

HORS  
SERIE

ELECTRONIQUE PRATIQUE

# MICROS ROBOTS

N°2 NOVEMBRE 2001 30F/4,57€

A RÉALISER : Piloté par un  
68 HC 11, il se dirige tout seul.



## BIEN VIVRE AVEC LES ROBOTS

i-CYBIE de Tiger, il sait tout faire.

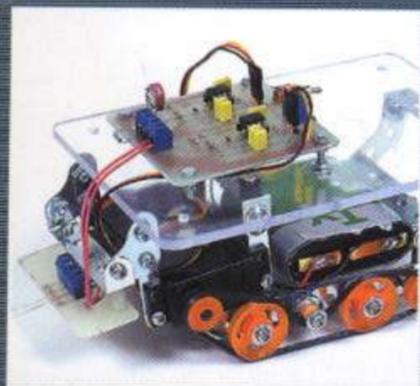


### DÉBUTER DANS LA CONSTRUCTION :

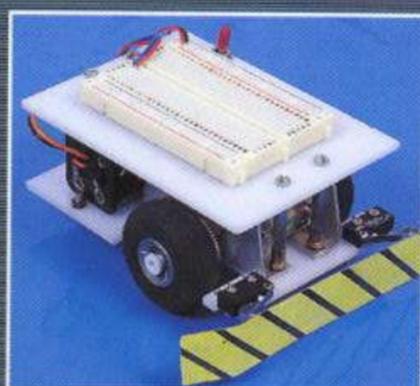
Plusieurs modèles, plate-forme de base,  
initiation, kits, capteurs, télémètre,  
organe de vision, détecteurs d'obstacles, etc.

RETROUVEZ sur CD-ROM les programmes, les PCB des montages et les vidéos... (voir P. 15)

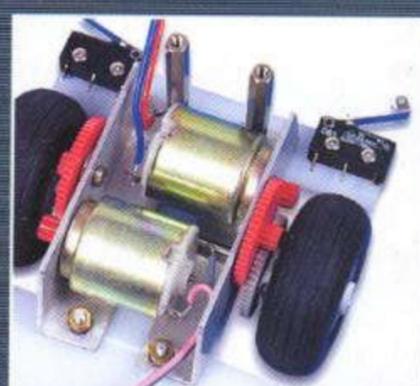
au sommaire



▶ Robot Minilux



▶ Plateforme de base pour bien débiter



▶ Mécanique : transmissions



▶ Balise infrarouge codée



T 6353 - 2H - 30,00 F - 4,57 € - RD

# SOMMAIRE

HORS SERIE

**ELECTRONIQUE  
PRATIQUE**

HS N°02 -  
NOVEMBRE 2001  
I.S.S.N. 0243 4911

PUBLICATIONS GEORGES VENTILLARD

S.A. au capital de 5 160 000 F  
2 à 12, rue Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.84 - Fax : 01.44.84.85.45  
Internet : <http://www.eprat.com>  
Principaux actionnaires :  
M. JEAN-PIERRE VENTILLARD  
Mme PAULE VENTILLARD

Président du conseil d'administration,  
Directeur de la publication : PAULE VENTILLARD  
Vice-Président : JEAN-PIERRE VENTILLARD  
Attaché de Direction : GEORGES-ANTOINE VENTILLARD  
Directeur de la rédaction : BERNARD FIGHIERA (84.65)  
Directeur graphique : JACQUES MATON  
Maquette : JEAN-PIERRE RAFINI

Avec la participation de : U. BOUTEVILLE, T. BOUYSSOU,  
E. CHAMPLEBOUX, A. GARRIGOU, F. GIAMARCHI, R. KNOERR,  
C. LEIDWANGER, E. LEMERY, P. MARIE, P. OGUIC, D. REY,  
P. RYTTER, C. TAVERNIER.

La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute  
responsabilité quant aux opinions formulées dans  
les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

Directeur de la diffusion et promotion :  
BERTRAND DESROCHE  
Responsable ventes :  
BÉNÉDICTE MOULET Tél. : 01.44.84.84.54  
N° vert réservé aux diffuseurs et dépositaires  
de presse : 0800.06.45.12

PGV - DÉPARTEMENT PUBLICITÉ :  
2 à 12 rue de Bellevue, 75019 PARIS  
Tél. : 01.44.84.84.85 - CCP Paris 3793-60  
Directeur commercial : JEAN-PIERRE REITER (84.87)  
Chef de publicité : PASCAL DECLERCK (84.92)  
E-Mail : [lehpub@le-hp.com](mailto:lehpub@le-hp.com)  
Assisté de : KARINE JEUFFRAULT (84.57)

ABONNEMENT/VPC: Voir nos tarifs en page intérieure.  
Préciser sur l'enveloppe «SERVICE ABONNEMENTS»  
IMPORTANT : Ne pas mentionner notre numéro de compte  
pour les paiements par chèque postal. Les règlements  
en espèces par courrier sont strictement interdits.  
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez  
notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de  
vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indi-  
cations qui y figurent.

• Pour tout changement d'adresse, joindre 3,00 F  
et la dernière bande.

Aucun règlement en timbre poste.

FORFAIT PHOTOCOPIES PAR ARTICLE : 30 F.

Distribué par : TRANSPORTS PRESSE

ABONNEMENTS USA - CANADA : Pour vous abonner à

ELECTRONIQUE PRATIQUE aux USA ou au Canada,

communiquez avec EXPRESS MAG PAR TÉLÉPHONE :

USA : P.O.Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239

CANADA : 4011boul.Robert, Montréal, Québec,

H1Z4H6

TELEPHONE : 1 800 363-1310 ou (514) 374-9811

TELECOPIE : (514) 374-9684.

Le tarif d'abonnement annuel (10 numéros) pour

les USA est de 49 \$US et de 68 \$Can pour le Canada.

MICROS & ROBOTS, ISSN number 0243 4911, is publis-

hed 10 issues per year by Publications Ventillard at

P.O. Box 2769 Plattsburgh, N.Y. 12901-0239 for

49 \$US per year.

POSTMASTER : Send address changes to MICROS &

ROBOTS, c/o Express Mag, P.O. Box 2769, Plattsburgh,

N.Y., 12901-0239.

CE NUMÉRO A ÉTÉ TIRÉ À 50 000 EXEMPLAIRES

# MICROS ROBOTS

► N°02 ■ NOVEMBRE 2001

Page 5 ► **Edito**

## SUR LE MARCHÉ

Page 6 ► **News**

Page 12 ► **i-CYBIE**

## TECHNOLOGIES

Page 30 ► **Détecteur optique et à moustache**

Page 34 ► **Détecteur d'obstacles**

Page 40 ► **Télémètre à ultrasons**

## REALISATIONS

Page 50 ► **Robot MINILUX**

Page 86 ► **Carte de commande CMOT**

Page 94 ► **Balise infrarouge codée**

## EN KIT

Page 16 ► **MICROBUG rampant**

Page 18 ► **MICROBUG courant**

Page 20 ► **CYBUG scarab**

## MECANIQUES

Page 24 ► **Robotique et transmissions élémentaires**

Page 46 ► **Plate-forme de base pour débiter**

## CONSTRUCTIONS

Page 56 ► **Insectes : scarabée ou coccinelle**

Page 62 ► **La bestiole**

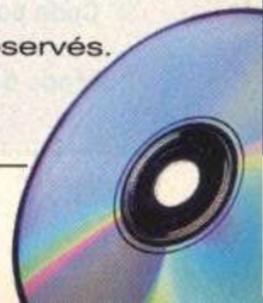
Page 68 ► **Un robot avec le 68HC11**

Page 78 ► **Robot chercheur de balise**

## PROJETS

Page 19 ► **Complément règlement Concours 2001 - 2ème édition**

Photo copyright 1ère de couverture i-CYBIE  
(c) 2001 Tiger Electronics, a division of Hasbro Inc. Tous droits réservés.  
Autorisé par Hasbro Consumer Products.



# Edito

**Voici** la deuxième édition de ce magazine consacré à la robotique. Et les choses évoluent très vite en robotique. Plusieurs sites français se consacrent à ce domaine. De nombreux robots jouets sont attendus dans les rayons des supermarchés pour les fêtes de Noël. Quant à nous, nous souhaitons vous aider à réaliser vos robots. Alors, petit à petit et ensemble, nous pourrons construire le monde de demain.

**Quel est la position future du robot dans notre société ?**

Lors des rencontres internationales de prospective du sénat, fin juin de cette année, le directeur de recherche de SONY France, Luc STEEL, a présenté la vision future de sa société sur la robotique.

Pendant que l'Europe est encore à la recherche d'une meilleure productivité par les robots, les Américains pensent que les robots domineront le monde dans les siècles futurs. Dans les deux cas, on constate une image négative par la crainte du chômage ou la peur du "Terminator".

Au Japon, les robots sont, avant tout, dédiés aux loisirs. Le Japonais souhaite s'entourer d'êtres doux comme des animaux artificiels. Le plaisir, la créativité et les émotions positives doivent dominer dans la conception du robot.

Vous allez pouvoir constater, en lisant le sommaire, que nous avons mis le ton, nous aussi, sur les animaux avec des robots insectes de type rampants. La diversité des robots à réaliser vous permettront de débiter en robotique ou d'évoluer avec des modèles programmables.

Bien réussir son robot, c'est aussi bien choisir son capteur. Les articles de ce numéro vous montreront comment utiliser divers capteurs pour améliorer le comportement de votre robot dans son environnement.

Le 2ème concours de robotique de MICROS & ROBOTS aura lieu le samedi 24 novembre dans le cadre du salon EDUCATEC 2001. Nous attendons trois fois plus de concurrents que la première édition avec des réalisations plus spectaculaires les unes que les autres. La nouveauté, cette année, est la possibilité d'utiliser un microcontrôleur. Les formulaires reçus montrent une importante motivation de la part des équipes qui viennent de toute la France. De prestigieux lots récompenseront les candidats avec un superbe robot PEKEE, d'une valeur de 3170 €, pour le vainqueur.

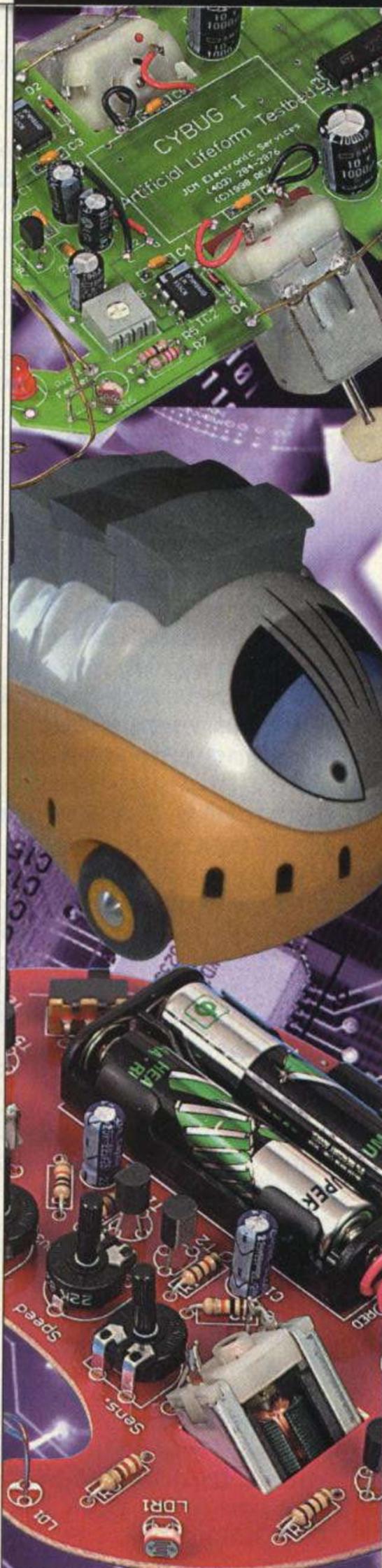
Avec ce deuxième numéro consacré à la robotique, nous souhaitons que s'agrandisse la communauté des roboticiens. Que vous soyez, à la base, mécanicien, électronicien, électrotechnicien, programmeur ou créateur, la robotique est peut être le moyen pour imaginer et construire l'avenir ensemble.

L'imagination est plus importante que la connaissance (Albert EINSTEIN).

F. GIAMARCHI

# MICROS ROBOTS

EDITORIAL MICROS & ROBOTS





## K-TEAM

Depuis 1995, la société K-Team S.A., basée à Préverenges près de Lausanne - Suisse, fabrique et vend une famille de robots mobiles autonomes pour la recherche et l'enseignement. Notre expérience dans le domaine nous a permis de développer des solutions performantes et fiables pour les plus importants laboratoires de recherche dans le monde. Près de 400 universités et centres de recherche ont publié plusieurs centaines d'articles scientifiques en se basant sur des expériences réalisées avec nos robots.

### NOUVEAU PRIX POUR LE KOALA

Grâce à l'augmentation de la production du Koala, mais aussi aux efforts de rationalisation et d'industrialisation, nous sommes en mesure d'abaisser le prix du Koala. Dans un premier temps, nous lançons une offre spéciale sur le Koala valide jusqu'au 30 décembre 2001. Ainsi, le kit Koala Autonome, c'est à dire Koala, batterie pour 6 heures d'autonomie, chargeur, manuel et environnement logiciel, sera proposé au prix de 22000 FRF.

Le Koala mesure 32cm de long sur 30cm de large et 20cm de haut. Il est mu par deux moteurs à courant continu actionnant chacun par une transmission à chaîne trois roues. Les encodeurs intégrés permettent une résolution de 19 impulsions par mm. Par ailleurs, il est capable de percevoir des obstacles jusqu'à 150mm grâce à 16 capteurs infrarouges, qui permettent aussi de mesurer la lumière ambiante. Il est possible de le contrôler ou de transférer un nouveau programme par un port série RS232.

Il existe une totale compatibilité logicielle et matéri-



rielle entre le Koala et son petit frère le Khepera. En effet, mécaniquement, sur les six roues seules les deux centrales permettent d'orienter le robot en appliquant des vitesses différentes sur les deux axes. Ceci est possible parce que ces deux roues sont légèrement abaissées par rapport aux autres. Cela permet une compatibilité avec le Khepera mais à la différence du Khepera, le Koala est capable de franchir des obstacles jusqu'à 50mm de haut. Electroniquement, le cœur du Koala est le même que celui du Khepera, c'est à dire basé sur un microprocesseur 32 bits MOTOROLA 68331 avec 1Mo de Flash et 1Mo de RAM. Les tourelles optionnelles du Khepera peuvent être utilisées sur le Koala. La Flash permet à l'utilisateur de télécharger depuis notre site toutes modifications du système opératoire. Un grand nombre d'entrées/sorties sont aussi à disposition sur un large bornier. Finalement, logiciellement, il est possible de réutiliser son code pour Khepera, sur le Koala par une simple re-compilation. Le Koala possède, en sus de la gamme des accessoires du Khepera, d'autres accessoires comme une caméra orientable ultra rapide, un PC portable au format PC104, un module radio Bluetooth, des modules ultrason ainsi qu'un bras robot équipé d'une pince possédant au total 5 degrés de libertés. Le bras du Koala est un nouvel accessoire qui intègre une électronique dans sa structure, ce qui permet d'avoir une consommation, une taille et un poids restreint. La pince intègre plu-

sieurs capteurs mesurant la résistivité électrique, les infrarouges et la force exercée.

En conclusion, le Koala permet aux utilisateurs de Khepera de réaliser de nouvelles expériences en réutilisant leurs précédents travaux et aux nouveaux utilisateurs de découvrir un robot fiable et facile d'emploi.

### K6300 : UN NOUVEAU MODULE DE VISION POUR LE KHEPERA

Ce nouveau module, le K6300, pour l'acquisition et le traitement d'images matricielles vient combler un manque dans la gamme. En effet, nous proposons un module équipé d'une caméra linéaire avec traitement embarqué (la K213) et un module équipé d'une caméra matricielle sans traitement embarqué (la K2D). Ce module est en fait composé de deux tourelles Khepera :

- Une tourelle coprocesseur Univ331. Il s'agit d'une carte équipée de processeur 32bits MOTOROLA 68331 avec 512Ko de mémoire flash et 128Ko de RAM. Cette tourelle communique avec le Khepera par le K-Bus (basé sur le bus série MOTOROLA SPI). Elle est aussi vendue séparément pour les personnes désirant une puissance de calcul complémentaire.
- Une tourelle caméra contenant un composant CMOS numérique de 160x120 pixels couleur (8 bits espace RG/GB) et une optique pour orienter l'axe de vision vers l'avant du Khepera.

Ce module, comme tous les autres modules, est utilisable sur le Khepera mais aussi sur le Koala, le grand frère du Khepera, et la Kaméléon, une carte de contrôle permettant de construire un robot compatible avec notre gamme. Il est fourni avec un environnement de programmation et une interface en langage C. Il sera disponible début novembre au prix de 13250 FRF.

**K-TEAM S.A.**  
TÉLÉPHONE : 41.21.802.5472  
WWW.K-TEAM.COM



## SELECTRONIC, DISTRIBUTEUR AGRÉÉ FISCHERTECHNIK

Les kits FISCHERTECHNIK vous permettent d'entrer facilement dans l'univers de la technique et de la robotique :

- Produit de qualité, fabriqué en Allemagne,
- Montage rapide et sûr, sans l'aide d'aucun outil,
- Des boîtes de construction toutes facilement combinables entre elles,
- Des instructions de montage claires (manuel en français)

- Des maquettes fonctionnelles et robustes,
- L'agrément des enseignants, techniciens... et des parents !

## GAMME COMPUTING ( MONTAGES ET ROBOTS PILOTÉS PAR PC )

### Kit COMPUTING BIONIC ROBOTS (57486)

La bionique est une technique qui s'inspire de la nature. Sur ce principe, construisez des robots mobiles à 6 et 4 pattes, tous commandés par ordinateur avec le logiciel LLWin et l'Intelligent Interface. La propulsion est assurée par 2 Power Motors, de telle manière que les robots puissent aussi bien avancer que reculer ou se déplacer latéralement. Grâce à divers capteurs, ces machines intelligentes tiennent compte de leur environnement.

- 4 modèles - plus de 300 pièces - âge minimum : 12 ans - livret pédagogique sur le thème des robots bioniques et machines intelligentes.
- Prix du kit 57486 : **1056,09 FF (161 €)**

### Kit INDUSTRY ROBOTS (30408)

Un kit de plus de 500 pièces pour construire et programmer 4 robots industriels proches de ceux réellement utilisés dans l'industrie. Ils peuvent être pilotés par l'interface Intelligent Interface (réf. 30402) reliée au port série de n'importe quel ordinateur Windows ou commandés à distance avec la télécommande infrarouge IR CONTROL SET (réf.30344) complétée avec un second

récepteur Receiver 2 IR Control Set (réf. 30183). Des exemples de programmes pour logiciel LLWin (réf. 30407), non fournis dans ce kit, sont également livrés sur CDROM.

- 4 modèles : robot pivotant, robot de soudage et 2 robots manipulateurs à 3 axes - 500 pièces dont 4 moteurs et 8 contacteurs - notice de montage et guide utilisateur LLWin en français (notice technique INTELLIGENT INTERFACE en français - âge minimum : 12 ans.

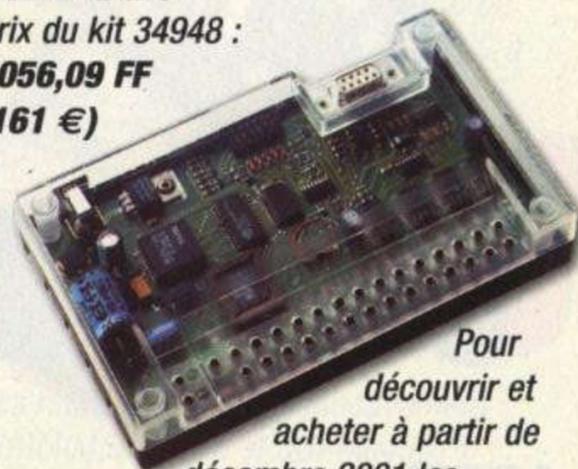
Prix du kit 30408 : **1056,09 FF (161 €)**

### Kit PNEUMATIQUE ROBOTS (34948)

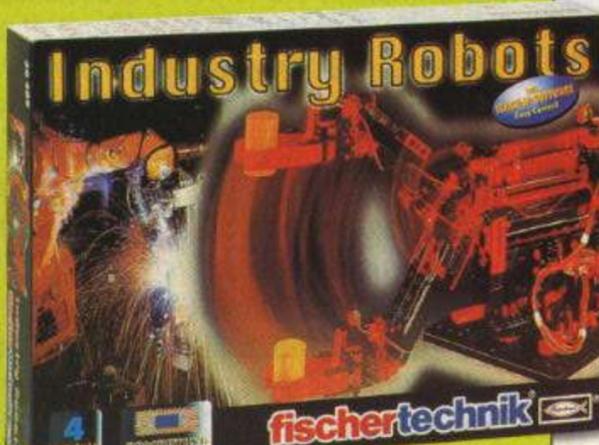
La construction de robots pneumatiques pilotés par ordinateur est enfin à la portée de tous. Avec son compresseur, ses 4 vérins pneumatiques et ses 3 électrovannes, ce kit permet une initiation spectaculaire aux automatismes industriels utilisant les techniques de l'air comprimé. Les robots devront être pilotés par l'interface Intelligent Interface (réf. 30402, non fournie dans ce kit), reliée au port série de n'importe quel ordinateur Windows. Des exemples de programmes pour le logiciel LLWin (réf. 30407 pour Windows 95/98/2000/NT, 32 Mo de RAM, 20 Mo d'espace disque) sont également livrés sur CDROM.

- 4 modèles : prote pneumatique, robot trieur, robot manipulateur, automate d'usage - 350 pièces dont 2 moteurs, 1 contacteur, 1 compresseur, 1 réservoir à air comprimé, 4 vérin pneumatiques, 3 électrovannes à 3/2 voies, 1 cellule photoélectrique et 2 lampes - âge minimum : 12 ans.

Prix du kit 34948 : **1056,09 FF (161 €)**



Pour découvrir et acheter à partir de décembre 2001 les ROBOTS BIONIC :



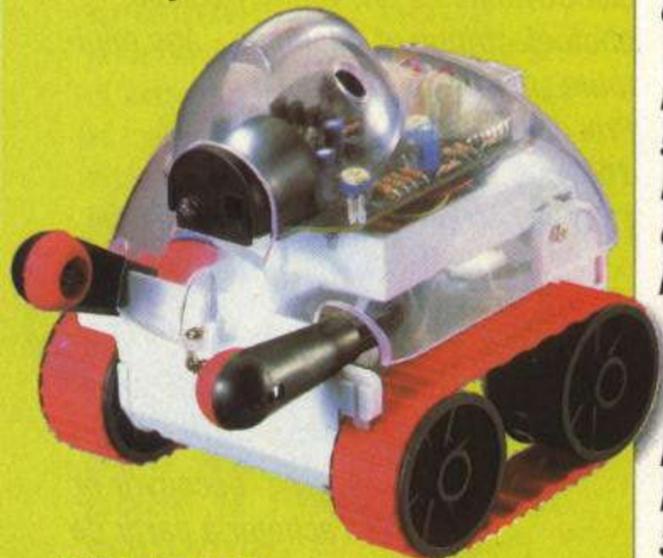
## LE SUMOMAN DE ACCELDIS

C'est une façon ludique d'apprendre les bases de l'électronique et de la mécanique. Toutes les parties constituant la machine sont à monter soi-même, ce qui nécessite également la réalisation des soudures de la platine électronique. Le robot «SUMO MAN» est un robot de combat équipé d'un détecteur et d'une LED à rayons infrarouges qui lui permet de trouver un adversaire. Son capteur détecte le reflet des rayons et le robot se précipite sur son ennemi en frappant des coups secs. Il peut également éviter son adversaire par commutation d'un contact.

**Alimentation :** 4 piles R6.  
**La portée du détecteur infrarouge est d'environ 35cm.**

**Dimensions :**  
13x12x13,7cm.

**Référence :** 457.165  
**Prix TTC :** 799,00 FF (121,80 E)



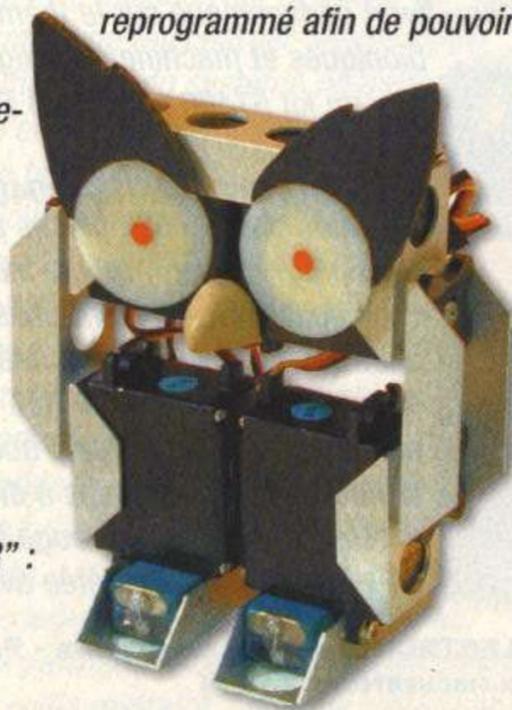
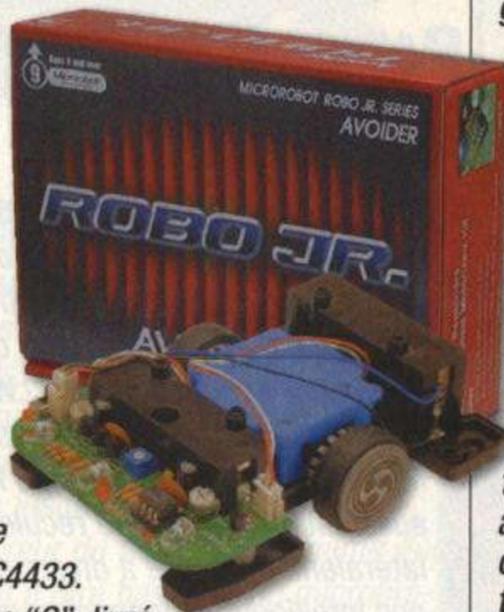
**ACCELDIS**  
Tél. : 01.39.33.03.33  
acceldis@acceldis.com

## NOUVEAUX ROBOTS MICROROBOT

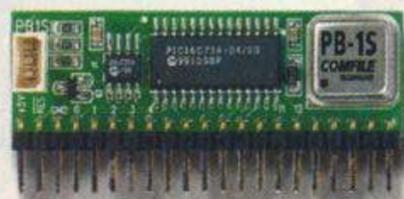
Le Fabricant Coréen MICROROBOT, représenté et distribué en France par la société LEXTRONIC, vient d'annoncer la sortie de 3 nouveaux robots disponibles sous la forme de kits à assembler soi-même. Les deux premiers, plus particulièrement adaptés à l'initiation et à la découverte, se prénomment respectivement "WAVE" et "AVOIDER". Le robot mobile "WAVE" réagit aux bruits "secs" et change de direction lors d'une détection. Le robot "AVOIDER" équipé de LED infrarouges saura se déplacer en évitant les obstacles qui se dressent devant lui. Plus "technique", le 3ème modèle appelé "OWL" est un petit robot "marcheur" entièrement articulé grâce à 4 servomoteurs, lesquels sont pilotés par une carte électronique à base de microcontrôleur AT90C4433. Programmé en langage "C", livré avec son fichier source ainsi qu'un compilateur et un câble de liaison, ce robot pourra être entièrement reprogrammé afin de pouvoir

réaliser toutes sortes de mouvements et de déplacements particulièrement attractifs et spectaculaires.

**Prix :**  
Robot "WAVE" : **335 F TTC**  
Robot "AVOIDER" : **345 F TTC**  
Robot "OWL" : **1350 F TTC**



## LA ROBOTIQUE FACILE SELON COMFILE Technology



Distribués depuis peu en exclusivité par la société LEXTRONIC, les modules hybrides microcontrôlés programmables en BASIC du Fabricant COMFILE Technology dédiés au développement d'applications les plus diverses, se prêtent également et de façon idéale à la conception rapide et à moindre coût de petits robots intelligents. Programmables via le port parallèle d'un PC à partir d'un logiciel spécifique et d'un câble de liaison spécial, ils deviennent totalement autonomes une fois déconnectés de l'ordinateur. Dotés de très nombreuses instructions dédiées au pilotage de servomoteurs ou de moteurs pas-à-pas, ces modules appelés "PICBASIC" disposent d'une architecture "pseudo-multitâche" leur permettant de générer automatiquement des signaux "PWM" (pour la commande de moteurs CC), de comptabiliser des impulsions arrivant sur une de leurs entrées, de gérer des capteurs en interruption, etc... Toutes ces opérations seront réalisées en "tâche de fond", ce qui vous laissera le loisir de vous concentrer sur le déroulement de votre programme principal au cours duquel vous pourrez piloter des afficheurs, stocker des données en RAM ou EEPROM, mesurer pour certains des valeurs analogiques, piloter des voyants ou buzzers, etc.. A titre indicatif, le premier module, doté de 16 entrées/sorties et de 2 Ko de mémoire programme, est commercialisé au prix de **352 F TTC** avec son logiciel et son câble de téléchargement.

**LEXTRONIC**  
TÉL: 01.45.76.83.88 - [www.lextronic.fr](http://www.lextronic.fr)



# NEWS

MICROS & ROBOTS

SUR LE MARCHÉ

MICROS & ROBOTS

## ROBO-SPACE 2002

### CHANGE DE DATE

**ROBO-SPACE 2002** a fusionné avec le 30ème salon international des inventions et des nouvelles technologies à Genève. Aussi, la date a changé et ce salon se tiendra du 1er au 5 Mai 2002.

Ce salon international est le plus grand marché au monde en ce qui concerne les inventions et les nouveautés techniques. Environ 1000 de ces dernières sont présentées chaque année par 725 exposants de 40 pays, et il attire 65000 visiteurs et 650 journalistes venus du monde entier.

Les avantages de ce salon sont multiples pour les professionnels :

- un nombre élevé de visiteurs de toutes nationalités,
- une haute couverture médiatique nationale et internationale,
- plus de surface minimale à louer pour les stands préfabriqués,
- plusieurs variétés de stands afin de satisfaire chaque exposants,
- la date limite d'inscription est le 26 Février 2002.

Il faut également noter que les conditions générales pour la participation au salon restent inchangées, de même que les inscriptions déjà enregistrées. Pour plus d'informations, vous pouvez visiter le site web [www.ROBO-SPACE.COM](http://www.ROBO-SPACE.COM) ou contacter le centre d'informations ROBO-SPACE par e-mail à l'adresse [INFO@ROBO-SPACE.COM](mailto:INFO@ROBO-SPACE.COM).

## GAMME DE MOTEURS CHEZ ELECTRONIQUE DIFFUSION

*ELECTRONIQUE DIFFUSION propose une gamme de moteurs, de supports et de moto-réducteurs qui pourront être utilisés dans la robotique ou toute autre application nécessitant une action mécanique plus ou moins puissante.*

*Toute une gamme de petits moteurs de moyenne puissance est proposée :*

- *moteur miniature à courant continu 6V sous 140mA et de dimensions 18x9x18mm (réf. : QUMOE5). Ce moteur sera surtout utilisé pour la réalisation de servomoteurs.*

**Prix TTC : 9,84F**



- *moteur avec pignon alimenté sous une tension de 9VCC et consommant un courant de 150mA (dimensions : 30x15x12mm). Idéal pour le modélisme et la robotique (réf. : QUMOE1)*

**Prix TTC : 15,09F**



- *moteur à courant continu alimenté sous 9VCC sous un courant de 300mA (réf. : QUMOE2)*

**Prix TTC : 15,09F**



**ELECTRONIQUE DIFFUSION** propose également des moteurs de puissance plus importante, tel le modèle QUM045020 (prix 131,19F TTC). Une platine de fixation, livrée avec les vis de fixation, est également disponible sous la référence QUM045062 au prix de 26,24F TTC.

*Ce moteur peut être alimenté sous une*



*tension comprise entre 3VCC et 9VCC. Le voltage nominal est compris entre 4,8V et 7,2V. Sous 4,8V, il tourne à 9800 rpm,*

*tandis que sous 7,2V, la vitesse est de 14500 rpm. La consommation à vide, c'est à dire sans que le moteur ne soit relié à un système mécanique, est comprise entre 1,5A et 1,6A . Le nombre de rpm varie selon la tension d'alimentation entre 8440 et 12550.*

*Sa longueur, axe compris, est de 75 mm et son diamètre de 37,5 mm*

*Un autre produit intéressant, que nous propose cette société, est un moto-réducteur dont le moteur tourne à une vitesse de 8100 rpm lorsqu'il est*

*alimenté sous 1,5V et 14150 rpm quand la tension s'élève à 3V. Le*

*courant consommé est environ de 200mA.*

*Des pignons livrés avec le moteur permettent d'obtenir des rapports de réduction de 9, 27, 81, 243, 729 et 2187. Ce produit porte la référence QURM1 et est vendu au prix de 11,81F TTC*



*Un module de réduction peut être acheté seul en fonction du moteur que l'on souhaite utiliser : moteur 2,4VCC*

*à 6VCC ou 6VCC à 24VCC.*



*Les références sont respectivement QURM045010-RM et QURM045015, prix TTC de 72,16F et 85,27F*

**ELECTRONIQUE DIFFUSION**  
TÉLÉPHONE : 03.28.04.30.60  
HTTP://WWW.ELECDIF.COM



## CONRAD

propose toute une gamme de produits destinés à la robotique et au modélisme. Des simples pignons aux servomoteurs, en passant par les roues dentées, les courroies, les rotules en métal ou en plastique, l'électronique pour moteurs, les passionnés trouveront tout le matériel nécessaire à la fabrication du robot qu'ils souhaitent réaliser.

### Servo HS-50

Le servo idéal pour les Slow Flyer, les HLG et les petits hélicoptères. Convient également comme servo d'aileron pour les modèles volants de petite taille. Caractéristiques techniques : tension d'alimentation 4,8 V. Puissance de réglage 6 Ncm. Vitesse 0,9 sec/60°. Dimensions 20,9 x 11,4 x 22 mm. Poids 5,8 g. Système de branchement Graupner J/R. 0220 509-17 **45.58€ 299.00F**



### Circuit de servo

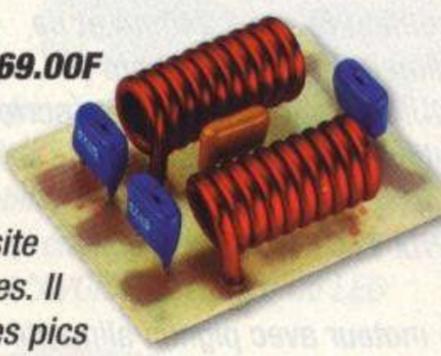
Très utile non seulement en remplacement (réparation), mais aussi pour le montage dans des boîtiers de servo existants. Utilisé avec un moteur à transmission réduite, il est possible de fabriquer une " machine à gouverner " sur mesure. Convient tout particulièrement aux moteurs électriques de petite taille (mini-varianteurs de vitesse). Pour systèmes à impulsion positive. Caractéristiques techniques : tension d'alimentation 4,8 - 6 V=. Courant de charge max. 800 mA. Dimensions 22 x 17 mm. Module livré avec notice détaillée.



0234 907-17 **10.52€ 69.00F**

### Filtre

anti-parasite  
Filtre spécial anti parasite pour moteurs électriques. Il permet de supprimer les pics de tension sur pratiquement tous les modèles. Il évite les interférences sur la radio commande et système relié (par exemple variateur de vitesse). L'utilisation de ce filtre contribue à améliorer le fonctionnement de votre modèle. Caractéristiques techniques : tension du moteur : max 40 V. Alimentation moteur : 20 A maxi. Dimensions : 33 x 27 mm. Livré avec notice.



0234 532-17

**6.08€ 39.90F**

### Courroie dentée

adaptée selon ISO 5296  
Très forte résistance à la traction et grande souplesse. Caractéristiques techniques : résiste à l'huile. Résiste à la chaleur jusqu'à



### Rotule métal M3-M4-M6

Type uniballe. Très solide. Conçu pour tout usage.

| Code        | A    | B | C | D    | E  |                      |
|-------------|------|---|---|------|----|----------------------|
| 0216 429-17 | 27   | 3 | 6 | 14   | M3 | <b>12.18€ 79.90F</b> |
| 0216 410-17 | 36,5 | 5 | 8 | 18   | M4 | <b>10.66€ 69.90F</b> |
| 0216 402-17 | 40,5 | 6 | 9 | 20,5 | M6 | <b>11.43€ 75.00F</b> |



### Roue dentée pour transmission et propulsion

En aluminium avec 1 disque de chaque côté. Denture 5,08 mm/0,2" (1/5).

| Code        | Nb de dents | DB mm | d mm | D mm | B mm | b1 mm | Prix                 |
|-------------|-------------|-------|------|------|------|-------|----------------------|
| 0226 106-17 | 10          | 24    | 6    | 9,5  | 20   | 14    | <b>7.47€ 49.00F</b>  |
| 0226 017-17 | 15          | 28    | 6    | 16   | 20   | 14    | <b>8.38€ 55.00F</b>  |
| 0226 033-17 | 20          | 38    | 8    | 24   | 22   | 14    | <b>8.99€ 59.00F</b>  |
| 0226 025-17 | 25          | 45    | 8    | 27   | 22   | 14    | <b>10.52€ 69.00F</b> |
| 0226 041-17 | 30          | 54    | 8    | 35   | 22   | 14    | <b>12.04€ 79.00F</b> |





# NEWS

MICROS & ROBOTS

SUR LE MARCHÉ

MICROS & ROBOTS

## SELECTRONIC

propose toute une gamme de produits dédiés à la robotique : moteurs simples, moteurs équipés de démultiplication, capteurs divers, etc..

Vis à bille pour une grande précision de mouvement :

Longueur totale 150 mm, diamètre 7,8 mm, module de 2,54 mm. La longueur utilisable est de 130 mm et l'axe d'entraînement est de 3,96 mm. Cette vis est dotée de deux bagues à billes d'un diamètre extérieur de 17,45 mm et d'une épaisseur de 13mm. Ces billes permettent un déplacement sans jeu des systèmes mécaniques qui seront reliés à la vis.

Prix TTC : 125,00F  
Réf. : 22.6498

Plusieurs capteurs de type transducteurs électrostatiques très sensibles permettant une détection variant entre 2,5 cm et 15 m. Ces modules « sonar » de marque Polaroid sont particulièrement efficaces, comme le transducteur 9000.

Prix : 320,00 F TTC  
Réf : 212152

Il existe également un module de commande (voir article Télémètre) au prix de 320,00 F TTC  
Référence : 222235



## ROBOT PEKEE

Locomotion de type char, vitesse maximum 6 Km/h

5 emplacements pour carte fille dont 3 libres

15 capteurs infra rouge, 2 capteurs odométriques, 2 capteurs de température (interne et externe), 1 détecteur de choc, 2 gyromètres, 1 capteur de lumière, capteur de charge de batterie. Buzzer. Bus I2C. Pack batteries. 1 à 2 heures d'autonomie électrique

### Microcontrôleur famille M16

MITUSBISHI 16 bits, fréquence 16 MHz, 256 Ko de Flash et 20 Ko de RAM programmable  
Instinct Software

- Gestion consommation électrique
- Asservissement vitesse
- Asservissement de trajectoire
- Evitement réflexe d'obstacles débrayable (on/off)
- Communication inter robot par Infrarouge

### Bus Ordinateur Parallèle et Polymorphe

Technologie OPP brevetée

- Gestion de l'architecture modulaire du robot
- Gestion des cadences d'horloges hétérogènes
- Gestion multiformats de bus parallèle 4, 8, 16 bits

### Carte comportementale

- Compatible OPP
- STPC basé sur technologie 486, cadence 66 MHz
- Disque dur Compact Flash 64 Mo (tailles supérieures disponibles à la demande)
- Batterie intégrée intelligente par Instinct Software



- Autonomie électrique 1 heure
- Réseau RJ45 et buzzer
- Carte vidéo 2D engine avec accélérateur vidéo
- VGA & SVGA CRT contrôle

### Pack électrique

- Chargeur 24V sous 220V
- Instinct Software
- Gestion intelligente de la charge de chaque batterie

### Atelier de développement logiciel

sous Windows ©

RobotWizard compatible Visual C++©, Matlab©.

- Editeur de robot
- Simulateur robotique physique
- Editeur d'environnement
- Simulateur numérique d'électronique
- Editeur de composants électroniques
- Editeur de modules robotiques
- Licence Monoposte

## WANY PARTNER

- Hot Line
- Assistance projet
- Assistance électronique
- Assistance Informatique
- Accès au site Internet
- Accès à la FAQ
- Mise à jour logiciel
- Mise à disposition gratuite des nouveaux logiciels
- Site FTP d'échange d'applications
- Forum général et Forum personnel

Documentations sur CD Rom et papier

Garantie 1 an par retour atelier

Prix : à partir de 3170 € TTC

Pour commander 1 Pekee :

N°INDIGO : 0 820 820 571  
www.wany.fr/mr

# i-CYBIE

## le robot-chien

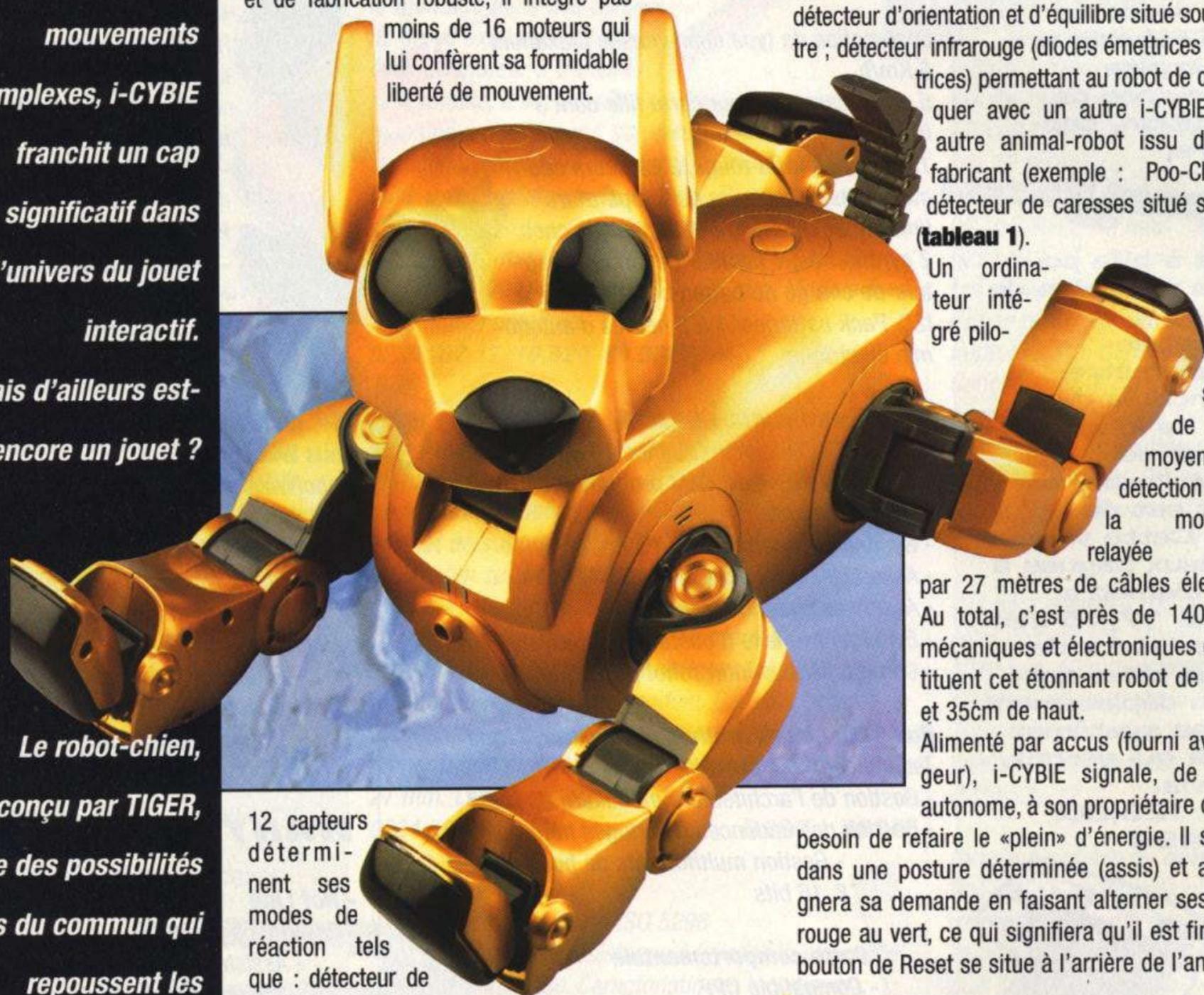
**SUR LE MARCHÉ**

*Parfaitement articulé et capable de nombreux mouvements complexes, i-CYBIE franchit un cap significatif dans l'univers du jouet interactif. Mais d'ailleurs est-ce encore un jouet ?*

### CONSTITUTION D'I-CYBIE...

i-CYBIE se veut être un véritable animal robot. Puissant et de fabrication robuste, il intègre pas

moins de 16 moteurs qui lui confèrent sa formidable liberté de mouvement.



12 capteurs déterminent ses modes de réaction tels que : détecteur de

mouvements, situé au niveau de la truffe du chien ; détecteurs d'obstacles situés dans la poitrine ; capteurs sonores réagissant aux commandes sonores, de types claquement des mains ainsi qu'à la voix, situés sur le front et au-dessus des pattes de l'animal ; détecteur d'orientation et d'équilibre situé sous le ventre ; détecteur infrarouge (diodes émettrices et réceptrices) permettant au robot de communi-

quer avec un autre i-CYBIE ou tout autre animal-robot issu du même fabricant (exemple : Poo-Chi, etc.) ; détecteur de caresses situé sur le dos (**tableau 1**).

Un ordinateur intégré pilo-

te l'ensemble de ces moyens de détection ainsi que la motorisation relayée

par 27 mètres de câbles électriques. Au total, c'est près de 1400 pièces mécaniques et électroniques qui constituent cet étonnant robot de 1,350 kg et 35cm de haut.

Alimenté par accus (fourni avec chargeur), i-CYBIE signale, de manière autonome, à son propriétaire quand il a besoin de refaire le «plein» d'énergie. Il se mettra dans une posture déterminée (assis) et accompagnera sa demande en faisant alterner ses yeux du rouge au vert, ce qui signifiera qu'il est fin prêt. Un bouton de Reset se situe à l'arrière de l'animal per-

*Le robot-chien, conçu par TIGER, offre des possibilités hors du commun qui repoussent les limites jusqu'alors atteintes, compte tenu du rapport qualité/prix qu'il propose.*

| LES DÉTECTEURS D'I-CYBIE | ACTION   | TABLEAU 1 |
|--------------------------|--|-----------|
| Détecteur de sons        | Détecte l'origine d'un son (tape des mains) qui vient du centre ou de la droite de la gauche. Action : marche en direction du son                  |           |
| Détecteur des murs       | Détecte les murs, au centre. Action : retourne et contourne<br>Détecte les murs, à droite ou à gauche. Action : tourne dans la direction opposée   |           |
| Détecteur de mouvements  | Détecte les mouvements jusqu'à une distance de 25cm dans une pièce normalement éclairée seulement pendant le mode Chien de garde. Action : attache |           |
| Voltage                  | Détecte une batterie faible. Action : prend la position Recharge-moi   |           |
| Couvercle de la batterie | Détecte si le couvercle de la batterie est fermé. Action : un couvercle ouvert suspend toute opération   |           |
| Détecteur d'orientation  | Détecte l'orientation, droite, gauche, devant, derrière. Action : se lève  |           |
| Articulation de la patte | Garde ses pattes dans une position correcte. Détecte quand une de ses pattes est bloquée   |           |

# interactif

SUR LE MARCHÉ

ROBOT-CHIEN

mettant la remise à zéro en cas de dysfonctionnement.

## PILOTER I-CYBIE

Avant toute chose, la principale manœuvre à opérer sera de presser sur le bouton de mise en marche situé sur le haut de son crâne. Cela fait, quatre modes de commande permettront de communiquer avec le robot :

- Agir avec la main sur les capteurs de l'animal en sollicitant les fonctions de chacun,
- Utiliser la commande sonore par le biais d'un bruit sec (ex : claquer dans ses mains),
- La reconnaissance de la parole par l'utilisation de sa voix (ordres parlés et reconnus),
- Utilisation de la télécommande (fournie) avec laquelle toutes les possibilités d'ordres sont assurées.

A noter que notre robot interrompt automatiquement toute évolution après un laps de temps défini, lorsqu'il n'est plus sollicité. Il s'arrête de lui-même et «s'endort».

## ÉVOLUTION D'I-CYBIE

Résultat, i-CYBIE, robot marcheur, bouge et se déplace (presque) comme un véritable animal en évitant les obstacles sur son passage, si ce n'est également que l'on perçoit le bruit (normal) des servomoteurs dans sa progression.

Il peut se tenir sur ses pattes arrières, faire le poirier, réagir à la lumière, aux sons, caresses, et possède une large gamme d'expressions pour se faire comprendre. Le plus fort reste à venir, par le fait qu'il obéit aux ordres de son maître quand celui-ci lui ordonne de danser, se gratter, de faire le beau, donner la patte, remuer la queue et ... faire pipi ! i-CYBIE aboie, envoie des messages avec les yeux et communique avec ses congénères.

Ajoutons à ce portrait, qu'une couleur OR /fauve et un design particulièrement réussi aux formes proches du vivant, suscitent chez i-CYBIE une sympathie attachante aussi bien chez l'adulte que par les plus jeunes.

## CONCLUSION

Il nous est apparu intéressant de signaler la sortie de i-CYBIE sur le marché français à compter du 5 novembre, puisqu'il s'inscrit dans l'esprit que le lecteur de MICROS & ROBOTS apprécie.

Finition, capacités techniques de haute qualité, prix

abordable (1799 F.TTC) compte tenu de ses qualités, font de ce «jouet-robot» interactif une idée cadeau intéressante à offrir ou à s'offrir.

Distribué en France par la société HASBRO, i-CYBIE



▶ **DONNE LA PATTE**



▶ **ASSIS**



▶ **À L'ÉCOUTE**

## SUR LE MARCHÉ

### ROBOT-CHIEN

sera disponible dans les grands magasins, chaînes de magasins spécialisés dans le jouet et les grandes surfaces.

Destiné à tout public, à partir de 8 ans, i-CYBIE dispose d'un manuel d'utilisation extrêmement bien documenté sur les multiples possibilités du robot.

Un support Internet fort bien fait vous permettra de voir évoluer le jouet sur <http://www.i-cybie.com>.

#### NOTA BENE :

I-CYBIE remplit toutes les normes de sécurité imposées par la loi française : normes CE et CEM

#### RÉSUMÉ DES DONNÉES TECHNIQUES

- Pèse 1,350 kg pour 35cm de haut
- Constitué de 1400 pièces et + de 27m de fils électriques
- 16 moteurs contrôlés par l'ordinateur intégré, chacun d'eux dirige une articulation
- 11 capteurs intelligents pour rendre i-CYBIE "vivant" (1 = mouvement, 2 = sons, 1 = infrarouge, 1 = détecteur d'obstacles, 1 = équilibre (pour se remettre debout), 4 = capteurs de toucher, 1 = orientation (peut savoir d'où vient un son)).
- 4 moyens pour communiquer avec i-CYBIE :
  - ordres par la voix (technologie de reconnaissance de voix - 8 ordres)
  - commandes en tapant des mains (16 commandes)
  - une télécommande (15 différentes fonctions dont des démo pré-programmées)
  - boutons sur le corps d'i-CYBIE (6 actions).
- Chaque i-CYBIE a sa propre personnalité qui évolue selon l'interaction avec son maître et son environnement (plusieurs stades de développement : passe de chiot à chien adulte).
- Ses yeux et son comportement montrent ses 5 humeurs différentes.
- Sa technologie infrarouge lui permet de communiquer avec les autres i-CYBIE, Poo-Chi et tous ses amis.

# TOTALROBOTS

Robotics, Control & Electronic Technology

Robots en Kits

Accessoires pour la robotique

OOPic Microcontrôleurs et Accessoires

Secure Online Ordering

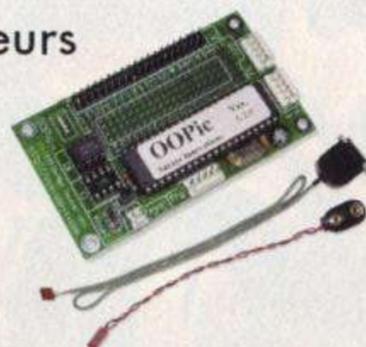
Rapid Delivery

Technical Support

Tel: +44 (0) 1372 741954  
Fax: +44 (0) 1372 729595

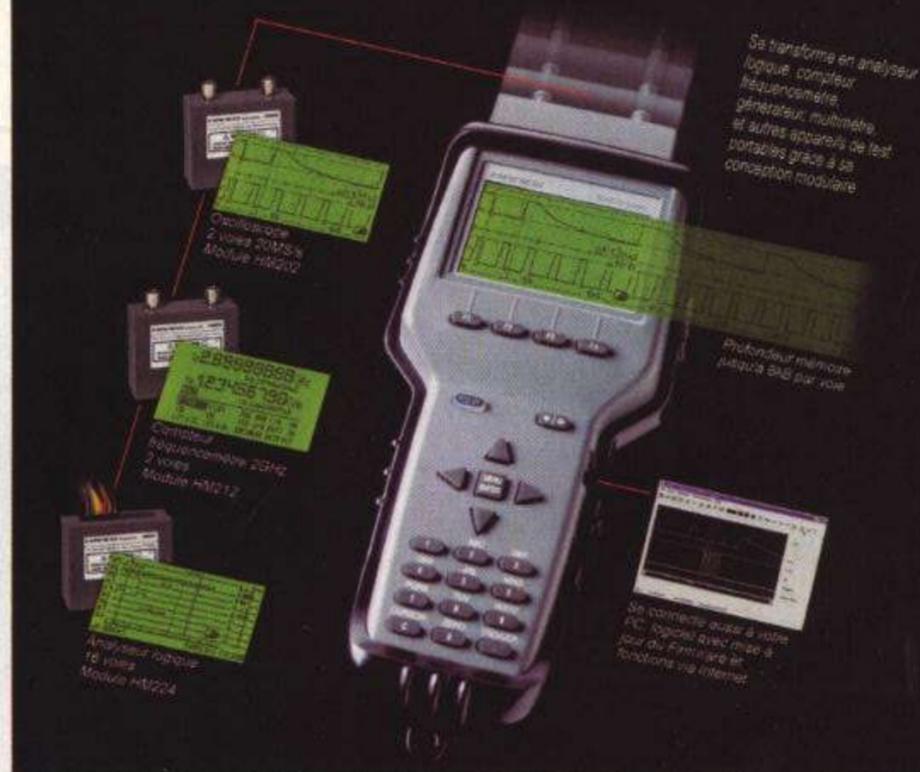
Visitez le

[www.totalrobots.com](http://www.totalrobots.com)



## ModuleScope Oscilloscope 2 voies 20MS/s

Entrées isolées flottantes  
CEI 1010 - EN 61010



Appareil de base HM200 avec afficheur rétro-éclairé avec le module oscilloscope 2 voies 20MS/s HM202 **3780 F HT 4520 F TTC**  
2 sondes 1:1/10:1 HZ35, logiciel compatible Windows 95/98/NT, câble d'interface PC-RS232, adaptateur secteur, étui caoutchouc et notice d'utilisation en français (anglais, italien, espagnol ou allemand disponibles). Livré dans une mallette de transport rigide.

Module compteur fréquencemètre 2voies 2GHz HM212 **En option**

Caractéristiques : entrées indépendantes et isolées, déclenchement interne et externe, affichage 9 digits, base de temps compensée en température 10°, analyse statistique. Fourni avec notice et logiciel compatible Windows 95/98/NT. Disponible 2ème semestre 2001.

Module analyseur logique HM224 **En option**

Caractéristiques : 16 voies, 40MS/s, déclenchements internes et externes variables, 32Kb par voie, compteur d'événements 16 bits. Fourni avec le désassembleur pour micro contrôleur 8051 et Z80 (d'autres en préparation), câbles de mesure, notice, logiciel compatible Windows 95/98/NT. Disponible 2ème semestre 2001.

