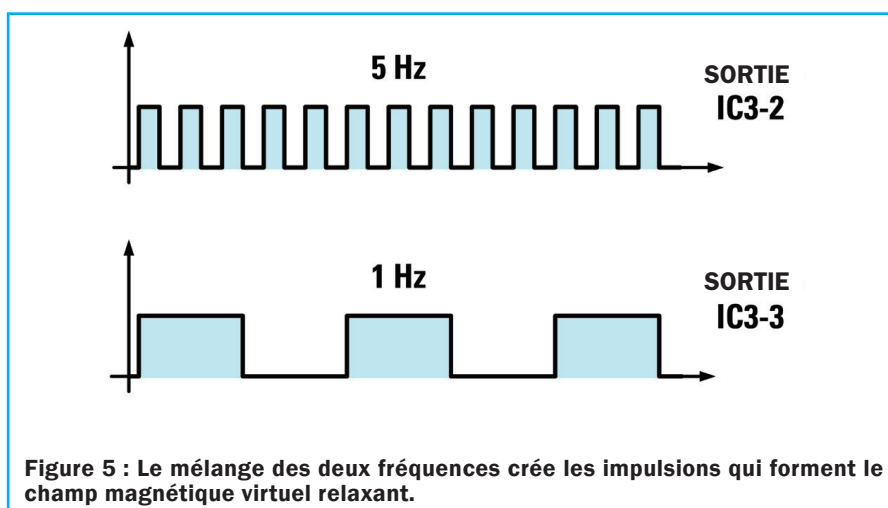


Figure 5 : Le mélange des deux fréquences crée les impulsions qui forment le champ magnétique virtuel relaxant.

Actuellement on ne lui connaît aucun effet collatéral ou désagréable pour la santé.

**Naturellement en cas du moindre doute, consultez votre médecin traitant.**

Excusez-nous pour cette plaisanterie, mais si votre belle-mère vous perturbe avec ses insomnies, n'est-il pas temps d'essayer d'y remédier avec ce petit investissement ?

#### Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire de l'inducteur magnétique du sommeil **EN1797** est disponible auprès des annonceurs. Les typons des circuits imprimés sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» ELM122. ♦

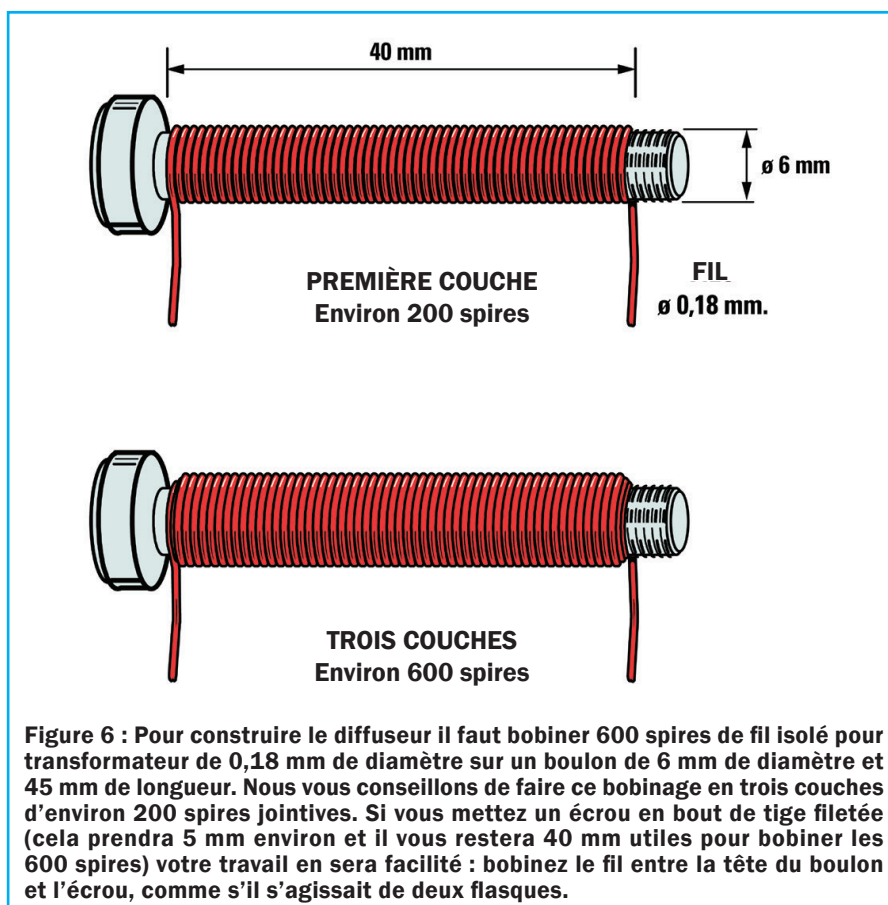


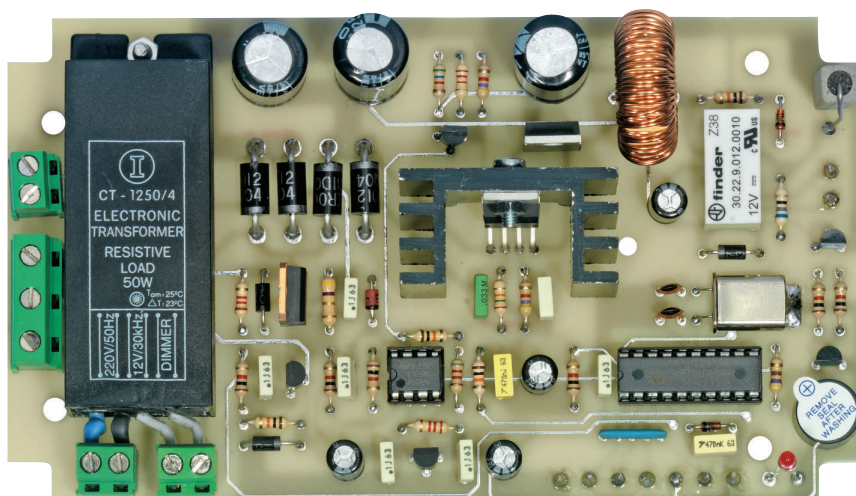
Figure 6 : Pour construire le diffuseur il faut bobiner 600 spires de fil isolé pour transformateur de 0,18 mm de diamètre sur un boulon de 6 mm de diamètre et 45 mm de longueur. Nous vous conseillons de faire ce bobinage en trois couches d'environ 200 spires jointives. Si vous mettez un écrou en bout de tige filetée (cela prendra 5 mm environ et il vous restera 40 mm utiles pour bobiner les 600 spires) votre travail en sera facilité : bobinez le fil entre la tête du boulon et l'écrou, comme s'il s'agissait de deux flasques.

# LTSpice

## pour apprendre à simuler vos circuits

### Deuxième Leçon

La simulation Spice est née avec les circuits intégrés et maintenant, grâce au programme LTSpice, elle est accessible à tous. Comment l'utiliser ? Avec ce Cours nous cherchons à répondre à cette question de manière simple et didactique.



**D**ans le numéro **118 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** (page 87) nous vous avons fait une promesse : « Si le sujet vous intéresse, nous vous proposerons un cours consacré au LTSpice ». Cette promesse, nous l'avons respectée avec l'article **LTSpice** du précédent numéro **d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**, numéro **121**. Aujourd'hui voici la deuxième partie ou la deuxième Leçon (comme vous voudrez) : nous voudrions vous proposer ici la pratique nécessaire pour l'apprentissage de **LTSpice**.

Nous avons souvent des étudiants en stage dans nos laboratoires : ils sont envoyés par les Ecoles supérieures, les IUT ou les Facultés. Une fructueuse collaboration avec leurs professeurs et nous s'est depuis longtemps instaurée et, aussi bien sur les questions théoriques que sur les problèmes pratiques, nous échangeons des idées et des procédés.

Hélas, avec les restrictions budgétaires, les heures de laboratoire sont toujours davantage rognées et l'utilisation du **Spice** permet de faire un minimum de pratique pour comprendre les circuits. Les récentes directives pour l'**enseignement de l'électronique** prescrivent d'enseigner, à côté de la théorie traditionnelle, la **simulation** et la vérification avec **Spice**, ce qui rend disponibles les fichiers utilisés.

Nous expliquons **Spice** aux stagiaires en les faisant travailler sur nos circuits, nous leur apprenons à simuler en totalité ou en partie le circuit choisi afin qu'ils acquièrent les principes. Ensuite on procède au montage, aux vérifications instrumentales et on compare les résultats pratiques et théoriques.

Tout cela nous a amenés à modifier le paramétrage du Cours dans lequel nous avons inséré des expériences pratiques à propos des techniques de conception des circuits... et vous aurez une petite surprise dont nous parlerons à la fin de cet article.

Dans cette optique de facilitation de l'expérimentation pratique des circuits simulés, nous vous proposerons d'ailleurs bientôt une nouvelle version du **minilab** qui se prête fort bien au test des circuits simulés. Mais d'abord un petit éclaircissement sur la terminologie : on dit **Spice** quand on se réfère de manière générale à cette technique de simulation et **LTSpice** quand on se réfère au programme que nous avons choisi d'utiliser pour cette série d'articles.

Certains lecteurs curieux nous ont demandé "à quoi sert de simuler un circuit ?", les raisons fondamentales sont : la simulation évite les pertes de temps et d'argent.



L'utilisation de **Spice** est davantage interactive et elle permet de trouver les erreurs de montage grossières.

La simulation d'un amplificateur à lampes ou à semi-conducteurs nous permet d'évaluer les consommations et de commander le "bon" transformateur d'alimentation bien dimensionné.

Une idée pour un montage peut être vérifiée rapidement et, si le montage fonctionne, on passe à la pratique. On a, par exemple, la possibilité d'évaluer les effets du vieillissement des condensateurs en changeant la résistance série dans son modèle.

Vous voulez concevoir un nouveau circuit, téléchargez les modèles des composants et familiarisez-vous avec le fonctionnement, évaluez les composants et commandez-les ensuite.

En attendant leur livraison, vous étudiez le circuit à fond, ce qui vous fera acquérir des connaissances supplémentaires qui vous seront très utiles lors de la phase des essais.

Simuler des mesures sophistiquées sur le circuit quand on ne dispose pas des instruments adéquats : comme par exemple l'étude d'un réseau de stabilisation dans un système de réaction.

Dans ce cas il vous faudrait un analyseur de réseau, or la simulation permet de se faire une idée théorique des valeurs et cela accélère la mise au point sur le banc de travail.

Si cette résistance s'ouvre, si ce condensateur entre en court-circuit : que se passe-t-il dans le circuit ? Imaginez les risques si vous faisiez ces essais réellement sur le circuit avec les hautes tensions et les courants... avec la simulation on n'endommage rien !

À partir du précédent **Spice1** – l'ancêtre – sont nés différents simulateurs commerciaux avec leurs particularités : nous avons choisi **LTS** car il est dans le domaine public et il est largement utilisé par la communauté des concepteurs.

De nombreuses notions peuvent facilement être utilisées, même pour d'autres **Spice** du commerce.

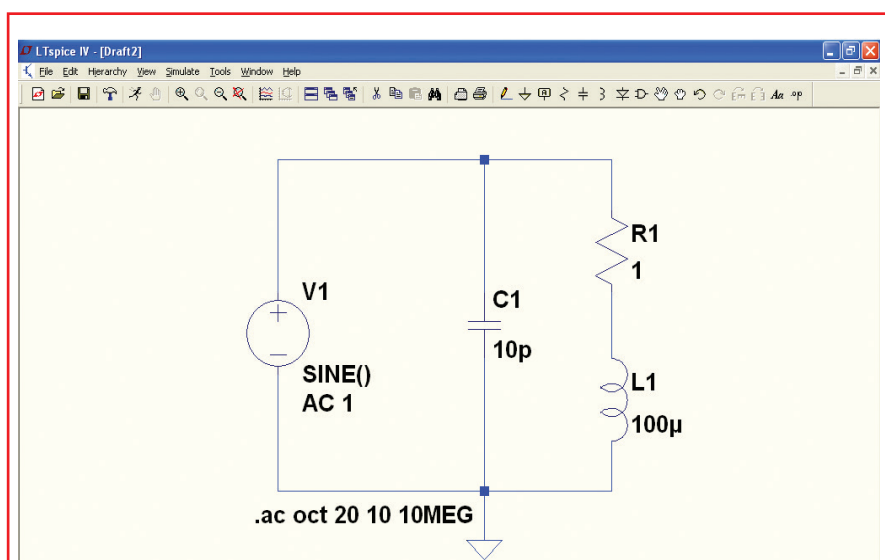


Figure 1 : Nous pouvons voir ici le circuit équivalent d'un inducteur haute fréquence.

## Modèle des transformateurs avec inductance de fuite

La procédure expliquée dans le précédent article est générique et elle trouve application dans de nombreux domaines : on peut l'utiliser pour modéliser les transformateurs RF (radiofréquence), les transformateurs d'alimentation et les transformateurs de sortie pour amplificateurs à tubes.

Les transformateurs ont une inductance de fuite et pour l'insérer dans le modèle il existe deux méthodes. Insérer une inductance en série à chaque

enroulement ou bien en tenir compte dans le coefficient de couplage **K** (lequel devient inférieur à 1).

L'inductance de fuite **Ld** est liée à l'inductance de l'enroulement **L** et au coefficient de **K** par l'équation :

$$L_d = L \times (1 - K^2)$$

On mesure la valeur instrumentalement et on trouve la valeur **K** à insérer dans le simulateur avec la formule :

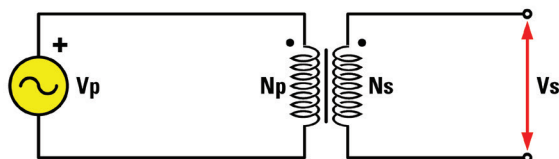
$$K = \sqrt{(1 - L_d/L)}$$

en pratique la valeur de **K** varie entre **0,98** et **0,95**.

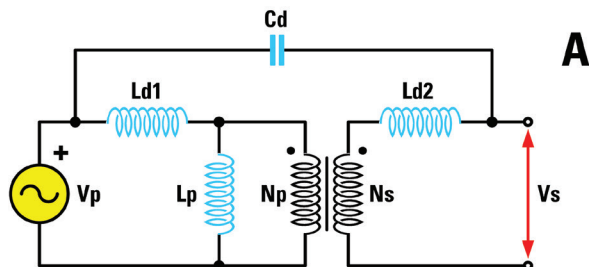


Figure 2 : Voyons l'allure de l'impédance en fonction de la fréquence.

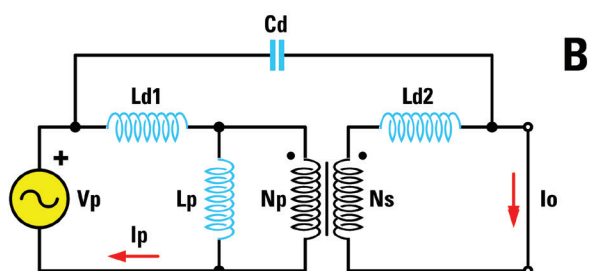
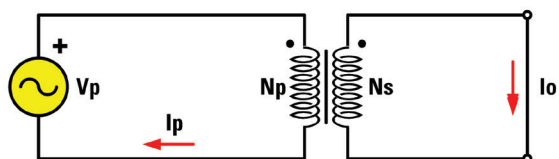
## Circuit à l'essai



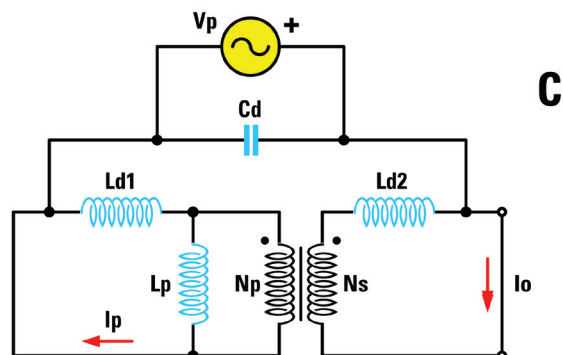
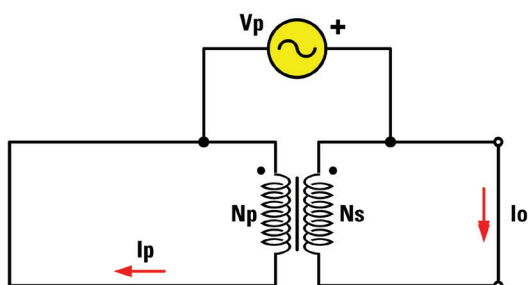
## Circuit équivalent



A) Mesure du rapport de transformation et de l'inductance avec secondaire ouvert



B) Mesure de l'inductance de fuite avec secondaire en court-circuit



C) Mesure de la capacité parasite entre primaire et secondaire

Il est en général préférable de simuler le montage avec le composant idéal c'est-à-dire  $K = 1$  et ensuite d'introduire l'effet de l'inductance parasite. Cette façon de faire permet d'évaluer les effets de l'inductance parasite avec une précision supérieure.