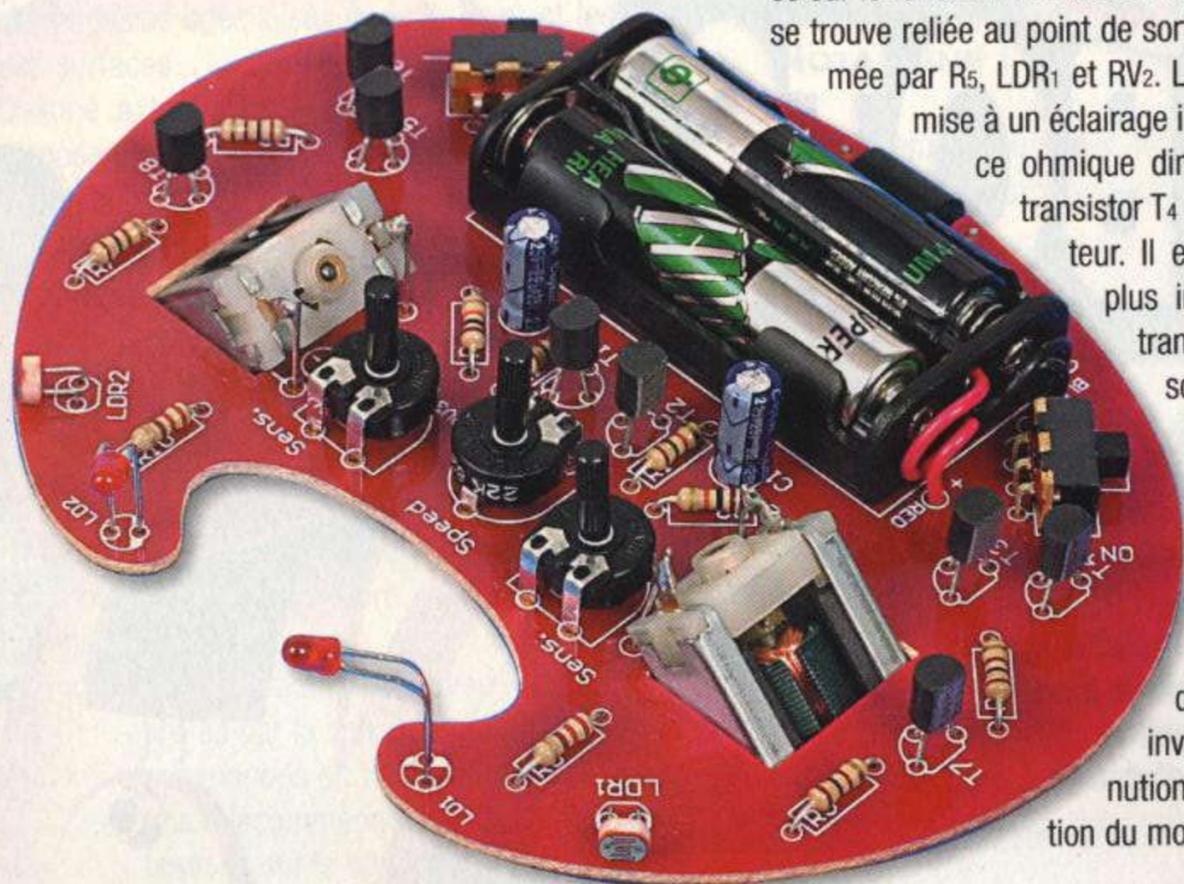
HAMEG Sarl  
6, avenue de la République  
94800 VILLEVALE  
Tél. : 01 46 77 81 61  
Fax : 01 47 38 38 44  
E-mail : [hamegcom@magic.fr](mailto:hamegcom@magic.fr)

**HAMEG**  
Instruments

EN KIT

*Le MK129 fait partie de la gamme VELLEMAN-KIT. Il s'agit d'un curieux insecte très coloré qui avance par petits pas en ligne droite ou encore en zigzag suivant la programmation retenue. Doté de deux yeux, il est à la recherche permanente de la lumière vers laquelle il se dirige sans faille. Vraiment, un robot amusant et instructif.*

# LE MICROBUG



## LE FONCTIONNEMENT ÉLECTRONIQUE (FIGURE 1)

### BASE DE TEMPS

Le cœur du montage est l'oscillateur astable formé par les deux transistors  $T_1$  et  $T_2$ . Pendant une demi-période, la capacité  $C_1$  se charge à travers  $R_1$ . Il en résulte la saturation de  $T_2$  et la décharge de  $C_2$  étant donné que le collecteur de  $T_2$  est à un potentiel nul. Cette situation provoque, par ailleurs, le blocage de  $T_1$ . Lorsque  $C_1$  est suffisamment chargé, le courant dans l'espace base/émetteur de  $T_2$  devient pratiquement nul.  $T_2$  se bloque et son potentiel collecteur remonte brutalement à 3V, ce qui permet l'établissement d'un courant de charge de  $C_2$  à travers  $R_2$  et l'espace base/émetteur de  $T_1$ . Ce dernier se sature et  $C_1$  se décharge. Le cycle se poursuit ainsi sans relâche.

Grâce à l'ensemble  $RV_1/R_3/R_4$ , les bases de  $T_1$  et de  $T_2$  sont soumises à un potentiel/seuil réglable. En agissant sur le curseur de  $RV_1$ , il est possible de régler la période des oscillations à la valeur souhaitée.

### COMMANDE PÉRIODIQUE D'UN MOTEUR DE PROPULSION

Examinons à titre d'exemple la partie gauche du schéma et plaçons-nous dans le cas de la demi-période issue de l'oscillateur astable où le collecteur de  $T_1$  présente un état bas. Dans ce cas, le transistor  $T_3$  est en situation de blocage et n'a aucune inciden-

ce sur le fonctionnement de  $T_4$ . La base de ce dernier se trouve reliée au point de sortie d'une branche formée par  $R_5$ ,  $LDR_1$  et  $RV_2$ . Lorsque  $LDR_1$  est soumise à un éclairage important, sa résistance ohmique diminue ce qui rend le transistor  $T_4$  d'autant plus conducteur. Il en résulte un courant plus intense délivré par le transistor  $T_7$  au niveau de son collecteur, ce qui fait augmenter la vitesse de rotation du moteur  $M_1$ . Bien entendu, une diminution de l'éclairage de la surface active de  $LDR_1$  aura l'effet inverse : à savoir la diminution de la vitesse de rotation du moteur  $M_1$ .

### OPTO-GUIDAGE (FIGURE 2)

Si le mobile se dirige le long d'une trajectoire dirigée vers la source lumineuse, les deux LDR subissent un éclairage égal. Il en résulte une vitesse de rotation égale des deux moteurs, d'où le maintien de la trajectoire.

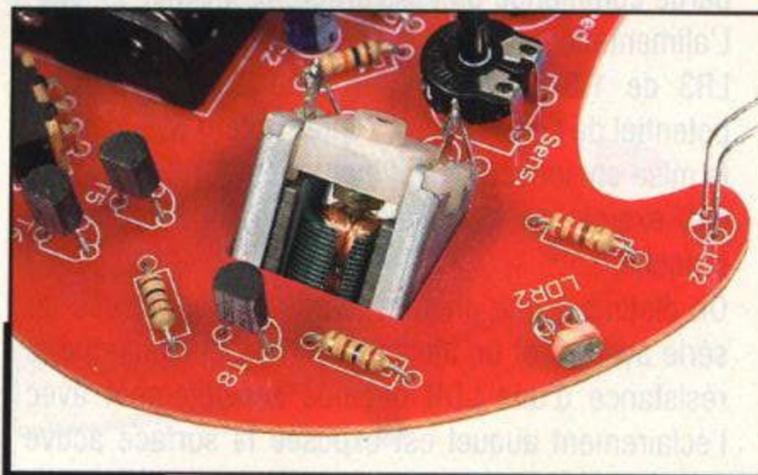
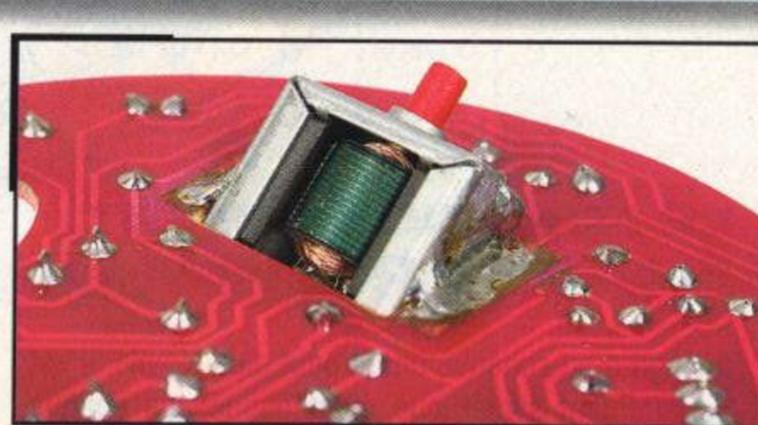
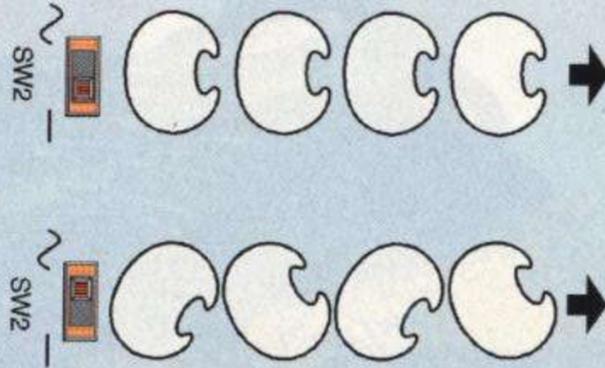
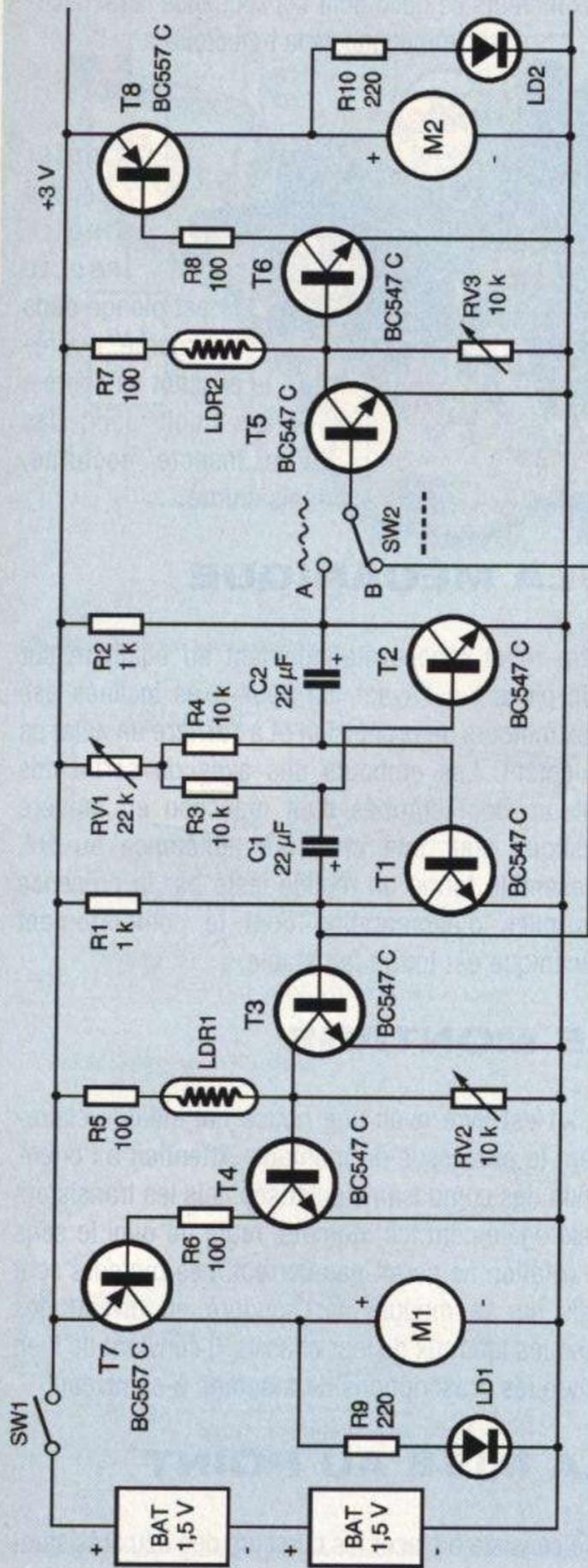
Lorsque l'une des deux photoresistances reçoit un éclairage moindre, le moteur correspondant subit un ralentissement et le moteur placé du même côté bénéficie, au contraire, d'une accélération, si bien qu'il se produit un redressement de la situation et une orientation correcte de l'avance du mobile vers la source lumineuse.

### CHOIX DU TYPE DE DÉMARCHE (FIGURE 3)

Lorsque l'inverseur  $SW_2$  est en position B (- - -), les bases des transistors  $T_3$  et  $T_5$  sont alimentés et isolés en même temps au rythme des oscillations de l'oscillateur astable central. À chaque fois que  $T_1$  présente un état bas, les transistors  $T_3$  et  $T_5$  sont simultanément bloqués ce qui permet le fonctionnement normal et simultané des deux moteurs de propulsion. Lorsque  $T_1$  présente un état haut,  $T_3$  et  $T_5$  se saturent et leurs collecteurs sont à l'état bas d'où un non-fonctionnement du dispositif d'alimentation des moteurs.

On vérifiera aisément que si l'on place  $SW_2$  en position 1 (~ ~ ~), les transistors  $T_3$  et  $T_5$  sont alternativement en situation de blocage et de saturation. Il en résulte une avance du module en zigzag.

# RAMPANT



## LA RÉALISATION

Il convient de respecter très scrupuleusement les consignes de montage indiquées par la notice d'accompagnement. Veillez à la bonne orientation des composants polarisés et réalisez un montage soigneux des composants et des parties mécaniques. Pour la mise au point, on réglera dans un premier temps le curseur de RV<sub>1</sub> qui fixera la période des oscillations de base. Par la suite, il convient, après avoir placé le curseur de RV<sub>2</sub> en position médiane, de régler le curseur de RV<sub>3</sub> de façon à obtenir une avance en ligne droite (vitesses de rotation égales des moteurs) lorsque les deux LDR reçoivent le même niveau d'éclairement. À noter que notre insecte rampant cesse toute activité la nuit...

Prix : 119 F ttc

R. KNOERR

EN KIT  
RAMPANT

FIGURE 1  
Schéma de montage

FIGURE 3  
Les deux types de  
démarche du robot

Position d'un des  
moteurs côté cuivre

Inclinaison du moteur  
côté composants

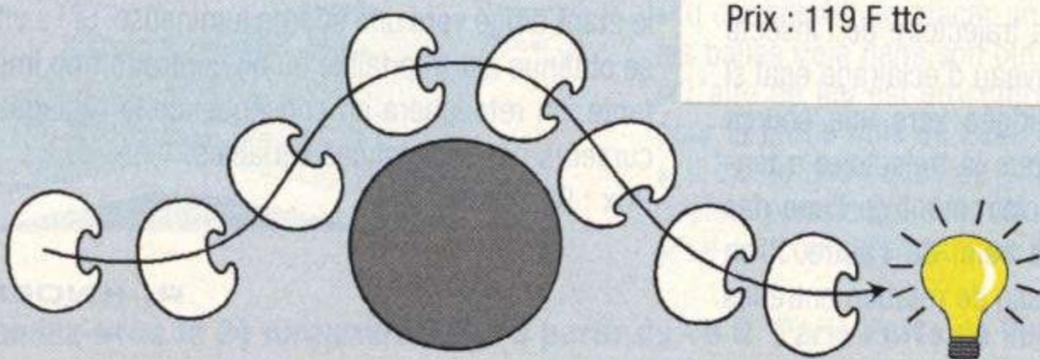
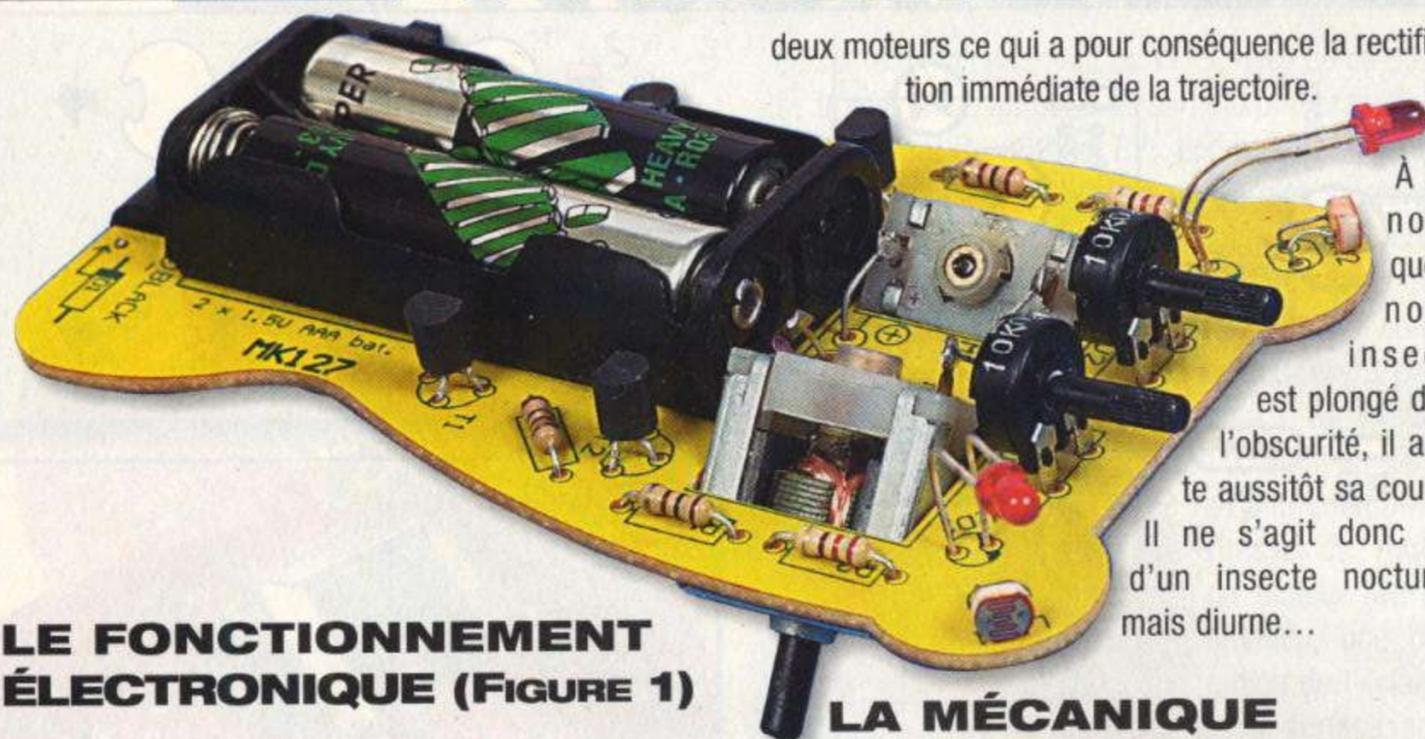


FIGURE 2  
Principe  
de l'opto-guidage

EN KIT

# LE MICROBUG

Sous la référence MK127, la société VELLEMAN-KIT a commercialisé un robot miniature aux couleurs vives et attrayantes, sous l'apparence d'un insecte. Cet amusant robot passe son temps à courir après la lumière, d'un pas alerte et déterminé...



## LE FONCTIONNEMENT ÉLECTRONIQUE (FIGURE 1)

Il s'agit d'un schéma, on ne peut plus simple. Il est parfaitement symétrique étant donné que chaque partie commande un moteur latéral incliné.

L'alimentation est assurée par deux piles du type LR3 de 1,5V, montées en série pour fournir un potentiel de l'ordre de 3V. L'interrupteur SW<sub>1</sub> permet la mise en service de l'alimentation. A titre d'exemple, examinons le fonctionnement de la première branche.

On distingue une photorésistance LDR<sub>1</sub> montée en série avec R<sub>1</sub> et un ajustable RV<sub>1</sub>. Rappelons que la résistance d'une LDR diminue sensiblement avec l'éclairage auquel est exposée la surface active de la LDR. Dans l'obscurité totale, cette résistance est de plusieurs Mégohms. Elle passe à quelques dizaines d'Ohms dans un éclairage ambiant normal. Il en résulte une conduction plus ou moins importante du transistor NPN T<sub>1</sub> suivant l'éclairage reçu par LDR<sub>1</sub>. Plus cet éclairage est important et plus le courant, limité par R<sub>2</sub> et émanant du transistor PNP T<sub>2</sub>, devient important. Il en est de même avec, bien entendu, une importante amplification au niveau du collecteur de T<sub>2</sub> qui alimente directement le moteur M<sub>1</sub>. La LED LD<sub>1</sub> s'allume ce qui indique, par ailleurs, le fonctionnement du moteur correspondant.

## L'OPTO-GUIDAGE

Les deux "yeux" de l'insecte, à savoir LDR<sub>1</sub> et LDR<sub>2</sub>, sont inclinés d'environ 45° vers l'avant et respectivement à gauche et droite de la trajectoire de l'insecte (figure 2). Il en découle un niveau d'éclairage égal si la trajectoire du robot est dirigée vers une source lumineuse. En revanche, lorsque la trajectoire a tendance à dévier, le niveau d'éclairage de l'une des deux LDR devient inférieur à celui de l'autre. Il en résulte une différence de vitesse de rotation entre les

deux moteurs ce qui a pour conséquence la rectification immédiate de la trajectoire.

À noter que si notre insecte est plongé dans l'obscurité, il arrête aussitôt sa course. Il ne s'agit donc pas d'un insecte nocturne, mais diurne...

## LA MÉCANIQUE

Notre robot repose statiquement en équilibre sur trois pieds : à l'avant les deux axes inclinés des deux moteurs de propulsion et à l'arrière un galet de roulement. Les embouts des axes de sortie des moteurs sont enrobés d'un manchon en matière plastique pour une meilleure adhérence au sol. L'ensemble forme un mobile lesté par la présence des piles d'alimentation dont le comportement mécanique est tout à fait stable.

## LE MONTAGE

Le kit est livré avec une notice qui indique clairement le processus du montage. Attention à l'orientation des composants polarisés, tels les transistors mais également les moteurs, faute de quoi le sens de rotation ne serait pas correct. Les moteurs sont fixés sur le module par soudure au niveau des flasques latéraux de leur châssis. Il convient de bien suivre les prescriptions de montage à ce niveau.

## LA MISE AU POINT

Elle consiste à placer les curseurs des deux résistances variables dans la position correcte qui se situe aux environs de la dernière course circulaire. On placera donc l'un des deux curseurs dans cette position et on réglera l'autre de manière à obtenir une vitesse de propulsion égale pour les deux moteurs, le module étant dirigé vers une source lumineuse. Si la vitesse obtenue est trop faible ou au contraire trop importante, on retouchera en conséquence le réglage des curseurs des résistances variables.

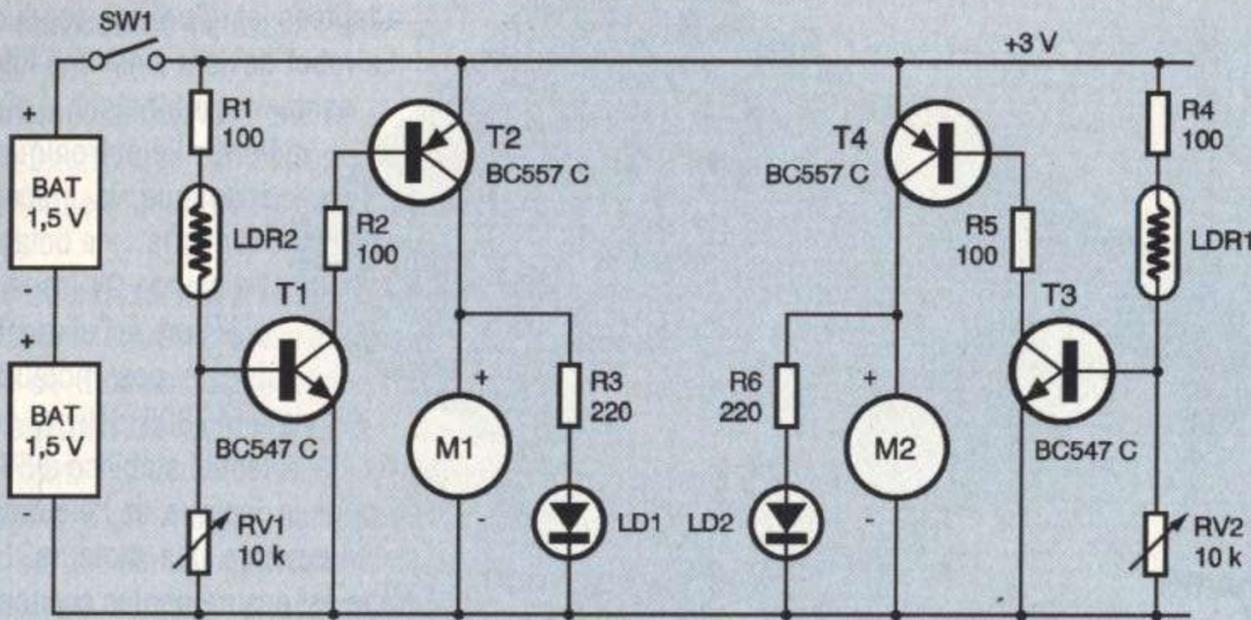
Prix : 91,50 Fttc

R. KNOERR

# COURANT

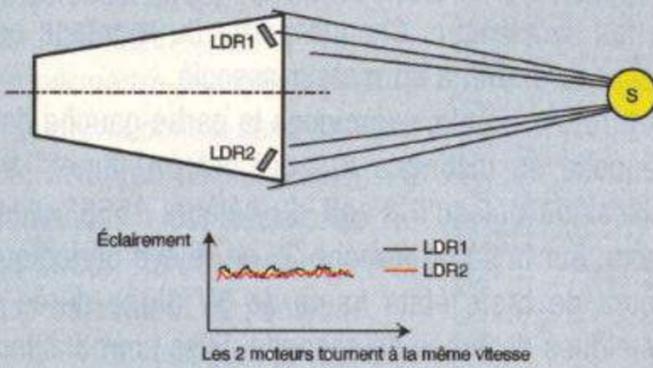


**EN KIT  
COURANT**

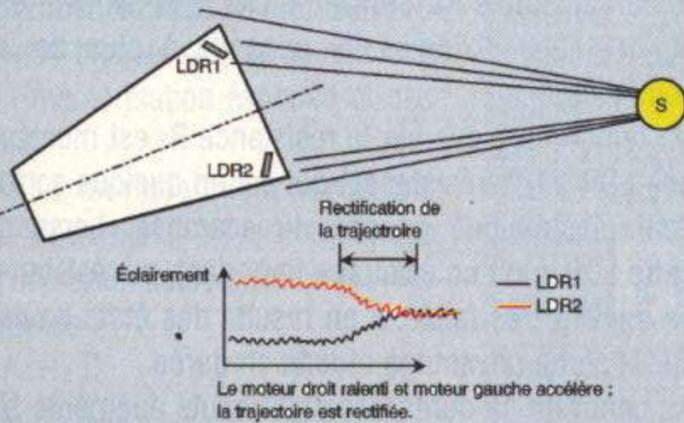


**FIGURE 1**  
*Schéma de principe*

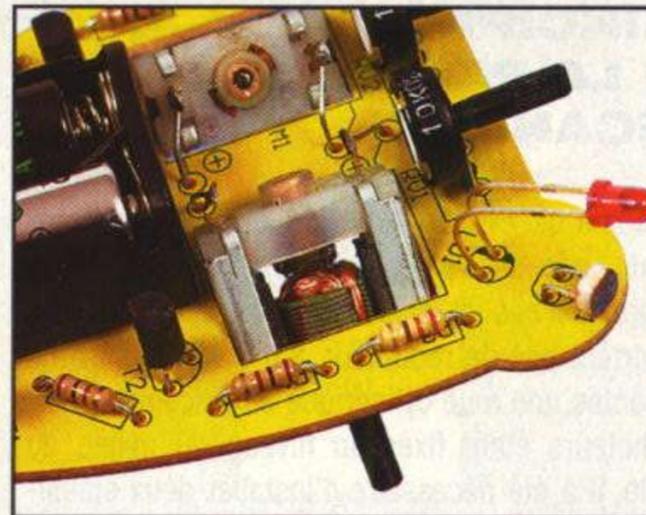
1. Trajectoire dirigée vers source lumineuse



2. Trajectoire déviée de la source lumineuse



**FIGURE 2**  
*L'opto-guidage*



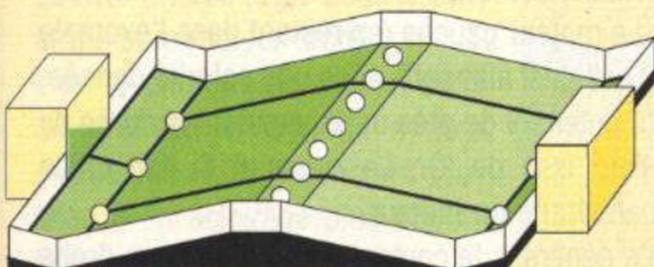
*Le robot est équipé de deux LDR*



*Vue du galet arrière de roulement*

## CONCOURS ROBOTIQUE 2001

## COMPLÉMENT AU RÈGLEMENT



- ✓ S'agissant d'un match de football amical entre deux robots, il est interdit de bloquer, de renverser, de désorienter ou de brouiller volontairement le robot adverse.
- ✓ Il est interdit de placer un système de blocage des balles dans son but ou de reprendre les balles déjà dans son but.
- ✓ L'aire de jeu est en contre-plaqué peint et ne glisse pas. Ses dimensions sont donnée pour la partie utile de l'aire de jeu.
- ✓ Il existe des balles de ping-pong de 38 mm et de 40 mm. C'est le modèle 38 mm de couleur orange qui sera utilisé.
- ✓ Le concours durera 1 seule journée, le samedi 24 novembre 2001.

Rendez-vous le 24 novembre 2001 à partir de 10 H Paris Porte de Versailles - hall 7/1

[WWW.EPRAT.COM](http://WWW.EPRAT.COM)

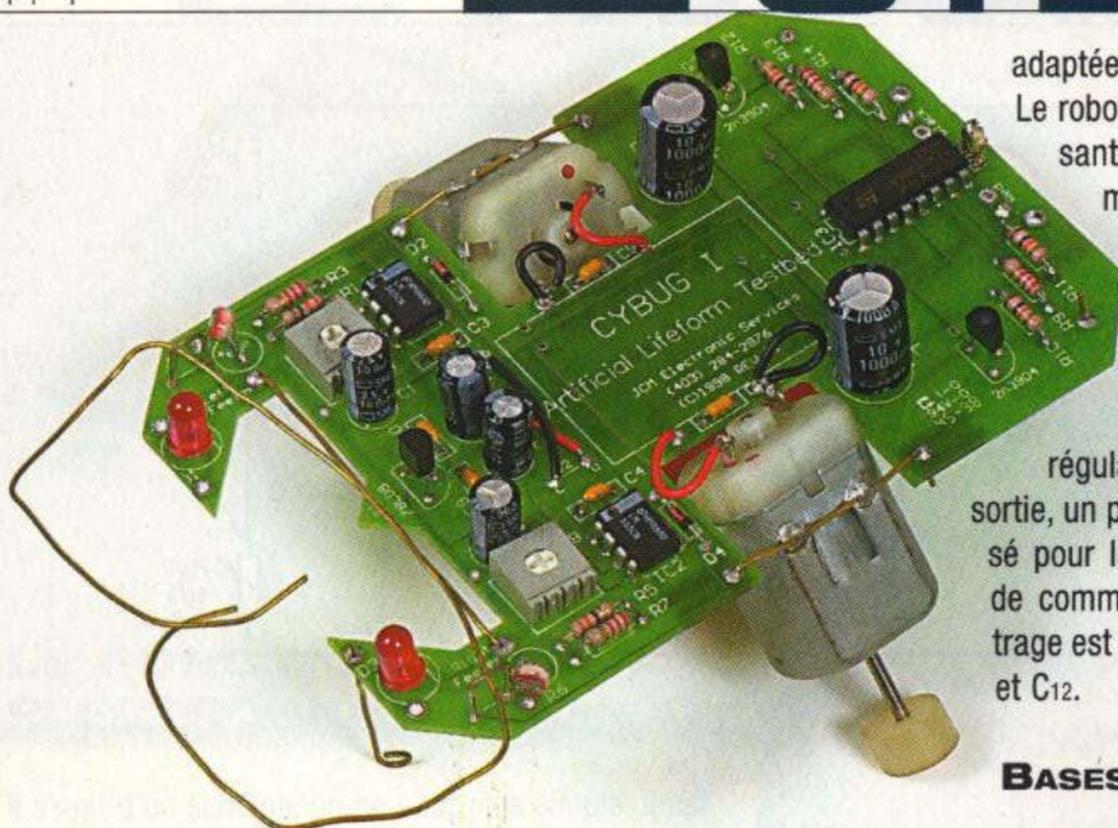
19

HORS SERIE  
MICROS & ROBOTS

EN KIT

La société JCM Electronic Service distribue cet étonnant et original robot-scarabée dont les évolutions et le comportement sont pour le moins surprenants. En effet, cet étrange insecte de la Société TOTAL ROBOTS évolue surnoisement sur terrain plat à une allure caractérisée par un comportement agressif ou, au contraire, timoré suivant le réglage. Il peut être attiré par la lumière ou la fuir, suivant la programmation. Grâce à ses antennes sensibles, il évite soigneusement les obstacles pouvant se trouver sur sa route...

# LE CYBUG



## PRINCIPE DE LA PARTIE MÉCANIQUE

Un module de 115x75 supporte, en plus des composants nécessaires au fonctionnement, deux moteurs inclinés et disposés latéralement. Ils ne comportent pas de réducteur. Sur l'axe de sortie a été montée une roue cylindrique en silicone.

Les moteurs étant fixés au niveau du milieu du module, il a été nécessaire d'installer deux stabilisateurs très simples en fil de fer, type corde à piano, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière, pour maintenir l'ensemble en équilibre.

Les moteurs sont alimentés de façon indépendante et périodique par des impulsions de faible durée. Il en résulte une avance saccadée du robot, tantôt vers la gauche, tantôt vers la droite, à la manière d'un insecte assez... nerveux dont l'évolution est imprévisible.

## LE FONCTIONNEMENT ÉLECTRONIQUE (FIGURE 1)

### ALIMENTATION

La source d'énergie est une pile de 9V fixée par collage sous le module. On peut également avoir recours à une batterie rechargeable de 7,2V de la même taille que la pile. En effet, le constructeur a prévu, dans le descriptif, la construction d'une fleur artificielle avec des pétales conductrices qui permettraient au scarabée de s'alimenter (en rechargeant sa batterie) par l'intermédiaire d'antennes

adaptées et d'un sol conducteur. Le robot devient ainsi une intéressante combinaison où se mêlent l'électronique, la robotique, la mécanique et même... la botanique. La source 9V issue de la pile sert à l'alimentation directe des moteurs. Un régulateur 7805 délivre, sur sa sortie, un potentiel stabilisé à 5V utilisé pour la logique et l'électronique de commande des moteurs. Le filtrage est assuré par les capacités C<sub>9</sub> et C<sub>12</sub>.

### BASES DE TEMPS

On remarquera que le schéma du montage est tout à fait symétrique. Chaque partie du montage correspond en fait à un moteur associé.

À titre d'exemple, examinons la partie gauche dans laquelle on distingue IC<sub>1</sub>, qui est un "timer" très classique puisqu'il s'agit du célèbre "555" à tout faire. Sur la sortie (broche 3), on relève périodiquement de brefs états hauts de 5V d'une durée de quelques dixièmes de seconde. Elles sont d'ailleurs matérialisées par l'allumage d'une LED rouge D<sub>1</sub>.

La période de base dépend de la position angulaire de l'ajustable R<sub>4</sub>. Suivant le cas, elle peut varier de quelques dixièmes de seconde à plus de 3 secondes.

On remarquera que sur la résistance R<sub>3</sub> est montée une LDR (photorésistance) qui est en quelque sorte l'œil électronique gauche du scarabée. Lorsque cette LDR subit un éclairage important, sa résistance devient très faible. Il en résulte des états hauts sur la sortie davantage réduits en durée.

Au contraire, la durée des états hauts augmente si la LDR est soumise à un éclairage plus faible.

### ALIMENTATION PÉRIODIQUE DU MOTEUR CORRESPONDANT

Le circuit intégré IC<sub>3</sub> est un circuit spécial destiné à l'alimentation de deux moteurs, de façon indépendante. Le moteur gauche (en restant dans l'exemple retenu) est ainsi alimenté, sous une polarité donnée, sous un potentiel de près de 9V pendant la durée de l'état haut issu de IC<sub>1</sub>. La capacité C<sub>5</sub> fait office d'antiparasitage du moteur.

En règle générale, le contact relié à l'antenne droite correspondante étant ouvert, le transistor Q<sub>1</sub> est saturé. Il en résulte un état bas sur l'entrée 7 de IC<sub>3</sub>



et un état pseudo-haut sur l'entrée 2.

Si l'antenne sensitive droite touche un obstacle, le contact associé se ferme et le transistor Q<sub>1</sub> se bloque.

L'entrée 7 est alors soumise à un état haut et l'entrée 2 passe l'état bas. À ce moment, les polarités d'alimentation du moteur gauche s'inversent.

S'agissant d'un moteur dont le stator est un aimant permanent, le sens de rotation s'inverse. Ainsi, en cas de détection d'un obstacle avec l'antenne droite, le moteur gauche tourne à contre-sens pour l'impulsion de commande considérée. Le robot évite ainsi l'obstacle.

Pour permettre au moteur gauche de tourner à contre-sens pendant toute la durée de l'impulsion de commande, il est nécessaire de mémoriser la fermeture très brève du contact de l'antenne.

A cet effet, lorsque le contact s'ouvre, la capacité C<sub>7</sub> se charge à travers R<sub>9</sub> si bien que dans un premier temps, le transistor Q<sub>1</sub> reste bloqué en provoquant ainsi la mémorisation évoquée ci-dessus.

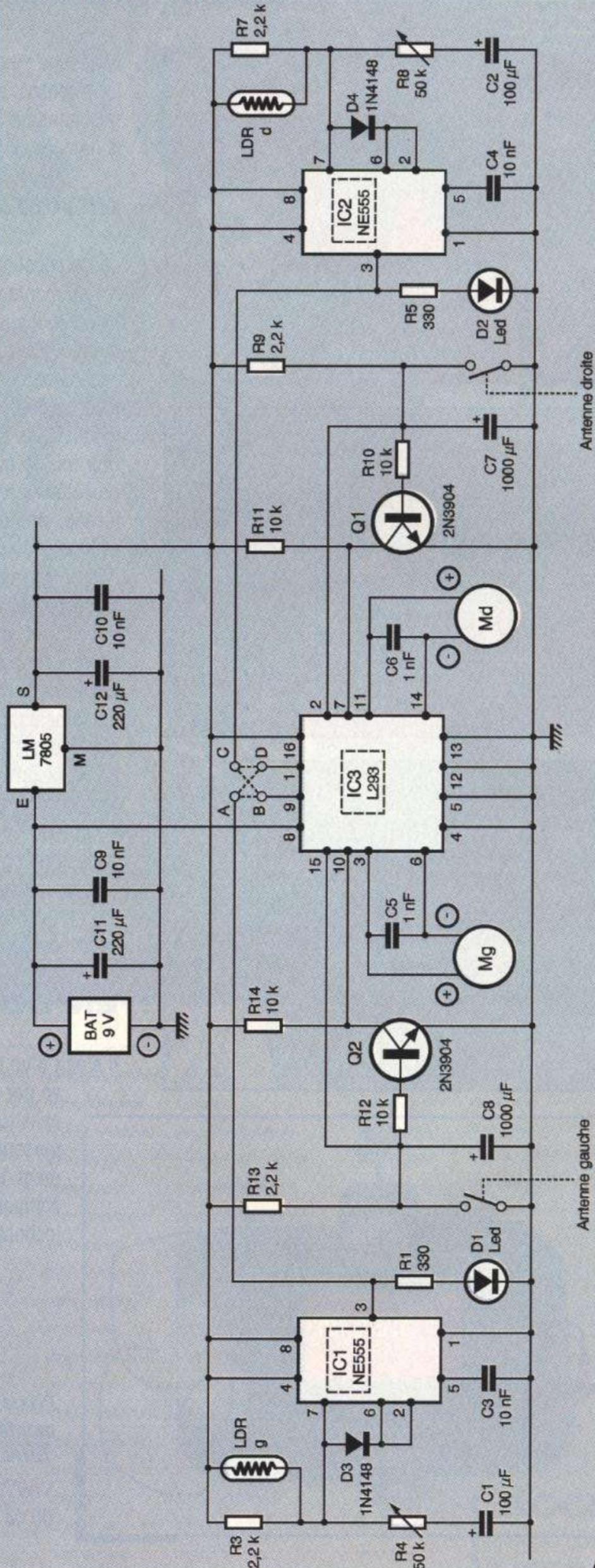
Enfin, on remarquera la possibilité de réaliser, à l'aide de straps, l'une des deux possibilités suivantes :

- $\left\{ \begin{array}{l} A \rightarrow D \\ C \rightarrow B \end{array} \right.$ 
 ou
  $\left\{ \begin{array}{l} A \rightarrow B \\ C \rightarrow D \end{array} \right.$

Suivant le choix réalisé, le robot devient "luminophile" ou "luminophobe". En effet, dans le premier cas, la LDR gauche agit sur la durée d'alimentation du moteur gauche (même règle pour la LDR droite et le moteur droit).

Il en résulte une diminution de la durée d'alimentation du moteur gauche si la LDR gauche est soumise à un éclairage plus important.

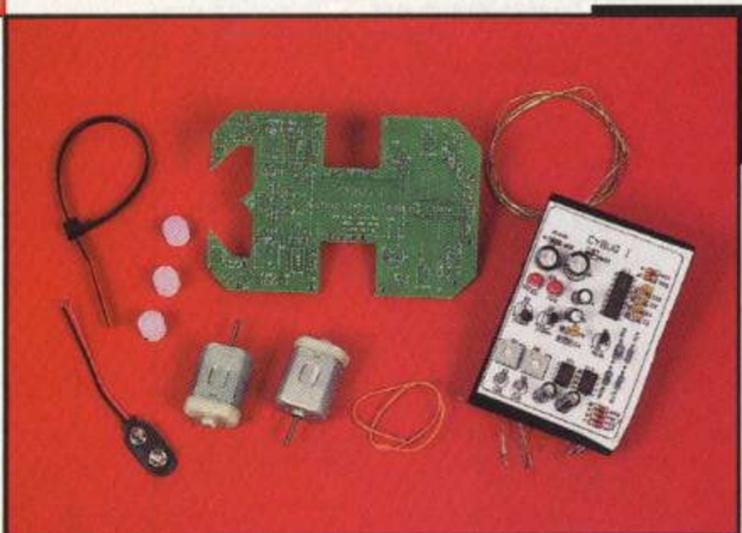
Le robot s'éloigne de la source lumineuse par un pivotement vers



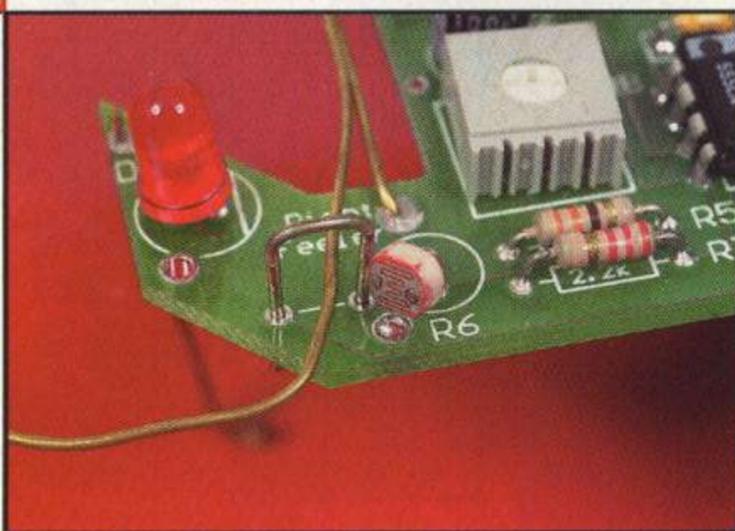
**FIGURE 1**  
Schéma de principe

## EN KIT CYBURG

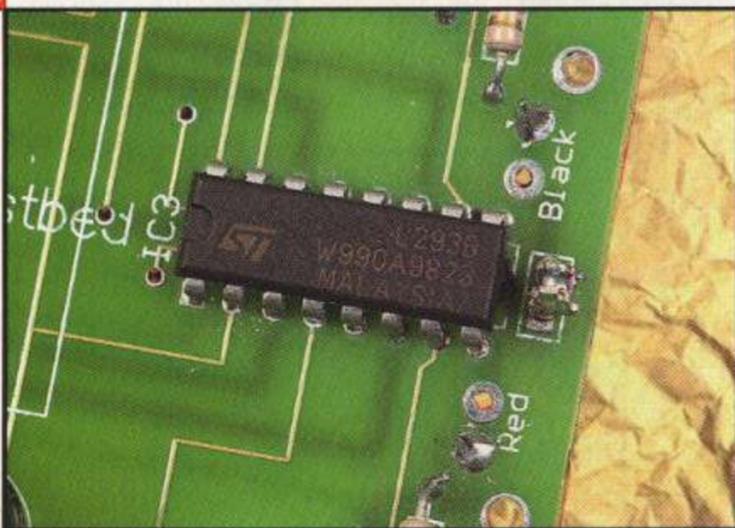
*Le kit comprend toutes les pièces nécessaires au montage, ainsi qu'une notice détaillée*



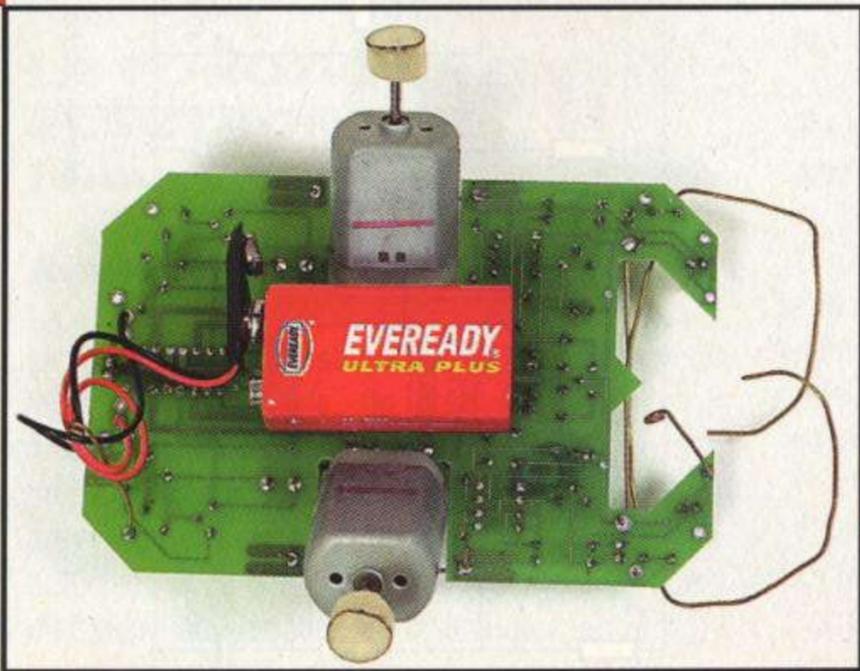
*Réalisation d'une antenne*



*Le kit fait appel à un circuit imprimé du type double face très soigné*



*Fixation de la pile par collage*



le gauche : il devient "luminophobe". En retenant, au contraire, la liaison n°2, le même raisonnement conduit à un pivotement du robot vers la lumière : il devient "luminophile".

### MONTAGE PRATIQUE

Les explications fournies avec les pièces nécessaires au montage de ce robot sont très claires et suffisantes. Il convient de les suivre très scrupuleusement. En particulier, il est important de bien veiller au strict respect de l'orientation des composants polarisés, tels que les diodes, les capacités électrolytiques, les transistors et les circuits intégrés.

Une fois le montage terminé, il est nécessaire de procéder aux mises au point et réglages. À ce niveau, on aura déjà fait le choix des liaisons ABCD évoquées au paragraphe précédent.

Pour le réglage de la position angulaire des ajustables R<sub>4</sub> et R<sub>8</sub>, il est nécessaire de soumettre les LDR gauche et droite au même éclairage ambiant moyen. On agira ensuite sur les curseurs des ajustables de façon à obtenir la même période de clignotement des LED D<sub>1</sub> et D<sub>2</sub>. Si cette période est faible, le robot aura un comportement plutôt agressif. Ce comportement devient plus timoré pour une période plus grande.

À noter que notre insecte continue ses explorations dans la nuit grâce aux résistances R<sub>3</sub> et R<sub>7</sub>. Il s'agit d'un scarabée dont l'activité est à la fois nocturne et diurne avec, cependant, une activité plus importante la nuit...

### EN CONCLUSION

Il s'agit d'un robot véritablement original qui captive par ses possibilités. Il est surtout facile à construire, à modifier, à adapter et, même, à personnaliser : deux robots CYBURG apparemment identiques n'auront jamais le même comportement, chacun aura son caractère instinctif propre...

R. KNOERR

*Prix environ 400,00 F en kit et 700,00 F monté*  
TOTAL ROBOTS

[www.totalrobots.com](http://www.totalrobots.com)

00 44 01372 741954

*Dans les colonnes de cette revue, nombreux sont les articles qui traitent de la réalisation de robots en mettant l'accent sur le fonctionnement électronique de ces réalisations. Il est pourtant essentiel de rappeler quelques notions élémentaires de mécanique aux profanes qui voudraient se lancer dans l'aventure robotique. Nous partons du principe que la commande électronique, du ou des moteurs qui animent le robot, est conçue et réalisée. Dans la plupart des cas, le moteur ne peut être placé dans la bonne position, ne fournit pas le couple voulu ou ne tourne pas à la bonne vitesse. Il est alors nécessaire de faire intervenir la notion fondamentale de transmission.*



C'est un dispositif mécanique utilisé pour transmettre un mouvement depuis son origine (moteur) jusqu'au point de son application (récepteur), en provoquant l'action désirée. Les transmissions mécaniques peuvent faire appel à des engrenages, des poulies associées à des courroies ou à des chaînes, des crémaillères ou des vis sans fin. Les différentes possibilités qui s'offrent à nous seront détaillées une à une et elles seront étayées par des exemples réalisés, une fois encore, par les éléments d'un jeu de construction mondialement connu. Celui-ci a l'avantage de mettre à notre disposition de nombreux éléments mécaniques d'utilisation simple et immédiate permettant des combinaisons variées.

## LES ENGRENAGES

### GÉNÉRALITÉS

Les engrenages sont conçus en vue de la transmission de puissance entre deux arbres rapprochés dont le rapport des vitesses doit être rigoureux et constant ; les deux arbres peuvent être parallèles, concourants, orthogonaux ou même quelconques. Deux roues dentées engrenant ensemble constituent un engrenage : la plus petite est le pignon, l'autre la roue.

Dans le cas où on désirerait transmettre un mouvement, d'un arbre en rotation à un second parallèle à celui-ci, on utilisera les engrenages cylindriques à denture droite ou hélicoïdale.

Dans le cas où on voudrait transmettre le mouvement d'un axe en changeant la direction de 90°, on utilisera des pignons d'angle coniques, une roue de champ associée à un pignon droit ou une vis sans fin associée à un engrenage droit.

Quel que soit le type d'engrenage utilisé, plusieurs constatations s'imposent au vu de leur utilisation.

La première remarque concerne le sens de rotation, l'arbre entraîné tourne toujours en direction inverse de l'arbre entraînant, il faut donc, au minimum, trois engrenages pour retrouver le sens originel.

La seconde remarque, beaucoup plus fondamentale, se rapporte aux vitesses relatives des deux engrenages et nous amène au rôle

très important de ceux-ci, celui d'entraîner un ou plusieurs arbres à une vitesse dif-

férente de celle de l'arbre d'entraînement.

Supposons que l'on place un pignon de 19 dents sur un arbre et qu'on le mette en contact avec une roue de 57 dents montée sur un arbre parallèle. L'arbre qui porte la roue de 57 dents tournera au tiers de la vitesse de celui qui porte le pignon de 19 dents. On a ainsi réalisé une «réduction de vitesse».

Outre la réduction de vitesse, on a provoqué une augmentation proportionnelle du couple moteur. Rappelons qu'un couple est défini par une force  $F$  s'exerçant à l'extrémité d'un bras de levier de longueur  $L$ , il est exprimé en Nm et correspond à une force de 1 Newton exercée à l'extrémité d'un bras de levier de 1 mètre.

Pour en revenir à l'exemple précédent, alors que l'on a réduit la vitesse d'un tiers, on a dans le même temps multiplié par trois le couple de l'arbre moteur. Inversement, si l'arbre moteur est muni de la roue de 57 dents et qu'il entraîne le pignon de 19 dents, on obtiendra un triplement de la vitesse, on a ainsi réalisé une «multiplication de vitesse».

Bien entendu, le corollaire sera une diminution par trois du couple disponible, c'est-à-dire de la puissance d'entraînement. Pratiquement, on utilisera surtout le procédé réducteur qui permet à partir d'un moteur peu puissant, mais tournant relativement vite, de disposer d'une vitesse plus adaptée et, surtout, d'une force disponible beaucoup plus importante.

Le rapport des vitesses de multiplication ou de réduction est donc égal au rapport inverse du nombre de dents de l'engrenage entraînant par celui de l'engrenage entraîné. Dans l'exemple précédent, 57 divisé par 19 nous donne un rapport de réduction de 1/3.

Les engrenages MECCANO offrent de nombreuses possibilités en donnant souvent des rapports entiers,

par exemple une roue dentée de 50 dents associée à un pignon de 25 dents donnera un rapport de réduction de 1/2 ou un coefficient multiplicateur de deux suivant l'utilisation que l'on en fait (voir tableau).

#### ENGRENAGES CYLINDRIQUES À DENTURE DROITE

Ces engrenages sont les plus simples et les plus répandus. Les surfaces en contact sont des cylindres parallèles tangents. C'est le cas des engrenages MECCANO.

#### ENGRENAGES CYLINDRIQUES À DENTURE HÉLICOÏDALE

Dans les engrenages à denture droite, le passage d'une dent à l'autre s'accompagne toujours d'un léger choc augmentant avec l'usure, ce qui entraîne un fonctionnement irrégulier et bruyant, principalement aux grandes vitesses. Pour éviter cet inconvénient, on utilise des dentures hélicoïdales disposées en hélice sur le cylindre primitif, elles ont toujours plus de deux dents simultanément en contact.

Un fonctionnement régulier et silencieux et un rendement accru sont ainsi obtenus. On trouve ces pièces dans la gamme MECCANO.

#### ENGRENAGES CONIQUES

Les engrenages coniques permettent la transmission du mouvement entre deux arbres concourants dont le point de rencontre est obligatoirement le sommet des deux cônes primitifs.

Un résultat équivalent peut être obtenu en utilisant une roue de champ à denture droite associée à un pignon droit.

#### ROUE ET VIS SANS FIN

Le système roue et vis sans fin est un cas particulier des engrenages à axes non concourants.

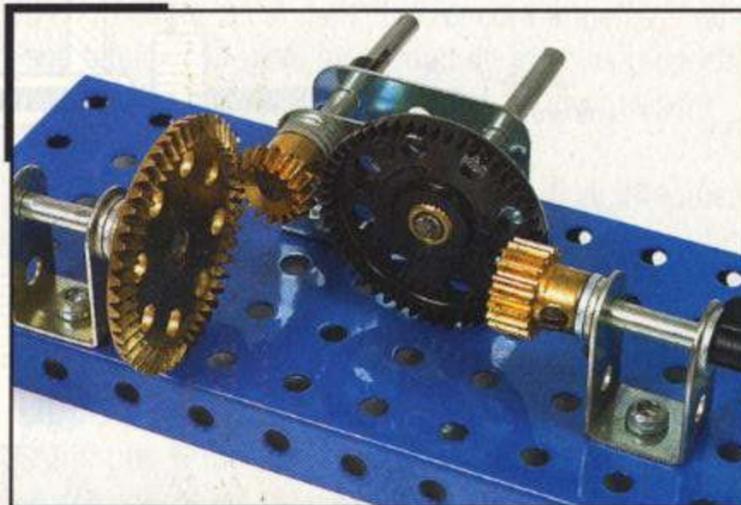
Ce dispositif permet de grandes réductions de vitesse.

Cet engrenage peut être réversible, ou non, en fonction du pas d'hélice et s'utilise associé à un engrenage droit entraîné ou entraînant.

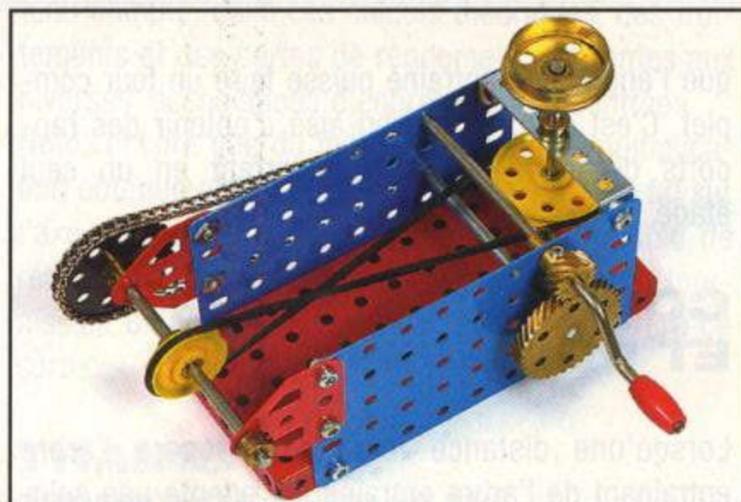
Une vis sans fin irréversible, comme c'est le cas de la pièce MECCANO disponible, ne peut être qu'un engrenage entraîné. La conséquence de cette irréversibilité est d'interdire tout mouvement involontaire de la partie entraînée, ce qui peut présenter un avantage certain dans certaines configurations particulières.

Quand une vis sans fin engrène avec un pignon, une roue dentée ou une roue de champ, le rapport de démultiplication est déterminé uniquement par le nombre de dents de la roue entraînée.