### Le modèle complet d'un transformateur

Le modèle de transformateur présenté dans le précédent article est idéal pour

90% des circuits. Ce type de modèle ralentit un peu la simulation et peut donner lieu à des problèmes de convergence.

Dans certains cas, pour mettre à profit toute la puissance de calcul de **LTS**, comme par exemple pour l'étude du réseau de compensation d'une alimentation à commutation, on a besoin d'un modèle de transformateur plus proche de la réalité physique et qui soit utilisable même dans les convertisseurs continu-continu (DC-DC converters). En faisant une série de mesures sur le composant réel, on parvient à

construire un modèle assez proche de la réalité physique. Pour simplifier, nous prendrons un transformateur avec deux enroulements : il est facilement généralisable aux transformateurs à plusieurs enroulements.

### Le circuit équivalent d'un inducteur

Les mesures d'inductance se font habituellement à une seule fréquence (1 kHz) en utilisant un pont RCL.

La figure 1 nous montre le circuit équivalent de l'inductance en haute fréquence.

Il s'agit d'un circuit résonant parallèle et faire les mesures à une seule fréquence pourrait introduire des erreurs significatives en fonction de l'endroit où nous nous positionnons sur la courbe d'impédance.

Les valeurs utilisées sont arbitraires pour satisfaire aux nécessités de la simulation. Comme vous pouvez facilement l'imaginer, quand on change la fréquence du générateur on trouve un point de résonance. En simulant nous obtenons la courbe de la figure 2.

Si nous regardons l'allure de l'impédance en fonction de la fréquence, nous pouvons distinguer trois zones différentes :

- zone résistive : nous n'avons pas de changement de l'impédance, mais seulement une résistance pure liée à la dissipation du circuit.
- zone inductive : **L** prévaut sur **C**, l'impédance augmente avec la fréquence. L'inductance est mesurée dans cette région.
- zone capacitive : **C** dépasse **L** et l'impédance diminue quand la fréquence augmente.

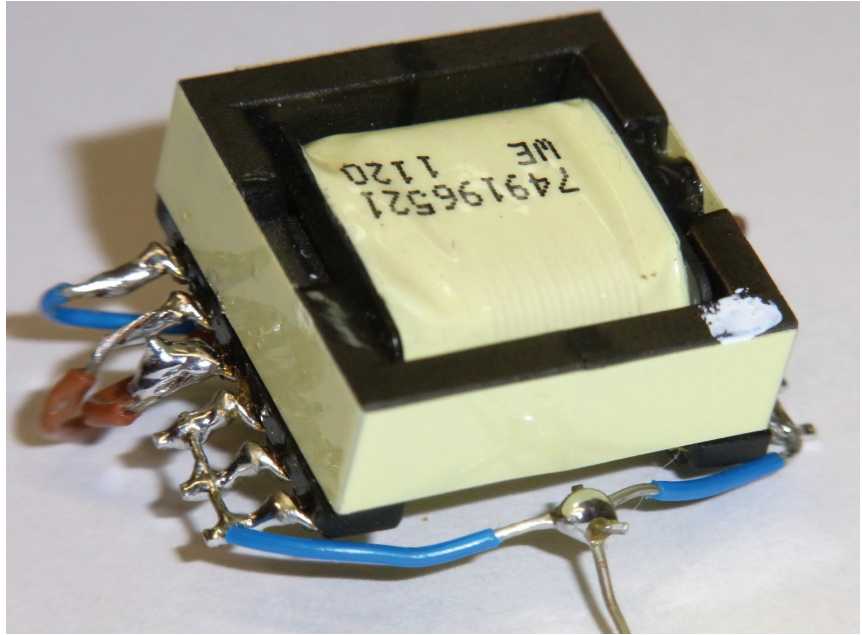


Figure 4 : Sur la photo du transformateur utilisé pour les mesures, on remarque les fils de liaison.

Avec un pont RLC, il faut faire les mesures à deux fréquences différentes dans la zone **1-10 kHz** et vérifier que l'inductance ne varie pas significativement.

Si l'inductance varie beaucoup, vous êtes sur un point quelconque de la zone inductive, faites les corrections de la fréquence nécessaires. En figure 2 en haut, dans le graphique nous voyons que pour visualiser l'impédance du circuit en fonc-

tion de la fréquence on utilise la formule **Vn(001) / I(V1)**. En pratique la tension aux extrémités du dipôle (au nœud 001) est divisée par le courant qui traverse le générateur de tension.

Vous trouverez un approfondissement du Cours AEPZ sur les circuits résonants dans le numéro **116 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** Facteur **Q** : quelques éclaircissements.

### Propriétés électriques

Propriétés	Conditions de test		Valeur	Unité	Tol.
Inductance	10 kHz / 1 V	$L_{base}$	12,0	$\mu H$	$\pm 20\%$
Courant de saturation	$ \Delta L/L  < 10\%$	$I_{sat base}$	1,73	A	typ.
Courant nominal	$\Delta T = 40 K$	$I_{rms base}$	1,70	A	typ.
Résistance DC	@ 20 °C	$R_{DC base}$	71,1	m $\Omega$	max.
Aire tension temps <sup>1</sup>		$\int U dt$	98,4	$\mu Vs$	max.
Energie stockée		$E_{peak base}$	16,07	$\mu J$	typ.
Inductance de fuite	10 kHz / 1 V	$L_s base$	0,24	$\mu H$	typ.
Rigidité diélectrique	3 mA/1sec	HV	500	V <sub>DC</sub>	

<sup>1</sup>Aire minimale "tension-temps" pouvant être transférée au secondaire à vide sans saturation, dans le cas d'impulsions unipolaires.

Tableau 1 : Les caractéristiques du transformateur utilisé pour les mesures sont tirées de la documentation Wurth.



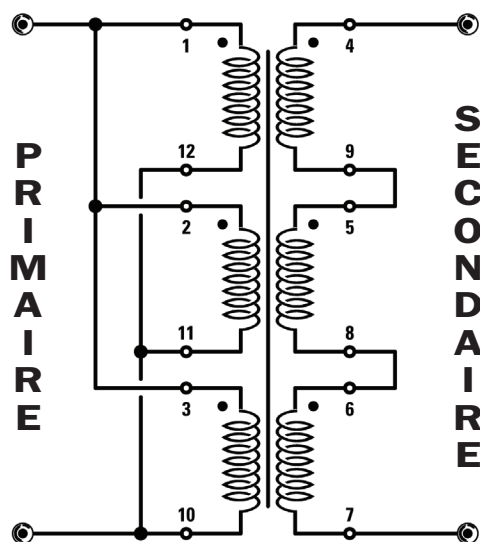


Figure 5 : Connexion du transformateur pour les mesures avec les primaires en série et les secondaires en parallèle.

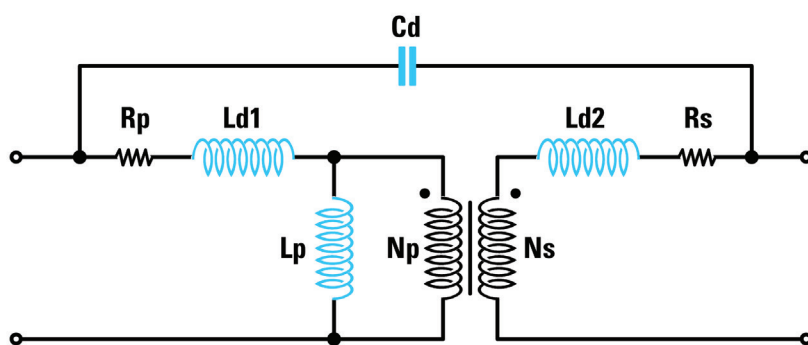


Figure 6 : Le modèle complet du transformateur, capacité parasite Cd comprise.

## Déterminer les valeurs physiques du transformateur à deux enroulements

En figure 3 nous voyons le modèle de ce qu'on appelle parfois transformateur en "T".

Ce type de modèle est le préféré pour la simulation des alimentations à découpage, car le modèle du transformateur qui utilise un  $K$  différent de 1 crée parfois des problèmes de convergence.

Nous vous apprenons à trouver les valeurs nécessaires. Le modèle est développé autour d'un transformateur idéal avec rapport de transformation  $n$  et les différentes composantes :

**Ld1** inductance de fuite de l'enroulement primaire

**Ld2** inductance de fuite de l'enroulement secondaire

**Lp** inductance de l'enroulement primaire

**Cd** capacité de couplage entre les enroulements primaires et secondaires.

En figure 4 sur la photo du transformateur utilisé pour les mesures, on remarque les fils de liaison.