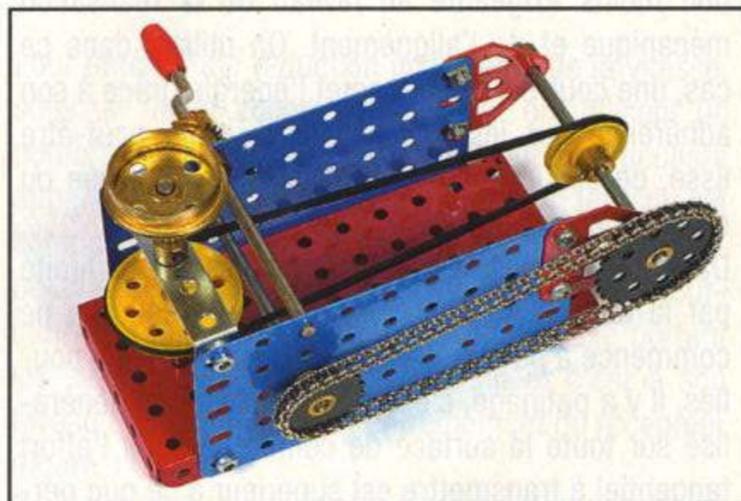
Par exemple, une vis sans fin entraînant une roue dentée de 57 dents devra effectuer 57 tours pour



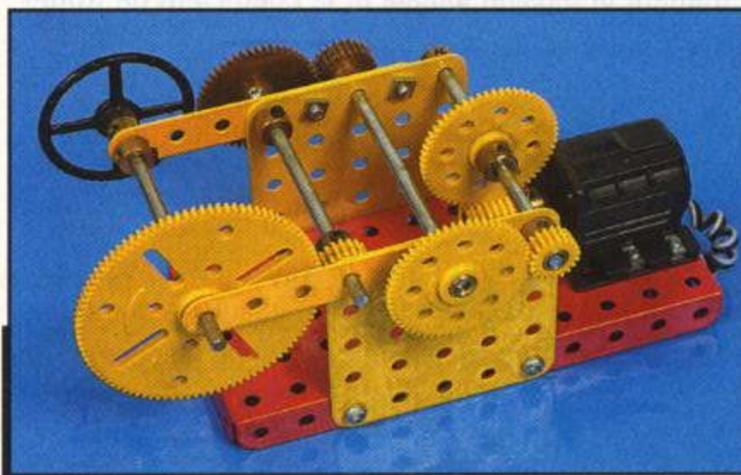
Exemple d'un couple d'engrenages associant un pignon droit engrenant avec une roue de champ et d'un couple de pignons coniques



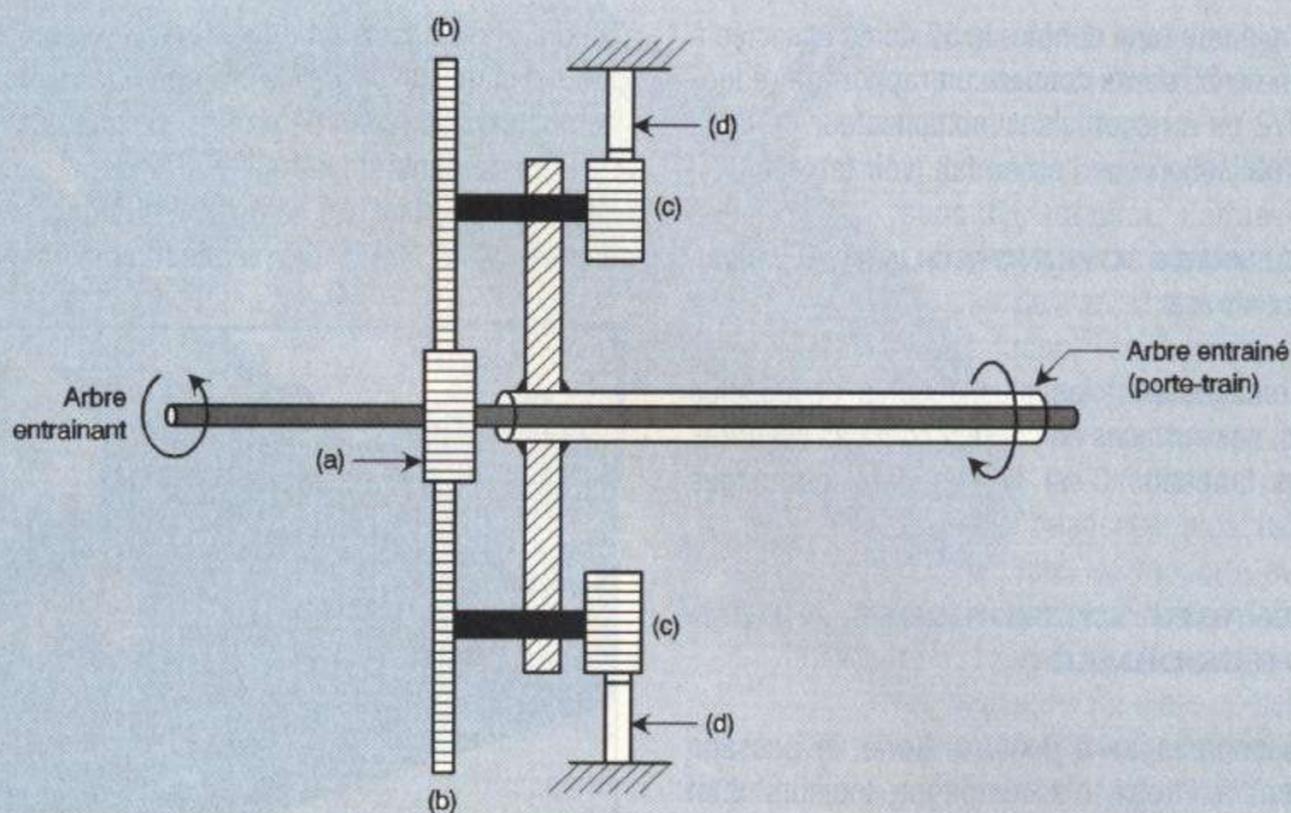
Exemple montrant l'utilisation d'un couple de pignons hélicoïdaux



Entraînement d'une chaîne galle avec deux roues de chaîne et d'une transmission par courroie sur deux plans orthogonaux



Moteur suivi d'un train d'engrenages associant vis sans fin et engrenages droits pour une démultiplication totale de 1/5



**FIGURE 1** ◀

Schéma d'un train épicycloïdal

que l'engrenage entraîné puisse faire un tour complet. C'est donc un moyen aisé d'obtenir des rapports de démultiplication important en un seul étage.

## COURROIES ET POULIES

Lorsqu'une distance importante sépare l'arbre entraînant de l'arbre entraîné, on adopte une solution moins exigeante au niveau de la réalisation mécanique et de l'alignement. On utilise, dans ce cas, une courroie qui transmet l'énergie grâce à son adhérence sur les poulies. La courroie peut-être lisse, de section carrée ou trapézoïdale, armée ou relativement élastique.

Dans tous les cas, le couple transmissible est limité par la tension disponible avant que la courroie ne commence à patiner dans la gorge de la ou les poulies. Il y a patinage, c'est-à-dire glissement généralisé sur toute la surface de contact lorsque l'effort tangentiel à transmettre est supérieur à ce que permettent la tension initiale et le coefficient de frottement entre courroie et poulie.

D'autres poulies, folles sur leur axe, intercalées sur le parcours de la courroie permettent de modifier à loisir la direction de celle-ci.

Les courroies servent aussi à relier des arbres situés dans des plans différents ; la transmission est alors placée au voisinage de la perpendiculaire commune aux deux arbres et les poulies sont disposées de telle sorte que, au moment où les courroies quittent une poulie, elles se trouvent dans le plan médian de

l'autre (figure 1). Dans le cas où l'on voudrait transmettre un couple plus important, des poulies crantées, associées à des courroies elles aussi crantées, résoudre élégamment le problème. Ces courroies engrenent par les crans de leur face interne avec des poulies cannelées.

La suppression du glissement fonctionnel et celle de l'extensibilité (armature en acier) assurent un rapport de transmission rigoureusement constant et un fonctionnement silencieux et à sec. Il n'existe pas de pièces MECCANO disponibles à cet effet.

Contrairement aux engrenages, dans le cas d'une transmission par courroie, le sens de rotation est maintenu constant quel que soit le nombre d'étages de transmission.

En ce qui concerne les vitesses relatives des poulies les unes par rapport aux autres, le même principe utilisé pour les engrenages s'applique. Le rapport de réduction ou de multiplication dépend, dans ce cas, des rapports relatifs entre les diamètres des deux poulies. Par exemple, une poulie de 12mm de diamètre entraînant une poulie de 25mm de diamètre nous donnera un rapport de démultiplication d'environ 1/2.

## CHAÎNES ET ROUES DE CHÂÎNES

C'est une variante de la transmission par courroie. Comme dans le cas de la courroie crantée, tout risque de glissement de la transmission lors de l'entraînement est supprimé. Des pièces MECCANO sont disponibles à cet effet avec plusieurs diamètres de

roues de chaîne et une chaîne galle facilement sécable avec une pince à la longueur désirée.

Les mêmes principes généraux de l'entraînement par courroie s'appliquent aussi aux chaînes.

Le rapport de démultiplication ne dépend, comme pour les engrenages, que du nombre de dents respectif des deux roues de chaîne.

Lorsque de grandes longueurs de chaîne sont nécessaires, il est souvent utile de disposer, sur le parcours de celle-ci, un tendeur muni d'un ressort qui assure un fonctionnement convenable du dispositif en diminuant, par la même, les jeux inévitables rencontrés avec ce type d'entraînement.

## CRÉMAILLÈRES ET VÉRINS À VIS

La crémaillère et le vérin à vis sont deux mécanismes d'action similaire dont le rôle est de transformer une rotation en déplacement linéaire.

La crémaillère MECCANO s'associe à un engrenage droit, plusieurs longueurs de celle-ci pouvant être mises bout à bout.

Le vérin à vis permet, à partir d'une rotation, d'obtenir un déplacement linéaire puissant du fait de la démultiplication importante fournie. On utilise pour cela de la tige filetée de différentes longueurs sur laquelle coulisse un manchon lui-même fileté.

## TRAINS D'ENGRENAGES

Il est parfois nécessaire d'obtenir une démultiplication plus importante que ne le permet un seul étage ne comportant que deux engrenages. On résout aisément ce problème en associant plusieurs étages de réduction élémentaires constitués d'engrenages, de poulies ou de chaînes. Un tel ensemble se nomme «un train d'engrenages».

Le rapport total du train d'engrenages s'obtient en multipliant tous les rapports élémentaires entre eux. Examinons en détail la réalisation effectuée dans un but didactique.

Le moteur est muni d'une vis sans fin n°32, engrenant avec une roue dentée de 57 dents n°27A. Comme il a été vu précédemment, le rapport de réduction est, dans ce cas, donné par le nombre de dents de la roue dentée, il est donc de 1/57.

Le même arbre supporte un pignon de 19 dents n°26, engrenant de nouveau avec une roue dentée de 57 dents : le rapport obtenu à ce niveau est de 1/3.

L'étage de réduction suivant est constitué d'un pignon

de 25 dents n°25, associé à une roue dentée de 50 dents n°27 : la démultiplication obtenue est de 1/2.

Le dernier étage consiste, de nouveau, en un pignon de 19 dents n°26, engrenant avec une grande roue dentée de 95 dents n°27C, avec un rapport de 1/5.

Vous constaterez que la démultiplication du train d'engrenages ainsi constitué, encore appelée «raison totale» est égale au produit de tous les rapports individuels constitués, soit dans le cas présent :  $1/57 \times 1/3 \times 1/2 \times 1/3 \times 1/5 = 1/5130$ .

Cela signifie encore que le moteur doit effectuer 5130 révolutions pour que l'arbre de sortie fasse un tour.

Dans le même temps, le couple a été augmenté théoriquement de façon proportionnelle. En fait, le couple ne peut être augmenté indéfiniment, il est limité par la résistance mécanique des engrenages et des paliers qui les supportent. De plus, il n'est pas tenu compte, dans ces calculs théoriques, des frottements et des pertes de rendement inhérentes aux diverses associations d'engrenages rencontrées.

Notez encore que du fait de la grande démultiplication obtenue et de la présence d'une vis sans fin sur l'axe du moteur, il est virtuellement impossible de réaliser un entraînement réversible, même en fournissant un couple important au niveau de l'arbre de sortie.

## TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX

Pour obtenir une réduction importante de la vitesse, sous un faible encombrement tout en utilisant un nombre réduit de roues, une disposition particulière appelée train épicycloïdal est utilisée. Un tel train est composé d'un pignon central moteur (a), appelé planétaire, engrenant avec des satellites (b et c) tournant en roulant sur une roue fixe (d). L'axe portant les satellites est appelé porte-train et c'est à son niveau que l'on recueille l'entraînement du récepteur (figure 1).

Comme dans le cas des trains d'engrenages classiques, la raison totale est égale au produit des différents rapports intermédiaires.

Les avantages principaux de ce type de réduction résident, dans le fait, que l'axe entraînant reste dans le prolongement de celui entraîné, quel que soit le nombre d'étages successifs. On constate aussi que le jeu mécanique total est bien inférieur, pour le même rapport de réduction, à celui d'un train d'engrenages classique.

Dans l'exemple réalisé, la manivelle entraîne un pignon de 19 dents, engrenant avec une roue de 57

dents, avec un rapport de 1/3. Cette même roue est solidaire d'un planétaire de 19 dents, engrenant avec deux satellites diamétralement opposés de 57 dents, avec un rapport de 1/3.

Le second pignon de 19 dents de chaque satellite engrène l'intérieur d'une roue fixe à double denture de 95 dents n°180 et donne un rapport de 1/5. La raison totale dans ce cas est de :  $1/3 \times 1/3 \times 1/5 = 1/45$ .

Le tableau ci-contre, résumant les parités et les différents rapports rencontrés en utilisant les engrenages MECCANO, vous aidera à effectuer une sélection appropriée.

Ce panorama, non exhaustif des différentes transmissions élémentaires qui peuvent être rencontrées au cours de l'étude d'une réalisation robotique, per-

mettra aux électroniciens profanes en mécanique de concevoir leur projet avec, nous l'espérons, plus de facilité.

E. CHAMPLEBOUX

### PARITÉ ET RAPPORT DES ENGRENAGES

#### DROITS :

|              |      |
|--------------|------|
| 7/70 dents   | 1/10 |
| 11/66 dents  | 1/6  |
| 13/65 dents  | 1/5  |
| 15/60 dents  | 1/4  |
| 19/38 dents  | 1/2  |
| 25/50 dents  | 1/2  |
| 22/55 dents  | 2/5  |
| 30/45 dents  | 2/3  |
| 19/57 dents  | 1/3  |
| 19/19 dents  | 1/1  |
| 38/38 dents  | 1/1  |
| 38/114 dents | 1/3  |
| 19/133 dents | 1/7  |
| 38/152 dents | 1/4  |
| 19/171 dents | 1/9  |
| 19/285 dents | 1/15 |

#### CONIQUES :

|             |     |
|-------------|-----|
| 26/26 dents | 1/1 |
| 12/48 dents | 1/4 |
| 16/48 dents | 1/3 |
| 24/48 dents | 1/2 |

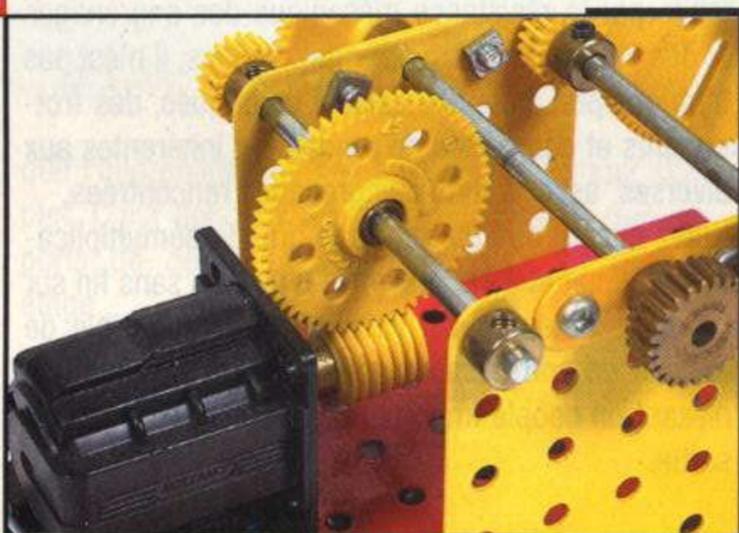
#### VIS SANS FIN :

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 32 ou 32A sur 19 dents  | 1/19  |
| 32 ou 32A sur 57 dents  | 1/57  |
| 32 ou 32A sur 95 dents  | 1/95  |
| 32 ou 32A sur 133 dents | 1/133 |
| 32 ou 32A sur 171 dents | 1/171 |
| 32B sur 60 dents        | 1/60  |

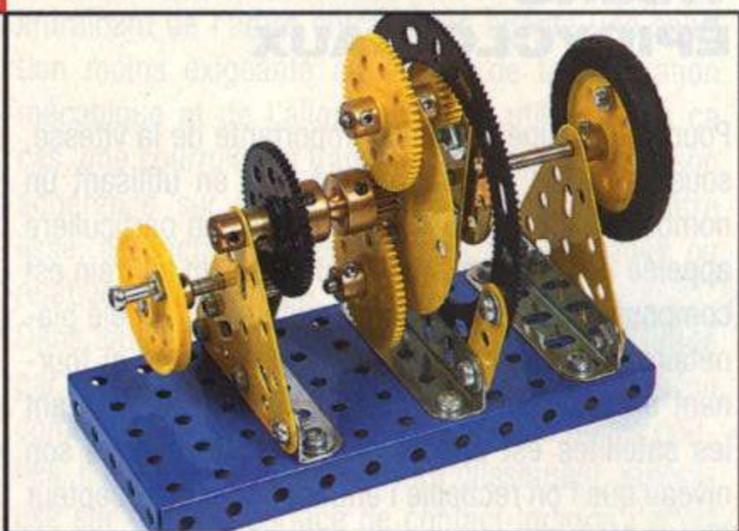
#### HÉLICOÏDAUX :

|             |     |
|-------------|-----|
| 12/12 dents | 1/1 |
| 10/14 dents | 5/7 |
| 10/40 dents | 1/4 |
| 14/35 dents | 2/5 |
| 13/39 dents | 1/3 |

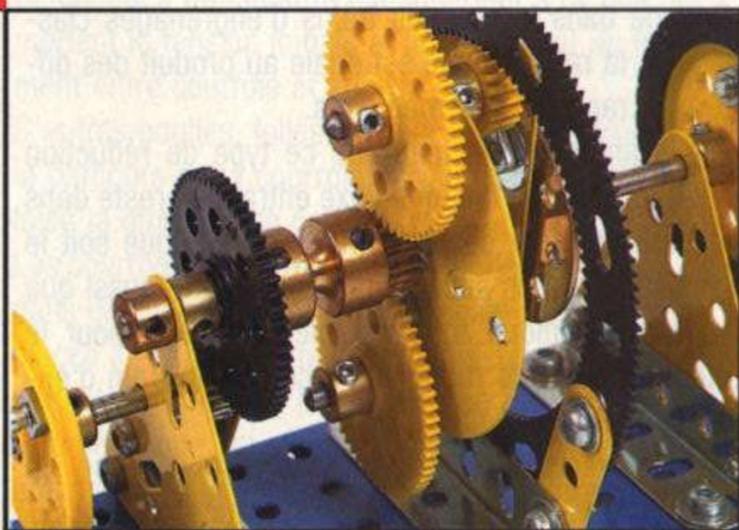
Moteur et vis sans fin



Train d'engrenages épicycloïdal assurant une démultiplication totale de 1/45 (voir texte)



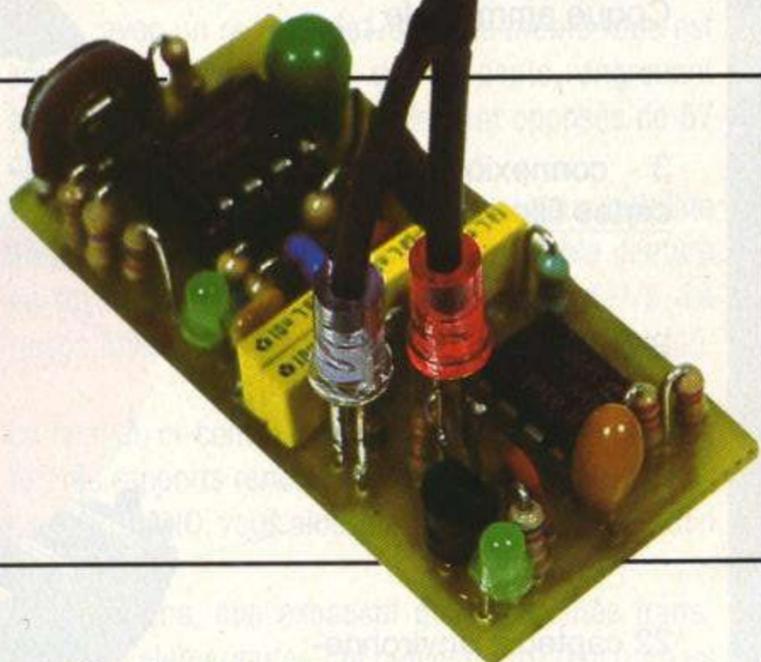
Vue complémentaire de l'ensemble



# DÉTECTEUR MOUSTACHE

TECHNOLOGIES

*Les robots ont  
besoin de détecter  
leur position pour  
pouvoir se déplacer.  
Le détecteur à  
moustache que nous  
proposons ici se  
chargera de déceler  
des obstacles  
comme le feraient  
les moustaches d'un  
animal ou les yeux  
d'un escargot.*



## L'ÉLECTRONIQUE (FIGURE 1)

Nous commencerons par le circuit électronique dont le concept utilise des principes de base qui peuvent être exploités pour d'autres systèmes de détection ou même de barrière optique, longue portée comprise.

Le système de détection utilise une lumière modulée. La modulation joue plusieurs rôles : Elle réduit la consommation de la diode d'émission tout en permettant d'obtenir un courant de crête important donc une information puissante.

Le système s'affranchit partiellement des variations de luminosité ambiante qui pourraient commander un dispositif basé sur une simple variation de lumière. En choisissant une fréquence relativement élevée, on s'éloigne de la fréquence du secteur ce qui permet l'insertion d'un filtre passe-haut ou réjecteur qui réduit l'influence des sources parasites.

L'émetteur de lumière pulsée utilise un circuit intégré oscillateur astable associé à un transistor de "puissance".

La constante de temps de l'oscillateur à TLC555 (un 555 à faible consommation) est définie par le condensateur  $C_1$  et les résistances  $R_1$  et  $R_2$ . Avec les valeurs choisies, nous avons une fréquence de 1 kHz et un rapport cyclique de 1/9. Si vous avez envie de changer de fréquence, vous appliquez simplement une règle de proportionnalité : en augmentant la résistance ou le condensateur, on abaisse la fréquence.

La sortie de l'oscillateur attaque un transistor monté en générateur à courant constant. La diode  $D_1$  fixe la tension base/rail positif.

Sa chute de tension sera égale à la somme de la tension base/émetteur du transistor  $T_1$  et de la chute de tension dans  $R_4$ . Comme la tension base/émetteur est relativement constante, nous

aurons un courant constant dans la résistance et, par conséquent, dans le collecteur de  $T_1$ ... La diode  $D_2$  sera alimentée à courant constant et découpée, la pointe de courant est de 60mA et la consommation moyenne de 7mA environ.

Une cellule de découplage  $R_5/C_2$  filtre la tension d'alimentation et évite une retransmission des ondulations vers l'étage suivant.

Le récepteur utilise un amplificateur opérationnel capable de travailler sous une basse tension. Le phototransistor  $PT_1$  reçoit la lumière réfléchiée par les obstacles. Le courant dans le phototransistor fait varier la tension aux bornes de la résistance  $R_6$ . Le circuit RC, en T ponté, constitue un filtre à 100 Hz contre les ondulations de lumière créées par des lampes à incandescence.

L'amplificateur  $Cl_{2a}$  amplifie le signal détecté par  $PT_1$ , il est polarisé par la diode  $D_5$ . Le condensateur  $C_8$ , associé à  $R_{13}$ , constitue un filtre passe-haut améliorant la réjection des fréquences trop basses.

La tension alternative de sortie de  $Cl_{2a}$  est détectée par les diodes  $D_3$  et  $D_4$  avant d'être envoyée sur un amplificateur que l'on fait travailler en comparateur. Le potentiomètre  $P_1$  ajuste le seuil de déclenchement et permet de régler le niveau dont la distance à partir de laquelle la détection aura lieu.

Le signal de sortie est un niveau proche du zéro disponible sur la broche 7 de  $Cl_{2b}$ . Sans signal, la sortie est à l'état haut.

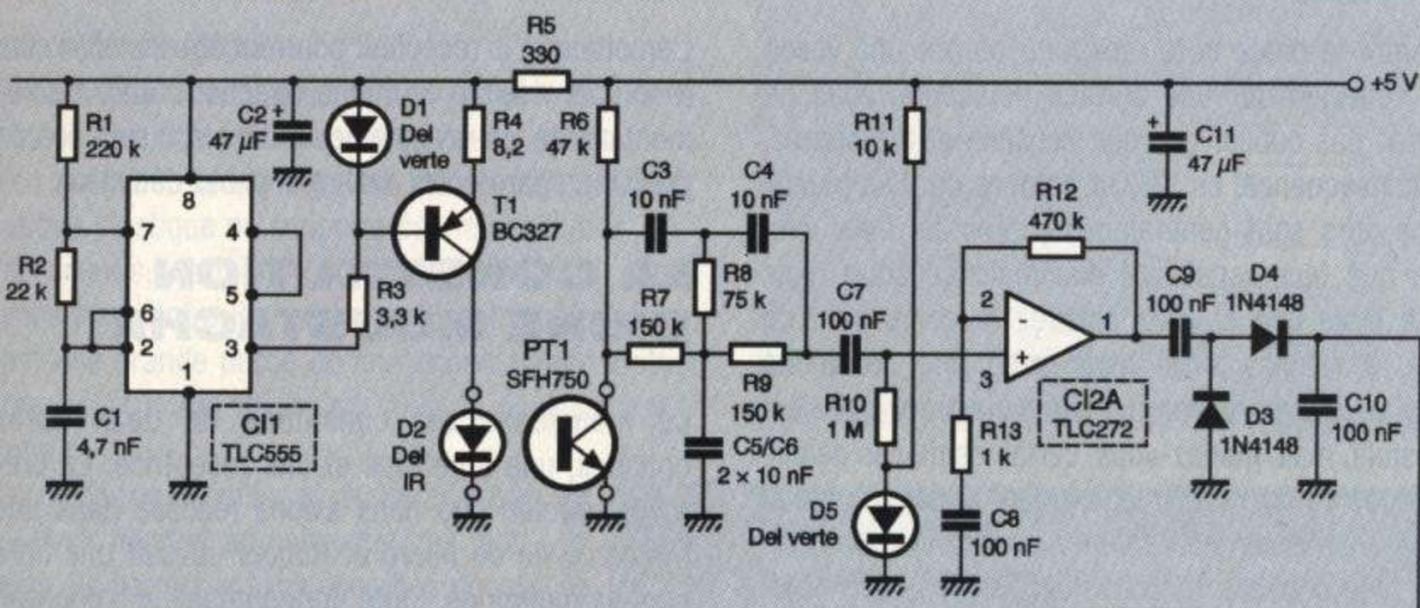
## RÉALISATION DU MODULE

Le schéma imprimé et son câblage sont représentés **figures 2 et 3**.

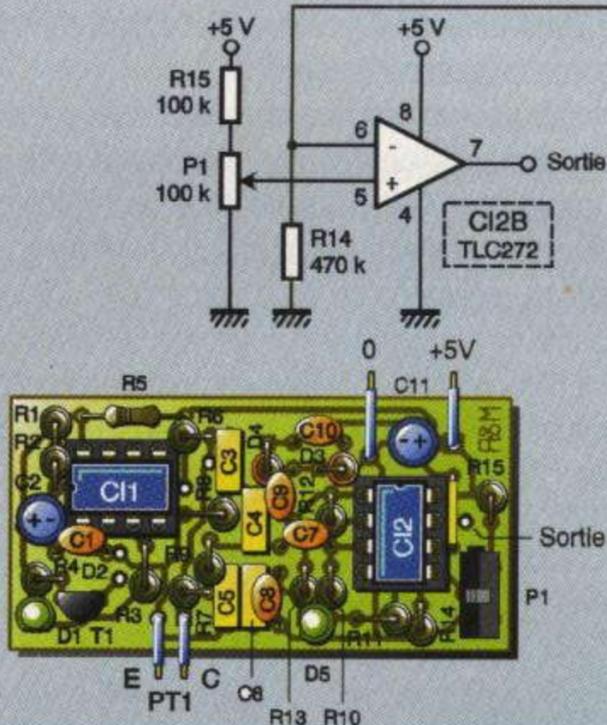
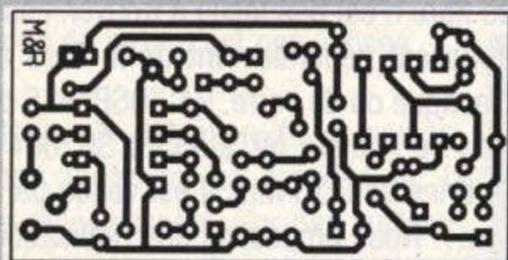
L'intégration dans un robot contraint à réduire les dimensions du capteur, vous ne vous étonnerez donc pas de voir ici un montage assez compact sans les résistances à plat et largement espacées que l'on voit souvent... Bien sûr, la soudure demande un peu plus d'expertise mais, comme vous vous êtes lancés dans l'aventure robotique, vous ne devez pas manquer d'habileté !

Le respect de la polarité des composants est assisté, côté cuivre, par des pastilles carrées ou rondes. Le carré correspond au pôle positif des condensateurs, à la cathode des résistances ou au collecteur du phototransistor.

Attention au sens de branchement des condensateurs au tantale, ils ne supportent pas les inversions de polarité.



**FIGURE 1**  
Schéma de principe

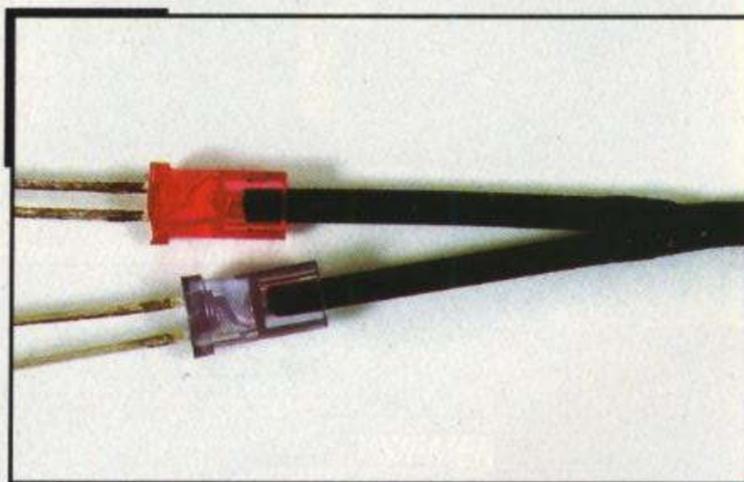


**FIGURE 2**  
Tracé de circuit imprimé

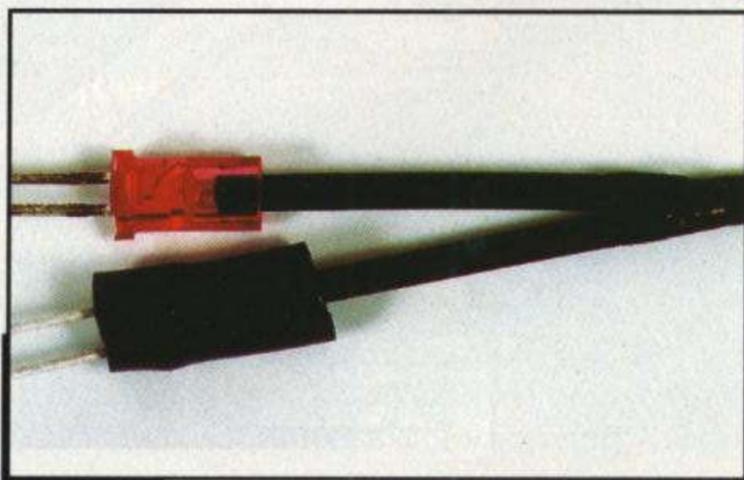
**FIGURE 3**  
Implantation des composants

## UTILISATION DU MODULE

Le module peut aussi bien travailler avec des émetteurs et capteurs infrarouges que dans le visible. Les fibres optiques plastiques présentent une atténuation relativement importante dans l'infrarouge, il est donc préférable de les faire travailler dans le rouge, un rayonnement visible du plus bel effet esthétique. Par contre, si vous travaillez en rayonnement direct, donc sans fibre optique, vous pourrez utiliser un émetteur infrarouge nettement plus discret (vous pouvez même penser que le montage ne fonctionne pas !). Certains récepteurs infrarouges (enrobés de noir) bénéficient d'un filtre intégré qui réduit l'influence d'une lumière extérieure. Le phototransistor, comme tout photo-détecteur, est sensible à la lumière. Non seulement à la lumière ambiante, mais aussi à celle générée par la source proche. Si vous constatez la présence d'une tension alternative en sortie du premier étage du module de réception, elle peut provenir de la diode d'émission. Cette transmission peut se faire par une vue direc-



La fibre s'introduit dans des photo-éléments spécialisés



Une gaine opaque évite la diaphotie entre émetteur et récepteur

te entre la diode et le récepteur ou par une vision par réflexion sur une surface adjacente. Vous ne devriez pas oublier ce point sensible et protégez, en conséquence, ce délicat composant. Les phototransistors sont généralement directifs. Cela veut dire que leur sensibilité maximale se situe dans l'axe mais que si vous éclairez le composant de côté, il réagira aussi mais avec une sensibilité réduite. Une protection par gaine plastique noire est possible, mais méfiez-vous, certaines de ces gaines opaques à l'œil restent légèrement transparentes et une transmission de lumière même faible peut perturber la capacité de détection. Une matière plastique noire peut d'ailleurs être totalement transparente aux rayons infrarouges.

Le module pourra donc être utilisé en infrarouge avec une diode d'émission classique identique à celle que l'on trouve dans les télécommandes de téléviseurs. La réception s'effectue par un phototransistor, de préférence équipé d'un filtre infrarouge. Certains fabricants de phototransistors comme SIEMENS proposent des versions en boîtier noir transparentes aux infrarouges (SFH 300 A, 303FA, 309FA, 310FA, 313FA). Ces phototransistors correspondent à des modèles dont la directivité est assez importante.

L'émetteur et le récepteur pourront être installés côte à côte et viseront la même direction. Outre l'isolement contre les rayonnements directs, il sera bon de prévoir un pare-soleil devant le photo-détecteur.

### LA CONSTITUTION D'UNE MOUSTACHE

La moustache est constituée de deux fibres optiques, une émettrice et une réceptrice. La première version que nous avons réalisée dans une première vie de Micro et Robots utilisait une fibre optique multibrins. Cette fibre optique se composait de fibres de faible diamètre placées parallèlement et en contact l'une de l'autre. Une moitié des fibres était utilisée pour l'aller, l'autre pour le retour de la lumière. Ce mode de conduction de lumière n'induisait pas de diaphonie, c'est à dire de retour de lumière vers le détecteur. Les fiches optiques émettrice et réceptrice étaient mélangées permettant d'avoir un axe de retour quasi commun entre la source et le détecteur.

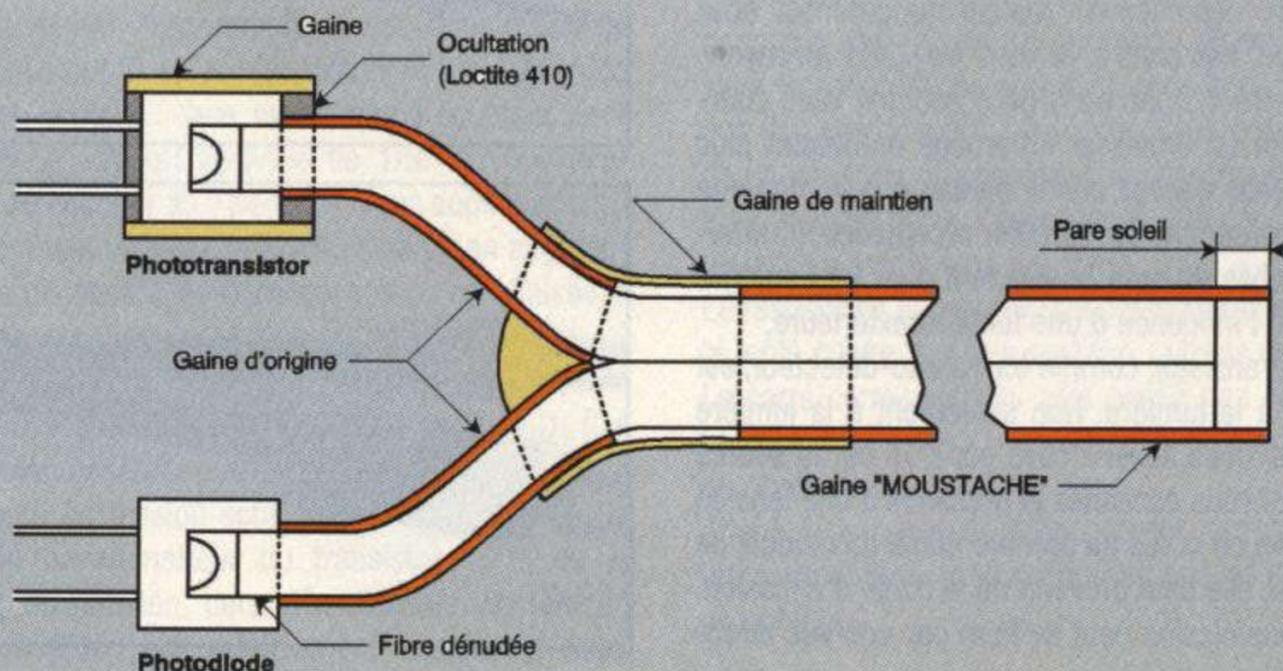
Ce type de fibre n'est pas facile à trouver. Les catalogues proposent généralement de la fibre monobrin, de plastique ou de verre. RADIOSPARES propose du guide de lumière MITSUBISHI SH1064 comportant 64 brins de 0,25 mm. Il est vendu par bobine de 25 m... Nous proposons une réalisation plus simple, basée sur de la fibre optique gainée de 1 mm de diamètre. Les fibres ont été dénudées sur la longueur dépassante de la moustache et réinsérées dans une gaine d'un diamètre supérieur. Si vous préférez la fibre multibrins, vous conservez la gaine sur la partie dépassante, vous dénudez côté photo-éléments et vous placez la moitié de chaque faisceau dans une gaine noire (**figure 4**).

A l'une des deux extrémités, les brins conservent

Les résistances seront montées verticalement pour un gain de place

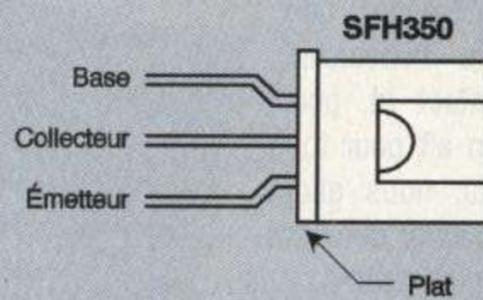


**FIGURE 4**  
Montage de la "moustache"



► **FIGURE 5**

**Brochage du SFH350**



leur gaine d'origine.

En ce qui concerne la gaine chargée de réunir les brins, il faut éviter de rétreindre la gaine à chaud ou bien contrôler la température de rétreint, la fibre optique plastique ne supporte pas la chaleur.

Par ailleurs, certaines fibres optiques que nous avons eues entre les mains vieillissent mal et perdent une grande partie de leur transparence. Cette fibre (réf. CT 300 R) est par ailleurs devenue cassante...

Des diodes de réception et phototransistors spéciaux figurent au catalogue des fabricants, ils permettent une insertion directe des fibres optiques plastique dans le composant. Ce dernier dispose d'une lentille placée à proximité de la puce et adaptant le composant à l'extrémité de la fibre.

Le phototransistor sera entouré d'une gaine opaque, on pourra éventuellement obturer la partie inférieure du composant pour améliorer son étanchéité vis à vis des lumières externes. La **figure 5** donne le brochage du SFH 350 dont la connexion de base n'est pas utilisée.

La distance de détection de la moustache varie fortement en fonction de la surface réfléchissante. Sur des surfaces peu réfléchissantes, elle est de quelques centimètres. Par contre, sur un réfléchissant comme un catadioptré ou un film à micro-billes, elle atteint une quarantaine de centimètres, bien que la surface de captation de la lumière soit inférieure au mm<sup>2</sup>. Les catadioptrés ou les réflecteurs à billes renvoient la lumière dans la direction d'origine. L'orientation du capteur par rapport à cette surface réfléchissante peut être quelconque.

Le fonctionnement d'une diode rouge se contrôle très facilement, par contre, les diodes infrarouges ne s'éclairent pas ou très peu (toutes ne travaillent pas sur la même longueur d'onde). Si vous désirez effectuer un contrôle visuel, c'est facile, vous prenez un camescope ou une petite caméra de surveillance et vous visez son objectif. Sur l'écran, vous verrez un point lumineux sur la diode d'émission !

E. LEMERY

**NOMENCLATURE**

- $R_1$  : 220 k $\Omega$  1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
- $R_2$  : 22 k $\Omega$  1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
- $R_3$  : 3,3 k $\Omega$  1/4W 5% (orange, orange, rouge)
- $R_4$  : 8,2  $\Omega$  1/4W 5% (gris, rouge, doré)
- $R_5$  : 330  $\Omega$  1/4W 5% (orange, orange, marron)
- $R_6$  : 47 k $\Omega$  1/4W 5% (jaune, violet, orange)
- $R_7, R_9$  : 150 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, vert, jaune)
- $R_8$  : 75 k $\Omega$  1/4W 5% (violet, vert, orange)
- $R_{10}$  : 1 M $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, vert)
- $R_{11}$  : 10 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, orange)
- $R_{12}, R_{14}$  : 470 k $\Omega$  1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
- $R_{13}$  : 1 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, rouge)
- $R_{15}$  : 100 k $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, jaune)
- $C_1$  : 4,7 nF céramique
- $C_2, C_{11}$  : 47  $\mu$ F/6,3V chimique radial
- $C_3$  à  $C_6$  : 10 nF MKT 5mm
- $C_7$  à  $C_{10}$  : 100 nF céramique
- $Cl_1$  : TLC555
- $Cl_2$  : TLC272, TLC252
- $D_1, D_5$  : diodes électroluminescentes vertes 3mm
- $D_2$  : diode d'émission infrarouge (réf. suivant version)
- $D_3, D_4$  : diodes silicium 1N4148
- $T_1$  : transistor PNP BC327
- $PT_1$  : phototransistor (suivant application)
- Fibre optique plastique 1mm gainée

**Composants pour fibre optique plastique**

Diode rouge : SFH 750 SIEMENS  
Phototransistor SFH 350

**Quelques phototransistors**

Version visible : SFH 300, 303, 309, 310, 313 SIEMENS  
SDP 8405-014

Version infrarouge : SFH 300 A, 303FA, 309FA, 310FA,  
313FA SIEMENS, OP505A, OP599A OPTEK, SDP 8436-003  
HONEYWELL

Diodes diverses : privilégier les modèles "haute luminosité" donc à angle de rayonnement étroit...

*La détection d'obstacles préoccupe à juste titre tous les concepteurs de robots mobiles. Quoi de plus désagréable en effet, lors d'une démonstration, qu'un robot bourré d'intelligence (!) reste bêtement bloqué dans un angle de mur ? Nous n'allons pas revenir dans cet article sur les détecteurs d'obstacles à contacts, qu'ils soient à base de pare-chocs, de «moustaches» ou de toute autre solution similaire puisque, dans tous les cas, on est en présence d'un organe mécanique de forme plus ou moins astucieuse, qui actionne un ou plusieurs contacts.*

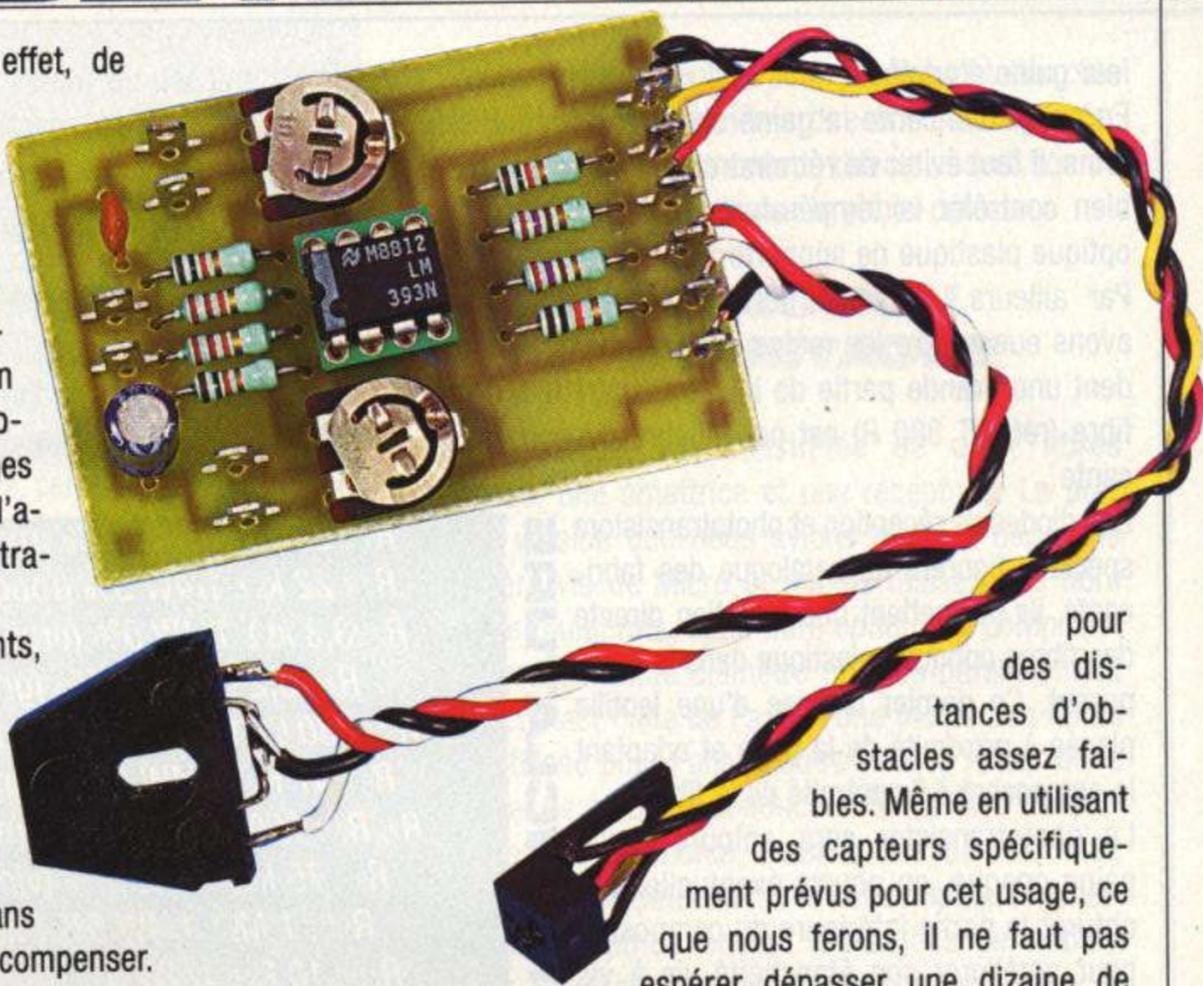
Nous avons choisi, en effet, de nous intéresser aux détecteurs d'obstacles sans contact et, pour qu'il y en ait pour tous les goûts, nous allons vous présenter deux systèmes différents : un détecteur utilisant l'optique avec des infrarouges et un détecteur utilisant l'acoustique avec des ultrasons.

Loin d'être concurrents, vous verrez à la lecture de cet article que ces deux systèmes peuvent cohabiter sur un même robot car leurs inévitables défauts peuvent, dans une certaine mesure, se compenser.

### PRINCIPE DU DÉTECTEUR D'OBSTACLES À INFRAROUGE

Le principe d'un tel détecteur est extrêmement simple. Un organe émetteur, qui est en général une simple LED, émet devant lui un faisceau lumineux infrarouge, plus ou moins directif. Placé à côté de cet émetteur, un organe récepteur qui peut être une photo diode ou un photo transistor, est convenablement orienté afin de ne rien recevoir en temps normal. Lorsqu'un obstacle se présente, à une distance qui dépend des composants utilisés et du pouvoir réfléchissant de celui-ci, il renvoie une partie de la lumière émise par la LED sur la photo diode ou le photo transistor. La présence de signal en sortie de ce dernier indique alors la présence de cet obstacle.

Avant de voir les limites du procédé, répondons à une question qui nous a souvent été posée : Pourquoi utiliser des infrarouges puisque le principe fonctionne en fait avec n'importe quel rayon lumineux ? La réponse est évidemment fort simple. Avec de la lumière visible, l'organe récepteur serait en permanence aveuglé par la luminosité ambiante et ne pourrait donc pas déceler la présence du seul signal lumineux réfléchi par l'obstacle. Les infrarouges limitent ce risque sauf, bien sûr, si vous braquez sur le capteur un projecteur halogène de 500W ! Ce système de détection fonctionne, mais



pour des distances d'obstacles assez faibles. Même en utilisant des capteurs spécifiquement prévus pour cet usage, ce que nous ferons, il ne faut pas espérer dépasser une dizaine de mm environ et, encore, cette distance dépend-elle fortement des caractéristiques réfléchissantes de l'obstacle.

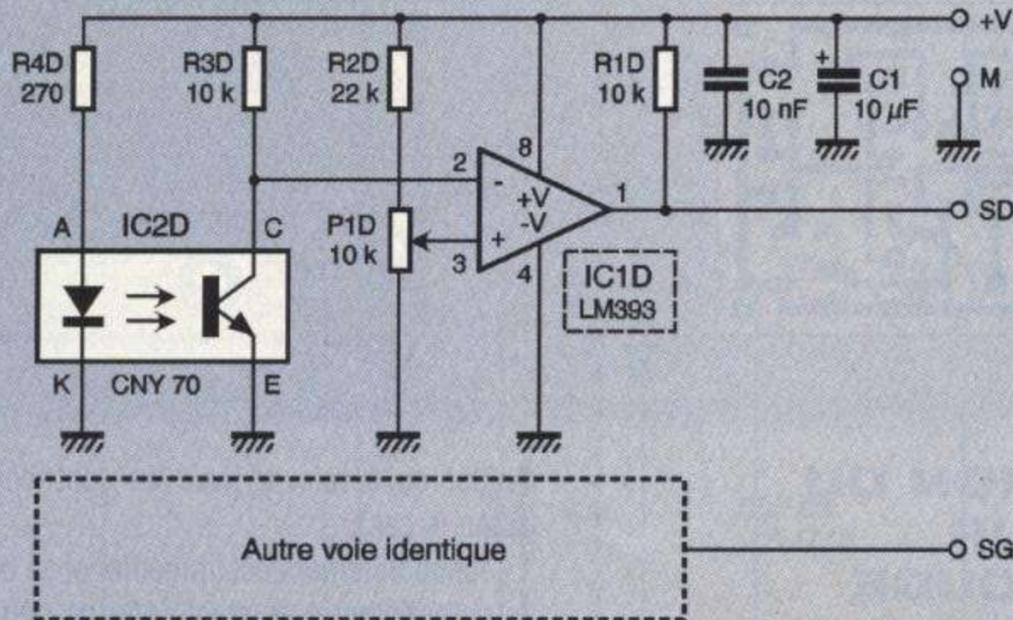
Par ailleurs, notez que ce système est incapable de donner la moindre information de distance par rapport à l'obstacle. En effet, le seul paramètre lié à cette distance est l'amplitude du signal réfléchi mais, hélas, celle-ci dépend, et dans une bien plus large mesure, des propriétés réfléchissantes de l'obstacle.

Ainsi, pour un capteur donné, un mur peint avec une laque blanche brillante génère à 20 mm de distance un signal de beaucoup plus grande amplitude que la patte poilue d'un chat directement appliquée sur le capteur !

Si l'on est conscient de ces limitations, on peut cependant utiliser avec succès les détecteurs à infrarouge, pas seulement pour faire de la détection d'obstacles d'ailleurs. Ainsi, si l'on imagine un robot destiné à rester sur une table, il suffit de placer judicieusement de tels détecteurs en partie périphérique basse du robot pour déceler de manière infaillible lorsqu'il s'approche trop près du bord de la table ; le capteur cessant en effet de recevoir le signal réfléchi par la table dès qu'il se trouve au-dessus «du vide».

### NOTRE DÉTECTEUR À INFRAROUGE

Il suffit d'un montage fort simple, tel celui que nous vous proposons maintenant en figure 1, pour réali-



**FIGURE 1**

**Schéma du détecteur à infrarouge**

ser un détecteur à infrarouge ; l'essentiel de son efficacité réside plus dans le choix du capteur que dans les performances de l'électronique qui le suit. Compte tenu de la zone de détection relativement limitée des détecteurs infrarouges, nous avons prévu un montage double, capable donc d'utiliser deux capteurs que nous avons appelés D et G pour droite et gauche, mais ceci est purement formel. La **figure 1** présente donc le schéma de la seule voie droite, l'autre étant évidemment identique avec seulement C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> comme condensateurs de découplage communs.

La LED contenue dans le détecteur IC<sub>2</sub> est alimentée de manière permanente au moyen de la résistance R<sub>4D</sub> tandis que le collecteur du phototransistor contenu dans ce même détecteur est ramené au positif de l'alimentation par R<sub>3D</sub>.

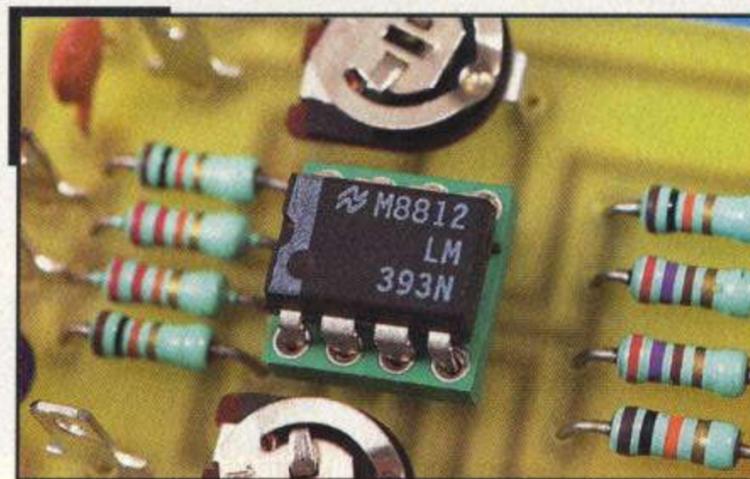
On dispose donc, en ce point, d'une tension proche de l'alimentation lorsque le transistor est bloqué, c'est à dire encore lorsqu'il ne reçoit pas de lumière et qu'il n'y a donc pas d'obstacle.

Ce niveau baisse d'autant plus que le transistor devient conducteur, c'est à dire encore lors de la présence d'un obstacle.

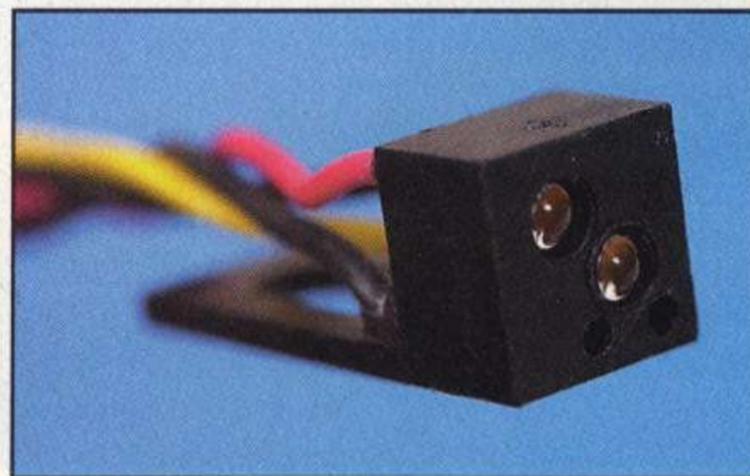
Cette information est mise en forme par le comparateur intégré IC<sub>1D</sub> qui fait suite ; comparateur dont on peut ajuster le seuil de basculement au moyen de P<sub>1D</sub>. On peut ainsi adapter le montage à divers capteurs et régler, dans une certaine mesure, la plage de détection.

Si l'on alimente le montage sous 5V, la sortie SD est compatible TTL. Elle est normalement au niveau bas et passe au niveau haut en cas de détection d'obstacle.

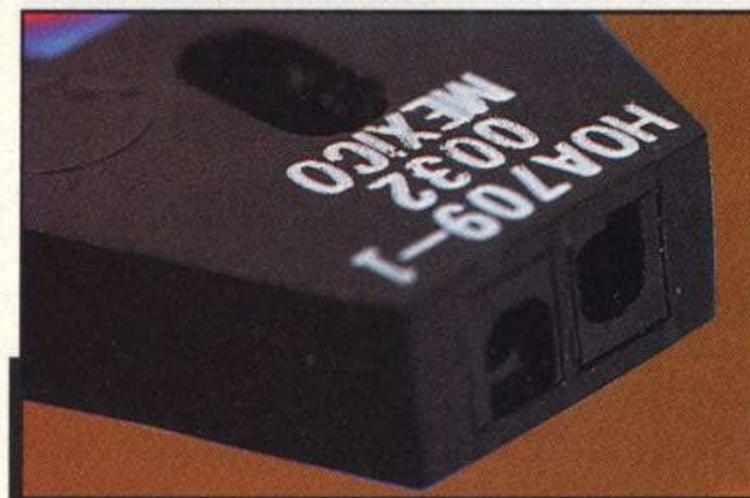
A charge ensuite pour la logique de votre robot, qu'elle soit matérielle ou logicielle, de traiter cette information et d'en déduire l'attitude à adopter.



**Utilisation d'un classique LM393N**



**Le premier modèle d'opto-coupleur réflectif à IR CNY70**



**Le second modèle beaucoup plus cher type HOA709-001**

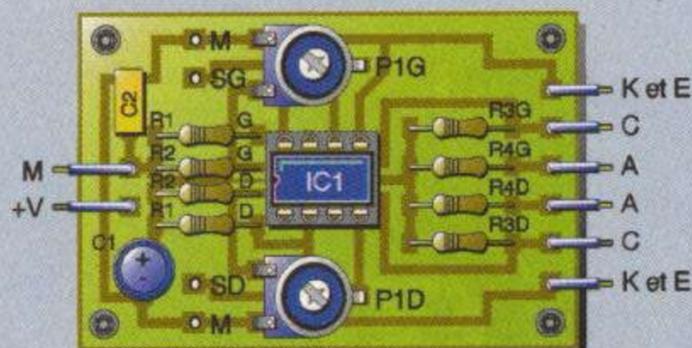
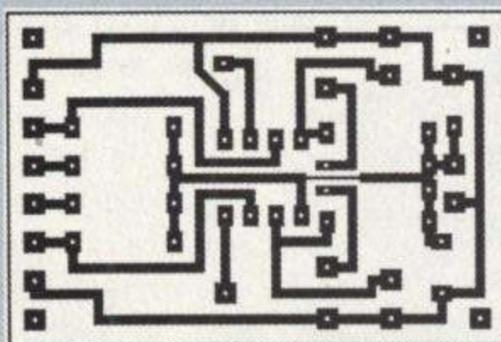
## DETECTEUR

### FIGURE 2

Circuit imprimé du détecteur à infrarouge, vu côté cuivre

### FIGURE 3

Implantation des composants du détecteur à infrarouge



## RÉALISATION DU DÉTECTEUR À INFRAROUGE

Le minuscule circuit imprimé dont vous trouverez le dessin en **figure 2** supporte tous les composants des deux voies du montage, à l'exception bien sûr des capteurs qui seront disposés au meilleur emplacement possible compte tenu de l'allure physique de votre robot.

La nomenclature des composants ne pose aucun problème mais nécessite de faire un choix au niveau des capteurs. Vous pouvez utiliser tout capteur infrarouge du marché, officiellement baptisé optocoupleur réflectif à infrarouge. Pour notre part, nous en avons essayé trois et notre maquette a volontairement été photographiée avec deux modèles différents pour que vous ayez une idée de leur aspect.

Le moins cher (environ 10,00 Francs soit 1,5 Euros) est le CNY70 disponible chez SELECTRONIC. Il ne détecte qu'à très courte distance, c'est à dire de l'ordre de 5mm, et se trouve très facilement ébloui par la lumière ambiante.

Pour quatre fois plus cher environ, vous pouvez faire appel au HOA709-001 de HONEYWELL (celui en forme de trapèze), disponible chez RADIOSPARES, qui ne détecte, lui aussi, qu'à 5mm environ mais avec une efficacité sans commune mesure avec celle du CNY70. Il est également plus difficile à éblouir. Enfin, pour environ huit fois plus cher que le CNY70, vous pouvez aussi utiliser le HOA1180-003, toujours de HONEYWELL (celui en forme de cube avec une patte de fixation arrière) et toujours disponible chez RADIOSPARES, qui détecte jusqu'à près de 15 mm et qui est encore plus difficile à éblouir que les autres.

Ceci étant vu, la réalisation du montage ne présente aucune difficulté en suivant les indications de la **figure 3**. Les capteurs sont tout simplement reliés au circuit imprimé par des fils souples isolés en veillant à bien respecter leur brochage (gravé sur le

boîtier ou à relever avec un contrôleur universel, selon le cas).

Le fonctionnement est immédiat et se borne à régler le potentiomètre ajustable afin de bénéficier d'une détection fiable.

## PRINCIPE DU DÉTECTEUR D'OBSTACLES À ULTRASONS

Si nous avons intitulé ce paragraphe principe de «notre» détecteur, c'est tout simplement que celui-ci n'utilise pas une méthode conventionnelle. En effet, la majorité des détecteurs de ce type repose sur le principe suivant. Un transducteur émet un signal ultrasonore alors qu'un autre transducteur du même type le reçoit en retour, réfléchi par un éventuel obstacle.

La mesure du temps qui s'écoule entre émission et réception permet de déterminer la distance à l'obstacle.

Notre détecteur fonctionne selon un principe bien différent car, pour de la simple détection de présence ou d'absence d'obstacles, nous n'avons que faire de l'inutile complexité d'un système de mesure de distance.

Nous avons donc choisi un système qui repose sur l'effet Larsen bien connu des amateurs de sonorisation. Cet effet, qui se traduit par un sifflement plus ou moins violent, se produit lorsqu'un micro capte le son des enceintes qui lui sont reliées au travers de l'amplificateur. On réalise ainsi de la sorte un oscillateur acoustique en réinjectant le signal de sortie produit par le haut-parleur, sur l'entrée, matérialisée par le micro.

Notre montage fonctionne de la même façon, mais le micro est un récepteur à ultrasons tandis que le haut-parleur est un émetteur d'ultrasons. Entre les deux, il n'y a qu'un banal amplificateur à grand gain comme nous allons le voir sans plus tarder.

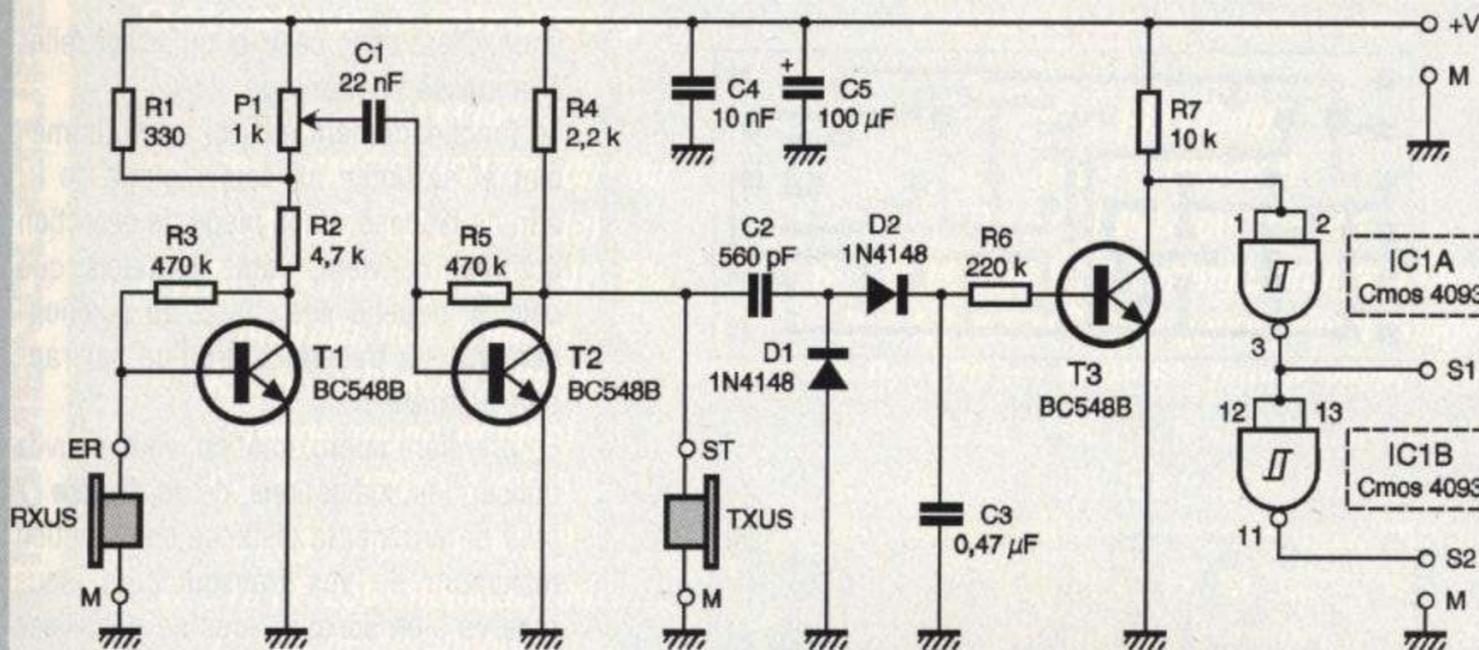


FIGURE 4

Schéma du détecteur à ultrasons

## SCHÉMA DE NOTRE DÉTECTEUR À ULTRASONS

Comme vous pouvez le constater à l'examen de la **figure 4**, notre schéma reste fort simple. Le récepteur à ultrasons RXUS est connecté à l'entrée d'un amplificateur à grand gain constitué par les transistors T1 et T2.

Le gain de cet étage est si important qu'il est prévu de pouvoir le doser au moyen du potentiomètre P1 afin qu'il n'entre pas en oscillation seul, en l'absence de tout obstacle.

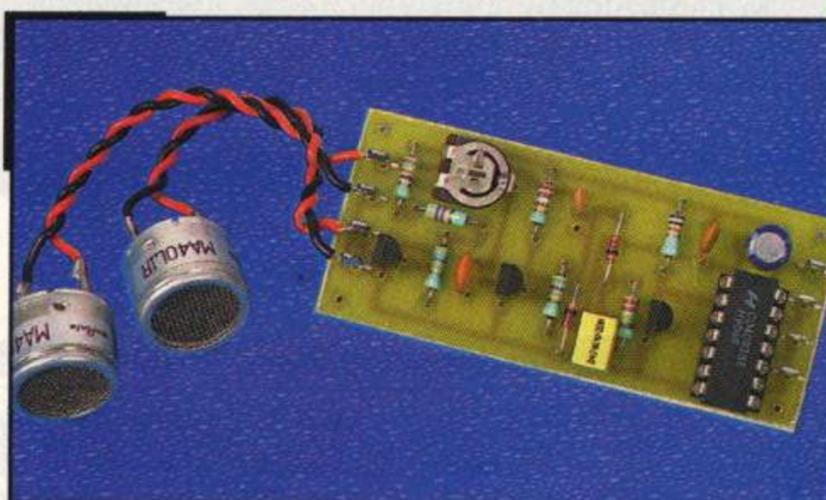
La sortie de cet amplificateur est reliée à l'émetteur à ultrasons TXUS ainsi qu'aux deux diodes D1 et D2. En effet, en présence d'obstacle et donc d'entrée en oscillation du montage, on dispose, aux bornes de TXUS, d'un signal pseudo sinusoïdal à 40 kHz. Ce signal est redressé par D1 et D2 et, s'il est d'amplitude suffisante, il produit dans R6 un courant apte à rendre T3 conducteur.

Ce processus ne fonctionnant pas nécessairement en tout ou rien selon la nature et l'éloignement de l'obstacle, les portes logiques CMOS à trigger de Schmitt IC1a et IC1b se chargent de produire, en sortie, un beau signal rectangulaire. En présence d'obstacle, vous aurez donc compris que S1 est au niveau bas et, bien sûr, S2 au niveau haut.

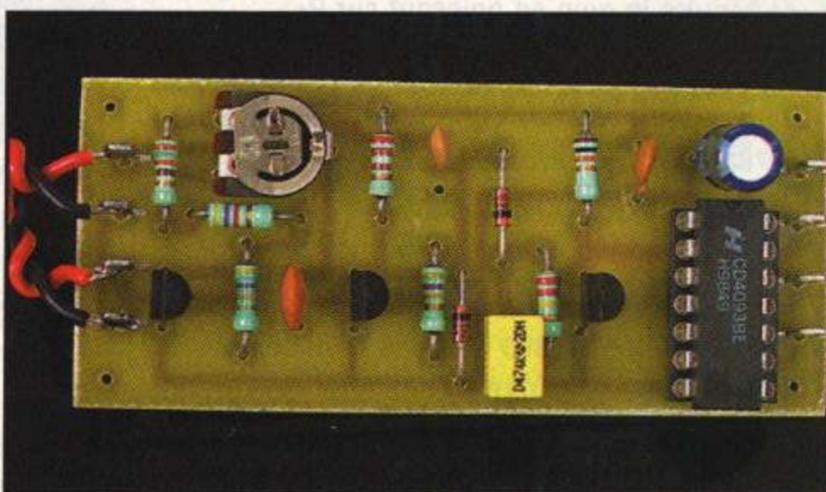
L'alimentation peut être réalisée sous toute tension comprise entre 5 et 12V étant entendu que le gain, et donc la sensibilité de détection du montage, augmente dans une certaine mesure avec la tension d'alimentation.

Malgré sa simplicité, ce montage est capable de détecter dans de bonnes conditions un obstacle

normalement réfléchissant (aux ultrasons s'entend) jusqu'à 5 ou 6 cm environ.



Le détecteur d'obstacle



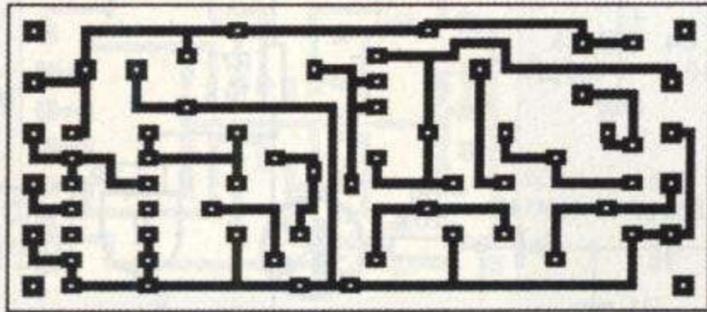
Module facile à réaliser



Ne pas confondre l'émetteur avec le récepteur

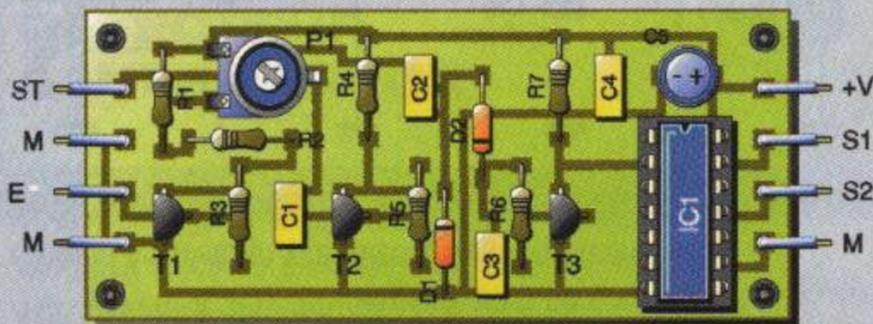
**FIGURE 5**

Circuit imprimé du détecteur à ultrasons, vu côté cuivre



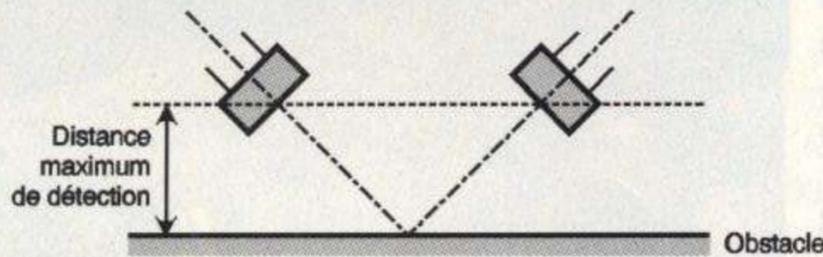
**FIGURE 6**

Implantation des composants du détecteur à ultrasons



**FIGURE 7**

Détermination approximative de la distance de détection maximum du détecteur à ultrasons



Si une distance plus faible est nécessaire, il suffit de réduire le gain en agissant sur P1.

### RÉALISATION DU DÉTECTEUR À ULTRASONS

Ici encore aucune difficulté n'est à prévoir. Les deux transducteurs utilisés sont les modèles 40 kHz de MURATA que l'on trouve chez tous les revendeurs, quant aux autres composants, ils sont, on ne peut plus classiques.

La réalisation fait appel au circuit imprimé dont le tracé vous est présenté **figure 5**. Ce circuit supporte tous les composants, à l'exclusion des transducteurs, comme le montre le plan d'implantation de la **figure 6**.

La mise en place des composants est à faire dans l'ordre classique en respectant bien le sens des composants polarisés.

Les transducteurs seront reliés au circuit imprimé au moyen de fils souples isolés et torsadés. Attention ! Même si les transducteurs ne sont pas polarisés au sens strict du terme, une de leurs électrodes est commune avec leur boîtier métal-

lique. C'est donc celle-ci qu'il faut relier à la masse du montage.

Le fonctionnement est, ici aussi, immédiat et se limite au seul réglage de P1 afin de disposer de la plage de détection qui vous convient. Notez, toutefois, que celle-ci dépend également du positionnement des transducteurs l'un par rapport à l'autre.

En première approximation, vous pouvez utiliser les indications de la **figure 7** pour déterminer la distance de détection maximum de vos transducteurs, sous réserve bien sûr que vous ne dépassiez pas quelques cm.

### DEUX MONTAGES COMPLÉMENTAIRES

On peut considérer, dans une certaine mesure, que les deux montages que nous venons de voir sont complémentaires. En effet, le détecteur à infrarouge est limité à de la détection très proche alors que le montage à ultrasons a une portée plus importante.

En contrepartie, le montage à ultrasons est assez peu précis quant à la zone

couverte par son faisceau ultrasonore et tout obstacle situé devant les capteurs, au sens large du terme, sera détecté.

Le montage à infrarouge, par contre, du fait de la relative directivité de son faisceau lumineux et de sa faible distance de détection, est beaucoup plus précis quant à la localisation spatiale de l'objet détecté. On peut ainsi l'utiliser, par exemple, pour suivre une ligne blanche tracée sur le sol.

Il est donc parfaitement possible d'associer deux détecteurs de ce type sur un même robot mobile pour peu, bien sûr, qu'une intelligence locale bien conçue soit prévue pour gérer et corréler les informations qu'ils délivrent.

Notez aussi que, pour efficace que soit tel ou tel type de détecteur, cette efficacité peut être réduite à néant si les capteurs ne sont pas bien placés. La recherche de la position optimum, à défaut d'être idéale, fait donc partie intégrante de la mise en œuvre de tels montages.

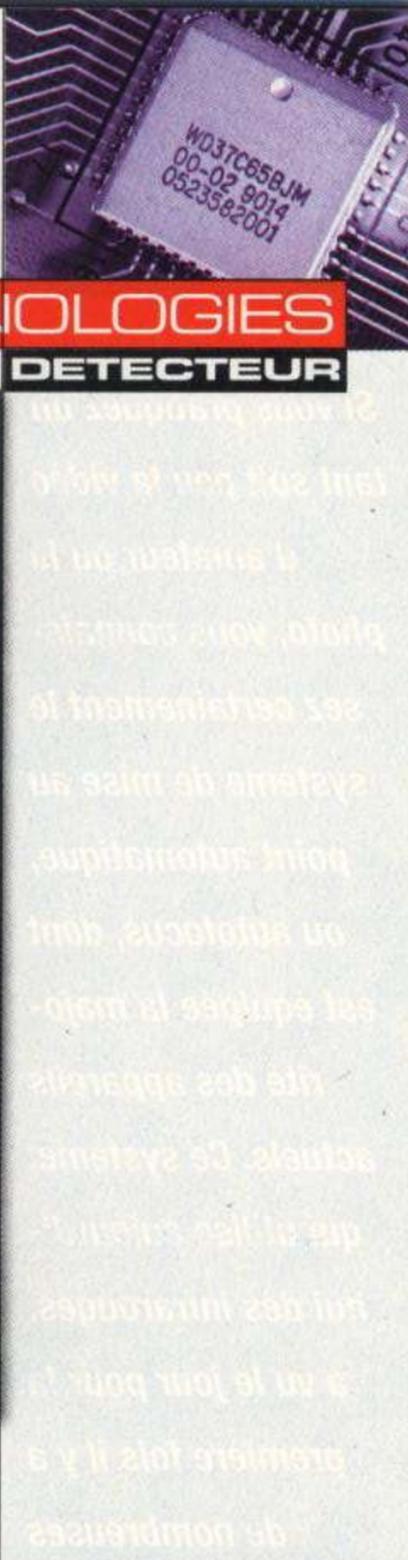
C. TAVERNIER

**Détecteur à infrarouge**

- IC<sub>1D+G</sub> : LM393
- IC<sub>2D</sub>, IC<sub>2G</sub> : CNY70, HOA709-001 ou HOA1180-003 (voir texte)
- R<sub>1D</sub>, R<sub>1G</sub>, R<sub>3D</sub>, R<sub>3G</sub> : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- R<sub>2D</sub>, R<sub>2G</sub> : 22 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, orange)
- R<sub>4D</sub>, R<sub>4G</sub> : 270 Ω 1/4W 5% (rouge, violet, marron)
- C<sub>1</sub> : 10 µF/25V chimique radial
- C<sub>2</sub> : 10 nF céramique
- P<sub>1D</sub>, P<sub>1G</sub> : potentiomètres ajustables Ohorizontaux de 10 kΩ
- 1 support de CI 8 pattes

**Détecteur à ultrasons**

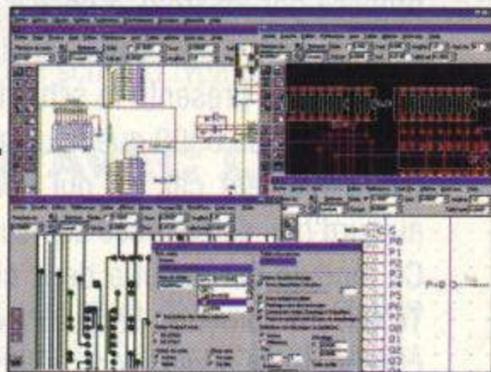
- IC<sub>1</sub> : 4093 CMOS
- T<sub>1</sub> à T<sub>3</sub> : BC548 B
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : 1N914 ou 1N4148
- R<sub>1</sub> : 330 Ω 1/4W 5% (orange, orange, marron)
- R<sub>2</sub> : 4,7 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, rouge)
- R<sub>3</sub>, R<sub>5</sub> : 470 kΩ 1/4W 5% (jaune, violet, jaune)
- R<sub>4</sub> : 2,2 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, rouge)
- R<sub>6</sub> : 220 kΩ 1/4W 5% (rouge, rouge, jaune)
- R<sub>7</sub> : 10 kΩ 1/4W 5% (marron, noir, orange)
- C<sub>1</sub> : 22 nF céramique
- C<sub>2</sub> : 560 pF céramique
- C<sub>3</sub> : 0,47 µF mylar
- C<sub>4</sub> : 10 nF céramique
- C<sub>5</sub> : 100 µF/25V chimique radial
- RXUS : récepteur à ultrasons 40 kHz
- TXUS : émetteur à ultrasons 40 kHz
- P<sub>1</sub> : potentiomètre ajustable horizontal de 1 kΩ
- 1 support de CI 14 pattes



**EDWin 2000 professionnel**

**NOUVEAU**

**EDWin LE LOGICIEL DE CAO LE PLUS COMPLET 2 en 1 = CAO + SIMULATION INCLUANT LES MODULES SUIVANTS :**



- Saisie du schéma
- Autoroutage automatique (Arizona) ou manuel
- Jusqu'à 32 couches
- Fabrication de circuits imprimés (typons, fichier Gerber, Excelon)
- Phototraçage
- Simulation mode mixte (mini labo embarqué avec des outils graphiques pour visionner des signaux)
- Simulation Ed Spice moteur Spice pour professionnels avertis (transformé de Fourier-Pôles Zéro, fonctions de transfert)
- Simulation thermique, véritable météo de la carte outil indispensable pour dimensionner vos circuits (radiateurs, ventilation)
- Simulation électromagnétique : définition champ magnétique de la carte au niveau de chaque broche de chaque composant
- CEM + intégrité du signal (tests CEM, génération de graphes, de courbes)
- EDCOMX (générateur de modèle Spice - véritable outil de développement car vous programmez vos propres outils de simulation) programmation en C++ et intégration de vos DLL via Windows dans Spice pour professionnels avertis

**Reconnu par l'Education nationale, CNRS, Grandes Ecoles et Industries**

|  |  |
|--|--|
| Pack amateur EDWin 32 *                | 381 € <sup>ttc</sup>                                   |
| Pack amateur EDWin 2000                | 533 € <sup>ttc</sup>                                   |
| Pack pro EDWin 2000                    | à partir de 2058 € <sup>ht</sup> 2461 € <sup>ttc</sup> |
| • Mise à jour EDWin 1.7 vers EDWin 32  | 282 € <sup>ttc</sup>                                   |
| • Mise à jour EDWin 32 vers EDWin 2000 | 278 € <sup>ttc</sup>                                   |

**Realizer®**

**Gagnez votre temps de développement !**

**AVEC LE REALIZER® CE QUE VOUS DESSINEZ C'EST CE QUE VOUS PROGRAMMEZ**

**NOUVEAU**



Le Realizer® est le nouvel outil de développement le plus simple pour programmer les microcontrôleurs sans connaître la programmation. Le Realizer® dispose d'une librairie de composants : des portes logiques, des comparateurs, tables de valeurs, soustracteurs, additionneurs, mémoires, compteurs, convertisseurs analogiques digitales, timers, multiplexeurs, etc. Le Realizer® dispose d'outils graphiques pouvant relier les divers composants comme des fils, des graphes pour les tests et la simulation interactive ainsi quand vous aurez terminé votre schéma, le Realizer® le transforme en code car à chaque composant correspond un code, ce qui a pour conséquence une réduction du temps de programmation de 80% par rapport à la programmation traditionnelle car vous ne vous occupez pas des initialisations des entrées-sorties, timers, mémoires registres et toutes les déclarations, etc.

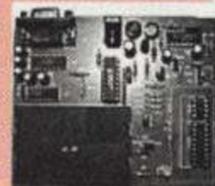
Il dispose d'une interface utilisateur intuitif qui utilise des représentations graphiques, les vérifications des règles de dessins en temps réel. L'attention maximale est portée sur le système du dessin et non sur les détails du microcontrôleur, vous n'avez plus besoin de connaître les registres du microcontrôleur. Actuellement, les microcontrôleurs concernés sont ceux des familles SGS de Thomson les ST6X-ST7X et MICROCHIP les PIC 16 bits, PIC 14 bits, PIC 12B, etc.

|                        |  |
|------------------------|--|
| Pack amateur REALIZER® | 381 € <sup>ttc</sup>                                   |
| Pack pro REALIZER®     | à partir de 1097 € <sup>ht</sup> 1312 € <sup>ttc</sup> |

**PROGRAMMATEUR MILLENIUM**

Programme cartes à puce et cartes Wafer ainsi que PIC16F84, 24C16..270 F ttc

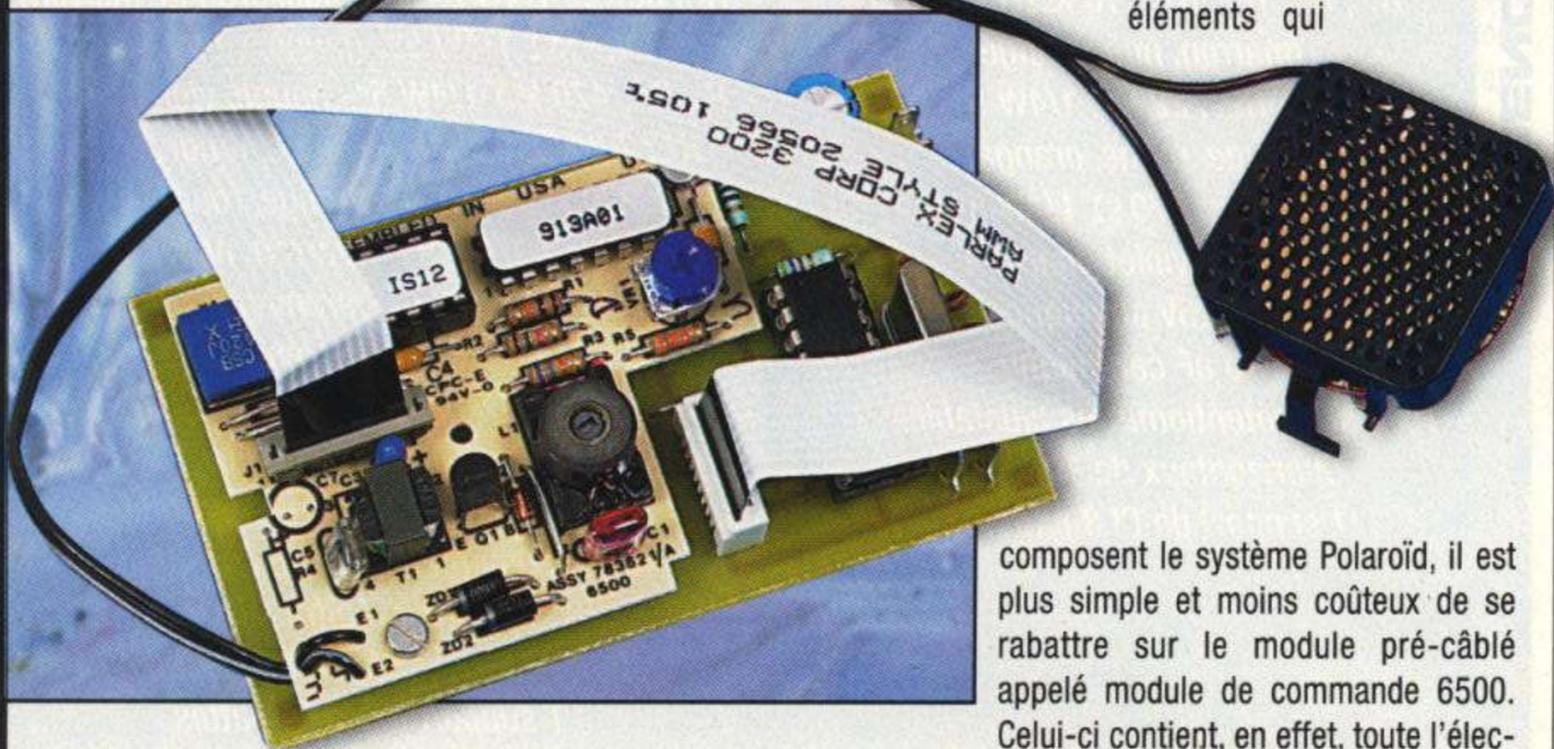
- Carte Gold 16F84 et 24C16 95 F unitaire



*Si vous pratiquez un tant soit peu la vidéo d'amateur ou la photo, vous connaissez certainement le système de mise au point automatique, ou autofocus, dont est équipée la majorité des appareils actuels. Ce système, qui utilise aujourd'hui des infrarouges, a vu le jour pour la première fois il y a de nombreuses années sur les appareils photo instantanés de la marque Polaroid et faisait alors appel à des ultrasons en permettant une mise au point quasi parfaite de 15cm à 11m environ.*

Les éléments composant ce système sont aujourd'hui disponibles sur le marché français à un prix accessible mais, vu leur documentation succincte, leur mise en œuvre ne vous semble pas toujours faci-

metteur et de récepteur. Afin que l'impulsion générée soit la plus puissante possible, ce transducteur reçoit un signal à 50 kHz d'une amplitude de 400V crête à crête, ce qui explique les 11m de portée du système. Même s'il est possible d'acheter aujourd'hui à la pièce les principaux éléments qui



le et ces modules sont quelque peu délaissés. Nous avons donc décidé de vous donner, dans cet article, toutes les informations nécessaires pour y parvenir et doter ainsi tout robot mobile d'un excellent organe de la vision, capable de détecter quasiment n'importe quel objet se trouvant dans la plage de fonctionnement du système, soit de 19cm à 10m avec une précision de l'ordre du cm. Avouez que c'est déjà une belle performance !

## LE SYSTÈME POLAROÏD

Le principe utilisé par Polaroid est connu de longue date et a même parfois fait l'objet de réalisations d'amateur dans certaines revues d'électronique par le passé, mais avec des résultats nettement moins bons en terme de plage de mesure.

Il consiste tout simplement à faire générer, à un transducteur approprié, une puissante impulsion ultrasonore, la plus directive possible, qui va alors se réfléchir sur le premier objet rencontré. Cette impulsion en retour est alors reçue par le système et il ne reste plus qu'à compter le temps qui sépare l'émission de la réception pour en déduire la distance de l'objet puisque, comme vous le savez sans doute, le son se propage dans l'air à 340m/seconde à quelques pour cent près.

Le système Polaroid ne fait rien d'autre que cela, mais il le fait bien, et il n'utilise qu'un seul transducteur à ultrasons qui joue tour à tour le rôle d'é-

lectronique nécessaire à la commande du transducteur à ultrasons ainsi qu'une partie de la logique de dialogue, ce qui simplifie grandement la réalisation. En outre, ce module ne coûte pas plus cher que l'ensemble des composants qu'il utilise. Il doit être associé à un transducteur spécifique, également proposé par Polaroid, à choisir parmi trois modèles selon le type d'application envisagée.

La **figure 1** présente le schéma interne du module de commande 6500 que nous allons juste commenter brièvement car, ce qui nous intéresse surtout aujourd'hui, ce sont ses signaux d'interface.

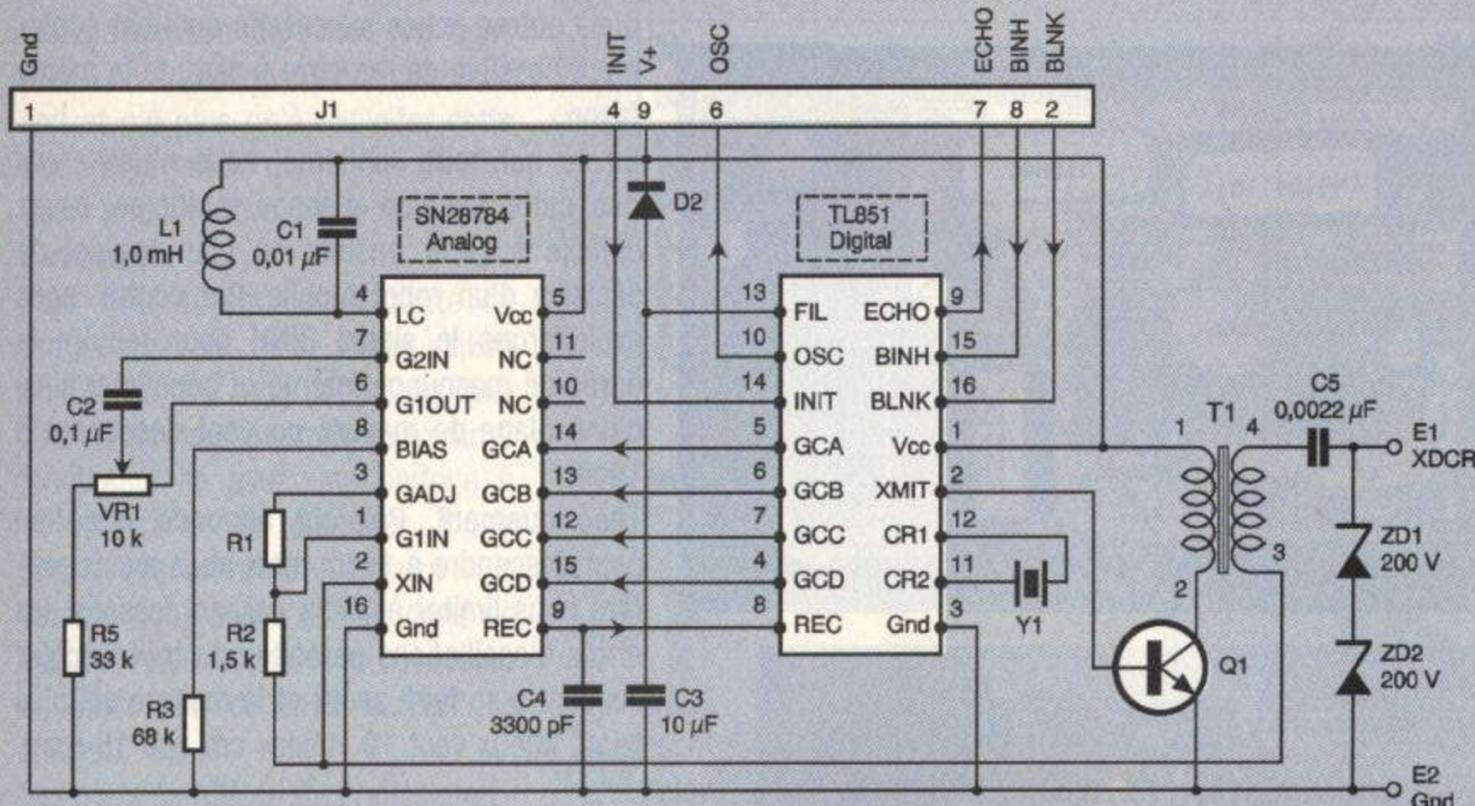
Ce module fait appel à deux circuits principaux de TEXAS Instruments. Le TL851 est le circuit logique chargé de la génération de l'impulsion ultrasonore via le transistor de puissance Q<sub>1</sub> et le transformateur élévateur T<sub>1</sub>. Ce circuit assure aussi le dialogue avec le monde extérieur au moyen des signaux de contrôle que nous décrirons dans un instant.

Un deuxième circuit, analogique celui-là et référencé SN28784, se charge du traitement de l'écho reçu qui nécessite évidemment amplification et mise en forme avant de pouvoir être exploité.

L'alimentation de l'ensemble a lieu sous une tension unique qui peut aller de 4,5 à 6,8V. Notez que si elle est égale à 5V, tous les signaux de contrôle deviennent compatibles TTL. Attention, même si la consommation moyenne sur cette alimentation n'est que de 40mA environ, une pointe à 2A se produit au moment de chaque émission d'impulsion ultrasonore. Nous verrons comment nous en avons

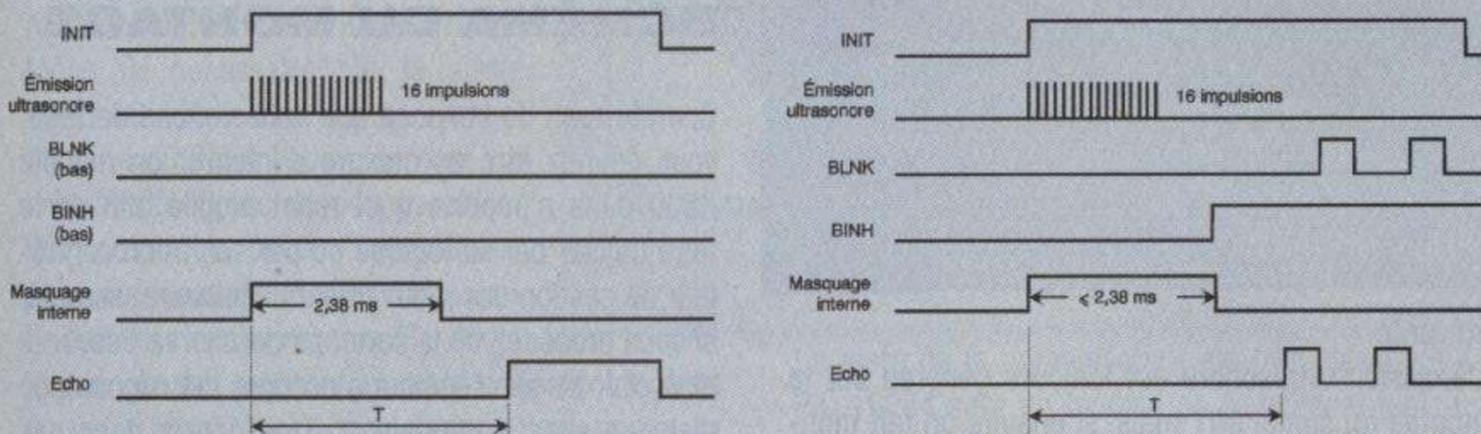
► **FIGURE 1**

Schéma interne du module de commande Polaroid 6500



► **FIGURE 2**

Chronogrammes de dialogue en mode simple écho



► **FIGURE 3**

Chronogrammes de dialogue en mode échos multiples

tenu compte dans notre schéma type d'utilisation.

## DIALOGUE AVEC LE MODULE

Toute la difficulté d'utilisation du module, si l'on peut dire, réside dans une bonne gestion de ses signaux de contrôle. Nous allons donc voir, grâce à deux chronogrammes, ce qu'il convient de faire.

Tout d'abord, la documentation nous indique que le montage peut fonctionner en mode simple écho ou en mode échos multiples et présente pour cela deux chronogrammes différents. C'est là une présentation un peu abusive et, en fait, seul le mode multi-échos est intéressant, non pas pour gérer plusieurs échos mais parce que c'est celui qui permet de faire descendre la distance de détection minimum à la plus basse valeur possible. Vous allez très vite comprendre pourquoi.

La **figure 2** présente le chronogramme de dialogue en mode simple écho dans lequel le module fonctionne de la façon suivante.

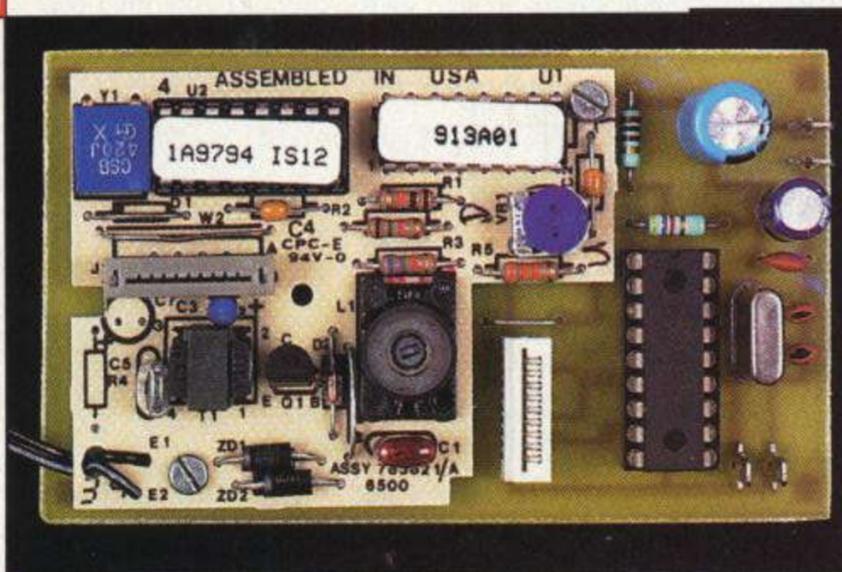
L'émission ultrasonore, non pas de 1 mais des 16

impulsions en fait, est déclenchée par mise au niveau haut du signal INIT. Si les lignes BLNK et BINH restent au niveau bas, ce qui est le cas dans ce mode, l'écho reçu se manifeste par la montée au niveau haut du signal ECHO. Il vous suffit donc de mesurer le temps qui s'écoule entre la montée de INIT et la montée de ECHO pour en déduire la distance de l'objet ayant provoqué cet écho.

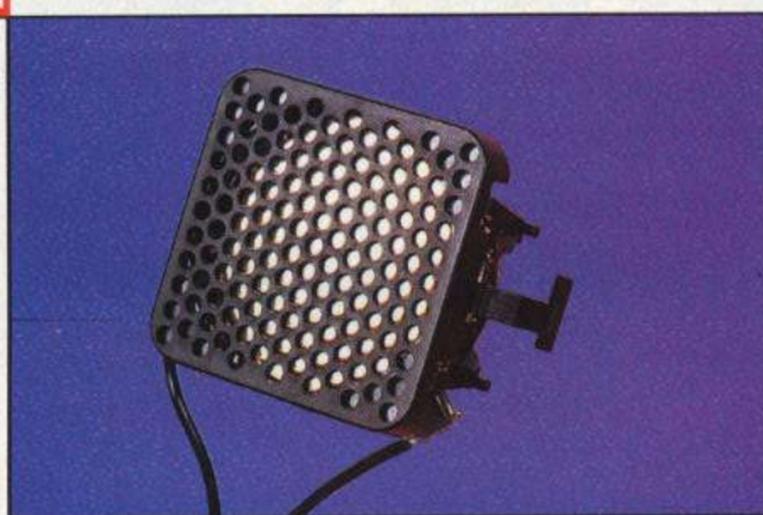
Ce mode présente cependant un défaut du au masquage d'écho interne d'une durée de 2,38 ms réalisé par le module. Ce masquage d'écho est généré pour éviter la détection de faux échos pouvant être produits par le transducteur, du fait de son oscillation parasite propre qui peut faire suite à l'émission de 16 impulsions. Malheureusement, cette louable intention conduit à interdire toute détection d'obstacle pouvant générer un écho dans un temps inférieur ou égal à ces 2,38 ms. Concrètement, cela rend le module «aveugle» en dessous de 40cm (voir paragraphe consacré aux calculs, si nécessaire).

Le mode multi-échos permet fort heureusement d'améliorer la situation comme le montre le chronogramme de la **figure 3**. Il fonctionne de la façon

Aspect du module de commande Polaroid type 6500



On lui associe ce transducteur



suivante :  
L'émission ultrasonore est toujours générée par la montée du signal INIT mais, si ensuite on fait monter le signal BINH, cela a pour effet d'arrêter immédiatement le masquage interne à ce moment précis. Il est alors possible de recevoir des échos d'objets plus proches que dans le cas précédent ; objets qui sont toujours signalés bien sûr par la montée du signal ECHO. Notez qu'il est également possible de générer une impulsion montante sur BLNK pour remettre à zéro le signal ECHO et attendre d'éven-

tuels autres échos successifs qu'il est également possible de remettre à zéro de la même façon.

En ce qui nous concerne, nous n'utiliserons pas cette fonction d'échos multiples, assez difficile à gérer ensuite au plan logiciel de décision d'un robot mobile. Par contre, nous exploiterons le signal BINH pour réduire la durée de masquage interne et bénéficier ainsi d'une plage de mesure pouvant descendre à 19cm.

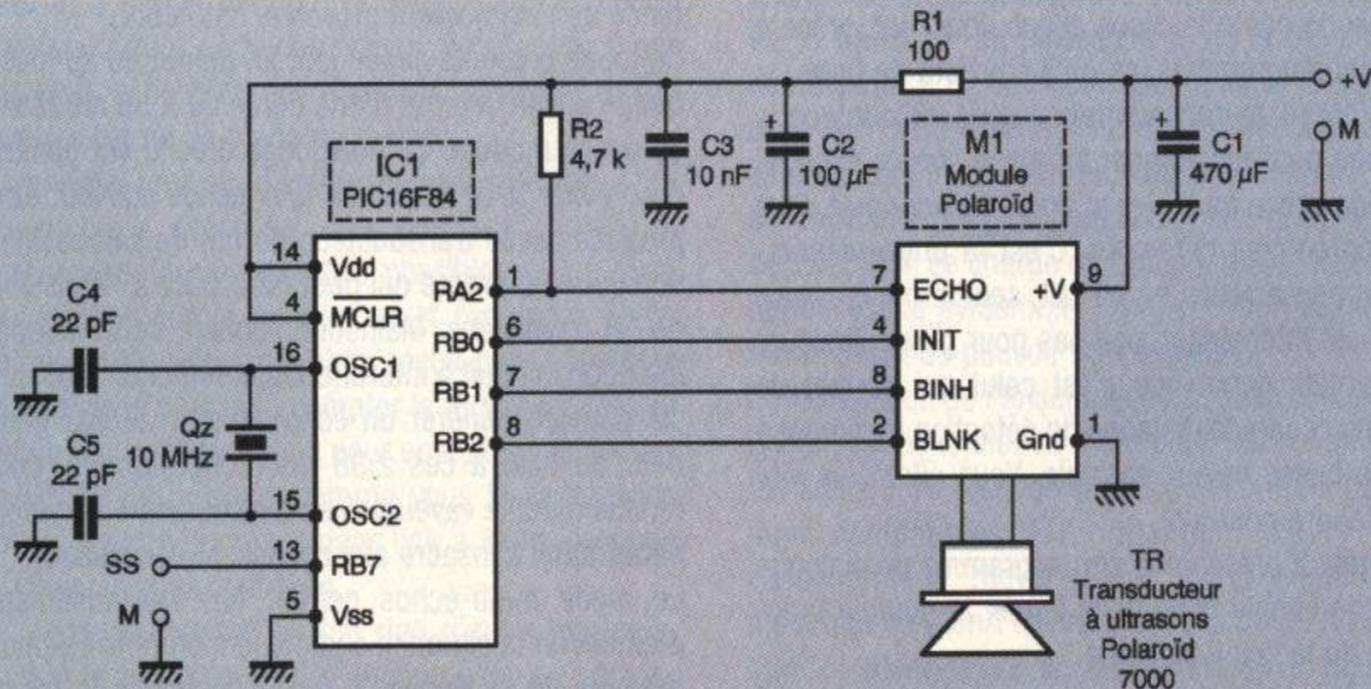
Théoriquement, Polaroid annonce que l'on peut descendre à 15cm mais nous avons préféré nous limiter à 19cm car, en dessous, les effets d'oscillations parasites du transducteur commencent à se faire sentir et la mesure est plus incertaine. Mieux vaut 19 «bons» cm que 15 mauvais ...

### SCHÉMA DU MONTAGE

Compte tenu de l'exposé que nous venons de faire, vous devriez être en mesure d'intégrer un module 6500 dans n'importe quel robot mobile afin de le faire utiliser par sa logique ou par son microcontrôleur de gestion des mouvements. Malheureusement, si vous procédez de la sorte, ce dernier va passer le plus clair de son temps à s'occuper des signaux de dialogue avec le module et il ne pourra donc pas faire grand-chose d'autre.

Comme le montre la **figure 4**, il vaut donc bien mieux faire appel, pour cela, à un microcontrôleur «intermédiaire» chargé de la seule gestion du module Polaroid. Ce microcontrôleur transmet ensuite, à intervalles réguliers et sur une liaison série, une donnée numérique qui est l'image de la distance à l'objet mesurée par le système. Le logi-

**FIGURE 4**  
Schéma de notre montage



ciel de gestion du robot n'a donc plus à se préoccuper de quoi que ce soit et n'a plus qu'à exploiter cette seule information numérique de distance pour prendre les décisions qui s'imposent.

Pour des raisons de simplicité de programmation, nous avons utilisé un PIC 16F84, mais n'importe quel microcontrôleur pourrait convenir. Il fonctionne ici avec une horloge à 10 MHz afin de disposer d'une bonne résolution de mesure car, comme nous allons le voir dans un instant, nous allons le programmer en Basic afin de vous faciliter les choses.

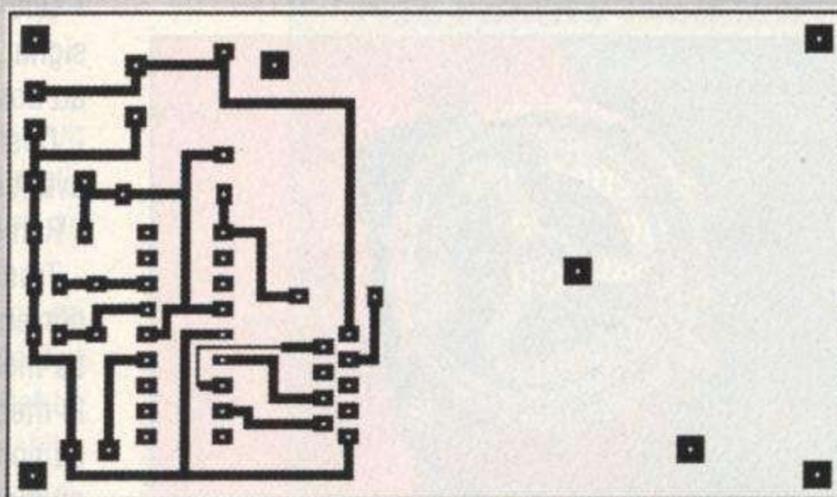
Ses ports parallèles sont reliés directement aux lignes d'interface du module Polaroid. Notez juste la résistance R<sub>2</sub> nécessaire car la sortie ECHO est à collecteur ouvert. La sortie série du PIC a lieu également via une de ses lignes de port parallèle, RB7 pour être précis, car cela ne présente aucune difficulté. Cette sortie est directe, aux normes TTL donc, puisqu'elle est destinée à un autre élément logique de votre robot. Il est donc parfaitement inutile de passer en RS232.

L'alimentation se fait sous une tension unique de 5V, le condensateur C<sub>1</sub> se chargeant de fournir la pointe de courant nécessaire lors de l'émission pour peu que vous vous limitiez à une mesure/seconde environ. Si vous souhaitez une cadence de mesure plus rapide, il faut alors prévoir une alimentation capable de débiter 2A. Dans le cas contraire (cadence d'une mesure/seconde ou moins) une alimentation capable de fournir 500mA suffit.

Notez que l'alimentation du PIC est découplée par R<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> et C<sub>3</sub> afin qu'il ne soit pas perturbé par l'appel de courant généré par le module lors de l'émission.

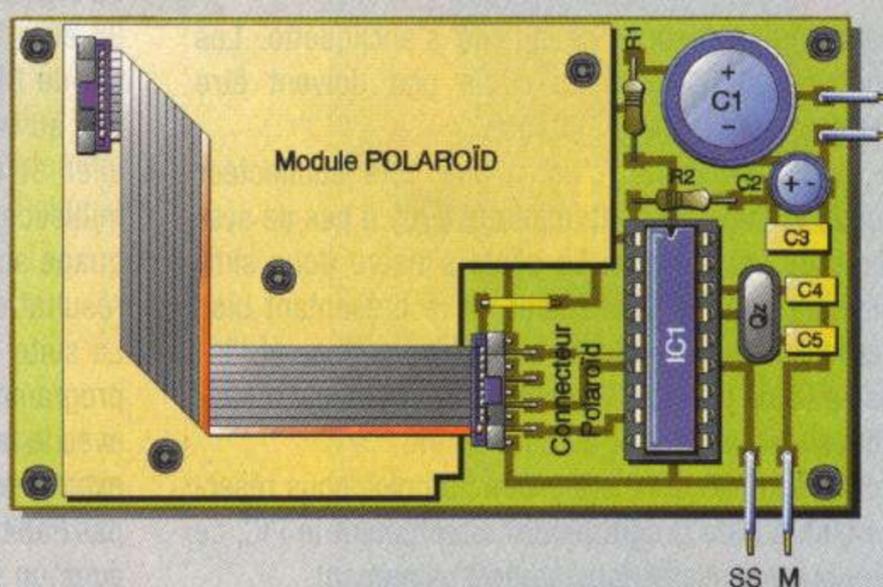
## LA RÉALISATION

L'approvisionnement des composants se résume à fort peu de choses. Le module Polaroid 6500 et son transducteur associé, référence 7000, sont disponibles chez SELECTRONIC. Notez que le module est fourni avec son câble plat et le connecteur spécial qui va avec, ainsi qu'avec les fils de liaison équipés de cosses, spéciales elles aussi, destiné au transducteur.



► **FIGURE 5**

*Circuit imprimé, vu côté cuivre*



► **FIGURE 5**

*Implantation des composants*

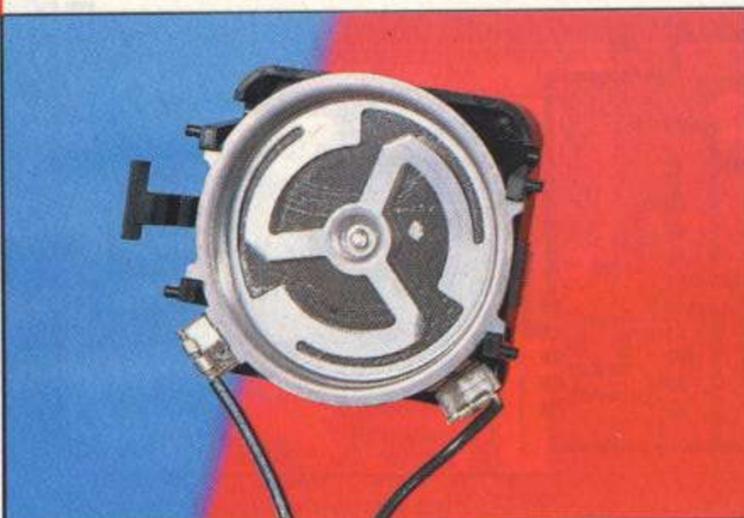
Le reste de la nomenclature est très classique. Le PIC 16F84 sera un modèle de fréquence minimum 10 MHz mais, comme ces circuits ne sont plus fabriqués, vous serez peut-être amené à choisir un 20 MHz. Il ne vous en coûtera que quelques francs (même pas un Euro en principe !) de plus.

Le circuit imprimé vous est présenté **figure 5**. Il supporte tous les composants du montage, module 6500 compris. Le transducteur, quant à lui, sera fixé sur le robot mobile à l'endroit le plus approprié compte tenu de sa forme et de la zone de détection que vous souhaitez privilégier.

Le montage des composants ne présente aucune difficulté en suivant les indications de la figure 6. Attention tout de même lors de la fixation du module Polaroid sur le circuit imprimé à utiliser de la visserie de 2,5 mm de diamètre et à faire appel à des entretoises isolantes. Les pistes de ce module passent en effet très près de ses trous de fixation et des entretoises métalliques pourraient les court-circuiter.

Le PIC 16F84 est monté sur support pour faciliter son éventuelle reprogrammation selon une attitude classique.