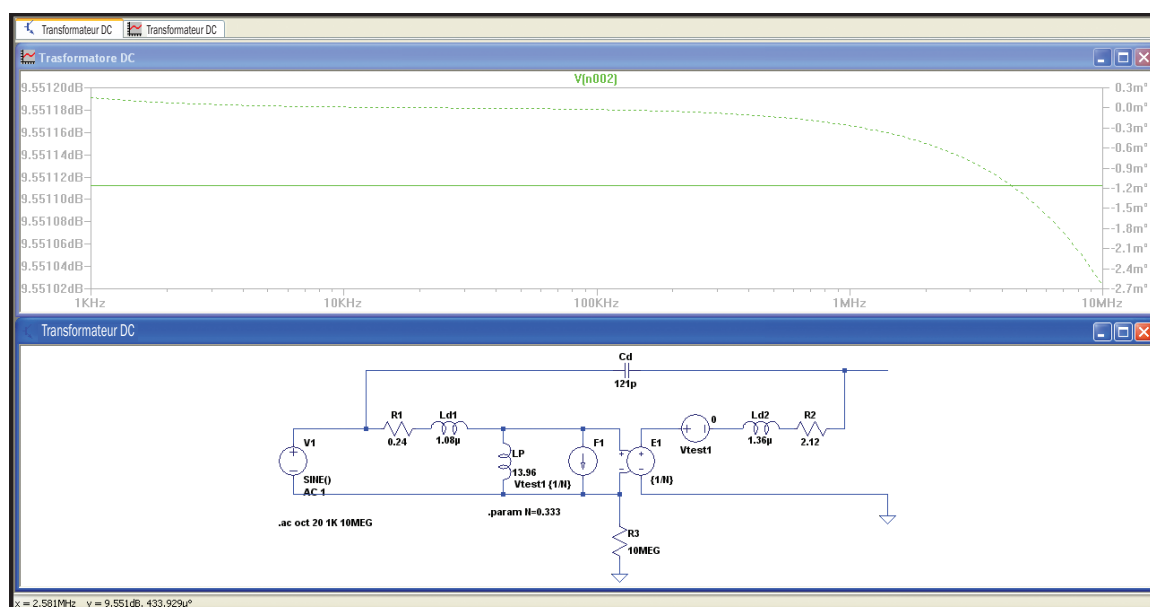


Figure 7 : Le circuit utilisé pour simuler et sa réponse en fréquence.

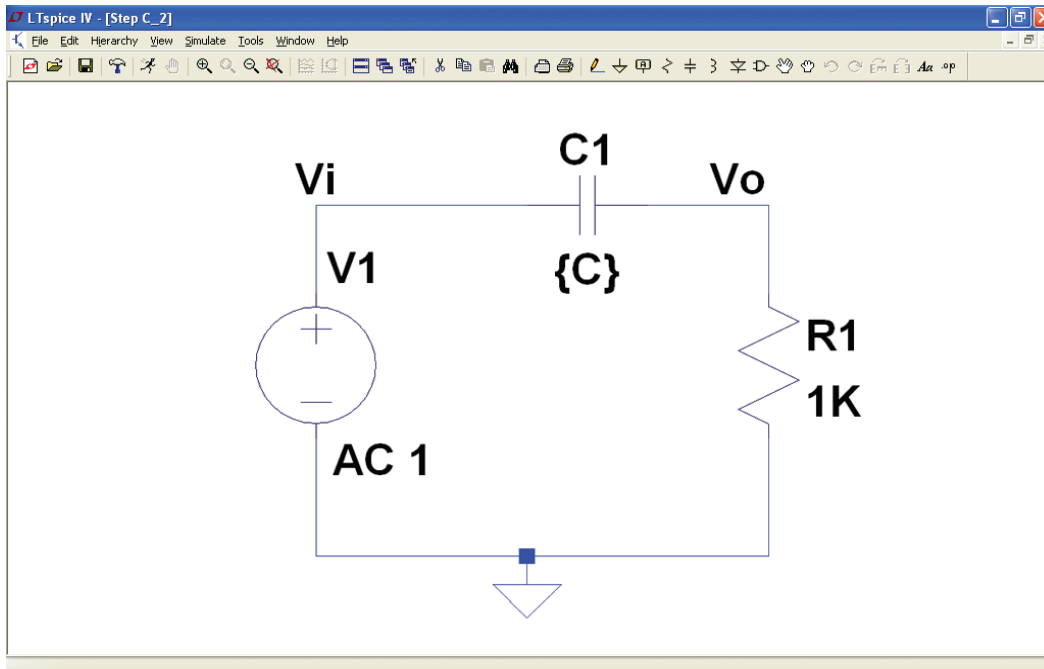


Figure 8 : Le schéma du filtre passe-bas utilisé pour étudier l'utilisation de la fonction .step

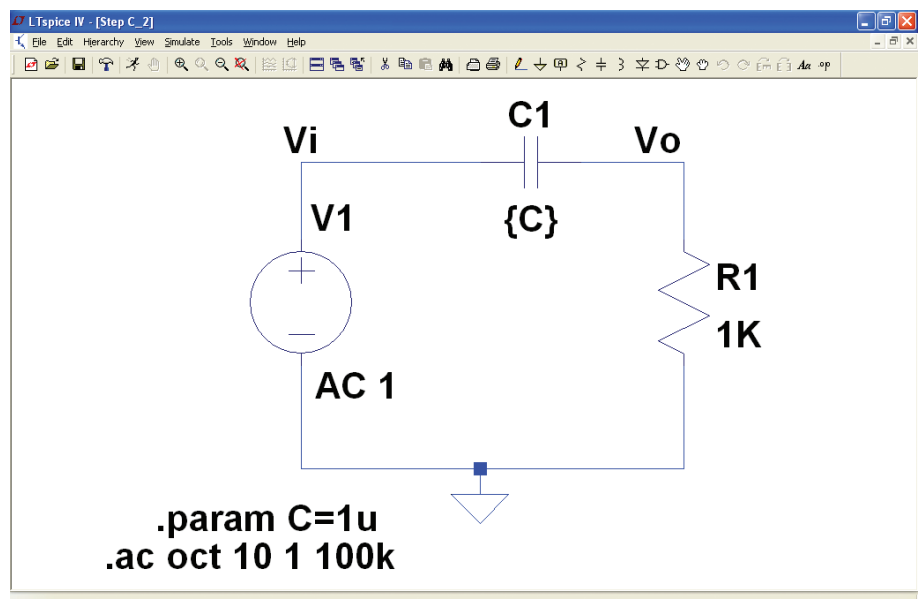


Figure 9 : Le circuit complet avec toutes les directives prêt pour la simulation

### La procédure à appliquer est la suivante

- Injecter un signal sinusoïdal au primaire du transformateur et mesurer la tension au secondaire avec secondaire ouvert.

Avec la formule  $N = N_p / N_s = V_p / V_s$  cette mesure ignore  $L_d$  négligeable par rapport à  $L_p$  (voir la figure 3a).

- Mesurer l'inductance primaire à 1 kHz et nous aurons l'inductance  $L_{pss}$ .

- Répéter la mesure avec un pas de 2 avec le secondaire en court-circuit (voir la figure 4b).

Faire la mesure à deux fréquences et vérifier que l'inductance ne varie pas de manière significative.

Nous appellerons la valeur trouvée  $L_{pss}$ .

- Calculer le facteur  $K$  avec la formule  $K = \sqrt{(1 - L_{pss} / L_{pso})}$ .

- Trouver  $L_{d1} = (1 - K) \times L_{pso}$ .

- Calculer  $L_{d2} = (1 - K) \times L_{pss} \times 1/N_2^2$ .

Enfin nous pouvons calculer l'inductance primaire avec la formule :

$$L_p = K \times L_{pso}$$

Mesurer la capacité  $C_d$  en suivant le schéma de la figure D-C.

Voyons maintenant une application pratique de cette procédure en utilisant un transformateur **Würth** de la série WE-FLEX 749196521 que vous pouvez voir sur la photo de la figure 4. Les caractéristiques techniques sont données dans le Tableau 1. Nous avons choisi le transformateur élévateur 1 : 3 en le

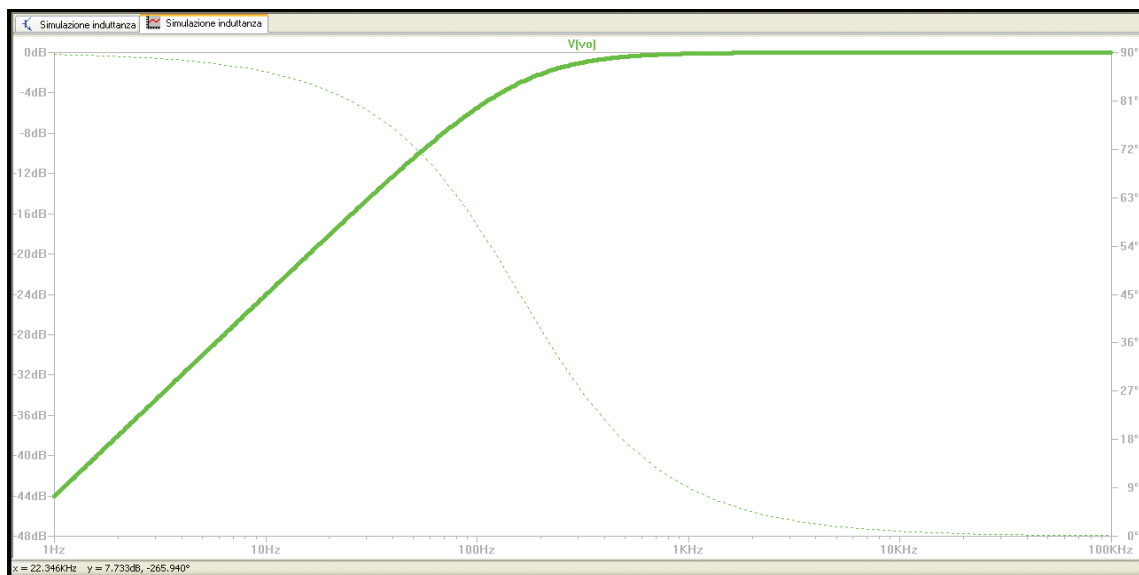


Figure 10 : Réponse en fréquence avec C1 = 1 μF

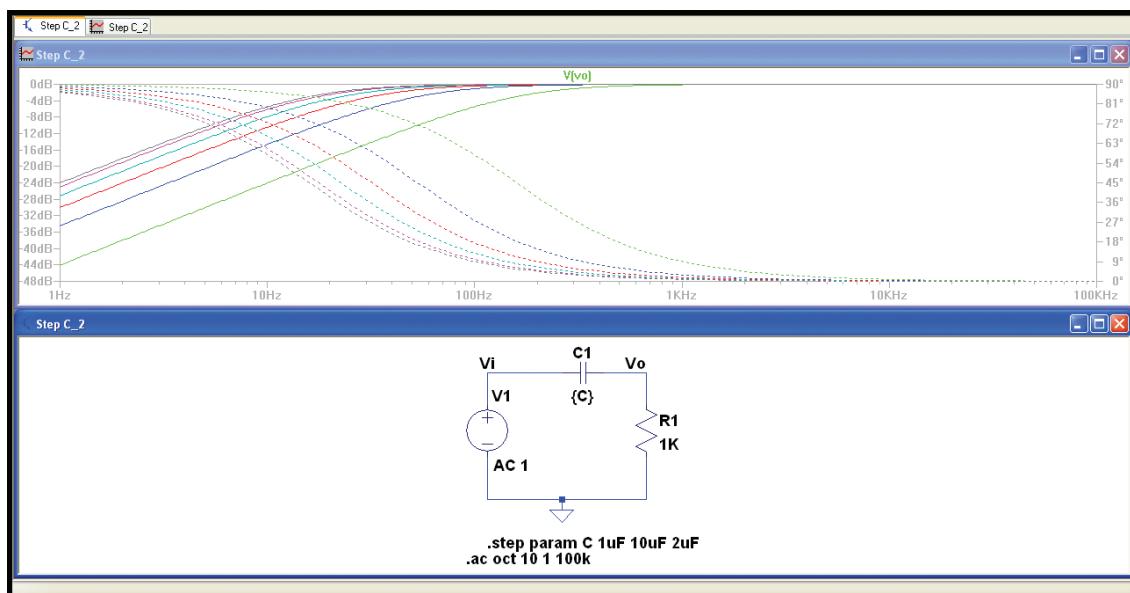


Figure 11 : Réponse en fréquence par valeurs de C1 qui passe de 1 μF à 10 μF au pas de 2 μF.

connectant, comme le montre la figure 5, avec les primaires en parallèle et les secondaires en série. Du fait des caractéristiques du transformateur, l'inductance primaire est égale à la **Lbase = 12 μH**. Pour faire les mesures, nous utilisons notre mesureur de **ZRLC EN1746** et nous allons vous expliquer prochainement comment faire la mesure. Regardons les schémas de mesure de la figure 3. On voit un générateur sinusoïdal  $V_p$ , car les mesures d'inductance et de capacité peuvent être faites avec la méthode voltampèremétrique. Dans la pratique cette méthode est compliquée et on préfère utiliser un pont RCL.

- Nous sautons le premier pas car nous connaissons le rapport entre spires.

- Mesurons l'inductance primaire à **1 kHz** avec secondaire ouvert : nous avons **Lpso = 15,05 μH**.

- Avec le secondaire en court-circuit, mesurons l'inductance : nous obtenons **Lpss = 2,1 μH** à 1 kHz (des vérifications à d'autres fréquences ont été faites).

- Calculons **K** avec la formule :

$$K = \sqrt{(1 - (L_{pss} / L_{pso}))} \\ = \sqrt{(1 - (2,1 / 15,05))} = 0,9276.$$

- Calculons **Ld1** avec la formule :

$$L_{d1} = (1 - K) \times L_{pso} = (1 - 0,9276) \times 15,05 \\ = 1,08 \mu H.$$

- Calculons **Ld2** :

$$L_{d2} = (1 - K) \times L_{pss} \times 1/N_2 \\ = (1 - 0,9276) \times 2,1 \times 1/0,3332 \\ = 1,36 \mu H.$$

- Enfin nous pouvons calculer l'inductance primaire avec la formule :

$$L_p = K \times L_{pso} \\ = 0,9276 \times 15,05 = 13,96 \mu H.$$



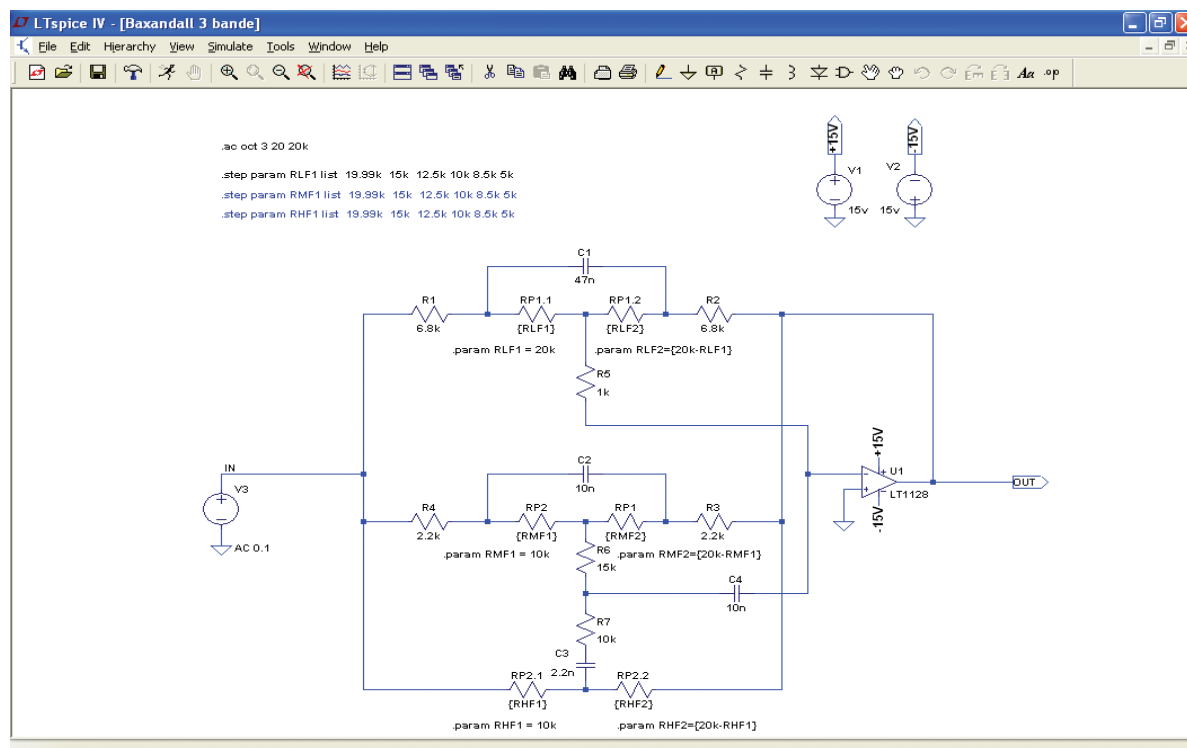


Figure 12 : Schéma d'un triple contrôle de tonalité Baxandall.

- Mesurons **Cd** avec **EN1746** : nous obtenons **121 pF**.