Veillez à enficher correctement le câble plat dans le connecteur du module Polaroid. Il faut pour cela tirer vers le haut la bande grise, glisser le câble dans le connecteur puis repousser vers le bas cette

Le transducteur  
vu de dos

bande grise jusqu'à ce qu'elle s'encliquette. Les contacts métalliques du câble plat doivent être orientés vers le circuit intégré.

A l'autre extrémité, c'est à dire côté connecteur soudé sur notre circuit imprimé, il n'y a pas de système de verrouillage. Le câble s'insère donc simplement dans le connecteur en le présentant bien verticalement et en le tenant entre le pouce et l'index au plus près du connecteur. Les contacts métalliques sont à orienter du côté du PIC.

Votre montage est alors prêt à l'emploi, sous réserve bien sûr de programmer correctement le PIC, ce à quoi nous allons nous atteler maintenant.

## CALCULS ET LOGICIEL

Avant d'étudier le logiciel à programmer dans le PIC, voyons quels sont les «calculs» à mettre en œuvre, sa présentation n'en sera ensuite que plus facile à comprendre.

Comme nous l'avons vu en début d'article, nous mesurons en fait le temps qui s'écoule entre la montée du signal INIT et la première montée du signal ECHO, soit T ce temps.

Sachant que le son se propage à 340m/seconde dans l'air, ce qui est une approximation suffisante compte tenu de la précision du système de mesure, et que ce même son doit faire un aller et retour entre le transducteur et l'objet, soit deux fois la distance à mesurer, on peut écrire :

$D_{\text{objet}}$  en mètres =  $(340 \times T) / 2$  avec T exprimé en secondes, soit encore :

$D_{\text{objet}}$  en mm =  $170\,000 \times T$ , toujours avec T en secondes.

Comme le temps que nous allons mesurer sera plus facile à manipuler en  $\mu\text{s}$ , cette équation devient :

$D_{\text{objet}}$  en mm =  $0,17 \times T$  mais cette fois-ci avec T exprimé en  $\mu\text{s}$ .

Ceci étant vu, le logiciel à programmer dans le PIC doit réaliser les opérations suivantes :

- Mise au niveau haut du signal INIT,

- Une milliseconde après, mise au niveau haut du signal BINH afin d'interrompre le masquage interne au bout de ce délai d'une milliseconde,

- Dès cet instant, mesure du temps qui s'écoule avant la montée du signal ECHO,

- Remise au niveau bas de BINH puis de INIT,

- Transmission série du résultat de mesure après correction (voir ci-dessous).

Le montage est alors prêt pour réaliser une nouvelle mesure.

La correction évoquée ci-dessus correspond en fait au masquage de 1 ms que nous générons au moyen du signal BINH.

En effet, le temps que l'on mesure entre la montée de BINH et la montée de ECHO ne correspond pas au temps réel mis par le signal pour faire un aller et retour, mais à ce temps diminué d'une milliseconde. Il faut donc ajouter ce délai de masquage au temps mesuré ci-dessus pour obtenir un résultat exact.

La suite d'opérations ci-dessus peut être écrite et programmée dans le PIC 16F84 de notre montage avec le langage qui vous plaît, assembleur ou C par exemple mais, pour ceux d'entre vous qui ne sont pas habitués à ces langages «barbares», nous avons écrit un petit programme en Basic qui réalise la même chose.

Le Basic utilisé est celui du Basic Stamp, ce qui permet ensuite de compiler ce programme avec un des compilateurs disponibles sur le marché pour ce type de circuit, de façon à être programmé dans le PIC. Si vous n'avez pas l'habitude de ce genre de pratique, fort agréable pourtant, sachez que vous trouverez toutes les informations à ce sujet dans notre ouvrage intitulé «Les Basic Stamp» publié chez DUNOD.

Enfin, pour ceux d'entre vous qui n'ont pas de compilateur de ce type ou qui ne veulent pas se compliquer la vie en réalisant toutes ces opérations, sachez que le fichier compilé, prêt à être programmé dans le PIC 16F84 du montage, est disponible sur notre site Internet (eprat.com) sous le nom de fichier : sonarpol.hex.

Même si vous ne connaissez pas le Basic du Stamp, également décrit dans l'ouvrage précité, l'analyse du listing Basic ne devrait pas vous poser de problème car il est fort simple et largement commenté. Les seules précisions à vous donner concernent l'instruction RCTIME qui est celle qui réalise la mesure du temps pendant lequel la ligne ECHO reste à l'état bas.

Elle donne un résultat numérique sur 16 bits dans la variable «temps» qui a une résolution de 4  $\mu\text{s}$ . De ce fait, nous multiplions ensuite ce temps par quatre,

au moyen des deux décalages à gauche réalisés par la ligne :

Temps = temps  $\ll$  4

Nous disposons alors dans la variable «temps» d'un résultat en  $\mu$ s auquel on peut ajouter, comme expliqué ci-dessus, la valeur 1000 correspondant au temps de masquage (1 ms soit 1000  $\mu$ s).

La donnée envoyée sur la liaison série est donc une image exacte de la distance à l'objet détecté. Elle doit être multipliée par 0,17 si vous désirez un résultat en mm mais, pour une utilisation dans un robot mobile, une telle conversion n'est pas forcément nécessaire. Sur notre maquette, et avec un logiciel strictement conforme à celui de ce listing, nous avons obtenu un fonctionnement parfait avec des valeurs de T évoluant de 1117 à 58820 ce qui correspond à des distances allant de 19cm à 10m. C'est raisonnablement conforme aux spécifications données par Polaroid dans sa documentation qui annonce 15cm à 11.

## CONCLUSION

Nous espérons que ces quelques explications et le montage associé vous permettront de réaliser d'intéressantes manipulations avec ce système Polaroid, injustement délaissé à cause d'une relative carence de sa documentation. Diverses extensions de notre système de base sont envisageables telle celle, par exemple, consistant à monter le transducteur sur un servo de radiocommande que l'on fait tourner lentement de part et d'autre. On dispose alors d'un véritable sonar capable de réaliser une cartographie de ce qui se présente devant un robot équipé d'un tel système.

C. TAVERNIER

**C<sub>1</sub>** : PIC 16F84-10 (version 10 MHz) ou -20 (version 20 MHz)

**M<sub>1</sub>** : module de commande Polaroid type 6500

**R<sub>1</sub>** : 100  $\Omega$  1/4W 5% (marron, noir, marron)

**R<sub>2</sub>** : 4,7 k $\Omega$  1/4W 5% (jaune, violet, rouge)

**C<sub>1</sub>** : 470  $\mu$ F/25V chimique radial

**C<sub>2</sub>** : 100  $\mu$ F/25V chimique radial

**C<sub>3</sub>** : 10 nF céramique

**C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>** : 22 pF céramique

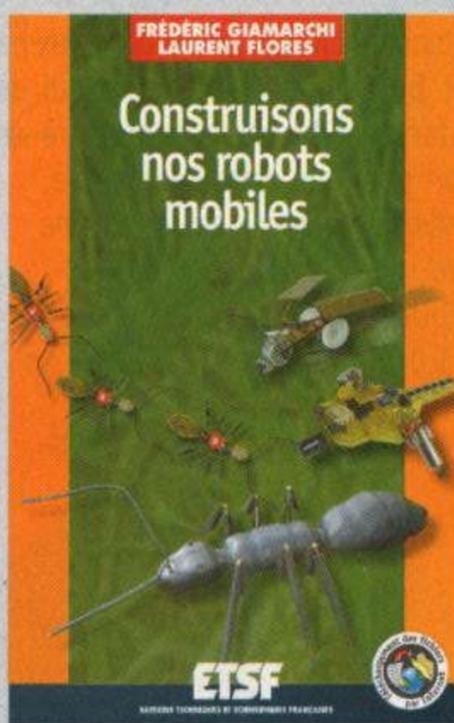
**TR** : transducteur à ultrasons Polaroid référence 7000

**Qz** : quartz 10 MHz en boîtier HC18/U ou HC49/U

1 support de CI 18 pattes

Connecteur spécial pour câble plat Polaroid (vendu en principe avec le module 6500)

## Construisons nos robots mobiles



*La robotique permet de réaliser des robots !*

*Mais la robotique, c'est aussi de formidables moments ludiques pendant lesquels vous concevrez une créature artificielle capable de réaliser des tâches humaines ou ayant un comportement «humain».*

*Au travers d'une approche volontairement pédagogique, c'est ce que veut montrer ce second livre consacré à la robotique mobile dans la collection ETSF, en invitant le lecteur à réaliser plusieurs robots de complexité croissante et de technologies différentes. Tous ces robots sont réalisables aussi bien par un roboticien en herbe que par un passionné d'électronique ou de mécanique.*

*Certes le débutant devra patienter un peu avant de pouvoir aborder tous les robots du livre. Cela est plus particulièrement vrai pour les derniers modèles qui nécessitent de l'expérience et des connaissances techniques avancées, que ce soit en électronique, en mécanique ou en programmation : toutes choses qui seront acquises par ceux qui auront «évolué» avec passion au gré des robots... et de celui des auteurs !*

**F. GIAMARCHI/L. FLORES**  
**ETSF/DUNOD**

176 pages - 138 F (21,04 €)

# PLATEFORME

## POUR DÉBUTER

### MÉCANIQUE

Cette réalisation est

une solution pour bien démarrer en

robotique. Une réali-

sation facile, d'un

coût faible et prête

pour toutes les

expériences robo-

tiques. Il s'agit d'un

châssis en plastique

comportant deux

blocs moteurs indé-

pendants. Toutes les

rotations sont possi-

bles. Les moteurs

sont suffisamment

performants pour

être alimenté même

par l'énergie solaire.

On dispose d'une

plaque d'essai pour

tester des montages

et d'un premier cap-

teur : un pare-chocs

indispensable.

### LE CHÂSSIS

Les plans du châssis montrent deux parties (figures

1a et b): La partie inférieure qui est la plus importante et la partie supérieure servant de support pour une carte de contrôle.

Le châssis principal est donc une plaque de plastique, type acrylique de 80x120 mm.

Deux découpes de 50x20 mm

permettent le passage des roues. Quatre trous de 3,2 mm de diamètre permettent de fixer les deux blocs moteurs. Les autres trous, de même diamètre, permettent de fixer la roue folle, la plaque supérieure et de servir de blocage au coupleur de piles. La position des blocs moteurs dans cette réalisation est telle que le centre de gravité n'est pas trop éloigné de l'axe des roues.

Ce point est très important pour obtenir le maximum de performances de l'ensemble, c'est à dire augmenter l'adhérence des roues.

La plaque supérieure de même dimension 80x120 mm est percée de quatre trous de 3,2 mm de diamètre pour se fixer sur la plaque inférieure. Un cinquième trou de diamètre 7 mm servira à fixé un interrupteur sur cette plaque.

Dans cette réalisation, on peut utiliser une petite alimentation par

4 piles ou accumulateurs. Le coupleur de piles sera calé entre les deux plaques par diverses vis et l'interrupteur, voir photo.

Afin de pouvoir expérimenter toutes vos idées, une platine d'essai sans soudures de dimensions adéquates est placée sur la plaque supérieure.

### LES MOTEURS

Le châssis est équipé de deux roues indépendantes. Cette technique est la plus utilisée en robotique. Elle

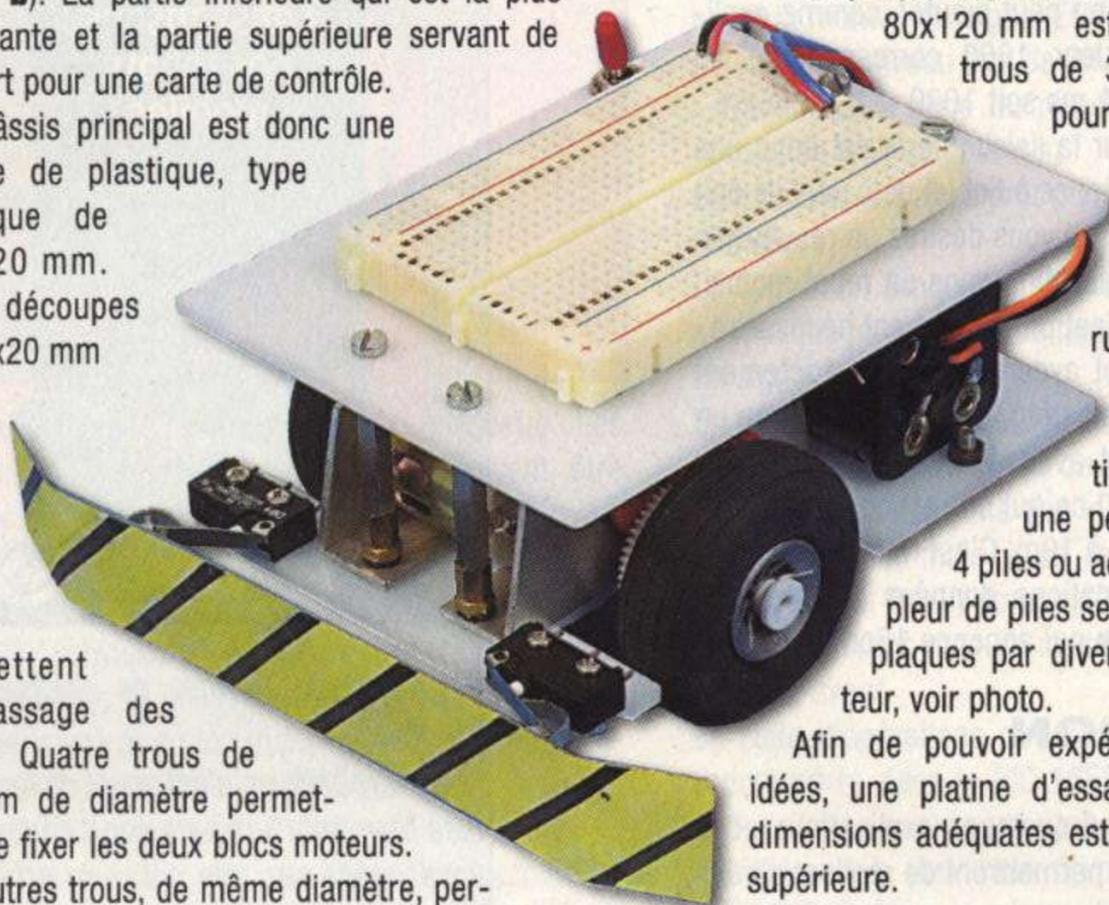
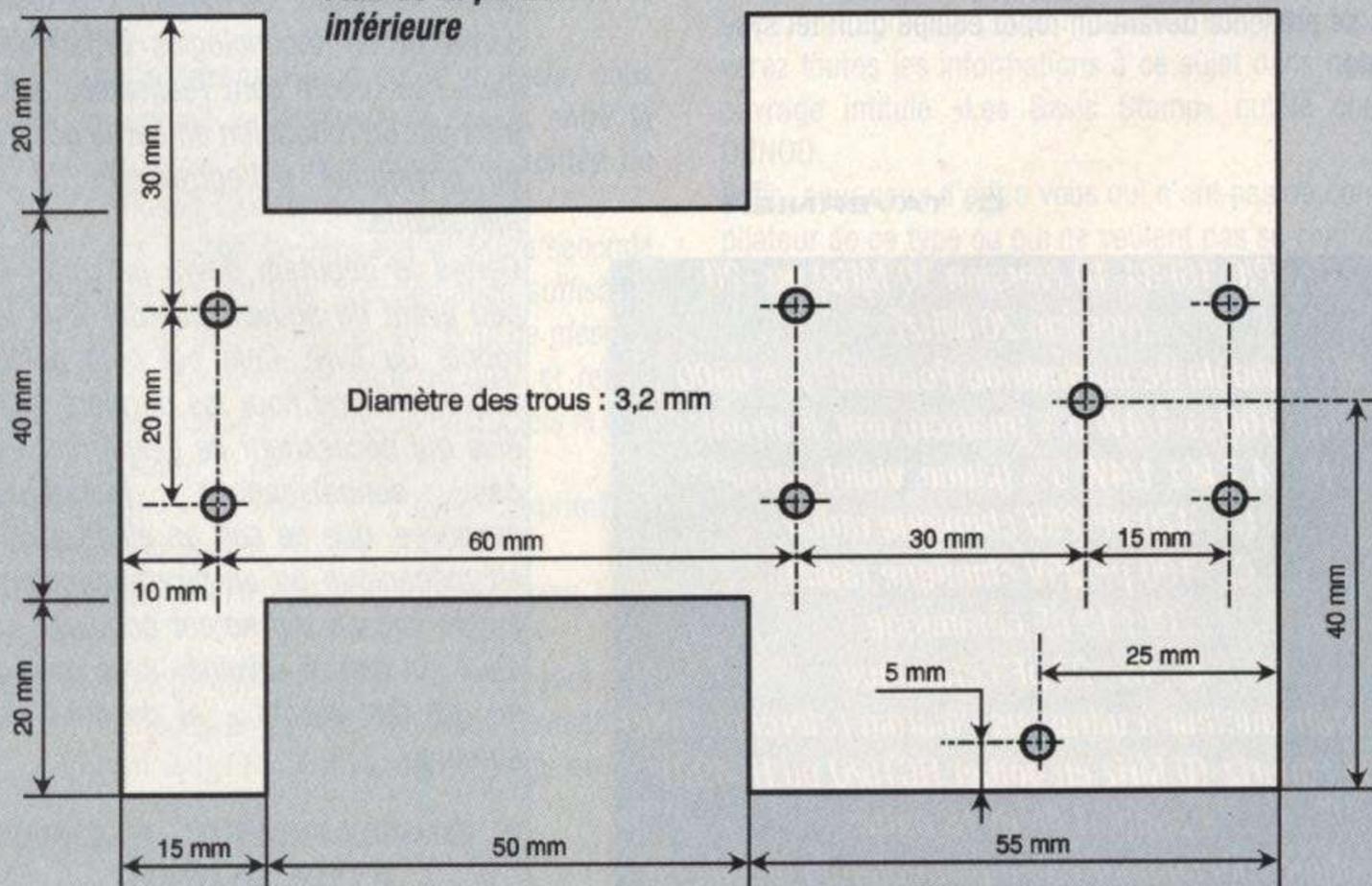
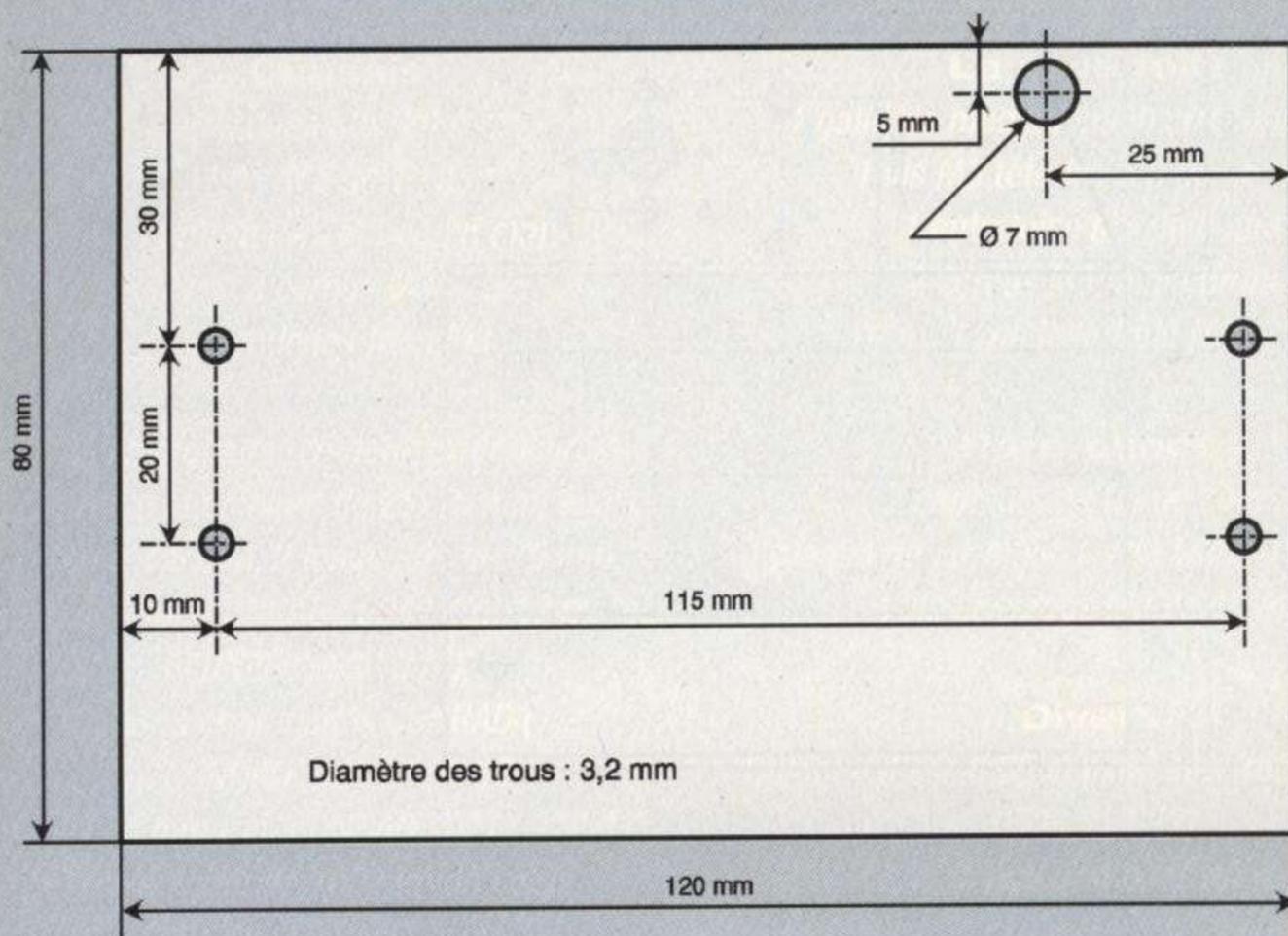


FIGURE 1A

Plan de la partie inférieure





permet d'éviter l'utilisation d'un servo de direction comme sur une voiture classique. Il s'agit de la technique des chars qui agissent sur une roue et sur l'autre pour avancer, tourner et reculer.

Chaque bloc est réalisé autour d'un morceau de 70 mm de profilé en L d'aluminium de 1,5 mm d'épaisseur de 25x15 mm. La figure montre la découpe en trapèze. Deux trous de 3,2 mm de diamètre permettent de fixer chaque bloc sur la plaque inférieure. Les cinq autres trous permettent de fixer le moteur et les engrenages. Deux pignons réducteurs 40/10 divisent par 16 la vitesse de rotation du moteur et diminuent le couple nécessaire au démarrage des moteurs.

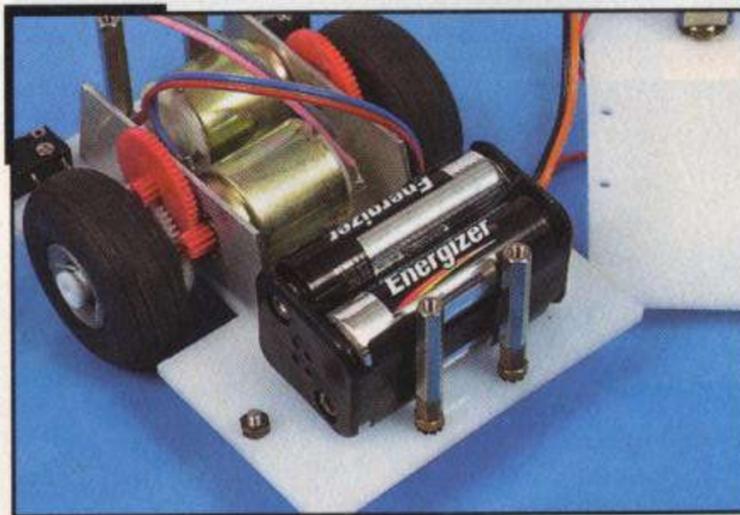
La couleur de chaque pignon est importante, en effet les rouges ont un diamètre intérieur de 2,9 mm et sont donc bloqués sur un axe de 3 mm, alors que les blancs de 3,1 mm de diamètre intérieur tourneront facilement.

Chaque roue doit être collée sur un pignon blanc par une colle à deux composants, sans coller l'axe de 3 mm devant tourner librement. Le petit pignon rouge à 10 dents est rentré en force sur l'axe du moteur. Il entraîne un engrenage rouge 40/10 fixé au-dessus de l'axe des roues par une vis Parker M3. Celui-ci entraînant le pignon blanc solidaire de la roue.

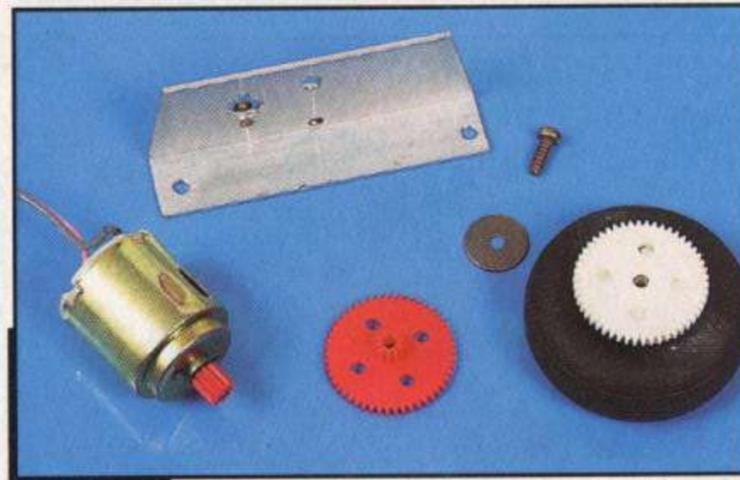
## LA ROUE FOLLE

Il est important de réaliser une roue folle avec un débattement suffisant par rapport à l'axe de rotation. Une vis à tête ronde peut être utilisée mais son frot-

tement sera un handicap. Une roulette de tiroir est une autre solution, mais s'encrasse vite et de toute manière reste trop encombrante. La meilleure roue folle est réalisée à partir d'un galet de magnétophone pour les petits robots plate-forme, voir photo. Il faut percer un trou de 3,2 mm, s'il n'existait pas avant. Une entretoise de 8 mm pour vis M3 doit être soudée pour améliorer la rotation finale.



Le châssis est équipé de deux moteurs



Composition d'un bloc moteur

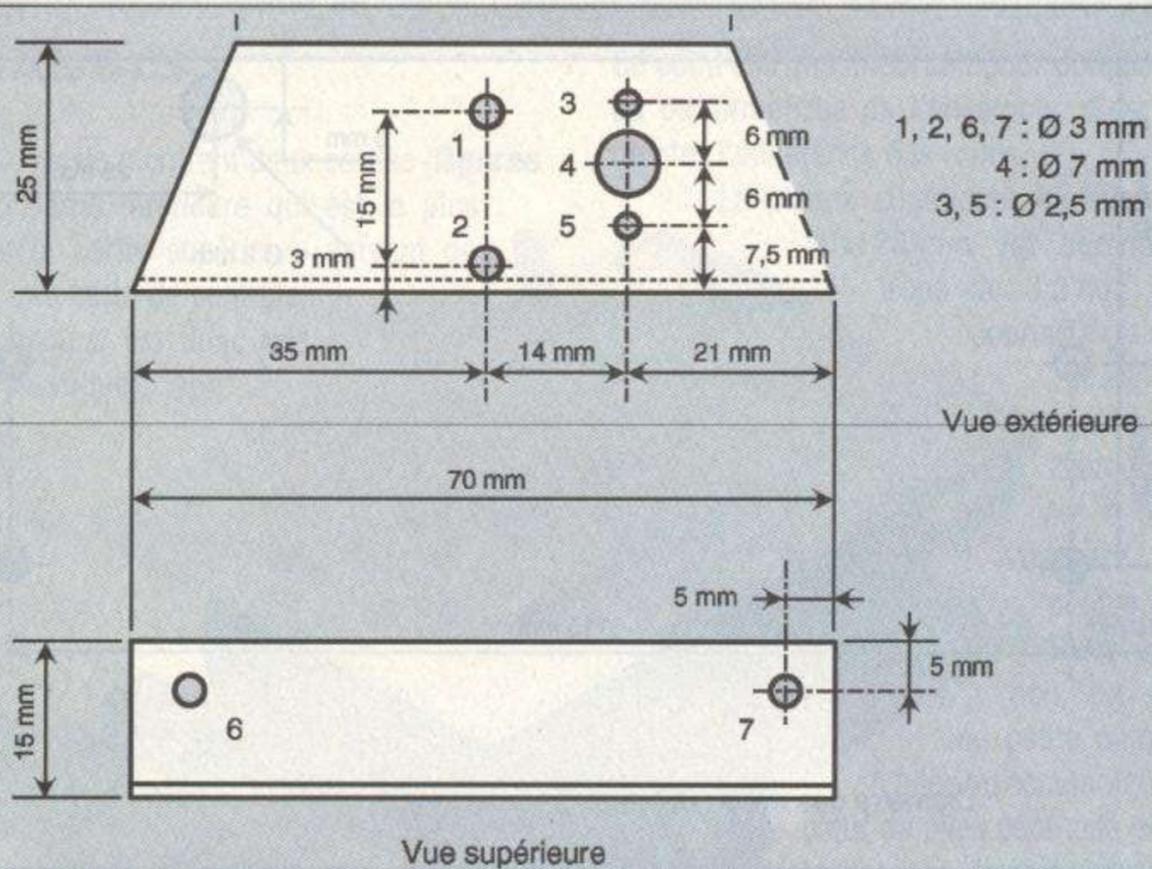
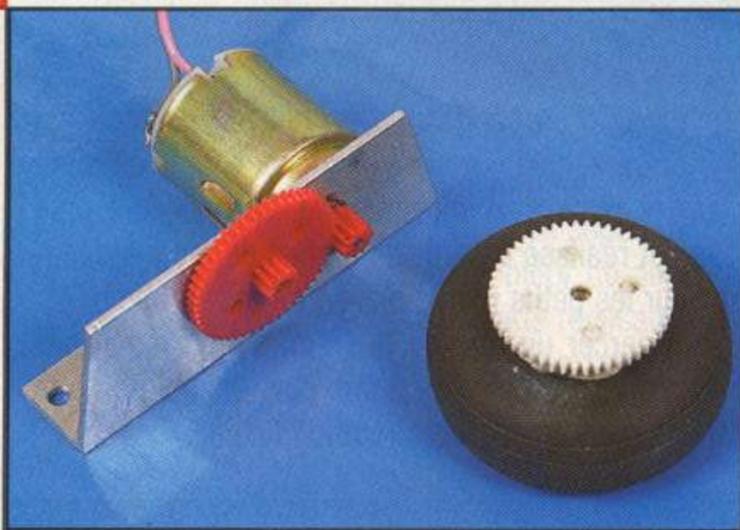


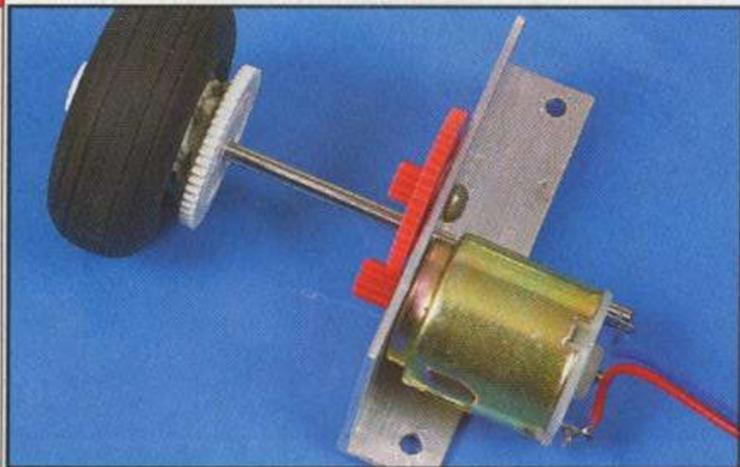
FIGURE 2

Le bloc se réalise autour d'un profilé en L d'aluminium de 1,5 mm

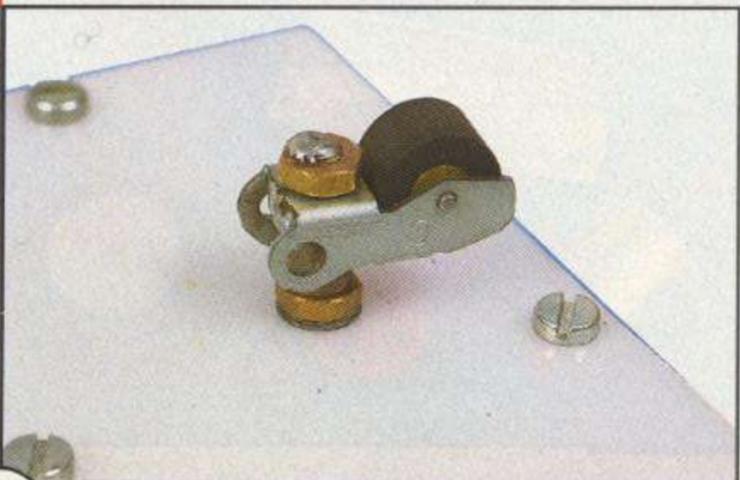
Chaque roue doit être collée sur un pignon blanc



Les cinq trous permettent de fixer les engrenages et le moteur



Roue folle constituée à l'aide d'un galet de magnétophone



Elle sera fixée au châssis principal par une vis à tête fraisée M3 de 15 mm de long avec une rondelle frein et 2 écrous M3 moins épais que les classiques.

## UN PARE-CHOCS

La réalisation utilise un pare-chocs qui constitue la dernière protection du robot, mais représente aussi le premier capteur expérimenté.

Celui-ci est réalisé avec une plaque laiton ou fer blanc de 150x25 mm, épaisseur 0,5 mm.

Deux petites pattes, en fer blanc aussi, seront soudées pour la fixation souple sur deux interrupteurs type fin de course à galet, voir photo de titre. Il faudra régler les deux pattes pour obtenir la souplesse de votre pare-chocs.

Un autocollant donnera une touche de finition à votre pare-chocs.

## EXPÉRIMENTATION

Cette réalisation doit vous aider à bien débiter, en permettant de tester les différents montages présentés dans votre revue préférée.

Que vous utilisiez une électronique discrète ou des circuits intégrés, voire un PIC 16F84, la plaque d'essai autorise toutes les modifications pour améliorer votre robot.

F. GIAMARCHI

Site de l'auteur montrant  
la réalisation :

[www.iut-nimes.fr/  
giamarchi/index.html](http://www.iut-nimes.fr/giamarchi/index.html)

**Châssis**

- 2 plaques 80x120 mm
- 11 vis M3 de 10 mm
- 4 entretoises M3 de 35 mm
- 3 écrous M3
- 6 rondelles frein M3

**La roue folle**

- 1 galet de magnétophone (récupération)
- 1 vis M3 tête fraisée de 15 mm
- 1 entretoise M3 de 8 mm
- 2 écrous M3 faible profil
- 1 rondelle frein M3

**Pare-chocs**

- 2 capteurs de fin de course
- 1 plaque de fer blanc ou de laiton 150x25 mm
- 4 vis et écrous M2 de 10 mm

**Divers**

- 1 plaque d'essai 55 mmx84 mm (réf. CONRAD : 0526 819-17)
- Coupleur 4 piles AA (réf. CONRAD : 7318 113-17)
- 1 interrupteur pour diamètre 7 mm petits fils

**Blocs moteurs (en deux exemplaires)**

- 1 profilé aluminium de 25x15 mm, épaisseur 1,5 mm, 2 longueurs de 70 mm
- 2 moteurs (réf. CONRAD : 0244 422-17 ou réf. FARNELL : 599-116)
- Divers engrenages CONRAD (réf. CONRAD : 0297 704-17)
- 2 roues 45 mm (réf. CONRAD : 0217 379-17)
- 1 axe 3 mm de 100 mm de long
- Colle deux composants
- 2 vis Parker M3 de 5 mm
- 4 vis 15 mm, rondelles frein et écrous M3

**LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE A PUCE**

Le système de développement BasicCard comprend :

- 1 Lecteur/Encodeur CyBermouse (Série ou USB)
- 1 BasicCard 1 Ko EEprom
- 2 BasicCard 8 Ko EEprom
- 1 Lecteur avec afficheur LCD (Balance Reader)
- 1 CD avec logiciel de développement
- 1 Manuel



**PROGRAMMATEUR ET MULTICOPIEUR UNIVERSEL, AUTONOME, PORTABLE**



**ANALYSEUR LOGIQUE**



**EMULATEUR D'EPROM ET DE MICROCONTROLEUR**



**SYSTEME DE DÉVELOPPEMENT VHDL**



**LECTEUR/ENCODEUR DE CARTE MAGNÉTIQUE**

- MCR/MSR : Lecteur simple avec interface Série/TTL/Keyboard
- MSE-6xx : Lecteur/encodeur avec interface série



**CARTES D'ÉVALUATION, D'ACQUISITION, BUS I<sup>2</sup>C, BUS PC/104**

**SIMULATION**



- 68HC 11/12/16
- 68 332
- 80C 552
- 80C 31/51
- 80C 535

- COMPILATEUR C & ASSEMBLEUR**
- 68HC 11/12/16
  - 68/332
  - 80C 31/51/552
  - MICROCHIP PIC

**HI TECH TOOLS (H.T.T.)**

27, rue Voltaire  
72000 LE MANS

Tél : 02 43 28 15 04  
Fax : 02 43 28 59 61

<http://www.hitechtools.com>  
E-mail : [info@hitechtools.com](mailto:info@hitechtools.com)

Les nouvelles générations de robots qui sortent des laboratoires ne sont plus des systèmes dont on exige une gamme de réactions étendues, à l'image de celles qu'un homme en phase d'apprentissage pourrait produire. L'heure est à l'étude des comportements limités dans des environnements bien précis.

Pour illustrer ce concept, voici un premier robot, le MINILUX, dont les déplacements parfois complexes sont le fruit d'une seule règle.

**MINILUX**

C'est un petit robot dont la base mécanique repose sur le "Detector Unit" de Meccano. L'assemblage est réalisé de manière à intégrer, non pas le moteur de la boîte, mais deux servomoteurs : un pour chaque côté. Dans la mesure où il est difficile de décrire par le menu l'ensemble de l'assemblage des pièces, reportez-

vous aux diverses photos pour réaliser votre propre chariot.

Notre MINILUX utilise une règle de déplacement très simple : il avance tant qu'il se trouve dans une zone normalement éclairée mais commence à tourner s'il pénètre dans une zone d'ombre. Cette rotation est d'autant plus marquée si la baisse de luminosité s'accroît.

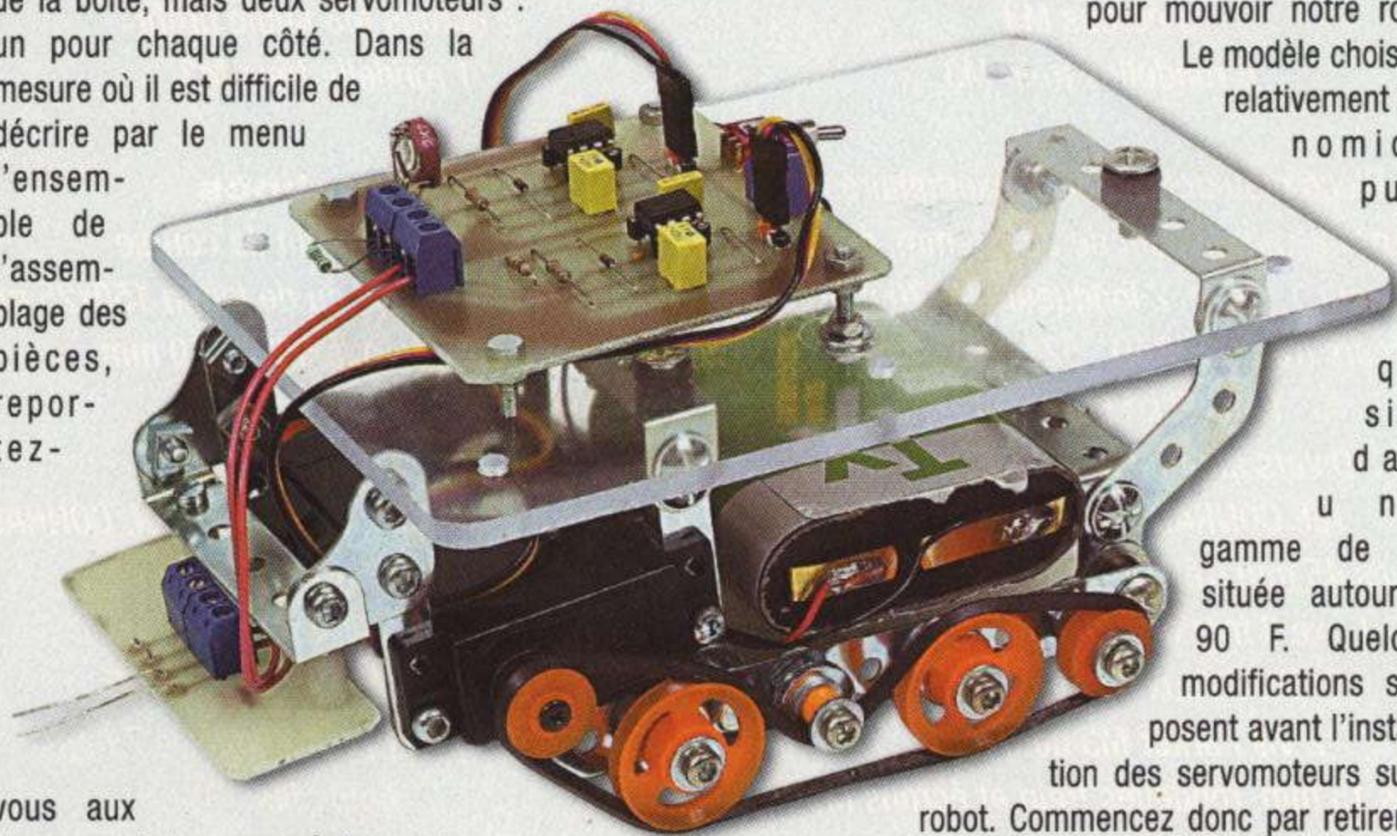
Une ombre pleine doit entraîner un pivotement du robot sur son axe jusqu'à ce que son capteur retrouve plus de lumière.

Ainsi, même dans une pièce uniformément éclairée, la proximité d'un mur face au capteur entraîne un pivotement, donc une manœuvre d'évitement de cet obstacle.

La limite de MINILUX réside dans le fait qu'il est incapable d'éviter des obstacles de trop faible largeur comme les pieds de chaise ou encore les surfaces réfléchissantes.

**PRÉPARATION DES SERVOMOTEURS**

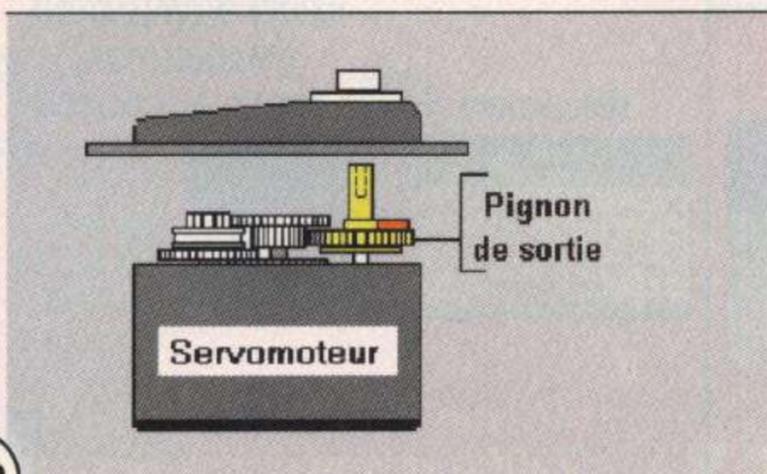
Deux servomoteurs identiques sont nécessaires pour mouvoir notre robot. Le modèle choisi est relativement économique puis-



que situé dans une gamme de prix située autour de 90 F. Quelques modifications s'imposent avant l'installation des servomoteurs sur le

robot. Commencez donc par retirer les quatre vis de fixation du servo pour accéder aux pignons de réduction (**figure 1**). L'axe de sortie (en jaune sur la figure) comporte un pignon muni d'un ergot de blocage (en rouge). La première étape de la transformation sera donc de retirer cet axe et de couper soigneusement l'ergot avec un cutter (**figure 2**). Percez ensuite la base de l'axe pour qu'il tourne librement sur la sortie du potentiomètre. Remplacez l'axe de sortie sur le potentiomètre avant de fixer les quatre vis de fixation. Votre servomoteur peut maintenant être entraîné dans les deux sens sans être bloqué en fin de course.

Vous remarquerez sans doute qu'étant donné la disposition des servomoteurs, si on envoie des impulsions identiques sur les servos, le chariot ne peut pas avancer mais pivote sur lui-même, du simple fait que le moteur droit tourne en sens inverse du moteur gauche. Cette situation est normale car nous tirons avantage de cette anomalie pour simpli-

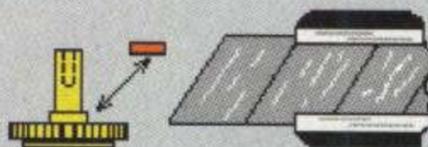


**FIGURE 1**  
Préparation des servomoteurs

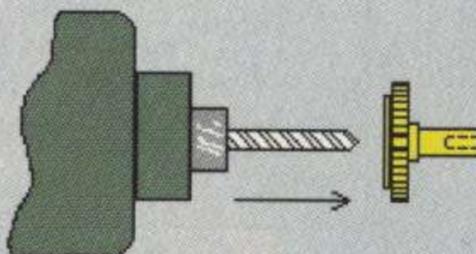
fier l'électronique de MINILUX. Il ne faut donc surtout pas inverser les polarités de l'alimentation de l'un des moteurs pour que le chariot avance.

## LE SCHÉMA ÉLECTRONIQUE (FIGURE 4)

Le schéma met en évidence que le cœur de notre robot est constitué par les deux circuits intégrés NE 555. Utilisé en multivibrateur astable, il permet de délivrer des impulsions cycliques, charge à nous de les faire varier dans le domaine des fréquences nécessaires au pilotage d'un servomoteur. Si vous



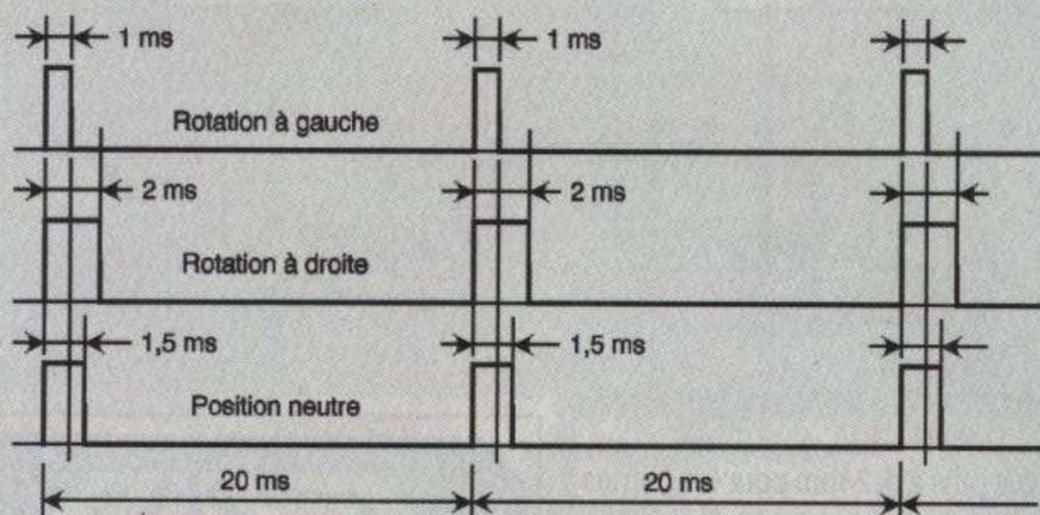
1) Découper l'ergot au cutter



2) Percer au diamètre de l'axe du potentiomètre

► FIGURE 2

Préparation mécanique des servos



► FIGURE 3

Principe de commande des servomoteurs

observez le diagramme des actions du servomoteur, vous constatez que le sens et la vitesse de rotation sont dépendants de la durée des impulsions, l'idéal étant d'obtenir une largeur d'impulsion comprise entre 1 et 2 ms sur une période de 20 ms (50 Hz). Le problème du montage astable classique d'un 555 réside dans le fait qu'il ne permet pas de faire passer la constante de temps RC de la charge en dessous de celle de la décharge.

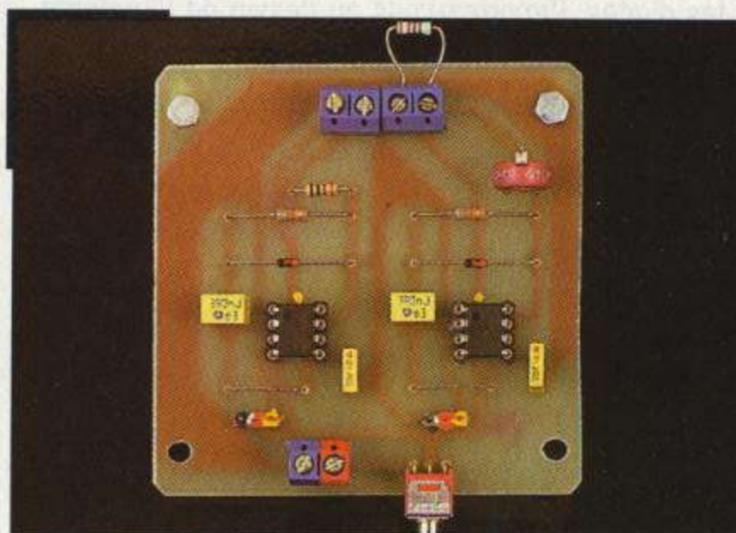
Placer une diode entre le trigger (broche 2) et le seuil (broche 7) permet de faire varier le rapport cyclique grâce aux valeurs de la résistance en parallèle sur la diode et celle du potentiomètre ou de la photorésistance.

La vitesse et le sens de rotation du servomoteur gauche sont contrôlés par la résistance ajustable. Par contre, le servomoteur gauche voit la largeur de ses impulsions varier en fonction de la valeur de la photorésistance, donc de l'éclairage.

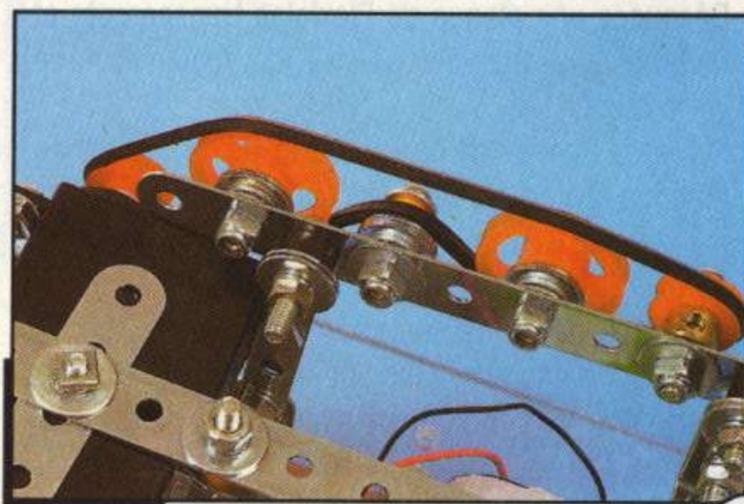
## RÉALISATION DU CIRCUIT IMPRIMÉ

La faible densité des composants et des pistes simplifie le tracé du circuit imprimé. Commencez par

percer avec un diamètre de 0,8 mm sur l'ensemble du circuit, 1 mm pour les barrettes sécables d'alimentation.

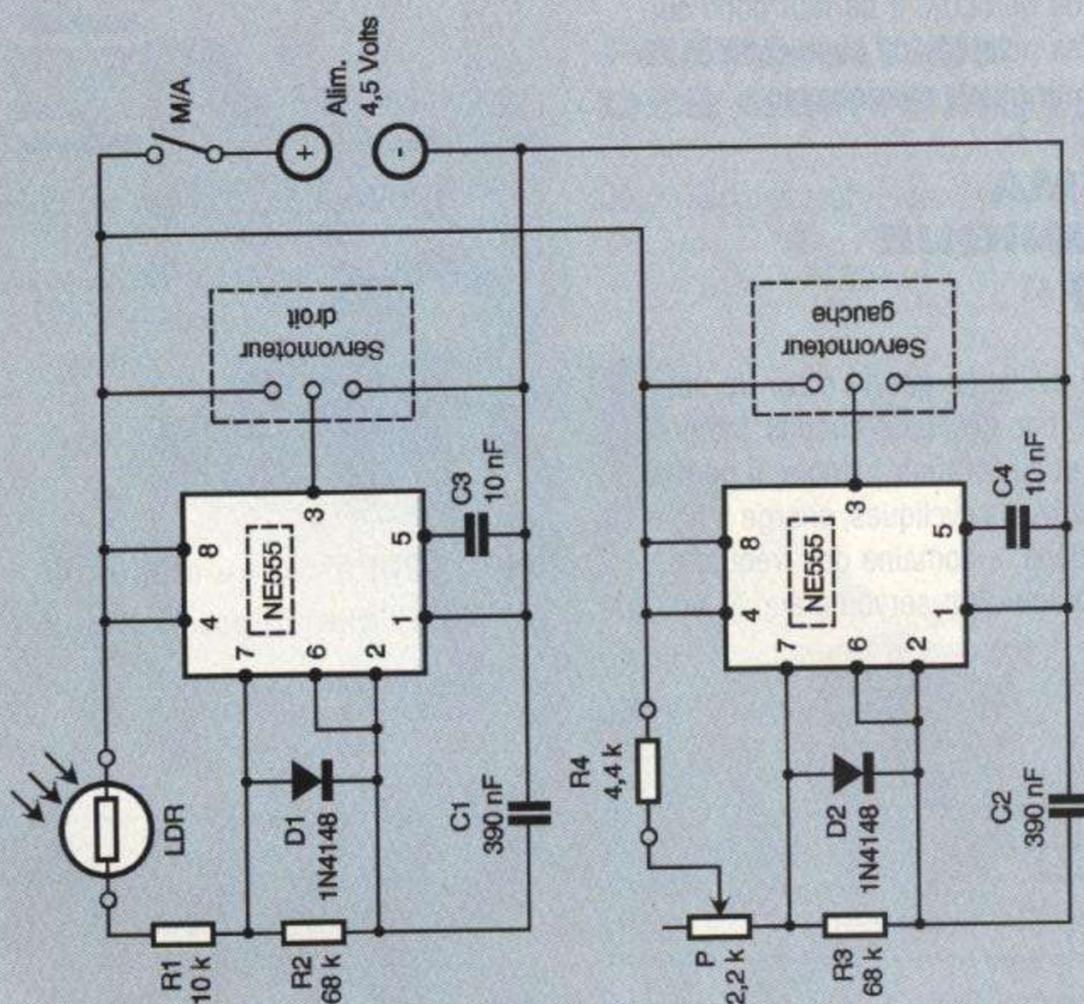


► Vue en réduction de la section électronique simplifiée



► Détails de la réalisation mécanique d'une chenille

**FIGURE 4**  
Schéma électronique

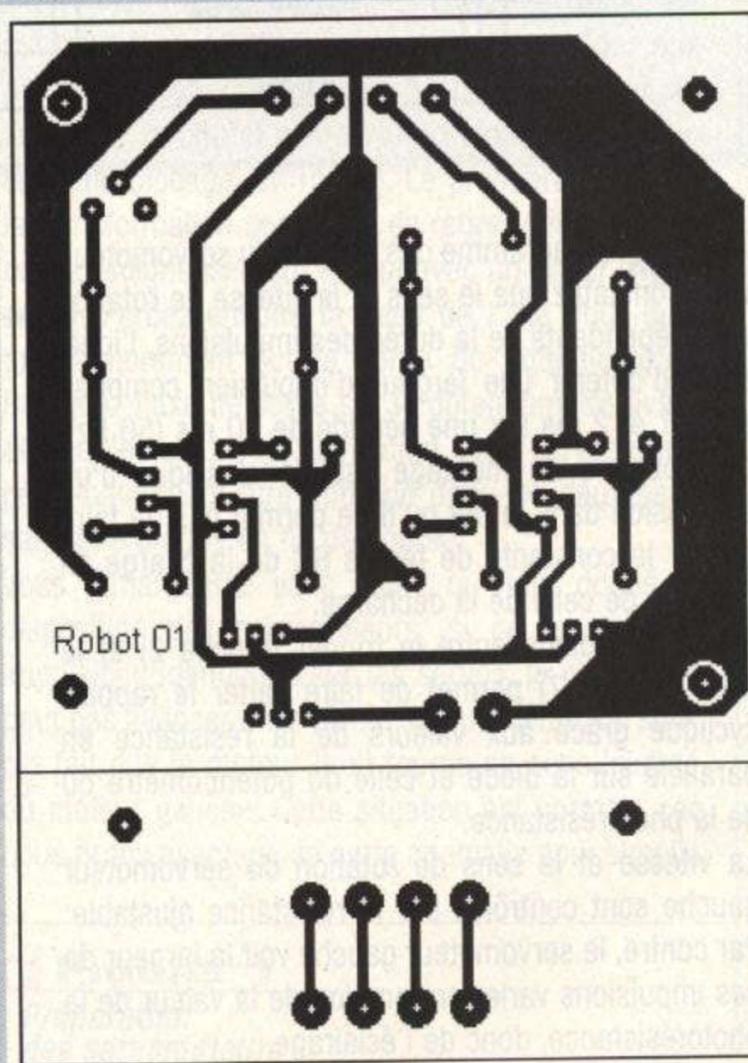


mentation des servos puis à 1,2 mm pour les bornes à vis, la résistance ajustable et enfin l'interrupteur. Les passages de vis sont à percer au diamètre 3,5 mm pour permettre de fixer la visserie de 3mm. Soudez ensuite les 2 straps, puis les résistances et les diodes. Reportez-vous au dessin de l'implantation pour vérifier qu'il n'y a pas d'inversion. Placez un support de circuit intégré pour chaque NE 555. Posez des repères de couleurs sur les barrettes sécables et la borne à vis de l'alimentation. Nous avons utilisé pour cela une peinture pour maquettes plastiques.

### MONTAGE DE LA PLAQUE ET CONNEXIONS

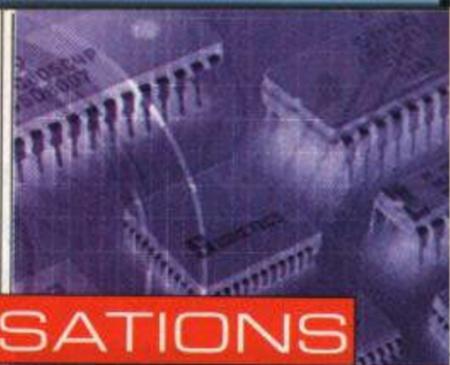
Découpez une plaque de Plexiglas transparente et rectangulaire que vous ajustez aux dimensions de votre robot. Percez les points de passage des vis de fixation en fonction des écarts que vous obtenez sur votre base mécanique, y compris pour le circuit imprimé, avant de fixer le tout. Réalisez un premier essai en effectuant les raccordements comme indiqué sur le schéma de câblage, sans oublier la résistance et la connexion vers le support avant de la photorésistance.

Modifiez la valeur de la résistance ajustable afin



que les roues tournent dans le même sens en éclairage normal. La rotation du moteur gauche doit s'inverser lorsque vous placez la main à proximité de la photorésistance. Fixez ensuite le circuit, votre robot est prêt !

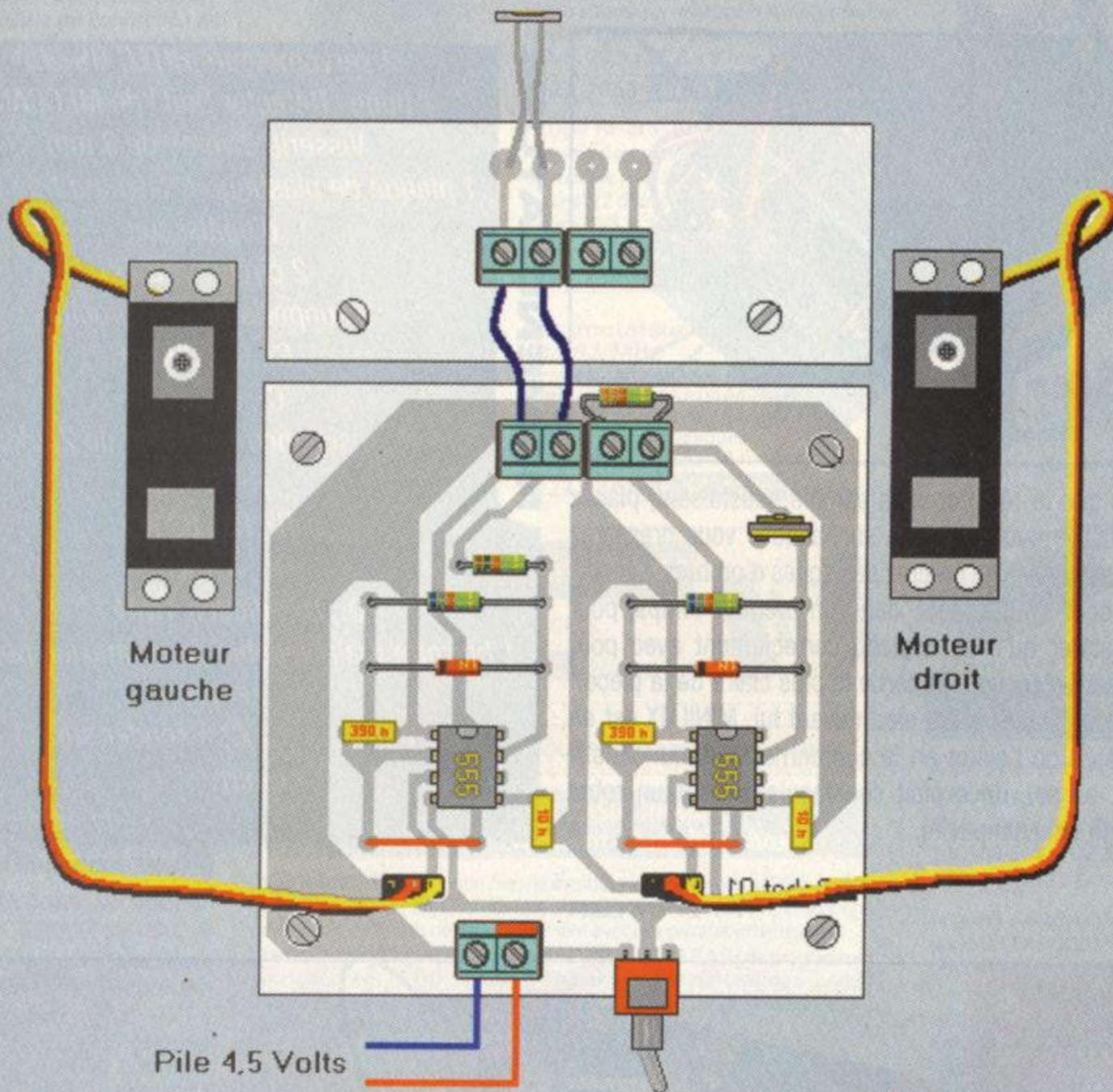
**FIGURE 5**  
Tracé du circuit imprimé à l'échelle 1



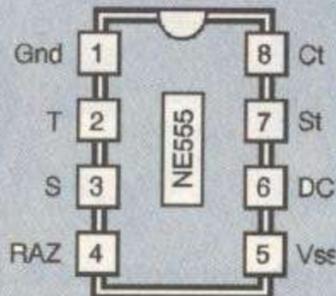
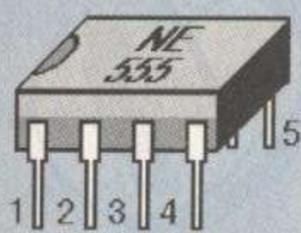
## RÉALISATIONS MINILUX

► **FIGURE 6**

*Implantation des éléments et câblage sur le robot*



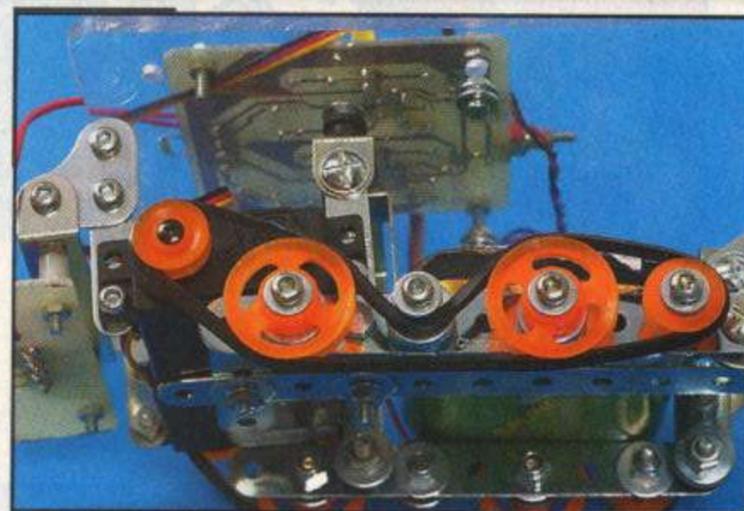
► **FIGURE 7**  
*Brochage du NE555*



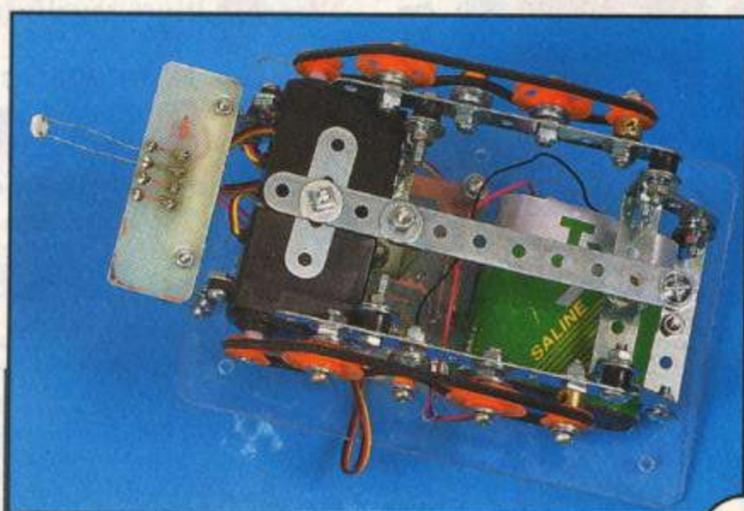
- Gnd : Masse (ground).
- T : Trigger (tension de déclenchement).
- S : Sortie du signal.
- Raz : Remise à zéro.
- Ct : Contrôle de tension.
- St : Tension de seuil (seuil Threshold).
- DC : Décharge condensateur.
- Vss : Tension d'alimentation.

### LES ESSAIS

Posez le robot sur le sol, dans un environnement de lumière uniforme. Le robot doit avancer en ligne droite, par conséquent ajustez par petits essais successifs la valeur de la résistance ajustable.



► *Autre vue de la partie mécanique*

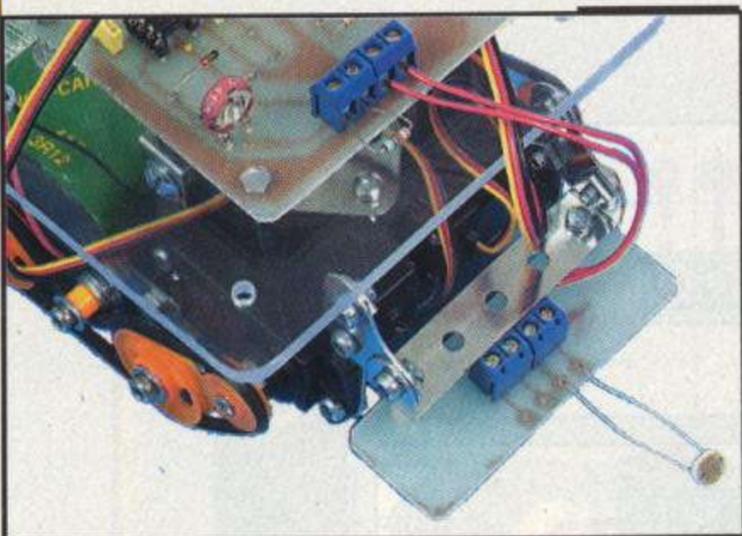


► *Le dessous du robot avec notamment la fixation des servomoteurs*

# RÉALISATIONS

## MINILUX

Mise en place de la photorésistance sur le bornier à vis



Dès que le résultat vous semble satisfaisant, placez MINILUX dans une zone sur laquelle vous dresserez des obstacles ou créez des zones d'ombres. Laissez le robot évoluer seul, dans un premier temps, pour constater qu'il se déplace correctement avec pour objectif d'occuper la partie la plus claire de la pièce. Si vous placez votre pied devant lui, MINILUX est en mesure de l'éviter en le contournant, ce qui constitue, en soi, un exploit spectaculaire pour un robot d'une telle simplicité.

P. RYTTER

### COMPOSANTS

- 2 servomoteurs HITEC HS-300
- 1 boîte "Detector Unit" de MECCANO
- Visserie diverse de 3 mm
- 1 plaque de plastique transparent de 5 mm d'épaisseur
- 2 circuits NE555
- 2 supports de C.I 8 broches
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 390 nF
- C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 10 nF
- P : résistance ajustable de 2,2 kΩ
- R<sub>1</sub> : 10 kΩ
- R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 68 kΩ
- R<sub>4</sub> : 4,4 kΩ
- D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> : diodes 1N4148
- 1 barrette mâle sécable de connexion pour les servos
- 5 bornes à vis x2 à souder sur C.I.
- 1 interrupteur
- 1 pile de 4,5V

**les bonnes adresses  
du bout de la rue  
au bout du monde...**

Les 1001 meilleurs sites marchands  
www.petitfute.com

**petitfute.com**

Pratique  
Autos, 2 roues  
Informatique  
Cadeaux  
Enfants  
Gourmandises  
Livres, Presse  
Loisirs & Sports  
Maison  
Mode, beauté  
Musique  
Services  
Financiers  
Tourisme  
Achats Furté  
En savoir plus

**Achetez nos guides sur le net !**  
 Paiement sécurisé  
 Livraison gratuite en 72h

**www.petitfute.com**

**BON DE COMMANDE**

Net Shopping

Nom.....prénom.....Age.....Profession.....

Je commande.....exemplaire(s) du guide

(prix unitaire 79F) Je joins en règlement un chèque de.....

à l'ordre des : **Nouvelles Editions de l'Université**  
**18 rue des Volontaires 75015 PARIS**

# INSECTE : Scarabée ou

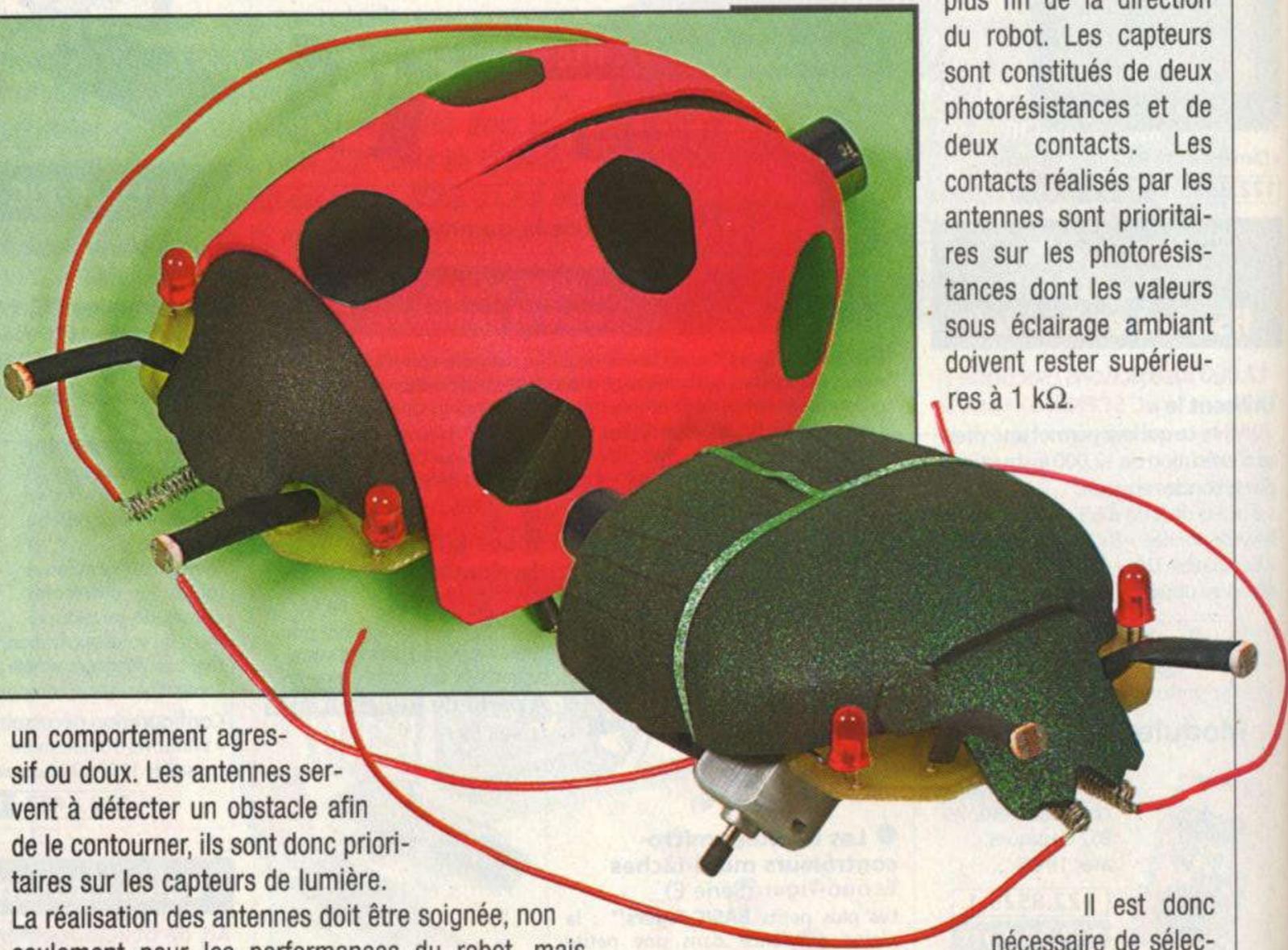
## CONSTRUCTIONS

*Ce petit robot fait partie de la grande famille des robots qui copient les comportements des insectes. Mais sa particularité essentielle réside dans sa simplicité de fabrication. Il n'utilise pas de microprocesseur comme cerveau mais simplement une électronique discrète. Malgré son coût de fabrication faible, il réagit comme un organisme vivant de type insecte. Il est facile de le transformer un cafard agressif ou coccinelle docile. De plus, il se dirigera vers une source de lumière pour évoluer.*

### PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le circuit imprimé, le châssis et le robot ne faisant qu'un ici, un minimum d'esthétiques doit être apporté au dessin du circuit imprimé. Les coins coupés, la découpe pour les deux moteurs représentant les pattes de l'insecte et les antennes, tous jouent en faveur d'un design ressemblant.

Le comportement initial consiste à rechercher la source de lumière dominante. Les moteurs sont activés alternativement en fonction des informations issues des capteurs. Le robot aura donc une allure déhanchée qui pourrait être ajustée pour lui donner



un comportement agressif ou doux. Les antennes servent à détecter un obstacle afin de le contourner, ils sont donc prioritaires sur les capteurs de lumière.

La réalisation des antennes doit être soignée, non seulement pour les performances du robot, mais aussi pour l'esthétique globale.

L'orientation donnée aux photorésistances influe fortement sur les performances mais aussi sur le comportement. On peut les orienter vers l'avant, vers l'arrière, vers le haut, vers le bas ou sur les côtés. Amusez-vous à essayer les différentes possibilités.

Un circuit imprimé ne devient vraiment un robot que si on lui adjoint une carapace. Un petit chapeau bleu à l'avant lui donnera un peu plus une allure de soldat. Une demi-sphère rouge à point noir le transformera un peu en coccinelle.

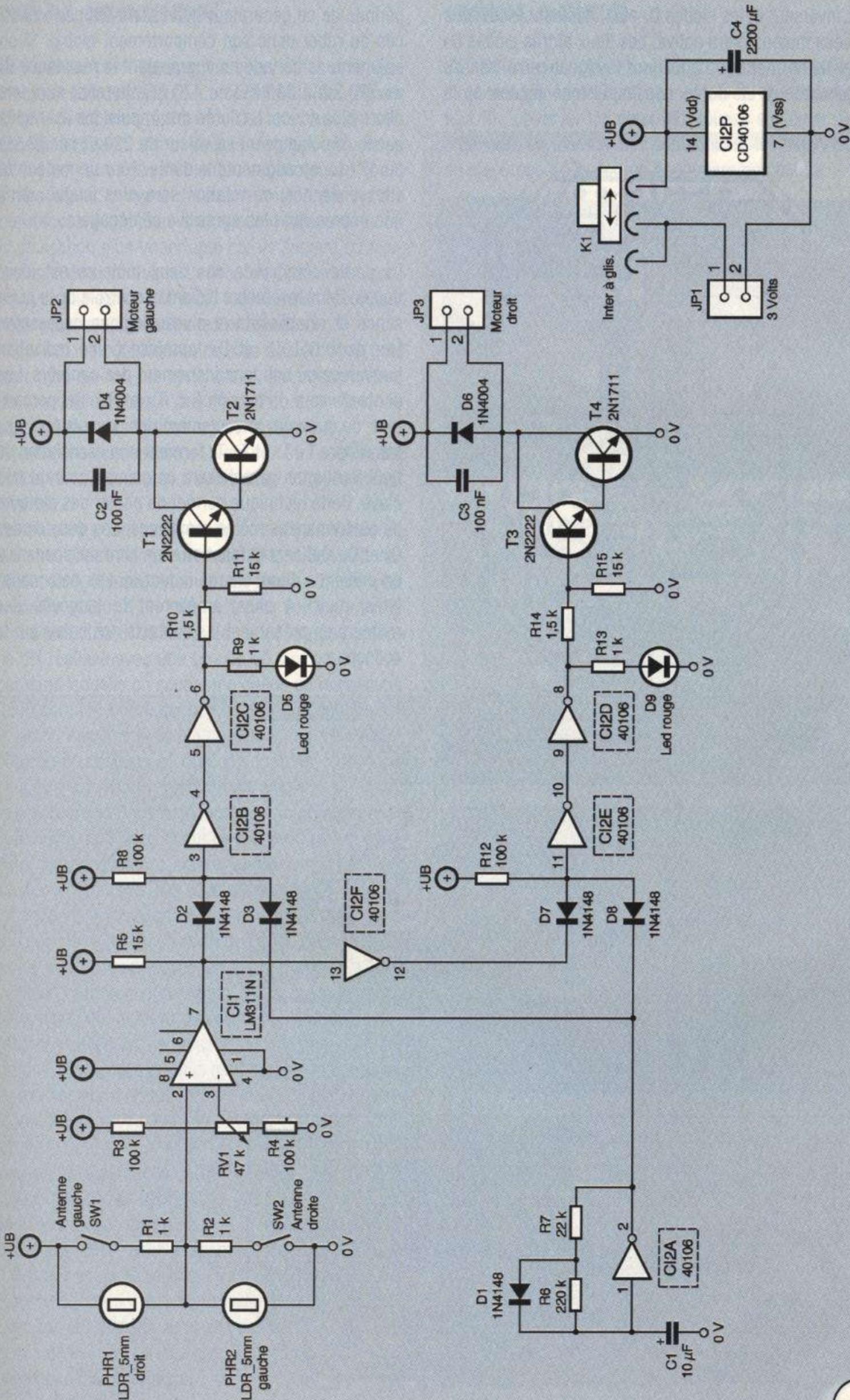
### ÉLECTRONIQUE

Le schéma de l'électronique (**figure 1**) regroupe l'ensemble des éléments. On peut décomposer le schéma en trois parties : la détection, le contrôle et la commande des moteurs.

La partie détection est assez réduite et correspond aux différents éléments à gauche du premier circuit intégré CI<sub>1</sub>, un comparateur. Ce composant compare la tension issue des capteurs à une tension de consigne. Cette tension de consigne est réalisée par des résistances talons R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub> et une résistance ajustable RV<sub>1</sub>. Cette petite complexité permet un réglage

plus fin de la direction du robot. Les capteurs sont constitués de deux photorésistances et de deux contacts. Les contacts réalisés par les antennes sont prioritaires sur les photorésistances dont les valeurs sous éclairage ambiant doivent rester supérieures à 1 k $\Omega$ .

Il est donc nécessaire de sélectionner des photorésistances de valeurs élevées. Les contacts représentant les antennes doivent être en série avec des résistances pour éviter un court-circuit de l'alimentation. De même, lors de la réalisation, les fils doivent être isolés afin d'éviter un court-circuit avec un obstacle métallique. Mais, alors, pourquoi ne pas avoir interverti les résistances et les contacts ? Il s'agit de prévoir la possibilité de recharger le robot par ses antennes (évolution future). La sortie du comparateur étant à collecteur en l'air, on place une résistance R<sub>5</sub> qui définit un niveau logique haut propre. La partie contrôle consiste en quelques diodes, un inverseur et un générateur de signaux carrés.



**FIGURE 1**  
Schéma de principe.

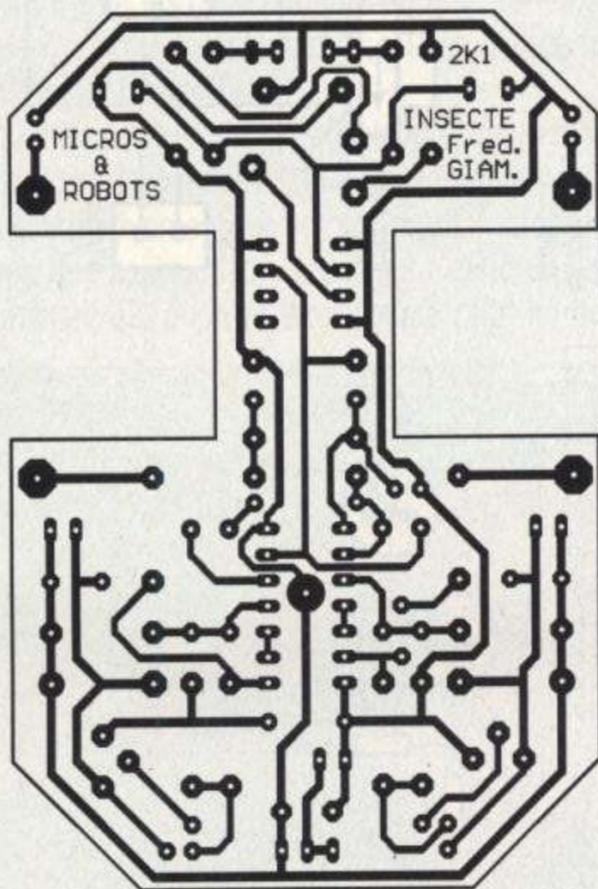
# CONSTRUCTIONS

## INSECTE

L'inverseur et les diodes D<sub>2</sub> et D<sub>7</sub> décident lequel des deux moteurs sera activé. Les deux autres diodes D<sub>3</sub> et D<sub>8</sub> permettent d'appliquer le signal carré issu du générateur. La durée des impulsions hautes et la

période de ce générateur définissent les performances du robot donc son comportement global. Si on augmente la période en augmentant la résistance R<sub>6</sub> de 220 kΩ à 330 kΩ ou 470 kΩ, le robot aura une allure plus douce. La durée des impulsions est réglée par R<sub>7</sub>, en changeant sa valeur de 22 kΩ par 33 kΩ ou 47 kΩ, on augmente la durée. Pour un moteur de vitesse donnée, sa rotation sera plus longue, donc une impression plus agressive se dégagera.

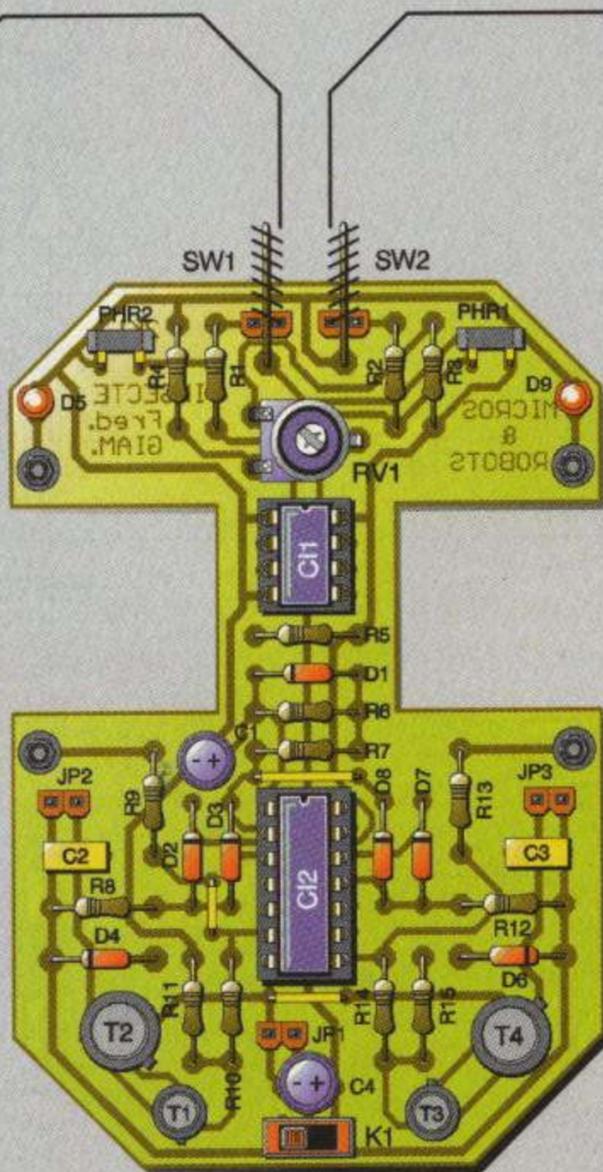
**FIGURE 2**  Tracé du circuit imprimé



La partie commande des deux moteurs est identiques. Deux inverseurs isolent le contrôle de la puissance et rétablissent le niveau logique nécessaire. Les deux DEL D<sub>5</sub> et D<sub>9</sub> fournissent une indication lumineuse du bon fonctionnement des capteurs. Les ponts diviseur de tension R<sub>10</sub>, R<sub>11</sub> et R<sub>14</sub>, R<sub>15</sub> permettent de saturer correctement les transistors. Les transistors T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> et T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub> forment une association de type Darlington garantissant un gain en courant très élevé. Cette technique permet de piloter des moteurs de performances même moyennes. Les deux diodes D<sub>4</sub> et D<sub>6</sub> réalisent la fonction roue libre indispensable en présence d'une charge inductive. Les deux capacités, quant à elles, améliorent la longévité des moteurs en préservant les contacts des balais sur le collecteur.

**FIGURE 3**  Implantation des éléments

Implantation des éléments



## RÉALISATION

Commencer par découper les coins et les emplacements des deux moteurs. Le circuit imprimé (**figure 2**) sera percé avec un foret de 0,8 mm, puis on utilisera un foret de 1,2 mm pour la résistance ajustable RV<sub>1</sub> et les deux tiges de fixation des moteurs. Il y a 5 straps à placer avant de commencer à souder les résistances. Mais deux straps sont réalisés avec du fil de section plus importante car ils servent de fixation aux deux moteurs. Le trou de fixation du coupleur de pile sera percé à 2,5 mm. Souder l'écrou sur cette pastille située entre les pattes de Cl<sub>2</sub>.

Implanter les composants de plus bas profil en premier : les diodes, les résistances, les supports puis les condensateurs, les transistors, ainsi de suite... Suivre les indications de la **figure 3**.

Attention au condensateur C<sub>4</sub> qui doit être soudé côté cuivre en laissant 1cm d'écart entre lui et le circuit imprimé.

Les antennes sont réalisées avec du fil monobrin de 0,5 mm. Deux longueurs de 30 cm dénudé sur 15 cm pour chaque antenne. La partie dénudée est enroulée autour d'un tournevis pour former un ressort d'une dizaine de tours. La partie fixe de l'antenne est réalisée avec une broche de support à wrapper dans laquelle on soude une queue de résistance. Cette dernière partie est coudée à 90° et soudée sur le circuit imprimé (voir photo). Les antennes doivent détecter un obstacle à 2 ou 3 cm du robot, leur forme peut être esthétique mais surtout ample.

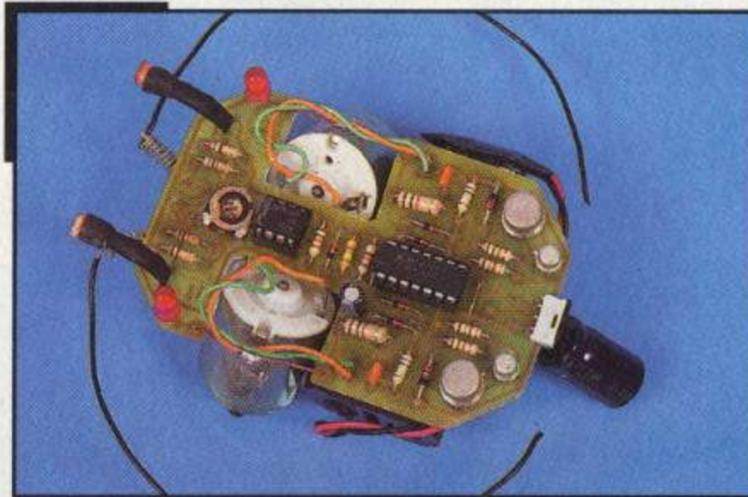
Les moteurs sont bloqués entre le circuit imprimé et le fil rigide, puis soudés sur ce même fil (voir photo). Deux fils de couleurs différentes sont utilisés pour souder les contacts des moteurs au circuit imprimé (attention au sens si on ne veut pas voir le robot tourner sur place ou reculer). Deux petits morceaux de gaine thermo sont collés en bout d'axe pour une meilleure adhérence ou, mieux, de la gaine silicone. Deux types de moteurs différents peuvent être utilisés, voir nomenclature, pour un insecte plus rampant comme le scarabée ou plus haut comme la coccinelle. Le coupleur de piles sera un modèle pour piles au format AA ou AAA suivant la hauteur disponible sous le robot.

Les photorésistances sont soudées en hauteur 1,5 cm du circuit imprimé et coudées vers l'avant dans un premier temps.

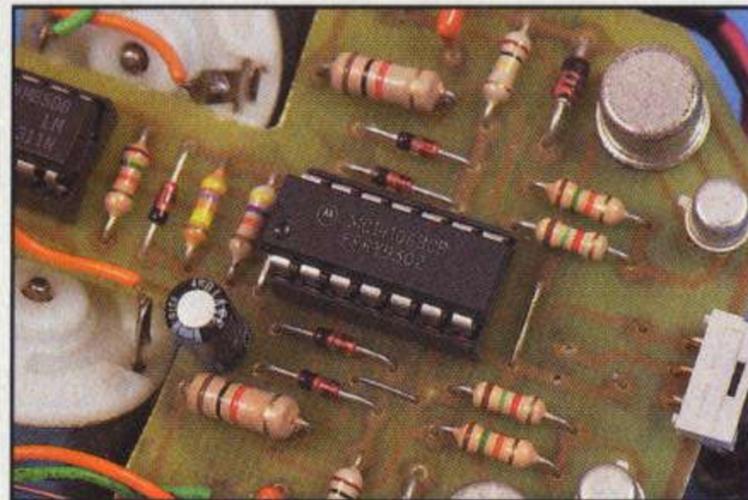
Deux exemples sont présentés représentant une coccinelle et un scarabée. La coque est réalisée en mousse de 1mm d'épaisseur moulée sur une forme. La forme est réalisée avec des morceaux de Siporex et la mousse est formée dessus en chauffant avec une décapeuse thermique.

## RÉGLAGES

Prenez le temps de vérifier le montage sans les deux circuits intégrés. Puis, seulement avec le comparateur Cl<sub>1</sub>, observer les deux DEL rouges s'allumer ou s'éteindre en fonction des contacts sur les antennes ou par rapport à la source de lumière dominante.



▶ Le condensateur C<sub>4</sub> : une queue improvisée



▶ Ici pas de programmation, uniquement des composants classiques tels que le CD 40106



▶ Les yeux de l'insecte sont fournis à l'aide de deux cellules LDR

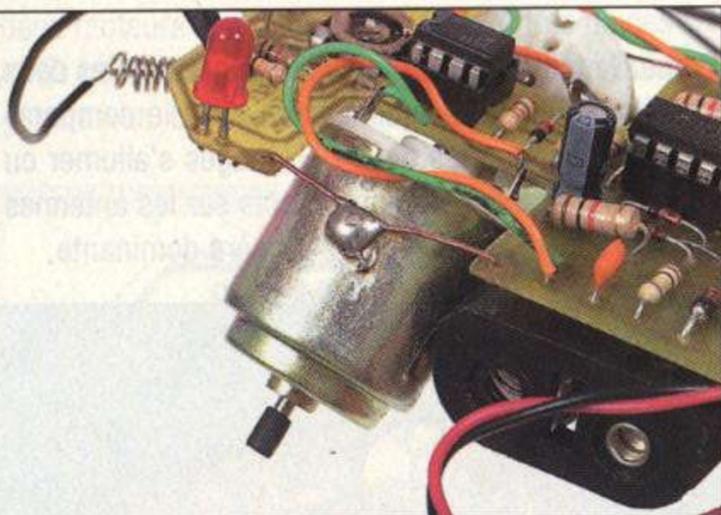


▶ Détails de réalisation des antennes "contact"

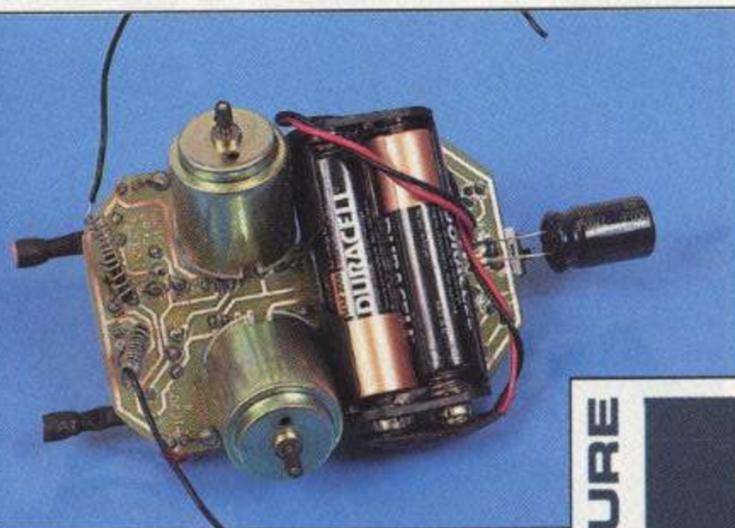
## CONSTRUCTIONS

### INSECTE

Mise en place des moteurs à l'aide des straps avec soudure sur le corps



L'envers du décor avec la position du porte-piles



Placer le deuxième circuit  $Cl_2$  et régler l'ajustable  $RV_1$  pour que le robot se dirige vers une source de lumière. Il ne vous reste plus qu'à ajuster l'assiette du robot par le gros condensateur. Plus le centre de gravité est proche des axes des moteurs, meilleure est l'adhérence. Mais plus les moteurs sont chargés, plus de courant ils consomment. Résultat : il y a plus de pertes dans les transistors et plus assez de tension pour faire tourner les moteurs qui s'arrêtent. La bonne position est un compromis. Mais éviter que le coupleur de pile ou un excédent de fils frotte le sol.

### CONCLUSION

Si vous souhaitez aller plus loin encore avec des robots de cette catégorie, simple à réaliser, peu coûteux et malgré tout fascinant, alors vous pourrez découvrir les robots solaires sur divers sites Internet. L'ouvrage «Construisons nos robots mobiles» chez DUNOD consacre aussi un chapitre aux robots solaires.

F. GIAMARCHI

## ADRESSES INTERNET

Site de l'auteur montrant la réalisation :

[www.iut-nimes.fr/giamarchi/index.html](http://www.iut-nimes.fr/giamarchi/index.html)

Site proposant des robots équivalents :

[www.totalrobots.com](http://www.totalrobots.com)

Site consacré aux robots solaires :

[www.solarbotics.com](http://www.solarbotics.com)

### NOMENCLATURE

- $R_1, R_2, R_9, R_{13}$  : 1 k $\Omega$  (marron, noir, rouge)
- $R_3, R_4, R_8, R_{12}$  : 100 k $\Omega$  (marron, noir, jaune)
- $R_5, R_{11}, R_{15}$  : 15 k $\Omega$  (marron, vert, orange)
- $R_6$  : 220 k $\Omega$  (rouge, rouge, jaune)
- $R_7$  : 22 k $\Omega$  (rouge, rouge, orange)
- $R_{10}, R_{14}$  : 1,5 k $\Omega$  (marron, vert, rouge)
- $RV_1$  : 47 k $\Omega$
- $PHR_1, PHR_2$  : LDR 5mm
- $C_1$  : 10  $\mu$ F/16V tantale
- $C_2, C_3$  : 100 nF
- $C_4$  : 2200  $\mu$ F/10V
- $D_1, D_2, D_3, D_7, D_8$  : 1N4148
- $D_4, D_6$  : 1N4004
- $D_5, D_9$  : LED 5mm rouges
- $T_1, T_3$  : 2N2222
- $T_2, T_4$  : 2N1711
- $Cl_1$  : LM311
- $Cl_2$  : CD40106

Inter à glissière (réf. FARNELL : 674-357)  
2 supports (8 broches et 14 broches)

### Divers

- 2 moteurs (réf. FARNELL : 599-104 ou 599-116)
- 1 vis et écrou M2,5
- 2 piles 1,5V (modèle AA ou AAA)
- 1 coupleur pour 2 piles (AA ou AAA)
- 60cm de fil monobrin isolé 0,5mm
- 2 broches de support à wrapper

*Ce robot disposant de 4 pattes est d'une relative simplicité et financièrement économique. Son but est de pouvoir évoluer en ligne droite, tout en ayant la possibilité d'enjamber des obstacles de petites tailles.*

## FONCTIONNEMENT

Ce robot évolue en faisant avancer ces pattes avants, puis ces pattes arrières et, ce, de manière à avancer en ligne droite. La base de ce mécanisme s'appuie sur un générateur de signaux carrés qui cadence

l'avancée des pattes et fait clignoter les yeux du robot. Les 2 pattes avants sont solidaires ainsi que les 2 pattes arrières.

## STRUCTURE MÉCANIQUE

Celle-ci est relativement simple :

- 1 cintre pour la construction des pattes,
- 2 servomoteurs de modélisme pour mouvoir les pattes,
- plusieurs tiges d'aluminium pour le corps ainsi que pour fixer les cintres aux axes des moteurs.

## SCHÉMA ÉLECTRIQUE

Le schéma électrique est divisé en 5 parties :

- un montage astable à base du composant NE555 associé à plusieurs composants passifs dont 2 potentiomètres :
  - le RV<sub>1</sub> sert à régler la vitesse du robot qui agit sur la longueur des impulsions qui sont envoyées au circuit de commande des moteurs,
  - le RV<sub>2</sub> est un ajustable de précision servant à étalonner les pattes du robot par rapport à la structure au repos,
- un montage inverseur à base d'un 74HC10 servant à obtenir un signal déphasé de 180° par rapport au signal de sortie du NE555. Ce composant de la technologie des CMOS rapides est une triple porte NAND à 3 entrées. Tout composant à base d'inverseur

aurait suffi mais ce composant étant facile à trouver, ayant la même fonction et ne dépassant pas 3 francs pièces, a été préféré,

- un circuit de commande des moteurs à base d'un L293D,
- les yeux du robot, composés de 2 LED clignotant au

rythme du mouvement des pattes,

- l'alimentation du robot fait à partir de 4 piles rechargeables de 1,2V de type LR6.

Remarque sur les piles

Étant donné que les moteurs sont des gros consommateurs de piles, il est préférable d'utiliser des

piles rechargeables beaucoup moins coûteuses à la

longue. Concernant le

type de piles rechargeables, le mieux est d'utiliser des accus au Cadmium/Nickel qui sont les plus répandus et les mieux adaptés aux demandes en courant des moteurs.

Si toutefois vous désirez utiliser des piles de 1,5V (1,5x4=6V), il sera nécessaire d'installer un système abaisseur de tension simple à base d'une diode zéner et d'une résistance pour que les composants logiques puissent disposer d'une alimentation en tension d'environ 5V.

## CONCEPTION

### STRUCTURE

Référez-vous aux images pour réaliser la structure, celle-ci peut différer en fonction du matériel dont vous disposez. Le principal est d'avoir toujours à l'esprit 2 choses :

- placer tout ce qui est lourd le plus bas possible,
- répartir le poids du robot entre les pattes avants et les pattes arrières.

### REMARQUES

Sur un robot à 4 ou 6 roues, si le centre de gravité n'est pas correct, cela n'aura pas ou très peu de répercussion sur la manière de se déplacer du robot.

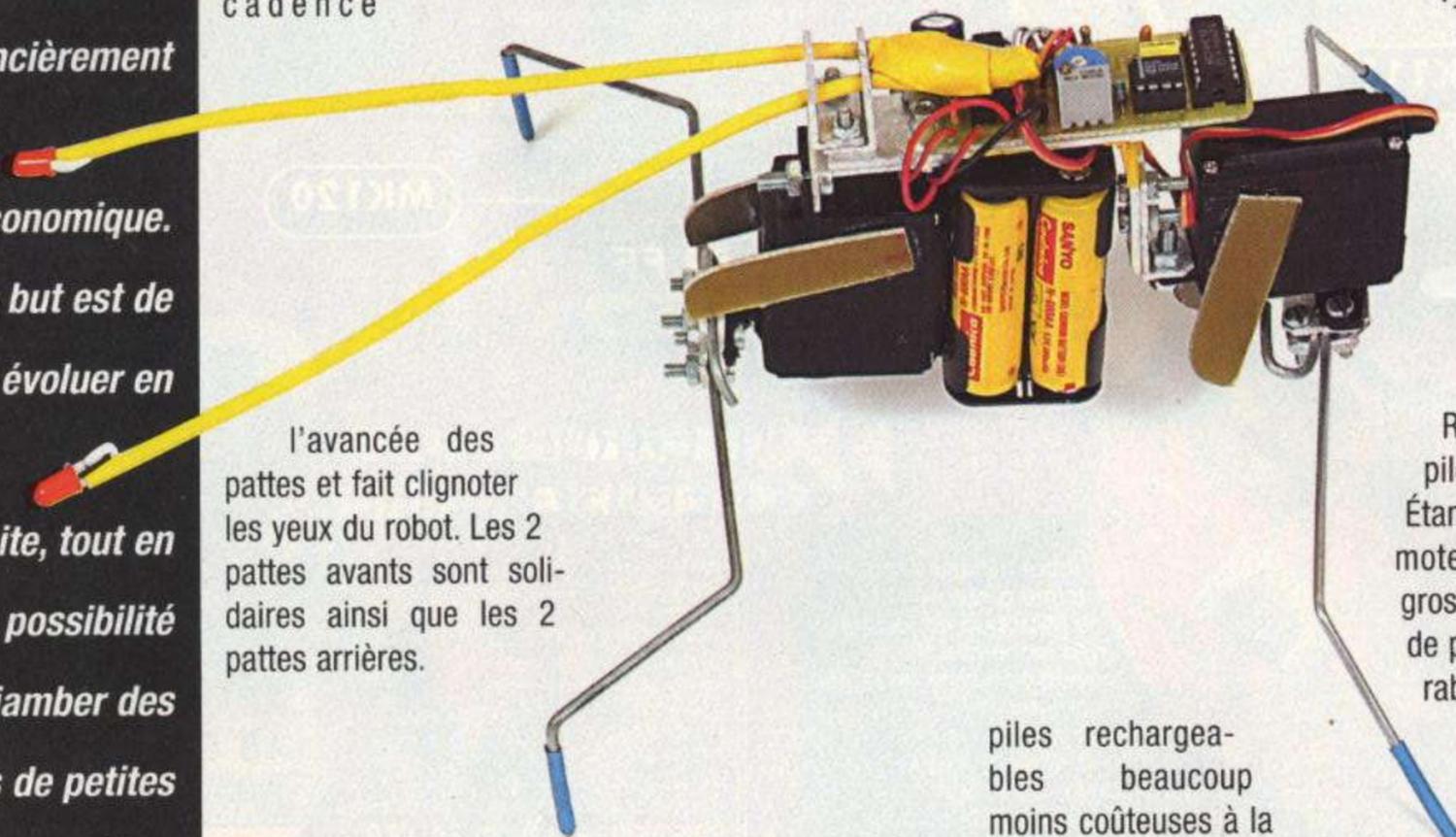
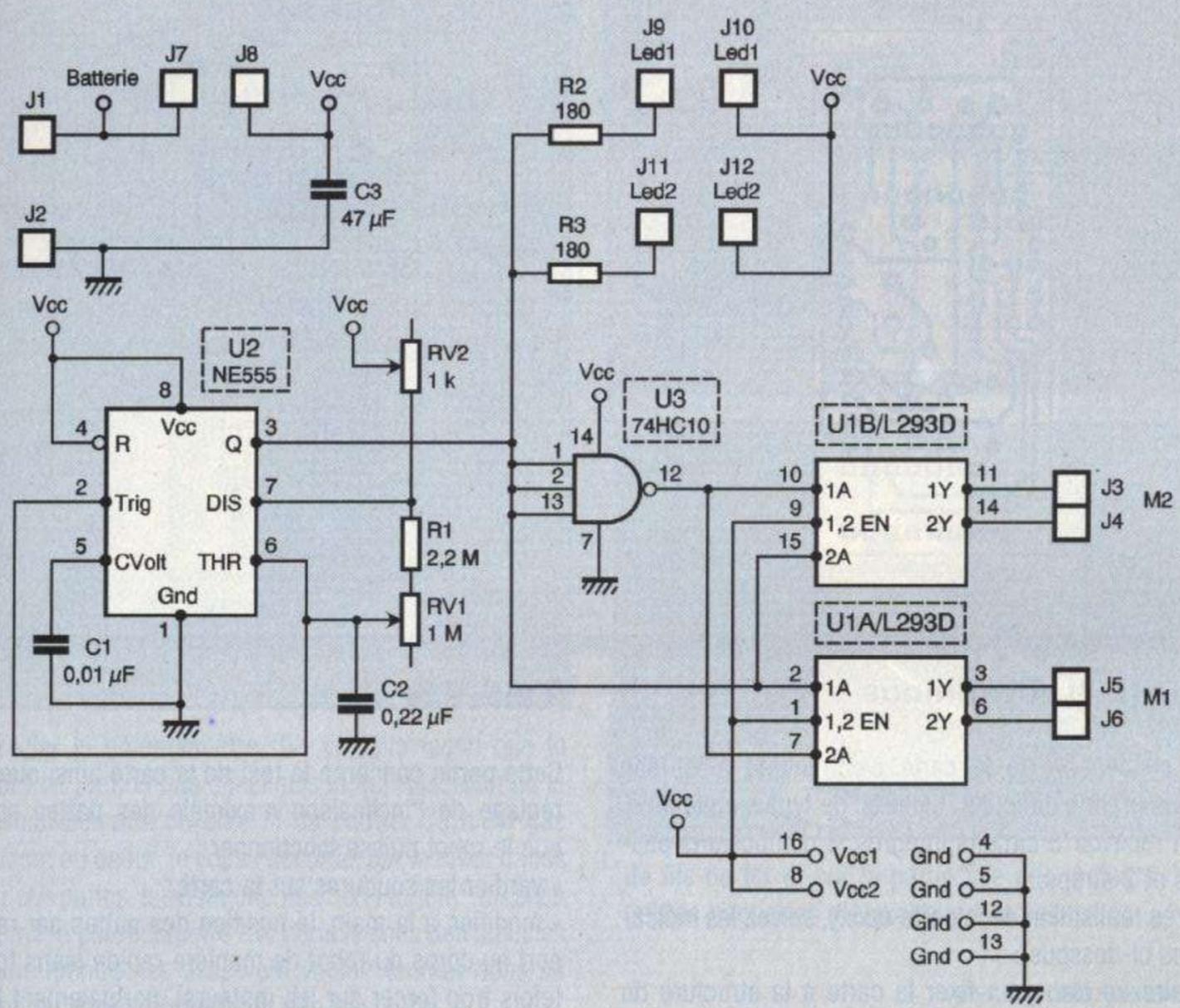


FIGURE 1

Schéma de principe.

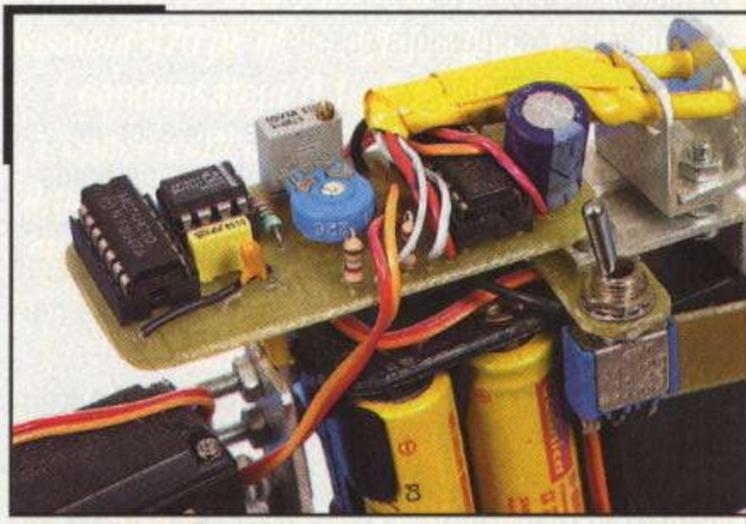


C'est un peu moins vrai sur un robot à 6 pattes mais, étant donné que durant la marche le robot aura toujours au moins 3 pattes au contact du sol, cela n'aura pas non plus d'incidence grave.

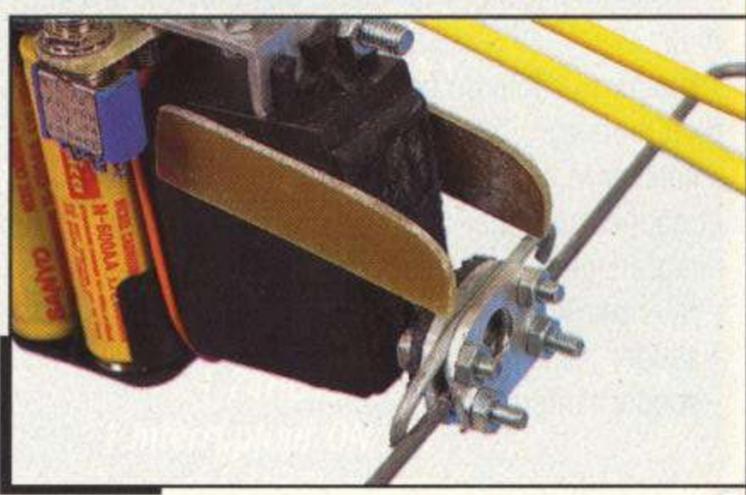
Le problème est tout autre sur un robot à 4 pattes qui, lui, aura en général durant la marche que 2 pattes en contact avec le sol au même instant, ce qui peut, si le centre de gravité n'est pas correct, le faire tourner sur lui-même au lieu d'aller tout droit ou, pire encore, donner une inclinaison non prévue au corps du robot et le faire vaciller.

Si la bestiole dispose d'un centre de gravité correct, il se peut toutefois que, sur un sol non plat, le corps commence à danser de manière non prévue, c'est pour cette raison qu'il est nécessaire d'installer des garde-fous pour les axes des moteurs (Cf. les photos).

- les piles étant ce qui pèse le plus, essayez de les placer entre les 2 servomoteurs comme sur les photos,
- ne fixez les servomoteurs que par une seule vis cela facilitera les réglages lors des tests.



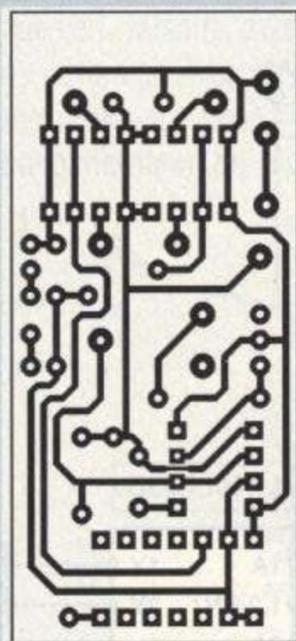
Mise en place du module



Installation des butées collées sur le servomoteur

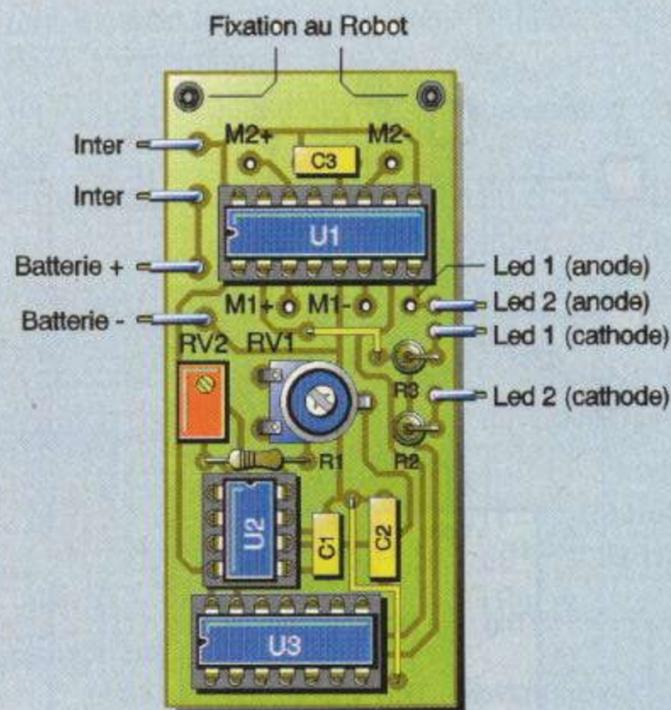
**FIGURE 2**

Tracé du circuit imprimé.  
Attention à la position  
du strap



**FIGURE 3**

Implantation  
des éléments



### CARTE ÉLECTRONIQUE

La conception de la carte électronique n'est pas d'une grande difficulté. Celle-ci, de type simple face, doit recevoir 3 circuits intégrés, 8 composants passifs et 2 straps.

Après réalisation de la carte époxy, suivez les indications ci-dessous :

- faire un trou pour fixer la carte à la structure du robot à l'aide d'une vis de diamètre de 0,3cm,
- souder les 3 circuits intégrés (ceux-ci peuvent disposer de support),
- souder les composants passifs,
- souder les 2 straps,
- souder les 2 LED après avoir fait passer les fils dans une gaine thermo ou toute autre gaine rigide,
- découper une carte en époxy, en bakélite ou en alu. pour y fixer l'interrupteur. Ensuite, fixer cette 2ème carte à la structure du robot et connecter l'interrupteur à la carte,
- modifier les 2 servomoteurs de la manière suivante :
  - dévisser le capot et ouvrir le servomoteur,
  - dessouder le petit montage électronique à l'intérieur,
  - souder le câble du servomoteur directement sur le petit moteur,
  - enlever le cache plastique qui protège l'engrenage et couper au cutter les butées des roues dentées de l'engrenage,
  - refermer le servomoteur et le fixer à la structure,
  - souder les 2 moteurs à la carte,
  - souder l'interrupteur.