Avec un ohmmètre, mesurons la résistance primaire  $R_p = 0,24 \Omega$  et la résistance secondaire  $R_s = 2,12 \Omega$ . Le modèle résultant devient celui de la figure 6. Construisons le modèle correspondant et simulons-le : nous obtenons une réponse en fréquence comme la montre la figure 7

### Step (pas) des paramètres

Comme promis dans le précédent article, expliquons l'utilisation de la fonction Spice **step**. Si le concepteur doit examiner le circuit lorsqu'un paramètre varie, comme par exemple la valeur d'une résistance, il doit changer manuellement la valeur et simuler chaque fois. Une méthode plus simple et plus rapide consiste à utiliser la fonction **step**.

Cette fonction provoque la répétition de l'analyse quand le step (pas) de température est fait, ou le paramétrage d'un modèle ou encore un générateur indépendant. Comme exemple d'application, prenons le circuit de la figure 8 : un filtre

passé-haut du premier ordre dont la fréquence de coupure est de :

$$F_1 = 1 / (2 \times 3,14 \times R \times C).$$

On note que le générateur **V1** a été paramétré pour l'analyse en **AC** (alternatif) avec **AC = 1** pour générer le diagramme de Bode.

La valeur de **C1** a été mise entre parenthèses {C}, afin d'indiquer que cette valeur est devenue un paramètre. Supposons que **C1** ait pour valeur **1μF** : pour donner la valeur, il suffit d'écrire sur le schéma la fonction **.param C=1μ**.

Supposons que l'on veuille faire l'analyse **AC** (alternatif) en paramétrant **.ac 10 1 100 k** : nous obtenons ce que montre le schéma de la figure 9.

Simulons le circuit : nous obtenons la réponse d'un filtre passé-haut avec une fréquence de coupure d'environ **160 Hz** comme le montre la figure 10.

Supposons que l'on souhaite essayer le circuit avec 5 valeurs de capacité de **1 μF à 10 μF** au pas **2 μF**. La manière la plus simple de procéder est d'utiliser la fonction **.step param C 1μ 10μ 2μ**.

L'augmentation de la capacité est de type linéaire. Le résultat est montré par la figure 11 où l'on voit que la fréquence de coupure décroît d'environ **160 à 16 Hz** avec l'augmentation de la capacité.

La capacité peut être augmentée de façon logarithmique avec des intervalles en décades ou en octaves. Supposons que l'on désire augmenter **C** de manière logarithmique de **100 nF à 1 μF** avec 8 pas par décades : la fonction devient **.step dec param C 100nF 1μF 8**.

Les valeurs peuvent être insérées sous forme de liste **.step param C list 0.47μ 1μ 2.2μ 10μ**. Nous vous laissons tester par vous-mêmes cette dernière solution.

### Contrôle de tonalité Baxandall

Essayons maintenant de faire une simulation un tant soit peu complexe en utilisant un schéma extrait d'un livre, comme vous pouvez le voir sur la figure 12. Il s'agit d'un triple contrôle de tonalité actif de type **Baxandall** réalisé

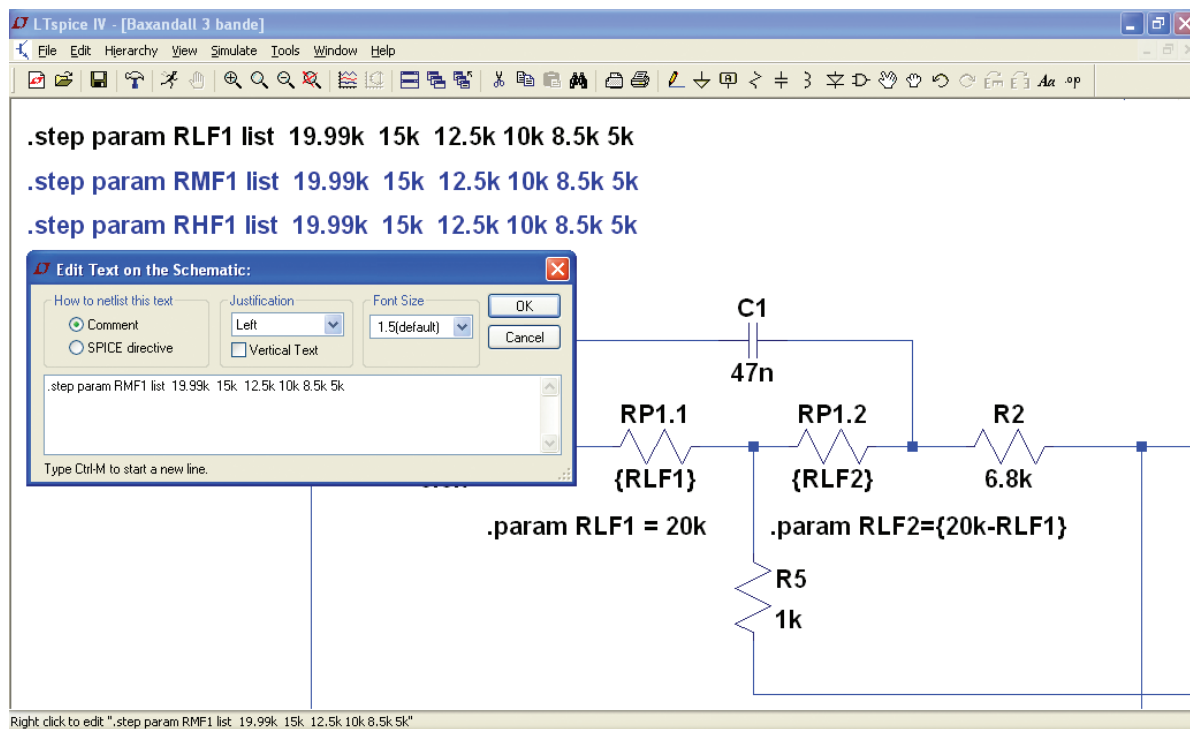


Figure 13 : Comment transformer une ligne de texte en fonction Spice.

avec un seul amplificateur opérationnel : son atténuation est de  $\pm 12$  dB pour chaque bande.

À la place des potentiomètres on a utilisé deux résistances dont la valeur est paramétrée comme par exemple **RP1** où **RP1.1** varie avec la valeur que nous faisons prendre au paramètre. **RP1.2** varie suivant l'équation **RLF2 = {20k - RLF1}** : en fait, avec cet artifice nous simulons un potentiomètre.

La fonction Spice pour faire varier le potentiomètre **RP1** prend la forme **.step param RLF1 list 19.99 k 15 k 12,5 k 10 k 8,5 k 5 k** ; sur le schéma on a aussi les fonctions pour les deux autres potentiomètres.

Pour éviter des graphiques chaotiques, les analyses pour les mediums et les aigus ont été désactivées et transformées en commentaires ("comments") en bleu (les directives Spice sont en noir).

Comme le montre la figure 12, il suffit pour l'activer de cocher **spice directives**.

Dans le graphique de la figure 13, nous pouvons voir la réponse dans les graves de la valeur du potentiomètre.

Le test des mediums et des aigus vous est proposé comme exercice.

## Ressources

Le CD est fourni avec les fichiers mis à jour à la première leçon du cours, les mises à jour suivantes seront à télécharger sur ce site :

<http://genius.nuovaelettronica.it/corso-ltspice/>

Cliquez sur LTSpice prima puntata et télécharger la version.

Dans le précédent article des liens importants se sont égarés... Sur le site **Linear Technology** vous pourrez télécharger **LTSpice** et toute la documentation de support :

<http://www.linear.com/designtools/software/#LTspice>

LT a produit aussi une série de vidéos en anglais fort intéressantes :

<http://video.linear.com/all-ltspice>

## Conclusions

La matière présentée ici est un tantinet austère, ne vous découragez pas et essayez les circuits fournis : amusez-vous à changer les valeurs des composants, vous serez généreusement payés en retour en terme de connaissances acquises.

Dans les prochains numéros d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** nous continuerons ce cours en vous expliquant d'autres importantes fonctions de **LTS**.

## Comment se procurer ce logiciel

Le CD-Rom **CDR01.9** contenant la version installable du programme LTSpice est disponibles auprès des annonceurs dans notre revue. Les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables sur notre site Internet dans la catégorie «**Revues**», «**page**» ELM122. ♦

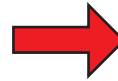
# ABONNEZ-VOUS

**OUI,**

Je m'abonne à

**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 123 ou supérieur



N°

E0122

Ci-joint mon règlement de ..... € correspondant à un abonnement de 4 revues Annuel

Règlement CB directement sur le site [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com) rubrique Abonnement

Adresser mon abonnement à :

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

Tél. .... e-mail .....

Date, le .....