### TESTS

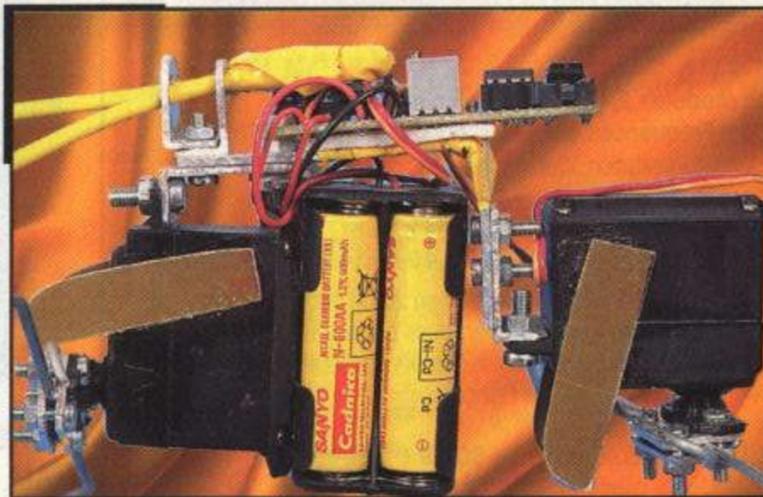
Cette partie concerne le test de la carte ainsi que le réglage de l'inclinaison maximale des pattes pour que le robot puisse fonctionner :

- vérifier les soudures sur la carte,
- modifier, à la main, la position des pattes par rapport au corps du robot de manière rapide (sans toutefois trop forcer sur les moteurs), normalement les LED doivent s'allumer pendant un court instant sinon re-vérifier les soudures,
- si vous disposez d'une alimentation stabilisée connectez-la aux bornes de l'alimentation du robot puis, en choisissant une tension de 4,8 à 5V, vérifiez si les moteurs fonctionnent (avec l'interrupteur sur la position ON) sinon revoyez les soudures,
- si vous ne disposez pas d'alimentation stabilisée, souder la borne (+) de l'étui à piles au robot. Dénuder la borne (-) de l'étui à piles et, par des petits gestes courts, mettez-la en contact avec la borne (-) de la carte. L'interrupteur sur la position ON, si les moteurs tournent, tout va bien mais s'il y a des étincelles à la connexion, revoyez la carte, il y a sûrement un court-circuit sinon changez la position de l'interrupteur et recommencez la manipulation,
- souder ensuite la borne (-) de l'étui à piles en ayant l'interrupteur sur OFF,
- mettre les pattes en position de repos comme sur le schéma en annexe,
- tourner le potentiomètre RV<sub>1</sub> dans le sens inverse des aiguilles d'une montre jusqu'à la butée,
- mettre l'interrupteur sur ON, si le robot donne l'impression d'aller en marche arrière, il sera nécessaire d'invertir les connexions d'un des 2 moteurs,

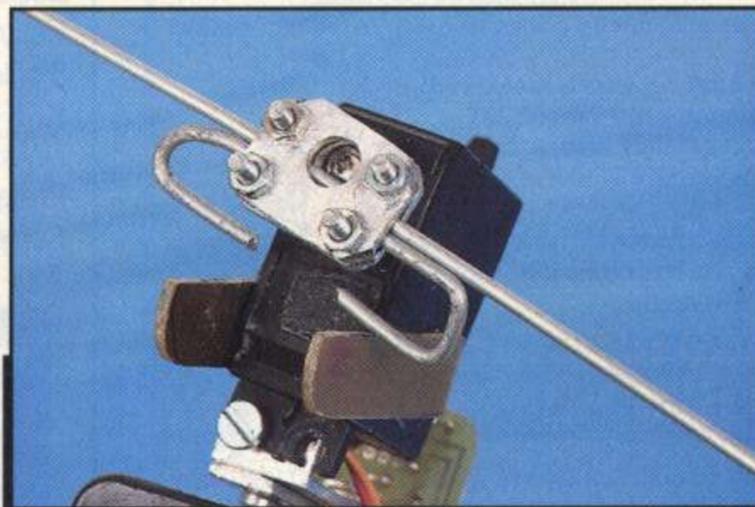
ÉVOLUTIONS

Pour ceux qui désireraient améliorer ce robot, voici quelques idées :

- mise en place de capteurs au mercure et/ou d'un gyroscope pour connaître l'inclinaison du robot,
- mise en place de capteurs de chocs et de minirupteurs pour maîtriser la trajectoire du robot en fonction des obstacles rencontrés,
- remplacement des servomoteurs par des moteurs de précision avec génération tachymétrique incorporée et conception d'une alimentation élévateur de tension (5V -> 12V),
- gestion de l'inclinaison du robot avec capteurs et génération tachymétrique ainsi que calcul de la trajectoire à l'aide d'un microcontrôleur de type MOTOROLA 68hc11 ou PIC,
- amélioration de l'adhérence des pattes,
- réalisation d'un emballage adéquat pour cacher le corps du robot.



Fixation des servomoteurs à l'aide de pièces d'aluminium



Fixation des pattes au servomoteur

- régler le potentiomètre RV<sub>2</sub> de telle façon que le robot ne prenne pas d'inclinaison qui risquerait de le déstabiliser ni d'un côté ni de l'autre. Ce n'est pas évident au début, je vous l'accorde, car le robot danse sur ses pattes. Il existe une position tangente où si on tourne le potentiomètre RV<sub>2</sub> dans le sens des aiguilles d'une montre, les axes vont vouloir tourner dans un sens ou dans l'autre sens. Une fois cette position trouvée, ne plus modifier la valeur de RV<sub>2</sub>.

- ensuite modifier RV<sub>1</sub>, si vous le souhaitez, pour que les pattes aient plus d'ampleur dans leurs mouvements. Si l'ampleur des mouvements est trop importante, le robot aura tendance à faire du sur-place.

Pour les personnes qui trouveraient que leur robot va trop vite, la solution est de placer une résistance de faible valeur en série avec les moteurs mais, avant de souder quoi que ce soit comme résistance, il est préférable d'essayer tout d'abord avec un potentiomètre d'une valeur maximale de 1 kΩ.

- le robot ne déambule pas encore correctement, c'est normal. Il faut maintenant régler la position des servos par rapport au corps (rappel : dans la partie conception de la structure, il a été demandé de ne fixer que par une vis les servos),

- installer 2 garde-fous par servomoteur constitués sur l'axe des pattes d'un bout

de fils de fer et sur la partie fixe des moteurs de 2 petites baguettes d'époxy que l'on collera.

TH. BOUYSSOU

NOMENCLATURE

- 20 cm gaines thermo pour les pattes et les yeux
- 1 rondelle plastique Ø 0,3cm (pour la fixation de la carte)
- 1 condensateur 470 µF électrolytique (pour le filtrage)
- 1 condensateur 0,1 µF, plastique
- 1 condensateur de 0,22 µF tantale
- 4 piles rechargeables 1,2V/600mAh
- 1 support de piles 4xAA encliquetables
- 2 vis Ø 0,4cm, long 1cm
- 1 boulon Ø 0,4cm
- 14 vis Ø 0,3cm, long 1,2mm
- 14 boulons Ø 0,3mm
- 2 LED rouges Ø 0,3mm
- 2 résistances de 180 Ω
- 1 résistance de 2,2 MΩ
- 1 potentiomètre de 1 MΩ
- 1 potentiomètre multitours de 1 kΩ
- 1 L293D
- 2 servomoteurs 3 kg/cm
- 1 NE555
- 1 74HC10
- 1 Interrupteur ON/OFF

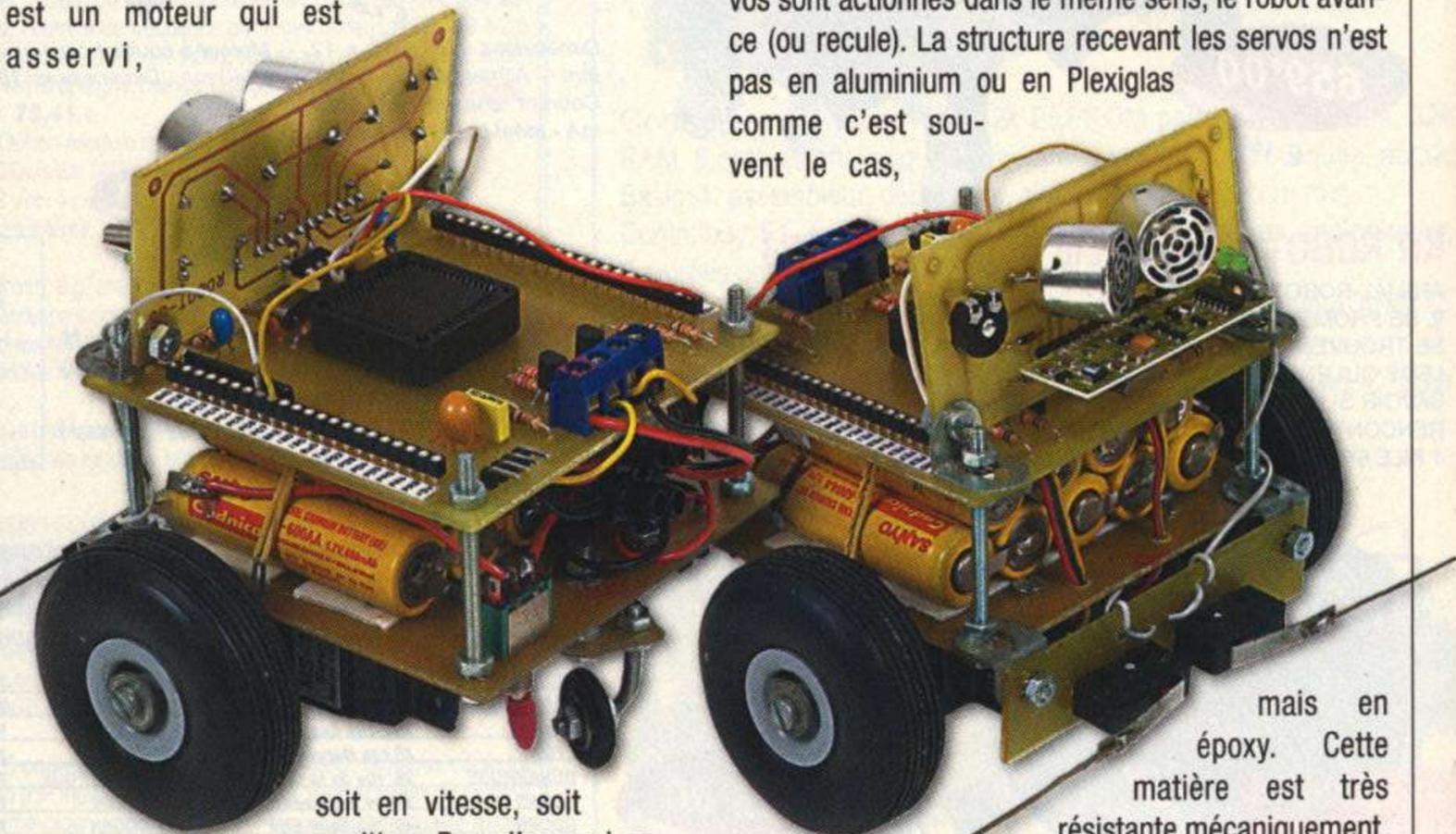
# CONSTRUCTIONS UN ROBOT av

*Le robot présenté ici est basé sur un microcontrôleur très répandu dans le domaine de la robotique de loisir : le 68HC11 du constructeur*

*MOTOROLA. Avec sa mémoire EEPROM reprogrammable à volonté, son port série et ses 38 entrées/sorties, il est un allier de choix pour interfacer les nombreux capteurs que comporte un robot.*

## **PARTIE MÉCANIQUE (FIGURE 1)**

La mécanique est la partie la plus délicate à concevoir pour un robot, cependant elle reste étonnamment simple ici, grâce à l'utilisation de servomécanismes, plus couramment appelés servos. Un servo est un moteur qui est asservi,



soit en vitesse, soit en position. Pour l'asservissement de vitesse, on fait en principe appel à une dynamo, la tension qu'elle délivre est proportionnelle à la vitesse de rotation du moteur.

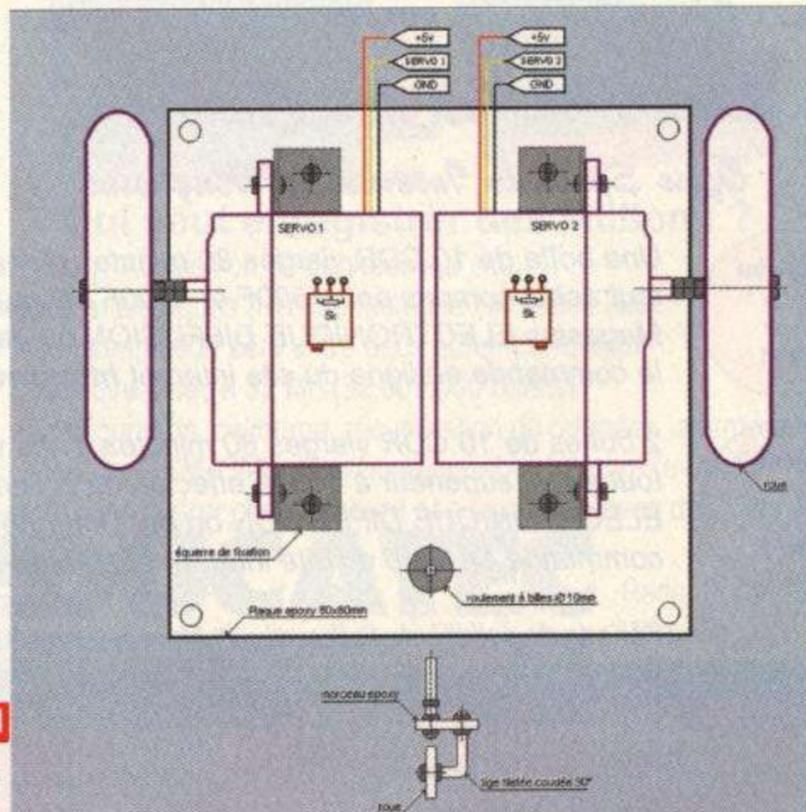
L'asservissement de position est effectué à l'aide d'un disque de codage optique (asservissement multitours) ou d'un potentiomètre (asservissement monotour), le signal délivré est proportionnel à la position de l'axe de rotation. Les servos asservis en position sont bien connus des amateurs de modèles réduits qui les utilisent pour actionner, par exemple, les empennages d'un avion ou le gouvernail d'un bateau. Ces servos se présentent dans un boîtier compact contenant un moteur à courant continu, un réducteur, un potentiomètre et un circuit électronique qui contrôle l'asservissement. Le seul écueil rencontré, pour son utilisation comme moteur de propulsion, est qu'il ne tourne que sur une plage de 90°. Il faudra donc apporter quelques modifications pour obtenir une rotation en continu du pignon de sortie, modifications détaillées dans la partie réalisation de cet article. Notez alors que l'on ne dispose plus d'un asservissement, mais on peut cependant contrôler le sens de rotation et la vitesse du moteur.

L'utilisation de deux servos, un pour chaque roue, permet de diriger efficacement notre robot. Ce mode, dit différentiel, permet d'actionner les roues indépendamment l'une de l'autre. Par exemple, il suffit de faire tourner les servos dans des sens opposés pour que le robot pivote sur lui-même, il est ainsi facile de le diriger à droite ou à gauche. Lorsque les deux servos sont actionnés dans le même sens, le robot avance (ou recule). La structure recevant les servos n'est pas en aluminium ou en Plexiglas comme c'est souvent le cas,

mais en époxy. Cette matière est très résistante mécaniquement, de plus ceux qui pratiquent l'électronique possèdent déjà tous les outils de perçage et de découpage pour la travailler.

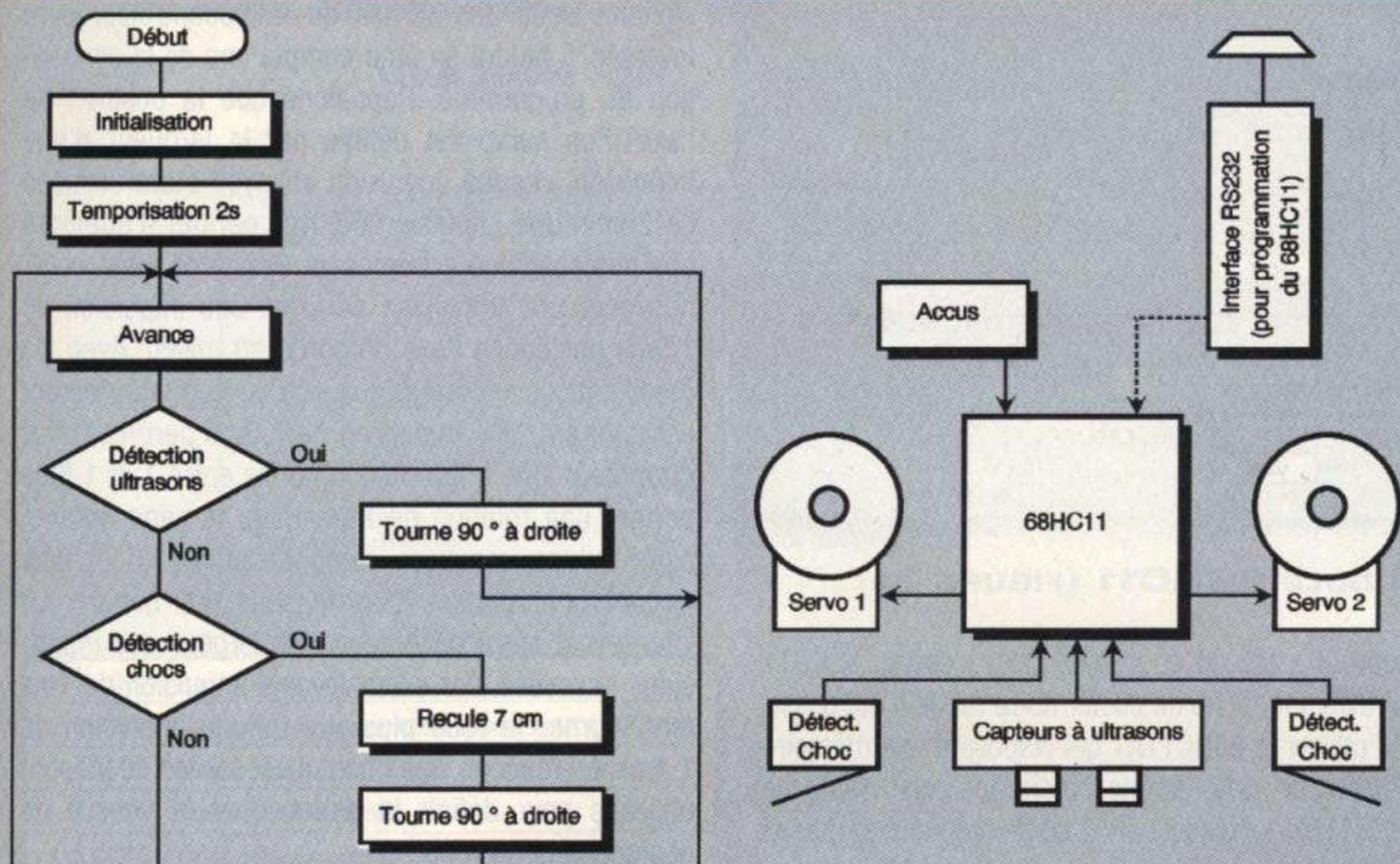
## **PARTIE ÉLECTRONIQUE**

Le synoptique **figure 2a** montre le principe de fonctionnement de la partie électronique.



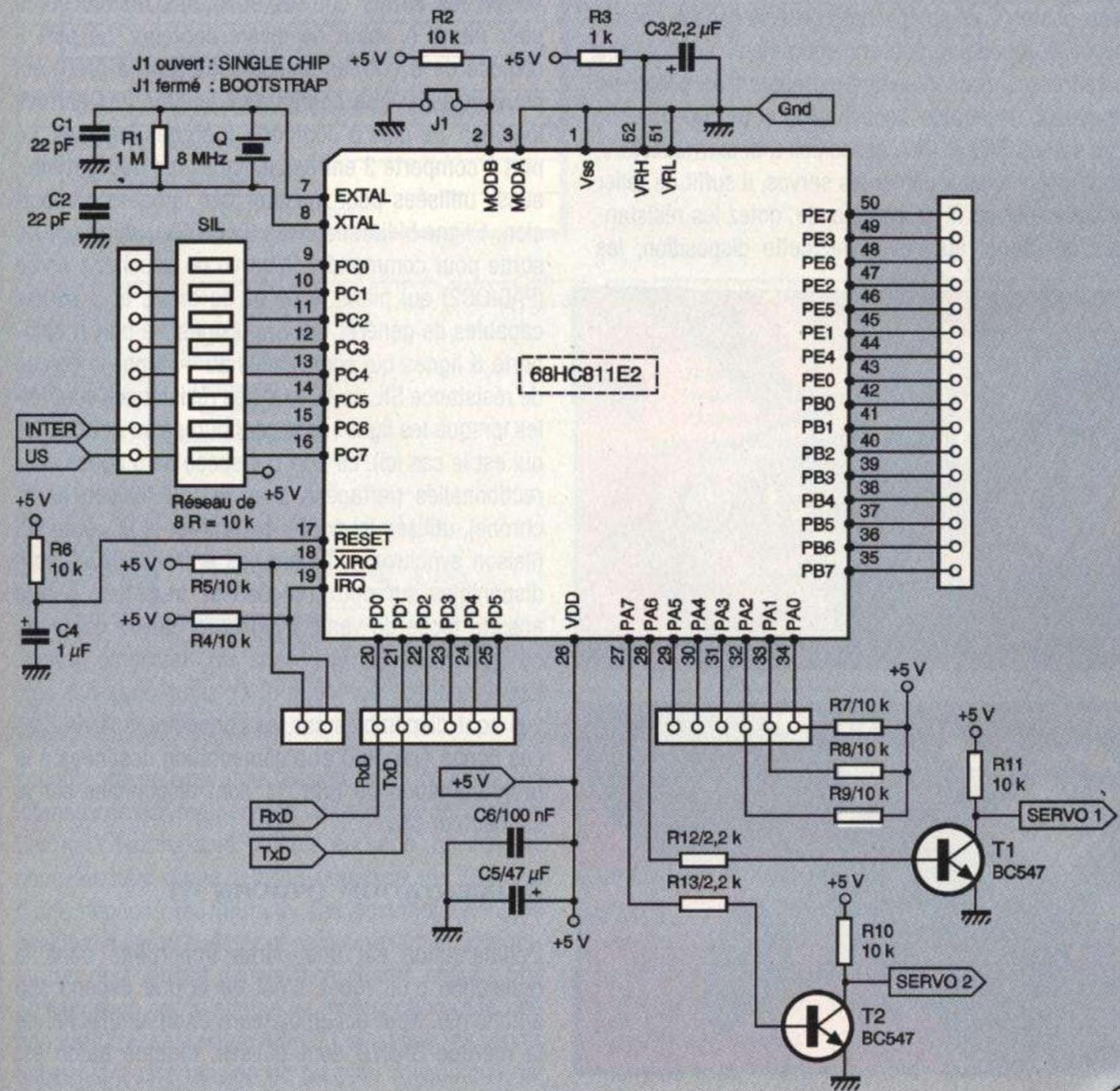
**FIGURE 1**

Schéma mécanique



**FIGURE 2A**  
Organigramme

**FIGURE 2B**  
Synoptique



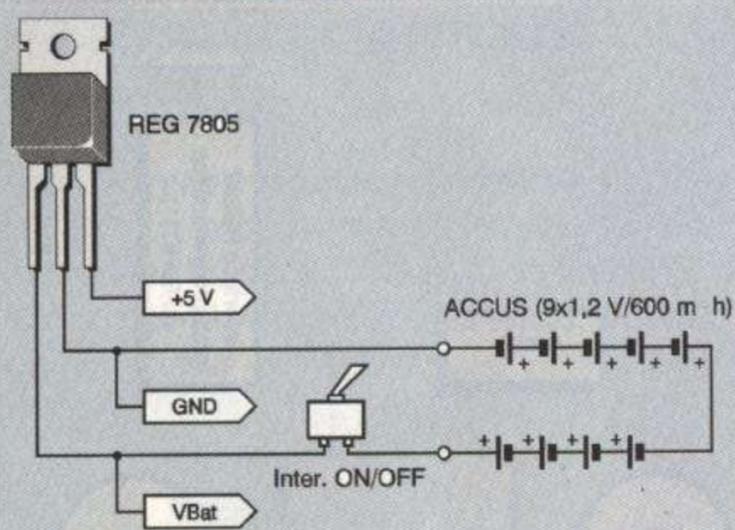
**FIGURE 3**  
Schéma de principe.

# CONSTRUCTIONS

## 68HC11

**FIGURE 4**

*La partie alimentation du robot*



### MODULE 68HC11 (FIGURE 3)

Comme il a été dit en introduction, c'est au 68HC11 que revient la tâche de piloter notre robot. Il est possible d'utiliser le 68HC11A1 qui dispose d'une mémoire EEPROM de 512 octets, mais le must reste le 68HC811E2 qui dispose de 2 ko de mémoire et qui est totalement interchangeable avec le A1. Le 68HC11 est, sans conteste, un composant privilégié dans le domaine de la robotique. Son encombrement réduit et ses nombreuses entrées/sorties permettent de piloter un nombre considérable d'actionneurs et de capteurs. Les sorties PA6 et PA7, associées à deux transistors, sont utilisées pour piloter les servos, il suffit de relier le collecteur au fil de commande, notez les résistances de rappel au +5V. Avec cette disposition, les

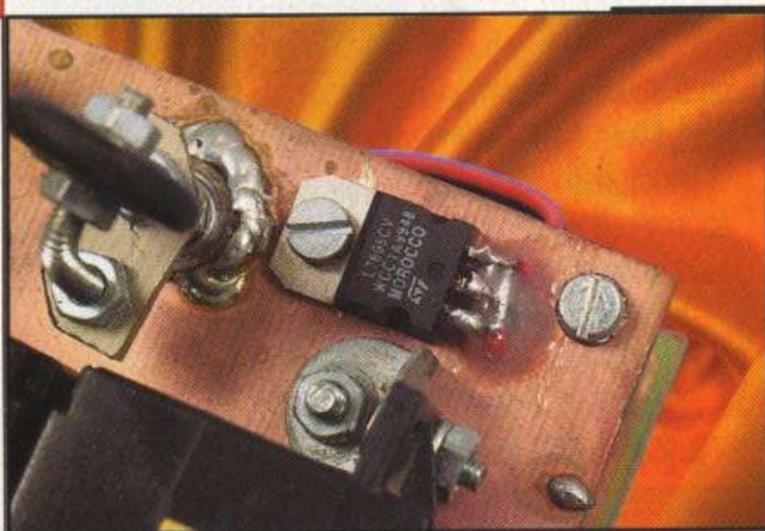
signaux issus des sorties du microcontrôleur sont inversés, il faudra en tenir compte lors de la conception du programme. Rappelons que la position de l'axe d'un servo est définie par la largeur d'une impulsion, chaque impulsion envoyée étant espacée de 20ms. Une impulsion de 1ms permet d'atteindre une des positions extrêmes, la deuxième étant obtenue pour une impulsion de 2ms. Une impulsion de 1,5ms positionne l'axe de sortie au milieu. Avec les modifications apportées aux servos, le comportement est différent. Une impulsion de 1,5ms permet l'arrêt du moteur. Une impulsion comprise entre 1 et 1,5ms permet une rotation de l'axe dans le sens horaire, alors qu'une impulsion comprise entre 1,5 et 2ms permet une rotation dans le sens anti-horaire. La vitesse est aussi calibrée par la largeur des impulsions envoyées. Par exemple, une impulsion de 1ms fera tourner la roue plus vite qu'une impulsion de 1,4ms. En résumé, seulement deux sorties du  $\mu C$  sont utilisées pour définir la direction et la vitesse de déplacement du robot.

Toutes les autres entrées et sorties restent libres pour munir le robot de divers capteurs. Le port E dispose de 8 entrées analogiques (AN0 à AN7), qui peuvent aussi être configurées comme des entrées logiques. Le port B comporte 8 sorties logiques. Le port A comporte 3 entrées logiques qui peuvent être, aussi, utilisées pour mesurer des largeurs d'impulsion, 1 ligne bidirectionnelle (PA7/OC1), utilisée ici en sortie pour commander le servo de gauche, 1 sortie (PA6/OC2) qui pilote le servo de droite et 3 sorties capables de générer des impulsions. Le port C comporte 8 lignes qui sont reliées au +5V par le réseau de résistance SIL de 10 k $\Omega$ . Ces résistances sont utiles lorsque les lignes sont configurées en entrées (ce qui est le cas ici). Le port D dispose de 5 lignes bidirectionnelles partagées avec la SCI (liaison asynchrone), utilisée ici pour programmer le  $\mu C$ , et la SPI (liaison synchrone). Toutes ces entrées/sorties sont disponibles sur deux rangées de barrettes, il sera ensuite facile de venir y implanter divers capteurs, ce que nous verrons dans un deuxième temps. Les lignes d'alimentation et de commande des servos sont disponibles sur les connecteurs à vis CN1. Les lignes TxD, RxD et d'alimentation destinées à la programmation du 68HC11 sont disponibles sur le connecteur CN2.

### ALIMENTATION (FIGURE 4)

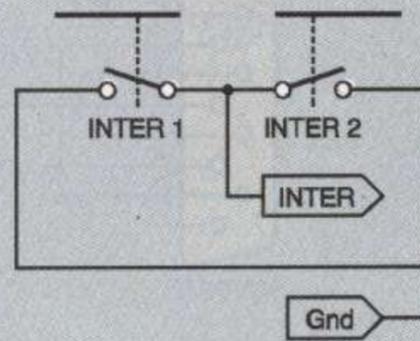
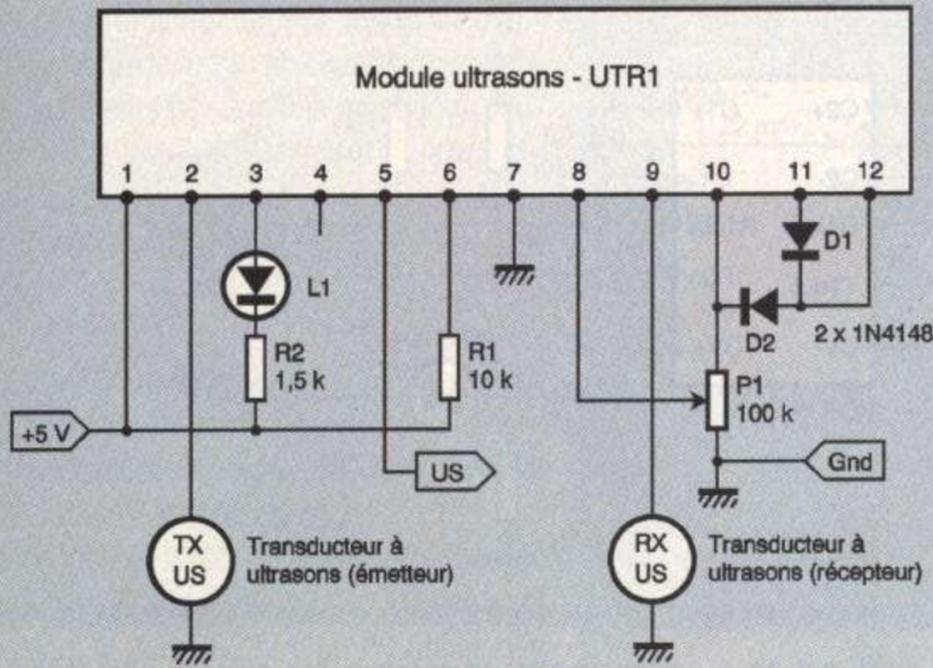
L'alimentation est une partie importante dans la réalisation d'un robot, c'est de là que dépend son autonomie. Neuf accumulateurs Cadmium/Nickel de la marque SANYO sont utilisés. Chaque bâton est

*Place du régulateur*



*Détails de réalisation de la roue*

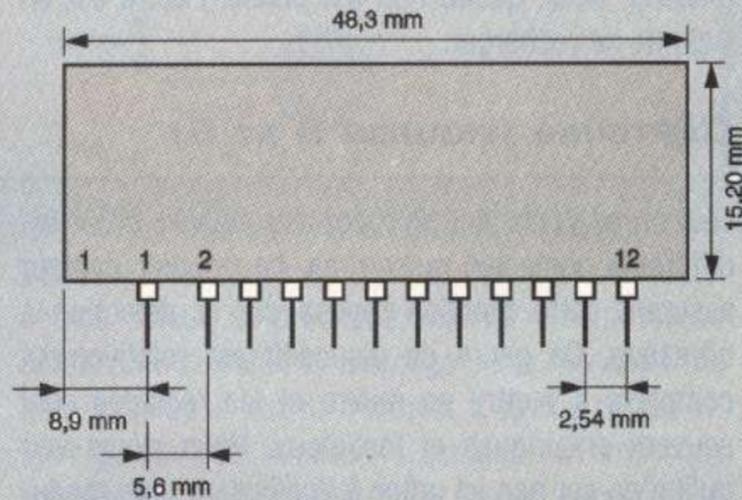




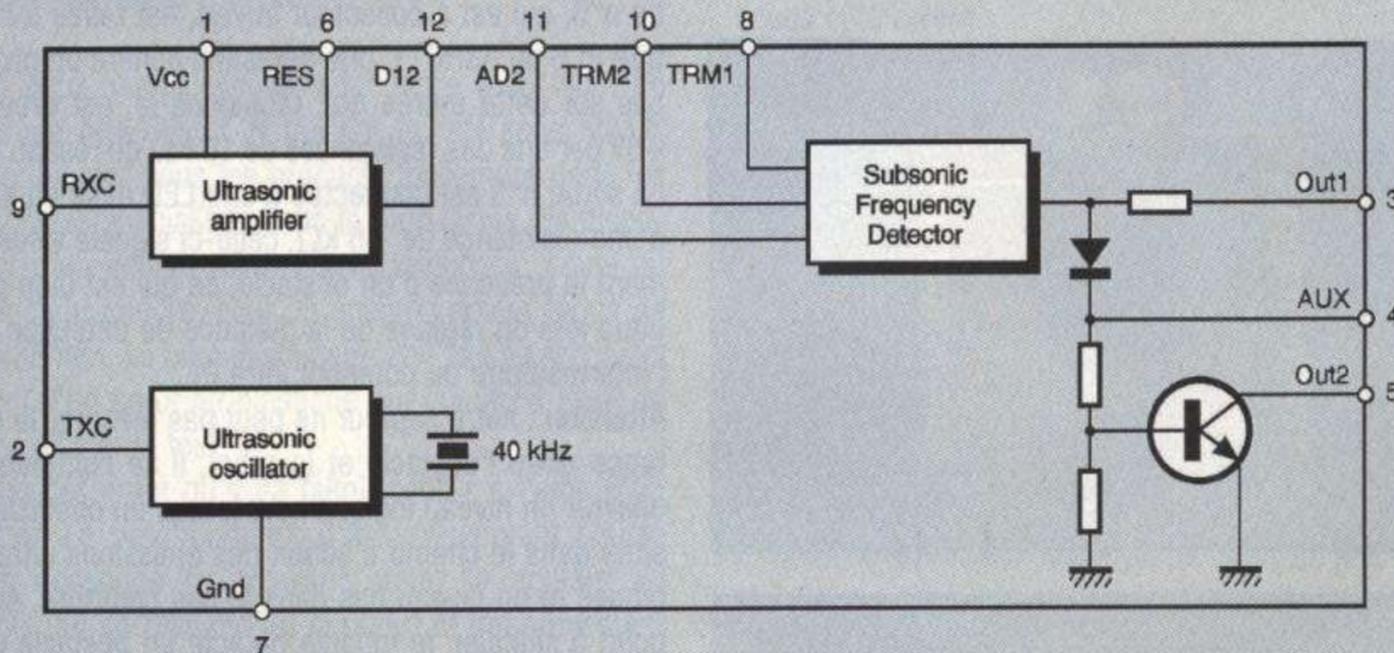
**FIGURE 5**  
Emploi d'un module ultrasons TELECONTROLLI

**FIGURE 6A**  
Brochage

|    |      |  |
|----|------|--|
| 1  | Vcc  | Supply voltage                                     |
| 2  | TXC  | Ultrasonic piezoceramic transmitter output (TXCAP) |
| 3  | OUT1 | Output signal (OUT = "high" if object is moving)   |
| 4  | AUX  | Auxiliary output signal                            |
| 5  | OUT2 | Open collector output                              |
| 6  | RES  | Pull-up resistor input                             |
| 7  | GND  | Ground   |
| 8  | TRM1 | External Trimmer                                   |
| 9  | RXC  | Ultrasonic Piezoceramic receiver input (RXCAP)     |
| 10 | TRM2 | External Trimmer                                   |
| 11 | AD2  | External diode anode                               |
| 12 | D12  | External diode common point                        |



**FIGURE 6B**  
Structure interne



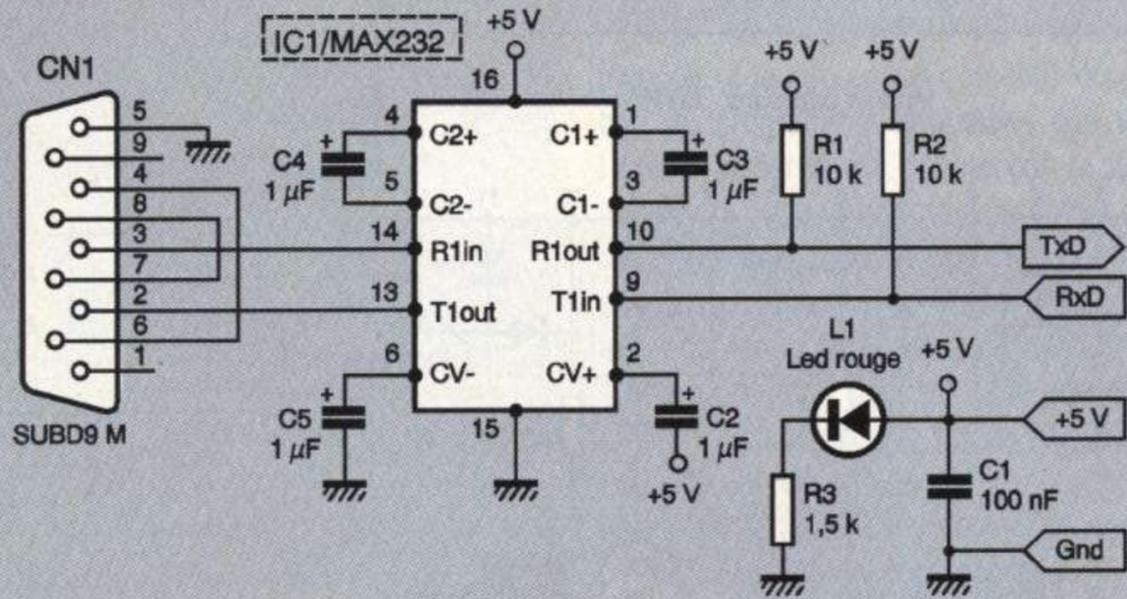
capable de délivrer une tension de 1,2V sous une intensité de 600mA pendant une période de 1 heure. Ces neuf bâtons sont montés en série, on dispose donc au total d'une tension nominale de 10,8V et d'une capacité de 600mAh. Cet accumulateur sera positionné sur le châssis et sera simplement maintenu par de l'adhésif double face, il sera ensuite pris en sandwich par la platine de motorisation et la platine 68HC11. Le module 68HC11 ainsi que les servos nécessitent une tension de 5V pour fonctionner, un

classique régulateur de type 7805 est utilisé pour réguler la tension d'alimentation.

Remarque : Pour ceux qui ne possèdent pas de chargeur, il est inutile de déboursier pour s'en procurer un. Une simple alimentation délivrant une tension continue de 15V sous 100mA, associée à une résistance de 70 Ω suffit. Le temps de charge est relativement long environ 15 heures. Pour profiter pleinement de votre robot, il suffit de posséder 2 packs

**FIGURE 7**

Schéma de principe de l'interface



d'accus, ainsi, quand l'un est utilisé, l'autre est en train de se recharger.

### CAPTEURS (FIGURES 5 ET 6)

Tout en se déplaçant un robot doit pouvoir éviter les différents obstacles rencontrés. Le premier capteur assurant cette fonction repose sur la détection à ultrasons. Ce genre de dispositif est relativement complexe à mettre en œuvre et les réglages sont souvent empiriques et fastidieux. Nous allons voir qu'il n'en est rien ici grâce à l'utilisation d'un module, fabriqué par la société italienne TELECONTROLLI, qui intègre quasiment toute l'électronique nécessaire

pour émettre et recevoir des signaux ultrasoniques. Pour son fonctionnement, il suffit d'ajouter quelques composants passifs externes, tels qu'une résistance, deux diodes, un potentiomètre et, bien entendu, les transducteurs à ultrasons de type MURATA. D'après la documentation constructeur, la tension d'alimentation du module UTR<sub>1</sub> doit être comprise entre 9 et 16V. Des essais réalisés avec une tension de 5V se sont toutefois révélés concluants. En fait, la distance de détection est proportionnelle à la tension d'alimentation.

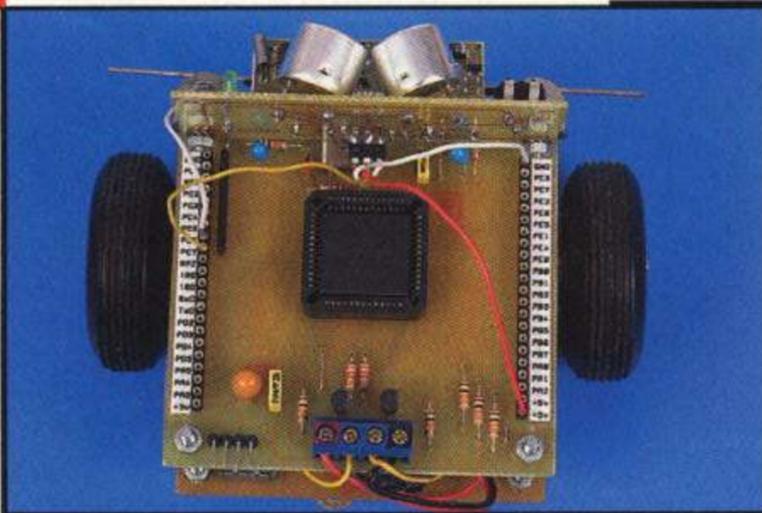
Avec une alimentation de +5V, la distance de détection (réglable avec P<sub>1</sub>) varie entre 5 et 50cm, ce qui convient parfaitement pour notre application. La sortie n°5, qui est à collecteur ouvert, est reliée à l'entrée PC6 du 68HC11, une détection génère un niveau bas sur cette entrée qui, rappelons-le, est tirée au +5V par une des résistances de 10 kΩ du réseau SIL. La sortie n°3 est connectée à une LED mise en série à une résistance de 1,5 kΩ, celle-ci signale visuellement la présence d'un obstacle, ce qui est bien pratique lors du réglage de la distance de détection par l'intermédiaire du potentiomètre P<sub>1</sub>.

Attention : notre capteur ne peut pas mesurer la distance entre l'obstacle et le robot, il se contente de délivrer un niveau logique haut lorsqu'un obstacle se situe dans le champ d'action des émissions ultrasoniques et un niveau bas dans le cas contraire. Autre point à signaler, le module détecte un obstacle uniquement si celui-ci est en mouvement.

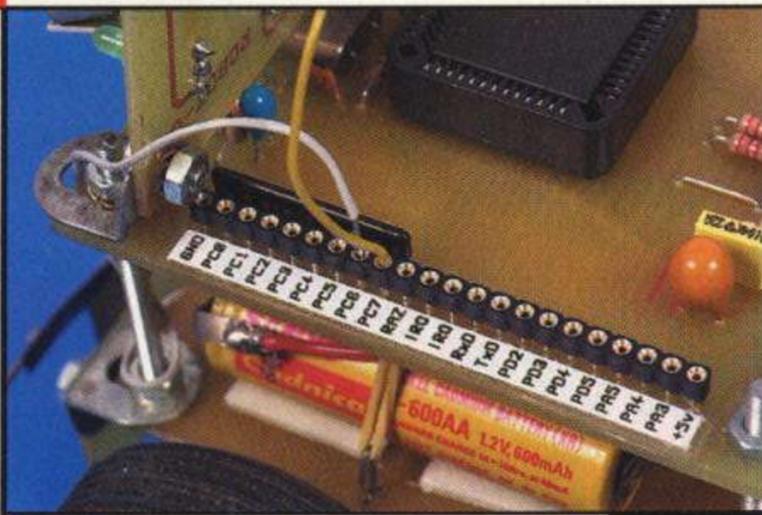
Ici, ce n'est pas l'obstacle qui bouge mais le capteur lui-même, ou plutôt le robot, ce qui ne change absolument rien au principe de détection.

Le deuxième capteur utilisé est un des plus rudimentaires que l'on puisse concevoir, mais, néanmoins, il reste très fiable et efficace. Il s'agit de deux interrupteurs qui jouent le rôle de détecteur de chocs. L'obstacle rencontré vient actionner le levier ce qui ferme l'interrupteur reliant ainsi l'entrée PC7 au GND.

Le circuit principal avec le 68HC11 et quelques composants périphériques



Il faudra bien veiller au repérage des liaisons



Les interrupteurs utilisés sont des capteurs fin de course, le champ d'action a été augmenté par une tige métallique soudée sur le levier.

### INTERFACE RS232 (FIGURE 7)

La programmation du 68HC11 se réalise via son interface SCI. Il s'agit d'une interface utilisant le protocole RS232 mais avec des niveaux de tension TTL.

L'interfaçage avec un PC n'est possible qu'à condition d'adapter les niveaux de tension, le port RS232 d'un PC utilise des tensions de  $\pm 10V$ . C'est au circuit IC<sub>1</sub>, un classique MAX232, qu'incombe cette tâche, câblé avec ces quatre condensateurs. Le module, lors de son utilisation, devra être relié au connecteur CN<sub>2</sub> du module 68HC11. Nul besoin d'alimentation supplémentaire puisque l'énergie nécessaire au fonctionnement du MAX232 est prélevée sur la batterie du robot, une LED signale d'ailleurs la présence de la tension d'alimentation.

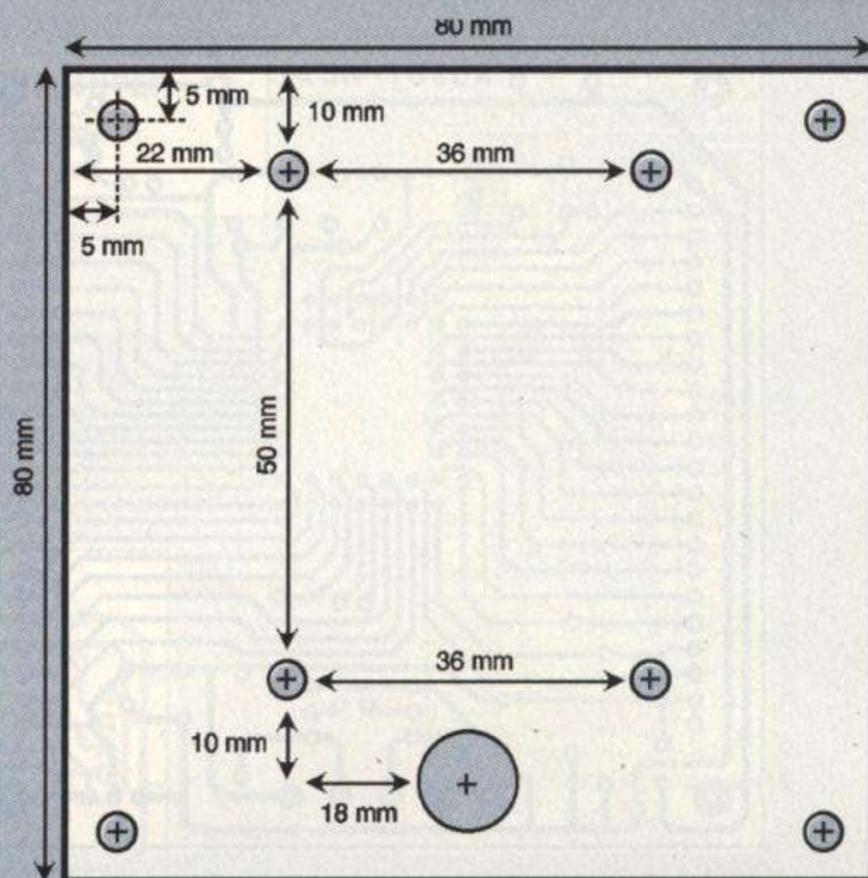
## RÉALISATION

### MÉCANIQUE (FIGURE 8)

Les deux servos utilisés pour notre robot sont de marque MULTIPLEX et portent la référence MS11, vous pouvez vous les procurer facilement dans les magasins spécialisés dans le modélisme. Ils disposent d'un couple relativement important, grâce au réducteur intégré, pour un encombrement réduit de 55x35 mm. Le pignon solidaire de l'axe de sortie est muni d'un ergot en plastique qui empêche l'axe de faire plus d'un tour.

C'est cet ergot qu'il va falloir retirer à l'aide d'un cutter. Le potentiomètre d'asservissement pourra être dessoudé (auparavant, notez la couleur du câble qui correspond au curseur) et définitivement retiré, il sera alors remplacé par un potentiomètre multitours d'une valeur de 5 k $\Omega$  qui pourra être collé sur les flancs du boîtier. Une fois cette petite chirurgie effectuée, les servos pourront être utilisés comme organes de propulsion. L'axe de sortie de chacun des servos est rendu solidaire d'une roue d'un diamètre de 50 mm, par un boulon de 3 mm de diamètre et de 2 écrous. Le boulon est directement vissé dans le pas de vis du téton de sortie du servo.

Une plaque d'époxy cuivrée d'une dimension de



80x80mm va servir de châssis pour fixer les deux servos. Il faut, au préalable, réaliser 4 équerres en aluminium. Le schéma «perçage», une fois imprimé, sera superposé sur le morceau d'époxy, ce qui va vous guider pour réaliser le perçage. Un trou supplémentaire d'un diamètre de 10mm sera réalisé pour le positionnement d'un roulement à billes destiné à recevoir la roulette et qui sera directement soudé côté cuivre.

La roulette est indispensable pour la stabilité du robot. La roue sera réalisée avec un roulement à billes d'un diamètre de 10mm où sera collé, sur le pourtour, un petit boudin en caoutchouc (morceau de joint). L'axe sera réalisé à partir de deux morceaux de tige filetée d'un diamètre de 3 mm, dont un qui devra être coudée à 90°. La liaison de l'ensemble sera assurée par 8 écrous. L'utilisation de roulements à billes permet une mobilité sans contrainte de la roulette et garantit une grande longévité mécanique.

Il ne reste désormais qu'à réaliser la partie électronique pour que notre robot prenne vie.

### ÉLECTRONIQUE (FIGURES 9 À 16)

Concernant le module 68HC11, la partie délicate reste l'implantation du support PLCC destiné à recevoir le microcontrôleur. Pour le perçage, utilisez impérativement un foret neuf, dans le cas contraire vous risquez d'arracher les pastilles qui sont de dimension très réduite. Pour la mise en place du support, repérez le coin biseauté et assurez-vous ensuite que les 52 pattes traversent simultanément

FIGURE 8

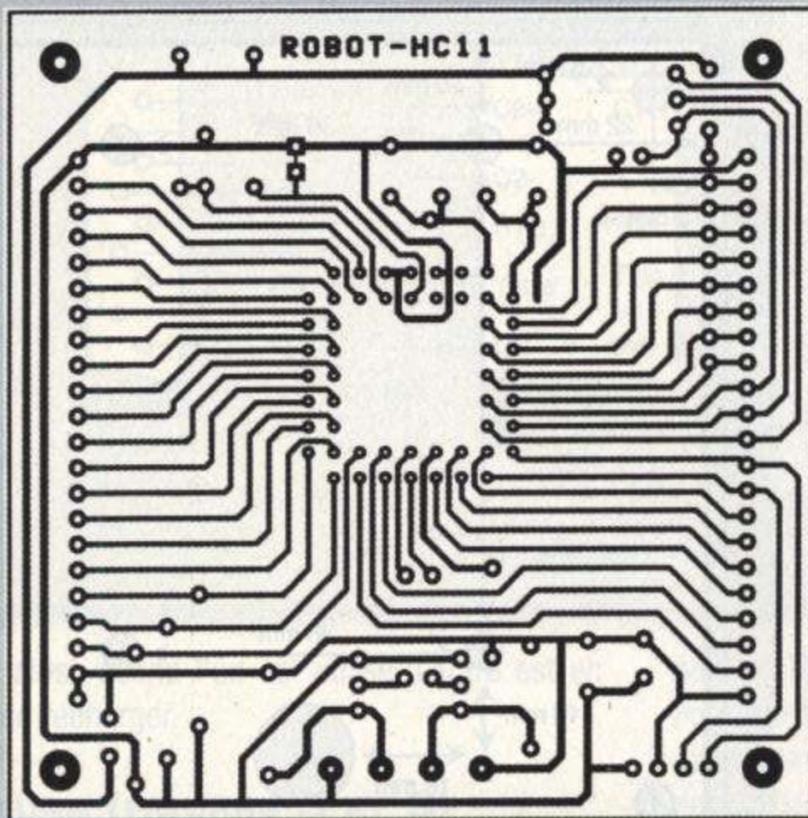
Dimensions de la plaque Epoxy qui fait office de châssis

# CONSTRUCTIONS

68HC11

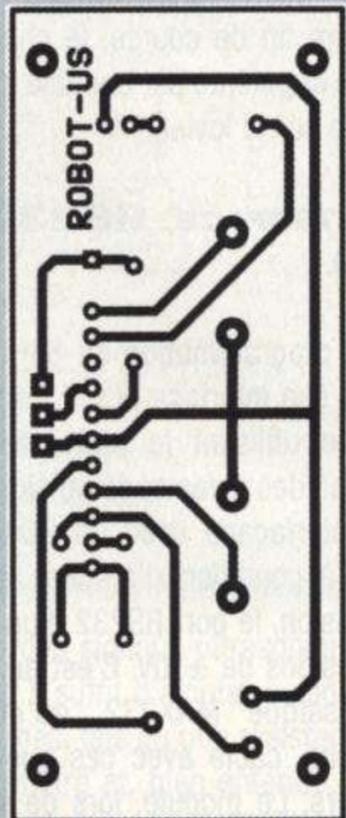
**FIGURE 9**

Tracé du circuit imprimé du module 68HC11



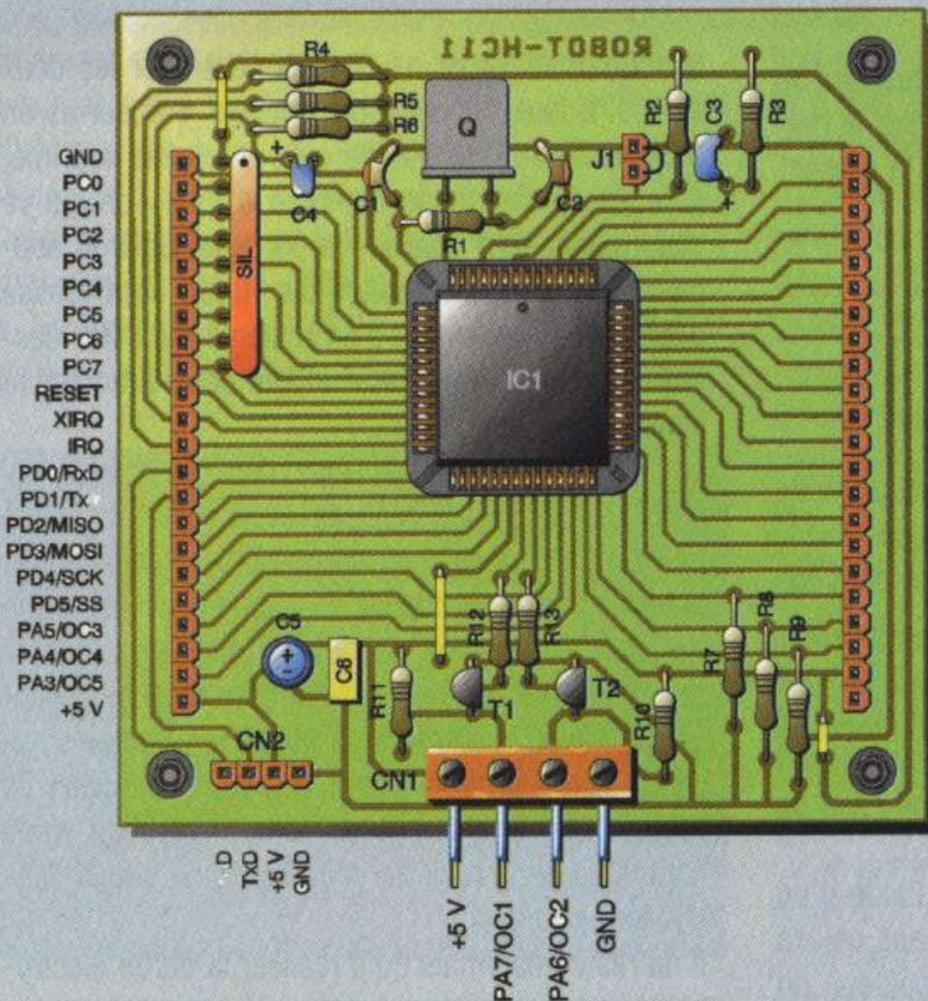
**FIGURE 11**

Tracé du circuit imprimé du module ultrasonique



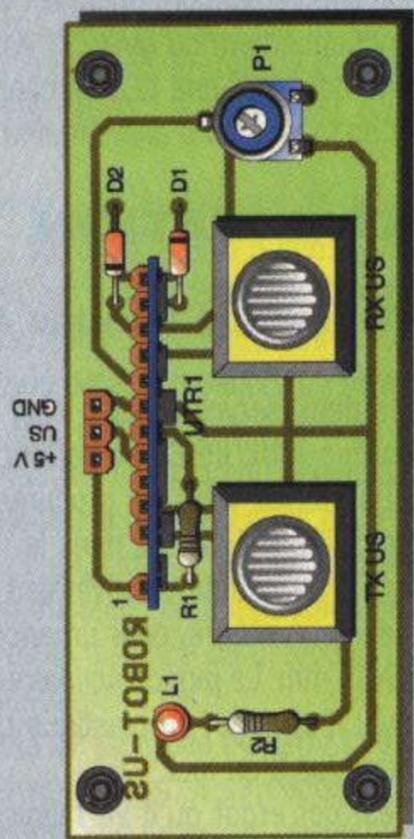
**FIGURE 10**

Implantation des éléments du module 68HC11



**FIGURE 12**

Implantation des éléments du module ultrasonique



la plaque d'époxy, ne forcez surtout pas !. La réalisation du module ultrasonique reste très facile grâce à l'utilisation d'un module intégré. On peut même envisager de réaliser le montage sur une plaque pastillée. Le seul point important concerne la mise en place des transducteurs à ultrasons. Ceux-ci doivent être positionnés avec une orientation oblique l'un vers l'autre, ce qui permettra d'avoir une focalisation du signal autorisant une détection d'une dizaine de centimètres. La sensibilité de détection sera peaufinée à l'aide du potentiomètre P1.