Signature obligatoire ▷

L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de 50% de remise\*\* sur les CD-ROM des anciens numéros

## TARIFS FRANCE

☐ 4 numéros 28€,00

## TARIFS CEE/EUROPE

☐ 4 numéros 32€,00

## DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE:

NOUS CONSULTER SUR  
[www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)  
rubrique Abonnement

POUR TOUT CHANGEMENT  
D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE  
NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO  
D'ABONNÉ (INSCRIT SUR  
L'EMBALLAGE)

## Bulletin à retourner à: JMJ – Abo. ELM

B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE - Tél. 0820 820 534 - Fax 0820 820 722

### Directeur de Publication

#### Rédacteur en chef

Jean Marc MOSCATI

redaction@electronique-magazine.com

### Direction - Administration

JMJ éditions

B.P. 20025

13720 LA BOUILLADISSE

Tél.: 0820 820 534

### Secrétariat - Abonnements

#### Petites-annonces - Ventes

A la revue

#### Vente au numéro

A la revue

#### Publicité

A la revue

### Maquette - Illustration

#### Composition - Photogravure

JMJ éditions sarl

#### Impression

Print Courtage

25 Bd Bouès

13003 Marseille

#### Distribution

NMPP

### Hot Line Technique

0820 820 534 \*

du lundi au vendredi de 16 h à 18 h

#### Web

[www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com)

#### e-mail

info@electronique-magazine.com

\* prix d'un appel local

### JMJ éditions

Sarl au capital social de 7800 €

RCS MARSEILLE: 421 860 925

APE 221E

Commission paritaire: 1015T79056

ISSN: 1295-9693

Dépôt légal à parution

**ELECTRONIQUE**  
ET LOISIRS  
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

EST RÉALISÉ  
EN COLLABORATION AVEC :

**ELETRONICA**  
NUOVA  
**Electronica In**

## I M P O R T A N T

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.





**Au sommaire :** Amplificateur Hi-Fi stéréo de 200 W à très faible distorsion 0,008%, imaginez maintenant votre musique jouée avec dynamisme et pureté par notre amplificateur-Atténuateur 0,1 MHz à 1 GHz de 1 à 60 dB - Générateur BF de 950 à 1 200 Hz - Impédancemètre dermatologique. Détecteur électronique de points d'acupuncture - Impédancemètre USB - Barrière à rayons infrarouges - Trois LED pour une thérapie photodynamique, cet appareil peut être utilisé par tout le monde, les rayons infrarouges ont un effet bénéfique sur l'épiderme - Test de contrôle de la vue - Nos lecteurs ont du génie - Vibrato pour instruments de musique - Système d'alarme par "FIL coupé". Etc...



**Au sommaire :** Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porté-clé sonore pour MINILAB, avec la commande «Capture», nous vous montrerons comment visualiser sur votre oscilloscope des signaux d'une durée de quelques millièmes de secondes. Capteur infrarouge à réflexion, utile dans de nombreuses applications : contrôle de présence, un interrupteur de proximité etc. Carte USB pour cinq applications et plus - Picocon USB pour mesurer la graisse corporelle - Clé USB électrique pour protéger les jardins et les élevages. - Microphone actif pour améliorer l'audition - Qu'est-ce que la TNT ?



**Au sommaire :** Appareil pour la thérapie SHIATSU-CHROME agissant sur ces points par massage, pour soulager les douleurs et les tensions - Des LED pour créer dans votre maison des effets de lumières enchantées - Une alimentation à tout faire avec transformateurs de récupération ayant un secondaire compris entre 13 et 24 V - Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB - Mesure de fréquence de la persistance rétinienne pour effectuer des tests très utiles pour mieux connaître l'état de votre vue - Coussinet diffuseur pour la magnétothérapie, vous aurez la possibilité de soigner des zones plus étendues du corps BF. Etc...



**Au sommaire :** Chargeur de batterie sans fil, recharger vos batteries au plomb - Détecteur de métaux à impulsions - Taser/dissuadeur anti agression, dispositif délivrant des impulsions à haute tension, portable - MINILAB : Lumières psychédéliques à LED - Convertisseur d'ultrasons en sons audibles - Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz - Un automatisme pour faire face aux coupures de courant, ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition - Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur Etc...



**Au sommaire :** Récepteur DRM s'affranchissant des frontières pour l'écoute radio - MINILAB : Lumières psychédéliques Variateur 230 VAC à MOSFET - TESLA la note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement Signalisation d'alarme multifonction cet automatisme simple se prête à de multiples exigences - Sirène-flash anti agression - Alarme anti inondation capacitive, une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique - Facteur Q, leçon d'approfondissement, examinons le Quality Factor des composants électroniques. condensateurs, selfs et des circuits résonants.

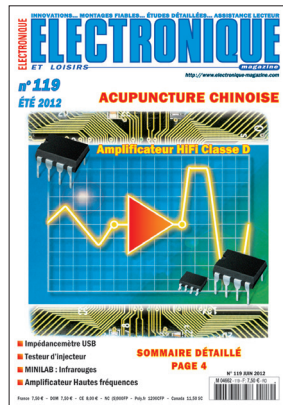
**8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**



**Au sommaire :** Réalisation d'un «Theremin» en version professionnelle - Deux alimentations à découpage avec dimensions réduites et à la possibilité d'obtenir une vaste gamme de tensions - Emetteur FM 88-96 MHz à construire sur la plaque d'essais du Minilab, vous comprendrez comment on émet des ondes radio - Convertisseur N/A/USB, avec ce microscopique convertisseur R2R nous allons transformer notre interface USB EN1741 en convertisseur N/A Numérique/Analogique) - Synthétiseur de 143 MHz à 970 MHz, Nous vous proposons un synthétiseur qui, relié au générateur DDS, peut fournir n'importe quelle fréquence comprise entre 143 MHz et 970 MHz avec une résolution de 10 Hz. - Platine universelle pour LM358 - Antenne active pour ondes courtes. Etc...



**Au sommaire :** Surveiller les fissures des murs avec l'USB - Stand-by (veille) off réactivable avec la télécommande: Réduisez votre facture d'électricité. Mesurer la distorsion avec un simple multimètre - Un selfmètre pour mesurer l'inductance des selfs - Mesurer la température avec le Minilab - Platine universelle pour LM358 (suite) - Nous allons vous proposer en particulier de construire : - un comparateur à fenêtre avec alimentation double - un amplificateur différentiel avec alimentation simple - un sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double un convertisseur tension / courant un comparateur trigger de Schmitt - un intégrateur inverseur - un dérivateur inverseur - un amplificateur pour DDS. Etc...



**Au sommaire :** ÉLECTRORÉFLEX le générateur d'ondes «chinoises» utilisables par les physiothérapeutes, naturopathes, homéopathes, Traitements fonctionnels, traitements utilisés pour contrer les douleurs aiguës de différentes origines - Amplificateur Hi-Fi stéréo 2x20 W en classe D, amplificateur aux dimensions réduites, que vous pourrez relier à votre Ipod, mp3 - Les rayons infrarouges avec le Minilab, expérimentations qui vous aideront à comprendre comment fonctionnent les dispositifs électroniques utilisant ces invisibles radiations électromagnétiques - Impédancemètre USB pour PC Seconde partie, le logiciel - Testeur d'injecteur pour automobile - Les amplificateurs RF à MMIC, très intéressants pour celui qui opère dans le domaine de la radiofréquence. Etc...



**Au sommaire :** Analyseur de spectre pour PC, votre ordinateur peut se transformer en un excellent analyseur de spectre pour la bande audio - MINILAB : un récepteur FM à super-réaction avec une série de propositions d'applications pour le Minilab - Une barre lumineuse à LED pour téléviseur - Amplificateur linéaire RF large bande avec une paire de MOSFET PD55015 - Applications XOR et XNOR avec le programmeur CPLD, dédié aux applications pratiques réalisées avec notre programmeur pour dispositifs CPLD EN1685 - Un montage à ultrasons intéressant - Un antivol à ultrasons - Mini alimentation 9-12-15 V 0,4 A, conçue pour alimenter de petits circuits expérimentaux réclamant une tension de 9-12-15 V et un courant ne dépassant pas 0,4 A. Etc...



**Au sommaire :** Le QR CODE ou code de réponse rapide pour accéder rapidement à des contenus internet - OPEN SOURCE : logiciel open ou free ?, c'est-à-dire les logiciels à code ouvert - La simulation de la 3D, est une technique de réalisation et de visualisation d'images, de dessins, photographies et films - Un micro stéréo préamplifié, disposant de deux canaux indépendants, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite - MINILAB : Expérimenter les CMOS - LTSpice pour apprendre à simuler vos circuits - CHARGEZ les NiCd et NiMH avec votre ALIMENTATION, Il s'agit d'une manière intelligente et écologique de produire de l'énergie - Magnétothérapie RF professionnelle et portable - Le sismographe... ou ces secondes maudites - COURS: Le bruit des résistances. Etc...

**8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)**



# CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

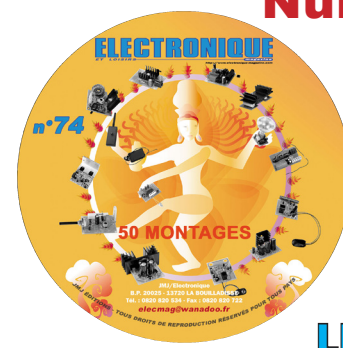
LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

**50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro**



← **COURS**

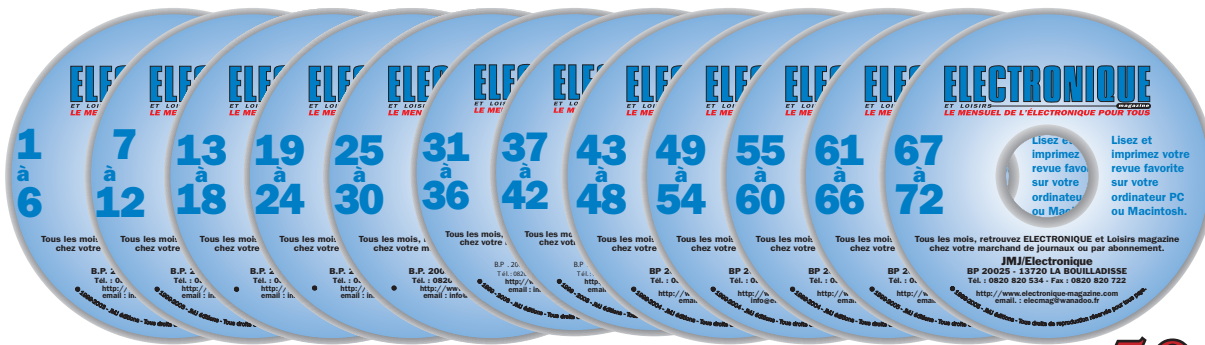
**SOMMAIRE INTERACTIF  
ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**



**Numéros spéciaux  
5.50 €  
l'unité**



**LE CD 6 NUMÉROS 25€**



**50% DE REMISE**

**POUR NOS ABONNÉS**

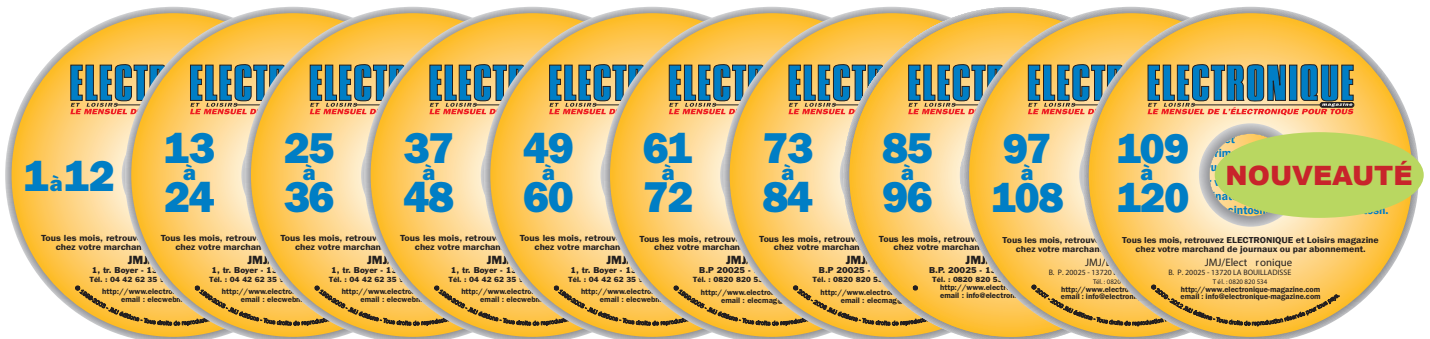
**SUR TOUS LES CD**

**DE 6 ou 12 NUMÉROS**

**LE CD 12 NUMÉROS 45€**



**LE CD 12 NUMÉROS 45€**



**FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (DOM-TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)**

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE règlement par Chèque à l'ordre de JMJ ÉDITIONS  
règlement par Carte Bancaire sur notre site: [www.electronique-magazine.com](http://www.electronique-magazine.com) - Tél.: 0820 820 534



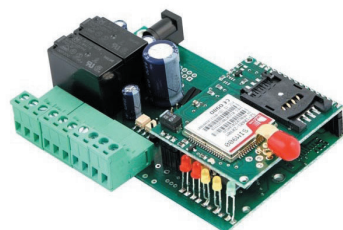
# Dispositifs pour utiliser son téléphone GSM comme télécommande et récepteur d'alarmes



Comélec 03 / 2013 - Prix TTC

## Systèmes de contrôle à distance utilisant les réseaux GSM.

**Installations antivol pour les bâtiments civils et industriels, pour les voitures, contrôle des systèmes de climatisation/chauffage, contrôle de pompes et de systèmes d'irrigation, contrôle d'installations industrielles etc...**



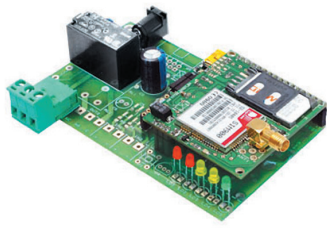
**98,00 €**  
TDG133

**Télécommande bidirectionnelle GSM 2 entrées/2 sorties relais.**

Permet de piloter deux relais à distance (en mode monostable ou bistable) grâce à des messages SMS (sécurisés par mot de passe) envoyés depuis votre téléphone portable.

Mémo-risez jusqu'à huit numéros de téléphone d'appel d'alarme déclenchables

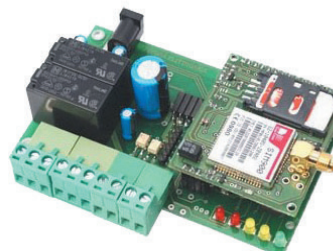
via les 2 entrées. Convient également comme récepteur de système d'accès piloté par 200 numéros de téléphone. Requiert une carte SIM (non incluse).



**93,00 €**  
TDG134

**Télécommande GSM 1 sortie relais.**

Système à utiliser en association avec le système électrique d'ouverture du portail. La fermeture peut être activée en envoyant un appel avec le téléphone portable via la carte Sim insérée sur la platine GSM. L'appel ne coûte rien. Le dispositif enverra une commande à la centrale de contrôle du portail qui procédera à l'ouverture ou la fermeture. Gestion à distance des utilisateurs via SMS (demande de mot de passe d'authentification) ou via le PC local (avec l'interface FT782M en option) avec le logiciel approprié. Alimentation de 9 à 32 Vdc. Le système comprend: le dispositif monté et testé avec le module GSM/GPRS SIM900 et l'antenne. Boîtier en option. Requiert une carte SIM (non incluse).



**109,00 €**  
TDG140

**Télécommande GSM bidirectionnelle 2 entrées/2 sorties relais avec commandes par DTMF ou SMS.**

Système de contrôle à distance bidirectionnel qui utilise le réseau GSM pour activer et contrôler. Possibilité de mémoriser 8 numéros pour l'envoi des alarmes déclenchables via les 2 entrées. Alimentation comprise entre 9 et 32 Vdc.

Applications typiques en mode SMS ou DTMF :

- Installations antivol pour les bâtiments civils et industriels.
- Installations antivol pour voitures
- Contrôle des systèmes de climatisation /chauffage.
- Contrôle de pompes et de systèmes d'irrigation.
- Contrôle d'installations industrielles. (carte SIM non incluse).



**179,00 €**  
TDG135

**Télécommande bidirectionnelle GSM 2 entrées/2 sorties relais avec composeur téléphonique.**

Utilisé dans le secteur de la sécurité et de l'automatisme à distance, il dispose de 2 entrées optoisolées et de 2 sorties relais contrôlables par DTMF, appel téléphonique (menu vocal guidé) et commande SMS. Les deux sorties peuvent être utilisées pour gérer à distance des dispositifs divers tels que des lumières, moteurs, etc... Le dispositif offre la possibilité de mémoriser 8 numéros de téléphone pour l'envoi de message d'alarme par appel téléphonique ou sms. La gestion des paramètres peut être faite à distance par SMS ou en local via un PC avec le logiciel adéquat (nécessite une interface USB). L'utilisateur peut personnaliser les messages vocaux et les écouter à l'aide du petit HP incorporé. Boîtier en option, carte SIM non incluse.