Le régulateur de tension 7805 sera positionné sur la plaque d'époxy supportant les servos, côté cuivre, ce qui nous évite d'avoir recours à un dissipateur thermique. Il ne reste désormais plus qu'à interconnecter les différents modules entre eux, en vous aidant des schémas. Concernant les servos, s'ils sont de marque Multiplex, le conducteur de couleur jaune correspond à l'entrée du signal de commande, le rouge au +5V et le noir au GND. Pour d'autres modèles, renseignez-vous auprès de votre fournisseur.



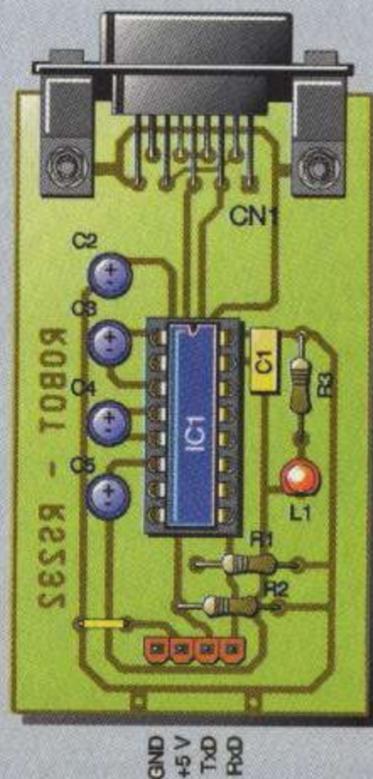
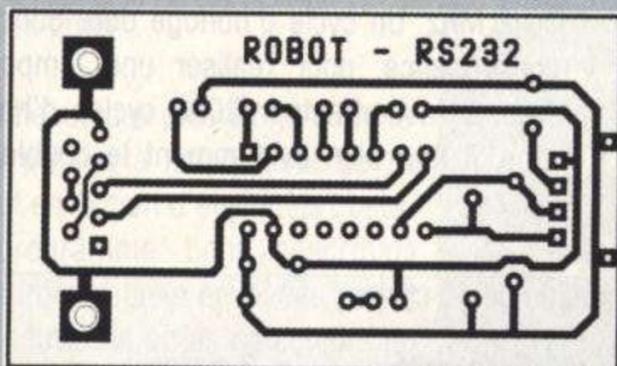
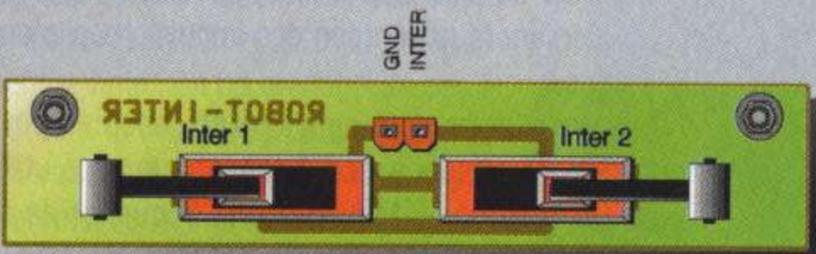
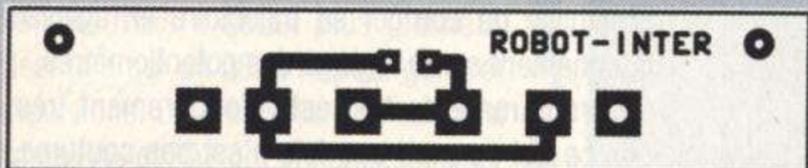
68HC11

**FIGURE 13**  
Tracé du circuit imprimé  
du module détecteur de  
choc

**FIGURE 14**  
Implantation  
de ses éléments

**FIGURE 15**  
Tracé du circuit imprimé  
du module RS232

**FIGURE 16**  
Implantation  
de ses éléments



La liaison entre les capteurs et le module 68HC11 sera réalisée à l'aide de fil de câblage monobrin (utilisé en-téléphonie), ainsi ils pourront être directement enfilés dans les picots.

La liaison entre le PC et le module RS232 sera réalisée avec un câble comportant 3 conducteurs munis de deux connecteurs au format SubD9 femelle comme précisé **figure 17**.

## PROGRAMMATION DU 68HC11

Le premier programme nommé «potreg.rec» permet le réglage des potentiomètres associés aux servos. Un signal constitué d'impulsions d'une largeur de 1,5ms espacées de 20ms est généré en continu sur les sorties PA6 et PA7.

## PROTOCOLE DE PROGRAMMATION DU 68HC811E2 AVEC LE LOGICIEL PCBUG11

- Connectez le module RS232 à la sortie COM1 de votre PC,
- Connectez le module RS232 au module 68HC11,
- Assurez-vous que le microcontrôleur est en mode BOOTSTRAP (cavalier J<sub>1</sub> en position),
- Mettez le robot sous tension (la LED rouge doit s'allumer signalant que le module RS232 est correctement alimenté),
- Lancez l'exécution du logiciel par la commande PCBUG11 -E.

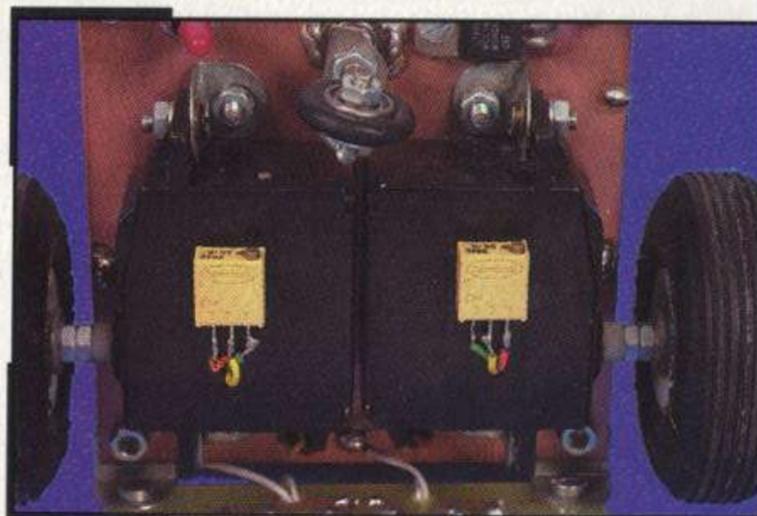
Pour tester la liaison série entre le microcontrôleur et

le PC : tapez CTRL+R, si le message «Communications synchronised» s'affiche tout va bien. Dans le cas contraire, on obtient le message «communication faults», faites un reset (coupez, puis rallumez l'alimentation du robot) et relancez PCBUG11 en entrant la commande restart.

- Déverrouillez la mémoire EEPROM par la commande : mm \$1035 entrez la valeur \$10,
- Effacez ensuite l'EEPROM du HC11 en entrant la commande : eeprom erase bulk,
- Chargez le programme par la commande : loads c:\potreg.rec (dans la fenêtre principale s'affiche le nombre d'octets programmés)

Remarque : allez faire un tour sur Internet, on y trouve des logiciels beaucoup plus conviviaux, notamment une version Windows de PCBUG11...

Une fois le programme transféré, vous pouvez couper l'alimentation du robot. Déconnectez le module

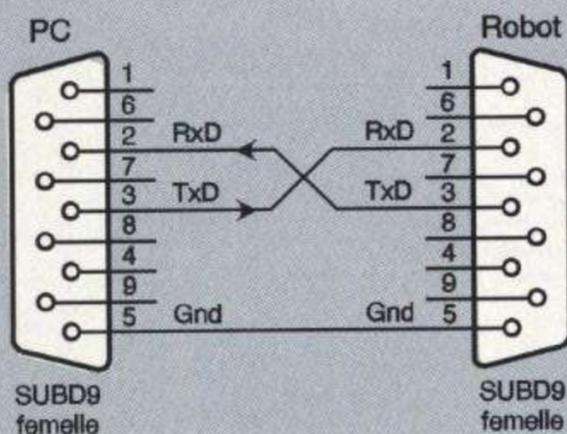


**Les potentiomètres d'asservissement seront remplacés par des multitours placés extérieurement**

# CONSTRUCTIONS

68HC11

**FIGURE 17**  
Liaisons entre le PC  
et le robot



RS232, retirez le cavalier J<sub>1</sub> (mode circuit seul). Activez l'alimentation. A l'aide d'un tournevis, vous agirez sur chacun des potentiomètres, le réglage est correct lorsque les roues ne sont plus animées d'un mouvement de rota-

possibilité de corriger sa trajectoire en agissant par tâtonnement sur le réglage des potentiomètres.

Ce programme de test est volontairement très simple, ce qui permet, une fois n'est pas coutume, d'en regarder de plus près le fonctionnement, notamment concernant la génération des impulsions pilotant les servos.

Les impulsions sont simplement générées par une boucle de temporisation. Sachant que nous utilisons ici un quartz de 8 MHz et que la fréquence de celui-ci est divisée par 4, cela nous donne une fréquence de 2 MHz. Un cycle d'horloge dure donc 500ns. En conséquence, pour réaliser une temporisation de 1ms, il faut effectuer 2000 cycles d'horloge. Pour 2ms, il faut bien évidemment le double, soit 4000 cycles.

Le sous-programme «impul» de base réalise une temporisation de 10 cycles :

|       |     |       |   |           |
|-------|-----|-------|---|-----------|
| impul | dex |       | * décrémente l'accumulateur X d'une unité         | 3 cycles  |
|       | cpx | #0    | * compare l'accumulateur X est la valeur 0        | 4 cycles  |
|       | bne | impul | * si résultat non égal à zéro branche sur 'impul' | 3 cycles  |
|       |     |       |   | <hr/>     |
|       |     |       |   | 10 cycles |

Pour obtenir une impulsion ayant une largeur de 1ms, il faut charger l'accumulateur X avec la valeur 200 :

|       |     |       |  |
|-------|-----|-------|--|
| impul | ldx | #200  | } * charge l'accumulateur X avec la valeur 200 |
|       | dex |       |  |
|       | cpx | #0    |  |
|       | bne | impul |  |
|       |     |       | } 10 cycles (temporisation de base)            |

Le sous-programme impul est ici exécuté 200 fois, soit un total de 2000 cycles, un cycle dure 500ns ce qui nous donne au final 2000 x 500ns = 1ms.

Pour réaliser la temporisation de 20ms espaçant chaque impulsion, il suffit de charger l'accumulateur X avec la valeur 4000 :

|       |     |       |   |
|-------|-----|-------|---|
| impul | ldx | #4000 | } * charge l'accumulateur X avec la valeur 4000 |
|       | dex |       |   |
|       | cpx | #0    |   |
|       | bne | impul |   |
|       |     |       | } 10 cycles (temporisation de base)             |

tion, correspondant à la position d'arrêt du robot.

Le deuxième programme «robotest.rec» va vous permettre de tester le déplacement rectiligne du robot. Pour le téléchargement, il faut reprendre le protocole décrit précédemment.

A la mise sous tension, le robot doit avancer. Si le robot tourne sur lui-même, c'est qu'un des potentiomètres est mal câblé, permutez simplement le câblage des bornes extrêmes (ne changez pas le curseur). Si le robot avance, mais dans le mauvais sens (en fait, il recule), il faut modifier le câblage du potentiomètre pour les 2 servos.

Maintenant que votre robot a un comportement normal, vérifiez qu'il avance de façon rectiligne. Si ce n'est pas le cas, déviation à gauche ou à droite, vous avez la

Le sous-programme impul est ici exécuté 4000 fois, soit un total de 40000 cycles, un cycle dure 500ns ce qui nous donne au final 40000 x 500ns = 20ms.

Rappelons que pour des impulsions ayant une largeur < 1,5 ms, on obtient une rotation dans le sens horaire du servo, pour une largeur = 1,5ms on obtient l'arrêt du servo (voir réglages), pour une largeur > 1,5ms on obtient une rotation anti-horaire du servo. Notez, qu'en réalité, l'arrêt du robot n'est pas obtenu par l'envoi d'impulsions de 1,5ms aux servos. Pour cela, il suffit de positionner les sorties PA6 et PA7 au niveau bas.

Il devient ainsi enfantin de rédiger le programme qui permettra de diriger le robot !

Remarque : Le mode de programmation expliqué ici

est simple, mais il serait plus judicieux d'utiliser le timer du 68HC11 pour générer les impulsions. Ce n'est pas un hasard si les lignes PA6 et PA7 ont été choisies pour piloter les servos : elles sont partagées avec les sorties OC1 et OC2 du timer. En utilisant le timer, on ne monopolise pas le  $\mu\text{C}$  : durant la boucle de temporisation, il est alors possible d'exécuter un autre programme. L'interaction des programmes est gérée à l'aide des vecteurs d'interruptions du timer.

Un programme, un peu plus étoffé nommé «robot.rec», permet à notre robot de se déplacer tout en évitant d'éventuels obstacles. Le programme tient désormais compte des informations envoyées par le détecteur à ultrasons et les détecteurs de chocs.

L'organigramme (figure 2A) vous montre le comportement du robot vis à vis de son environnement.

Les capteurs sont lus par une instruction qui utilise un mode d'adressage particulier. Il permet de tester n'importe quel bit situé à une adresse spécifiée (ici le port C) et, en fonction du résultat, poursuivre le programme à une adresse déterminée (ici ROT90).

```
brclr PORTC,y,#%10000000,ROT90
* si PC7=0 alors branche sur 'ROT90'
```

Notez, aussi, que l'adressage du port C est indexé par rapport à l'accumulateur Y. Le symbole #% indique au compilateur que le format numérique employé est binaire.

## CONCLUSION

Vous voilà en possession d'une bonne base pour vous initier à la robotique. Vous êtes, bien entendu, invité à customiser votre robot. L'ajout de capteurs et d'actionneurs est facilité par les nombreuses entrées et sorties du 68HC11. De plus, le programme présenté précédemment n'occupe que 132 octets dans l'EEPROM, il vous reste donc 1916 octets de libres, de quoi donner à votre robot quelques réflexes...

D. REY

NOMENCLATURE

### Module 68HC11

$R_1$  : 10  $\text{M}\Omega$   
 $R_2, R_4$  à  $R_{11}$  : 10  $\text{k}\Omega$   
 $R_3$  : 1  $\text{k}\Omega$   
 $C_1, C_2$  : 22 pF céramique  
 $C_3$  : 2,2  $\mu\text{F}$  tantale  
 $C_4$  : 1  $\mu\text{F}$  tantale  
 $C_5$  : 47  $\mu\text{F}$  tantale  
 $C_6$  : 100 nF LCC jaune  
 SIL : réseau sil de 8 résistances de 10  $\text{k}\Omega$   
 $T_1, T_2$  : BC547B  
 Q : quartz de 8 MHz  
 68HC11 : microcontrôleur 68HC811E2 (ou A1, E1 voir article) + support PLCC 52 broches  
 $J_1$  : cavalier  
 2 morceaux de barrette femelles de 22 contacts  
 $CN_1$  : 2 borniers à vis de 2 contacts  
 $CN_2$  : 1 morceau de barrette HE14 mâle coudé à 90° de 4 contacts

### Module capteur ultrasonique

$R_1$  : 10  $\text{k}\Omega$   
 $R_2$  : 1,5  $\text{k}\Omega$   
 $D_1, D_2$  : 1N4148  
 $P_1$  : potentiomètre 100  $\text{k}\Omega$   
 $L_1$  : LED verte  $\varnothing 3\text{mm}$   
 UTR<sub>1</sub> : émetteur/récepteur à ultrasons réf. : UTR1 (LEXTRONIC)  
 Tx US : émetteur à ultrason 40 kHz  
 Rx US : récepteur à ultrason 40 kHz

### Module détecteur de chocs

INTER<sub>1</sub>, INTER<sub>2</sub> : interrupteurs fin de course  
 2 morceaux de fil de fer rigide

### Module RS232

$R_1, R_2$  : 10  $\text{k}\Omega$   
 $R_3$  : 1,5  $\text{k}\Omega$   
 $C_1$  : 100 nF LCC jaune  
 $C_2$  à  $C_5$  : 1  $\mu\text{F}$  chimique (ou tantale)  
 IC<sub>1</sub> : MAX232 + support DIL 14 broches  
 $L_1$  : LED rouge  $\varnothing 3\text{mm}$   
 $CN_1$  : connecteur DB9 mâle coudé à 90° pour CI

### Module ACCU

9 accus bâton SANYO de 1,2V et capacité de 600mAh  
 1 régulateur 7805  
 1 interrupteur  
 1 résistance de 70  $\Omega$  1W (pour recharger les accus)

### Module MECANIQUE

2 servomécanismes réf. : MS11 de MULTIPLEX (ou équivalent)  
 2 potentiomètres multitours de 5  $\text{k}\Omega$   
 2 roues utilisées en modélisme :  $\varnothing 50\text{mm}$ ,  $\varnothing$  axe 3mm  
 2 roulements à bille :  $\varnothing$  ext. 10mm,  $\varnothing$  int. 3mm  
 8 équerres en aluminium  
 37 écrous M3  
 4 vis M3 longueur 40mm  
 2 vis M3 longueur 30mm  
 13 vis M3 longueur 10mm  
 19 rondelles  
 2 morceaux tige fileté M3  
 1 morceau de joint

## ADRESSES INTERNET

Site Internet de l'auteur :  
[http://site.voila.fr/David\\_REY](http://site.voila.fr/David_REY)

# ROBOT CHERCHEUR

## CONSTRUCTIONS

Dans notre n°1 de **MICROS & ROBOTS**, nous avons débuté la construction du **Robot Chercheur** en nous cantonnant à la description du châssis, de l'alimentation et des moteurs. Vous saviez d'ores et déjà notre projet plus ambitieux. Cette plate-forme pouvait cependant être utilisée avec une électronique de votre choix afin de déboucher sur un robot plus simple, plus conventionnel. Aujourd'hui, nous vous proposons la suite alléchante de cette description.

### LE MODULE MICROCONTRÔLEUR (FIGURE 1)

L'élément de commande principal de ce robot est un module "universel" à microcontrôleur. Universel, parce que cette carte peut servir à bien d'autres choses en fonction du programme implanté et de ses ressources matérielles. En effet, ce module dispose de nombreux atouts :

- microcontrôleur RISC ATMEAL AT90S8515-8PC
- 4 ko de Flash, 256 octets de RAM, 256 octets d'EEPROM, 8 MHz
- 2 Timers/compteurs (avec fonctions capture/compara/PWM)
- comparateur analogique
- Watchdog
- Ports sériels de type UART, SPI
- programmation ISP (In Situ Programming)
- circuit de surveillance de tension d'alimentation
- buzzer, LED bicolore, LDR et interrupteur de sélection de programme



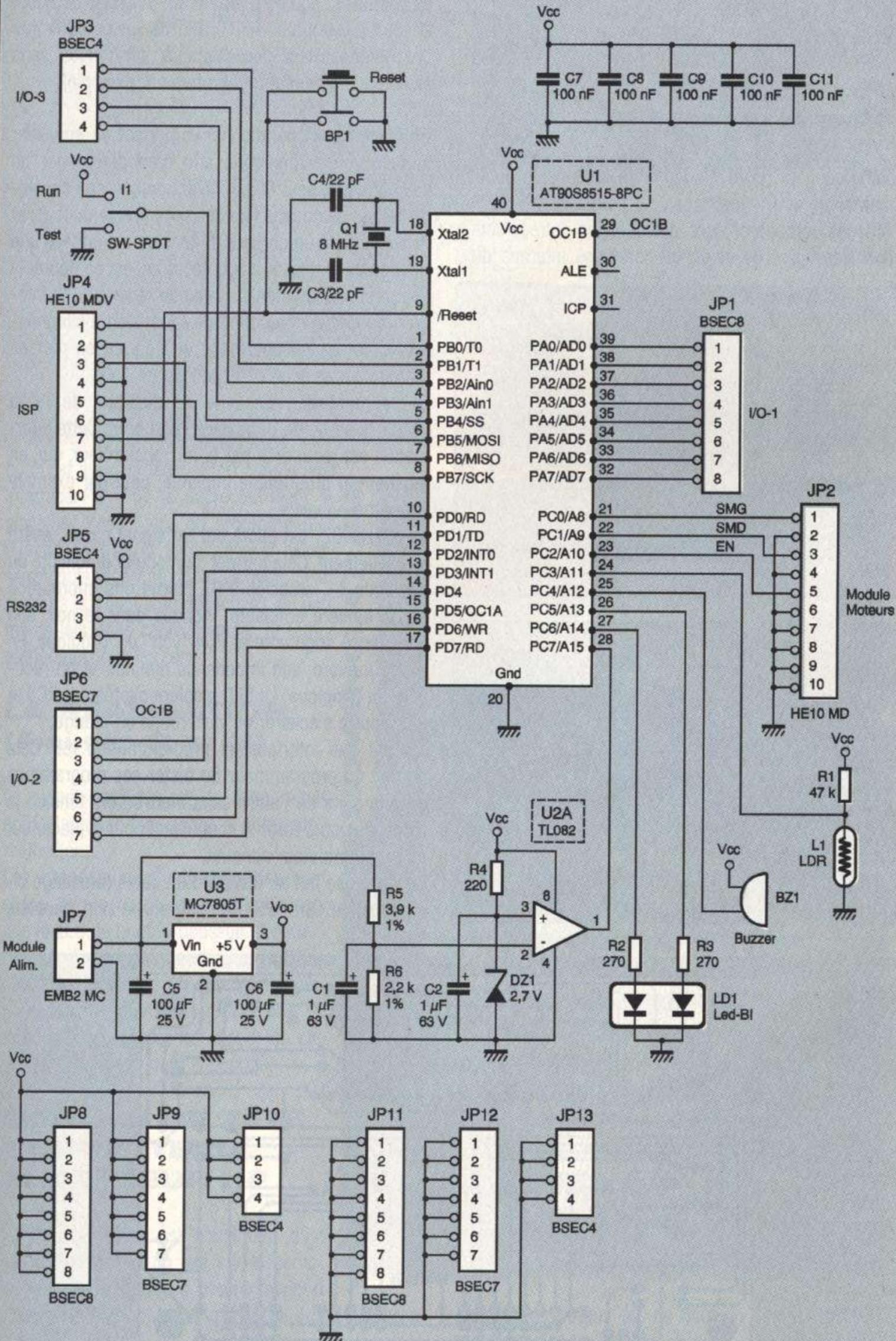
- connecteurs pour I/O, UART et ISP

Le cœur de ce module est donc un microcontrôleur très puissant de chez ATMEAL. La DataSheet complète de ce circuit est disponible sur leur site (plus de cent pages !). Il présente beaucoup d'avantages dont les principaux ont été mentionnés plus haut. Il convient parfaitement à ce type d'application embarquée : haute vitesse de travail (sa technologie RISC lui fait exécuter une instruction en 125 ns à 8 MHz), faible consommation (3mA actif, 1mA en Iddle Mode et moins de 1µA inactif), 32 entrées/sorties en version DIP40.

La majorité de ces ports sont disponibles sur des connecteurs de type SIP, les autres servent sur la carte : LD<sub>1</sub> (LED bicolore de contrôle de programme), BZ<sub>1</sub> (buzzer piézo-

|      |      |     |     |     |     |     |     |   |
|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| JP7  | 2    |     |     |     |     |     |     |   |
| 1    | B-   |     |     |     |     |     |     |   |
| B+   |      |     |     |     |     |     |     |   |
| JP8  | PA0  | PA1 | PA2 | PA3 | PA4 | PA5 | PA6 |   |
| PA7  | GND  | GND | GND | GND | GND | GND | GND |   |
| JP11 |      |     |     |     |     |     |     |   |
| GND  | VCC  | VCC | VCC | VCC | VCC | VCC | VCC |   |
| JP1  | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8 |
| VCC  |      |     |     |     |     |     |     |   |
| JP2  | 7    | 5   | 3   | 1   |     |     |     |   |
| 9    | 8    | 6   | 4   | 2   |     |     |     |   |
| 10   |      |     |     |     |     |     |     |   |
| JP3  | PB0  | PB1 | PB2 | PB3 |     |     |     |   |
| JP13 | GND  | GND | GND | GND |     |     |     |   |
| JP10 | VCC  | VCC | VCC | VCC |     |     |     |   |
|      | 1    | 2   | 3   | 4   |     |     |     |   |
| JP4  | 7    | 5   | 3   | 1   |     |     |     |   |
| 9    | 8    | 6   | 4   | 2   |     |     |     |   |
| 10   |      |     |     |     |     |     |     |   |
| JP5  | 2    | 3   | 4   |     |     |     |     |   |
| 1    | RD   | TD  | GND |     |     |     |     |   |
| VCC  |      |     |     |     |     |     |     |   |
| JP6  | OC1B | PD2 | PD3 | PD4 | PD5 | PD6 | PD7 |   |
| JP12 | GND  | GND | GND | GND | GND | GND | GND |   |
| JP9  | VCC  | VCC | VCC | VCC | VCC | VCC | VCC |   |
|      | 1    | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |   |

**BROCHAGE DES CONNECTEURS (MODULE VU DE DESSUS, LED BICOLORE VERS SOI)**



**FIGURE 1**  
Schéma de principe.

# CONSTRUCTIONS

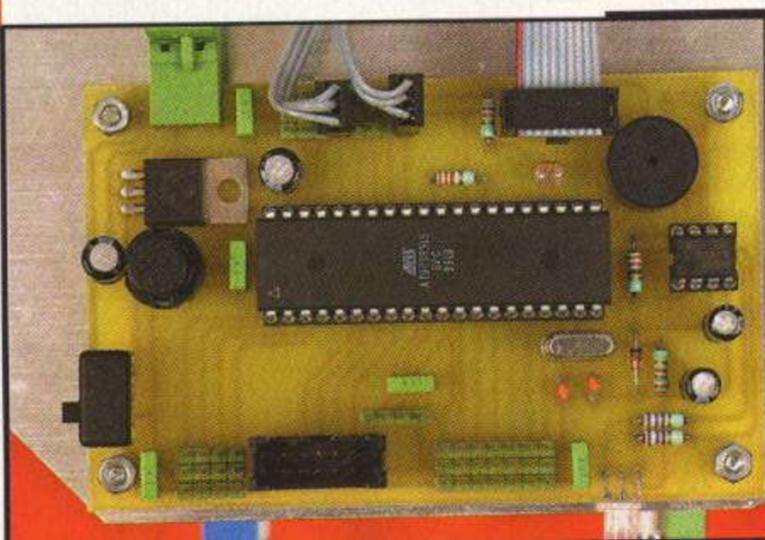
## CHERCHEUR

| AT90S8515 | HE10                   | DB25    |
|-----------|------------------------|---------|
| /RESET    | 7                      | 6       |
| SCK       | 1                      | 8       |
| MISO      | 3                      | 10      |
| MOSI      | 5                      | 7       |
| GND       | 2 - 4 - 6 - 8 - 9 - 10 | 18 à 25 |

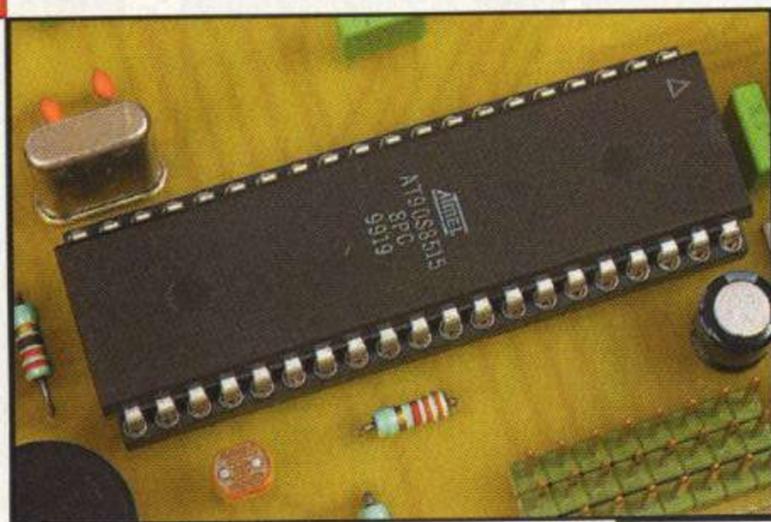
### CÂBLE DE LIAISON ISP

électrique), L<sub>1</sub> (LDR), U<sub>2</sub> (contrôle de tension d'alimentation) et JP<sub>4</sub> (interface de programmation ISP). Tous les ports libres sont utilisables en entrées/sorties classiques ou selon les fonctions internes du

### La platine principale



### Le module ATMEL AT90S8515



microcontrôleur (Timer, Interruptions externes, UART, SPI, comparateur analogique).

Le circuit est équipé d'un bouton-poussoir de Reset et d'un interrupteur SPDT, afin de tester différents programmes (test des capteurs infrarouges sans activation des moteurs du robot, par exemple).

L'amplificateur opérationnel U<sub>2</sub> permet de surveiller la tension d'alimentation afin d'en déterminer un seuil critique, pour lequel l'électronique de l'ensemble risque de ne plus fonctionner correctement. R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> constituent un diviseur de tension qui prélève une fraction de la tension d'entrée, et qui est comparée à une référence donnée par la diode zéner DZ<sub>1</sub>. C<sub>1</sub> intègre une brusque variation de la tension d'alimentation si un circuit gourmand en courant se met en marche. Le seuil de détection est de 7,4V.

Si l'alimentation descend en-dessous de cette valeur, la sortie de U<sub>2</sub> passe à l'état haut. Cette information est récupérée par le microcontrôleur, qui, en fonction du programme implanté, peut par exemple se mettre en veille.

Le buzzer BZ<sub>1</sub> est piloté par un signal carré généré logicielllement. Cela permet de moduler la tonalité du son émis. L<sub>1</sub>, associée à R<sub>1</sub>, fournit une information sur la lumière ambiante. Plongée dans le noir, son impédance augmente et PC4 "voit" un 1 logique. En pleine lumière, son impédance diminue et on récupère un 0 logique. La LED bicolore pilotée par PC5 et PC6 pourra s'éclairer en vert, rouge ou orange.

JP<sub>4</sub> est une interface de programmation ISP. Cela permet au programmeur de tester ses programmes un à la suite de l'autre sans mettre hors tension le module et sans sortir le composant pour le placer sur un programmeur adéquat.

La liaison se fait au travers d'un câble (brochage ci-dessous) HE10/DB25. Branché sur le port parallèle

### FIGURE 2

Tracé du circuit imprimé du module microcontrôleur

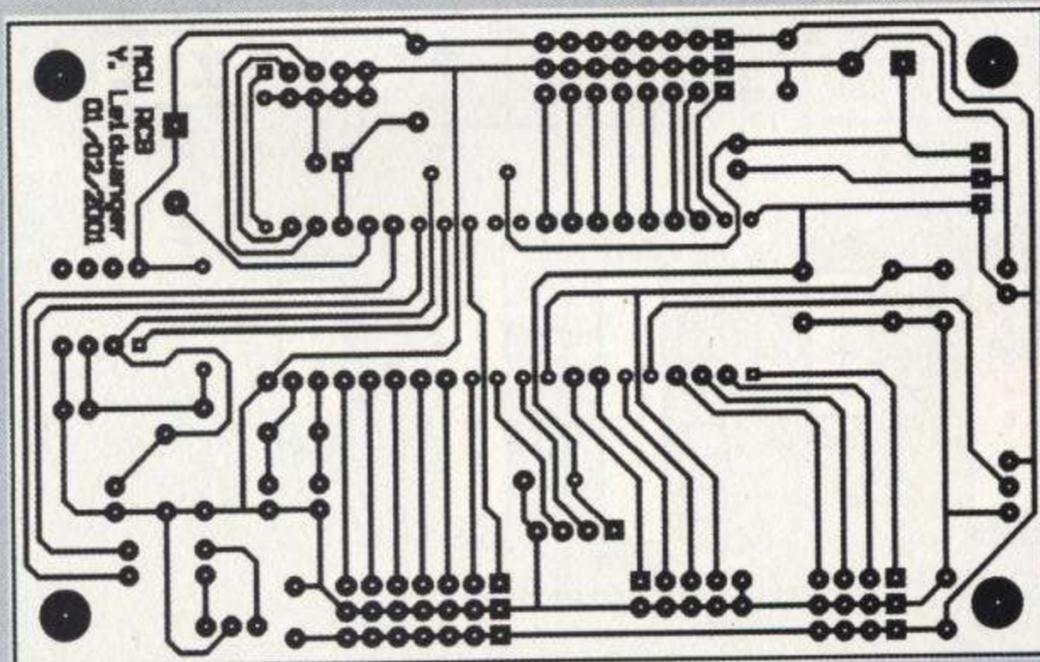
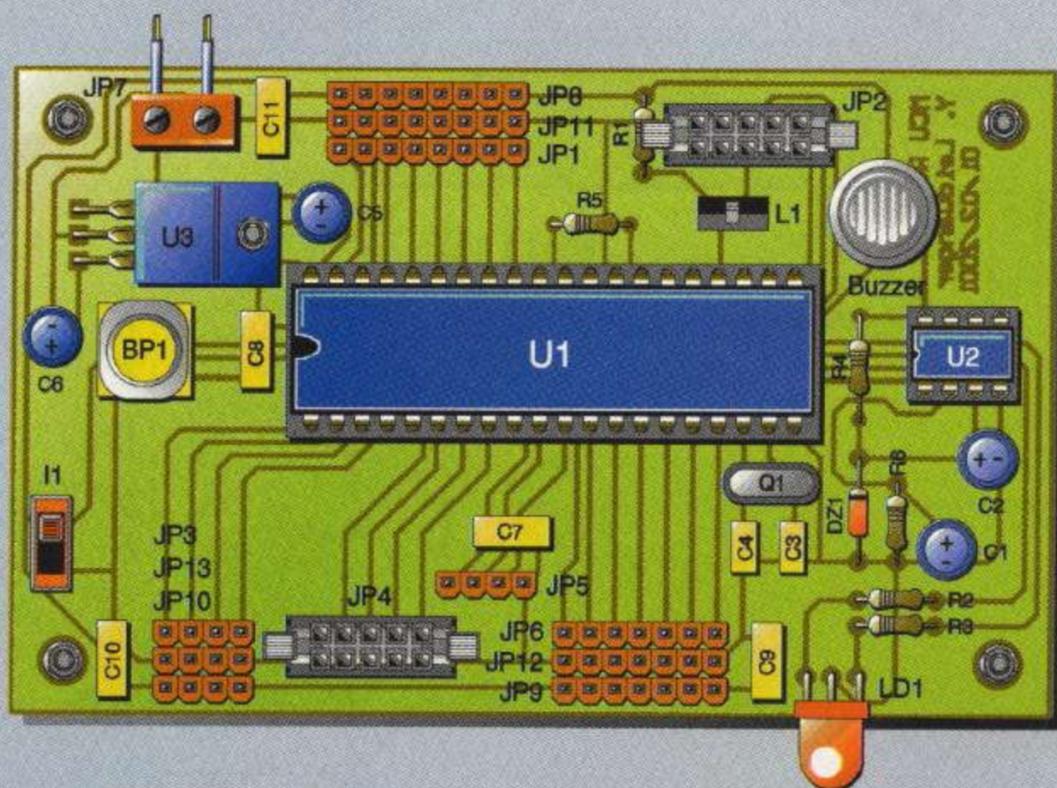


FIGURE 3

Implantation des éléments



du PC et avec un logiciel fort simple (voir Interface PC n°5), le microcontrôleur se place en Reset, puis en programmation (Flash, EEPROM et vérification si nécessaire), puis repart en début de code. Si les moteurs du robot sont désactivés, on peut même laisser le câble branché, le temps d'effectuer tous les tests.

### LA RÉALISATION (FIGURES 2 ET 3)

Le circuit imprimé est de taille réduite pour s'adapter facilement à différentes réalisations.

Les connecteurs d'entrées/sorties sont situés sur le pourtour du circuit, ainsi que la LED, le bouton-poussoir et l'interrupteur. Il n'y a pas de strap et la fabrication est aisée. On soudera les composants les plus petits en premier, puis on terminera par mettre en place les circuits intégrés sur leurs supports.

### MODULE DE TÊTE ET ÉMETTEUR/RÉCEPTEUR HF

La tête du robot est constituée d'un mobile en aluminium fixé sur le servomoteur de la dernière platine support (figure 4). Celui-ci la fait pivoter de droite à gauche sur 180°.

Le mobile est lui-même support d'un deuxième ser-

### NOMENCLATURE

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 1 µF/63V

C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> : 22 pF

C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> : 100 µF/25V

C<sub>7</sub> à C<sub>11</sub> : 100 nF

R<sub>1</sub> : 47 kΩ 1/4W 5%

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> : 270 Ω 1/4W 5%

R<sub>4</sub> : 220 Ω 1/4W 5%

R<sub>5</sub> : 3,9 kΩ 1/4W 1%

R<sub>6</sub> : 2,2 kΩ 1/4W 1%

U<sub>1</sub> : AT90S8515-8PC + support DIP40 SELECTRONIC

U<sub>2</sub> : TL082 + support DIP8

U<sub>3</sub> : 7805

JP<sub>1</sub>, JP<sub>8</sub>, JP<sub>11</sub> : barrettes sécables 8 points

JP<sub>2</sub>, JP<sub>4</sub> : HE10 mâles droits

JP<sub>3</sub>, JP<sub>5</sub>, JP<sub>10</sub>, JP<sub>13</sub> : barrettes sécables 4 points

JP<sub>6</sub>, JP<sub>9</sub>, JP<sub>12</sub> : barrettes sécables 7 points

JP<sub>7</sub> : embase industrielle mâle coudée 2 points

BZ<sub>1</sub> : buzzer piézo-électrique

BP<sub>1</sub> : bouton-poussoir D6

L<sub>1</sub> : LDR

LD<sub>1</sub> : LED bicolore

Q<sub>1</sub> : quartz 8 MHz

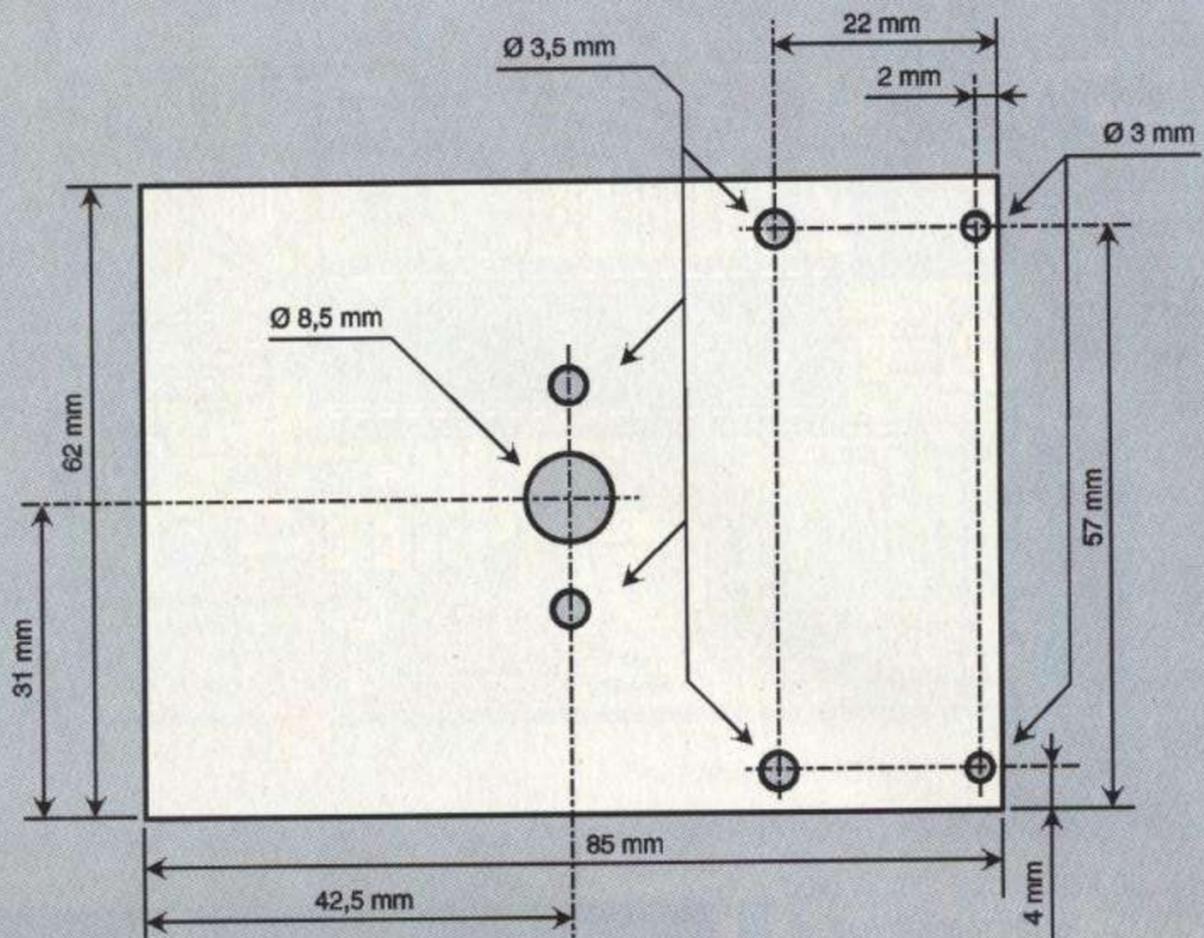
I<sub>1</sub> : interrupteur SPDT

DZ<sub>1</sub> : zéner 2,7V

vomoteur pivotant, lui, de haut en bas sur 180°. Il supporte une carte électronique composée seulement de deux récepteurs infrarouges à démodula-

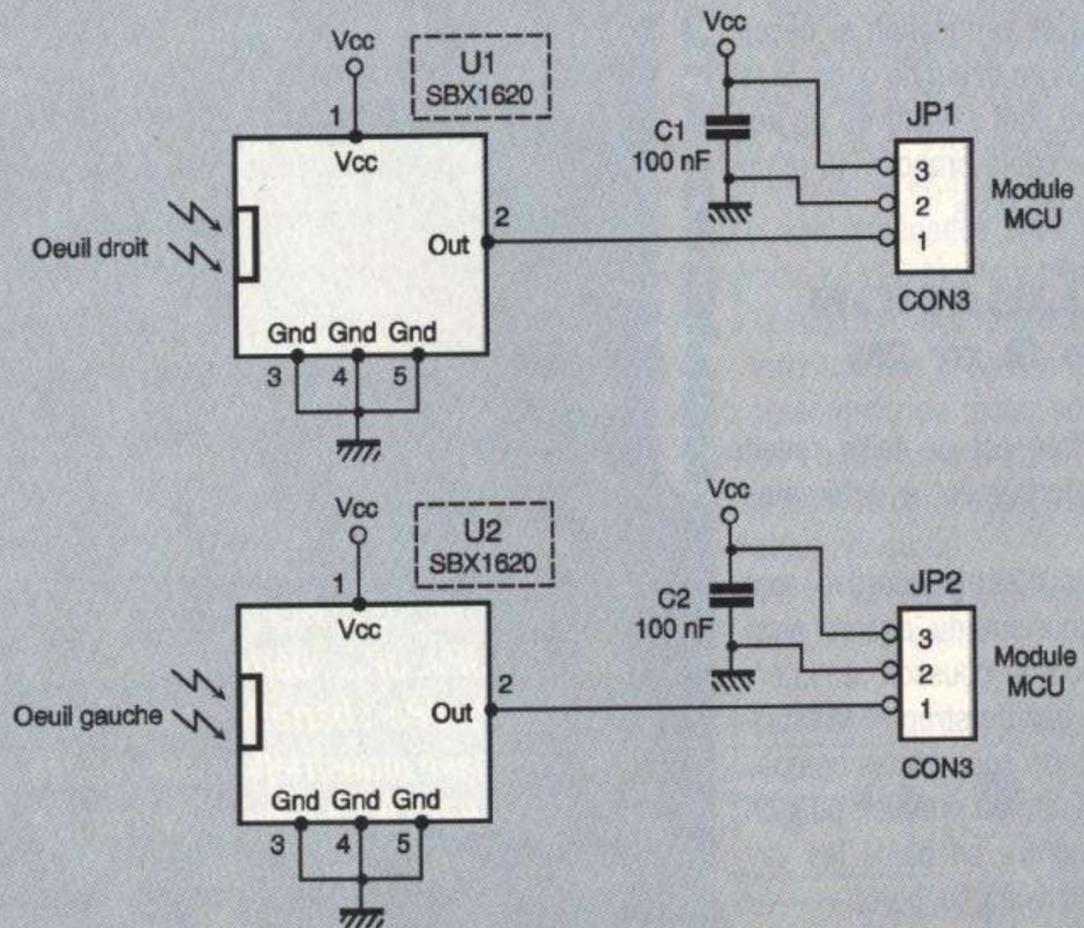
**FIGURE 4**

Plaque de fixation de la tête du robot



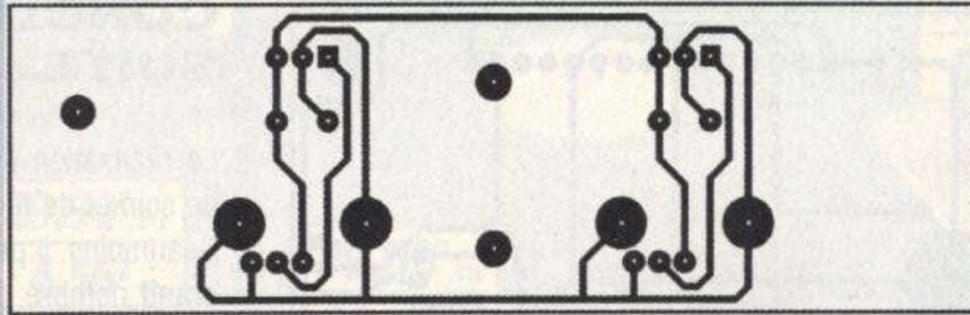
**FIGURE 5**

Schéma de principe des deux récepteurs infrarouges à démodulateurs intégrés



teurs intégrés, U<sub>1</sub> et U<sub>2</sub> (figure 5). Les signaux émis par une balise codée sont reçus par ce biais, mis en forme et envoyés vers le module microcontrôleur pour traitement et décodage d'information. La figure 6 précise le tracé du circuit imprimé tandis que la figure 7 propose l'implantation des éléments. Les servomoteurs y sont aussi reliés pour une coordination optimale. Il faudra modifier ou adapter les connecteurs des servomoteurs pour qu'ils correspondent au brochage du module microcontrôleur.

La carte électronique est fixée au palonnier du servomoteur n°2 (tête) par une équerre et des vis M3. Les branches non utilisées du palonnier seront sectionner pour ne pas gêner la rotation de l'ensemble. Le servomoteur n°2 est maintenu à la plaque en aluminium par des équerres en plastiques spéciales (vis M3 et M2,5). La plaque est percée au centre pour passer le tournevis qui permet d'accéder à la vis de fixation du palonnier du servomoteur n°1 (platine n°4).

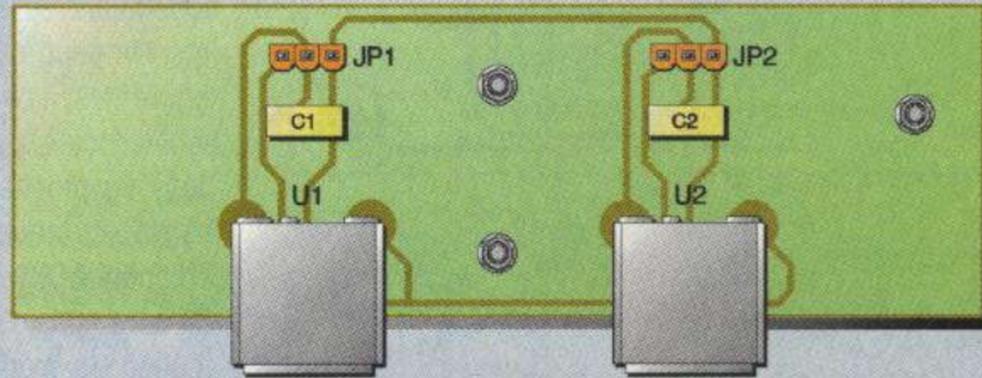


**FIGURE 6**

Tracé du circuit imprimé.

**BROCHAGE DES CONNECTEURS :**

|          |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|
| JP1, JP2 | 1   | 2   | 3   |
|          | Out | GND | VCC |



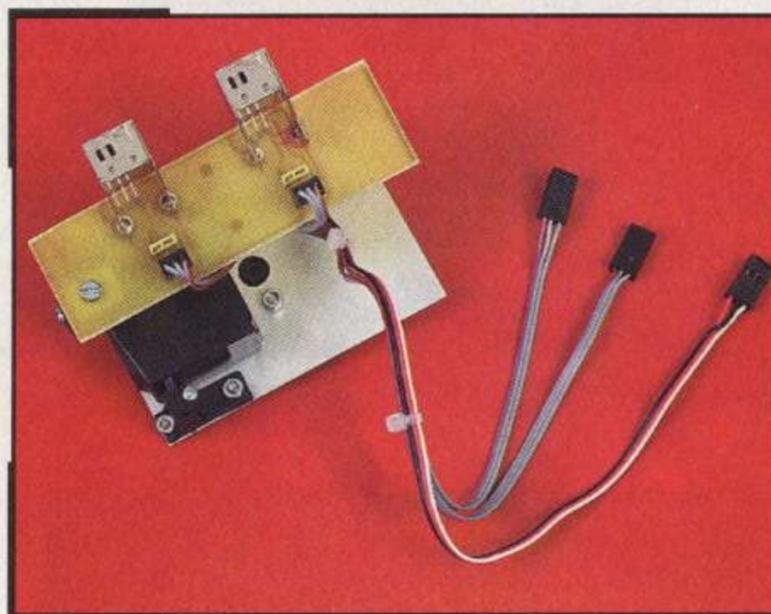
**FIGURE 7**

Implantation des éléments

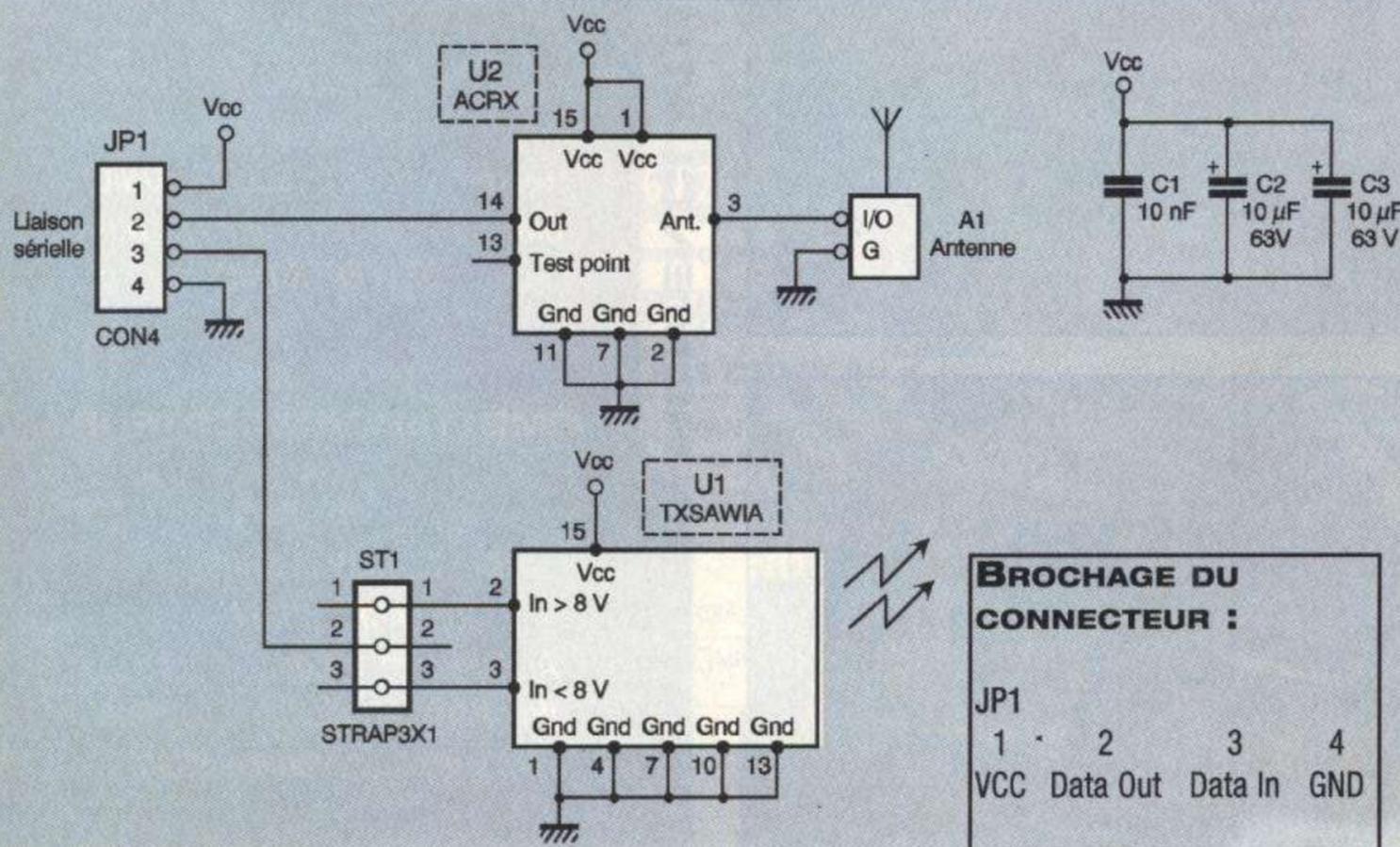
Le robot est aussi pourvu d'un émetteur/récepteur HF 433 MHz (**figure 8**). Cette carte permet à deux systèmes distants possédant une UART de dialoguer en half-duplex. Les modules hybrides émetteurs et récepteurs sont de marque AUREL, disponibles auprès des revendeurs habituels.

Seul le récepteur nécessite une antenne externe, de type 1/4 onde souple, fixée directement sur le circuit imprimé.

Le strap ST<sub>1</sub> permet de sélectionner le niveau de tension admissible par l'émetteur, puisqu'il peut être alimenté de +4V à +12V (attention : le récepteur ne fonctionne qu'en +5V) (**figures 9 et 10**).

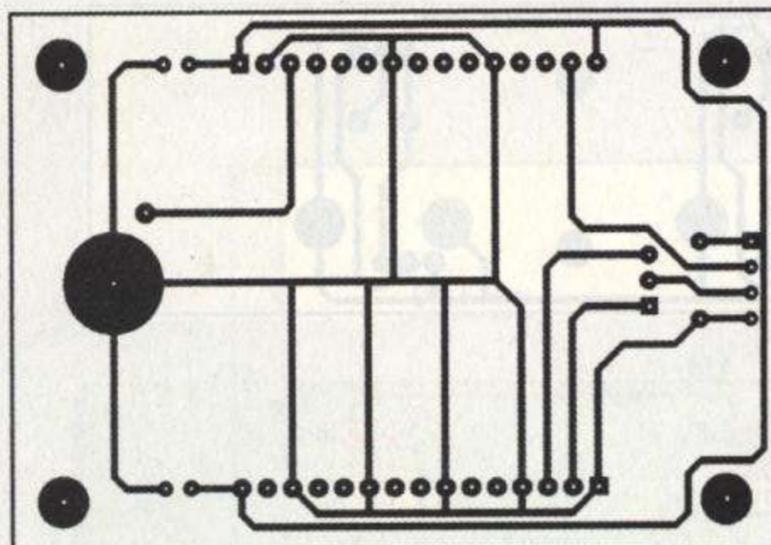


**Le module de tête**

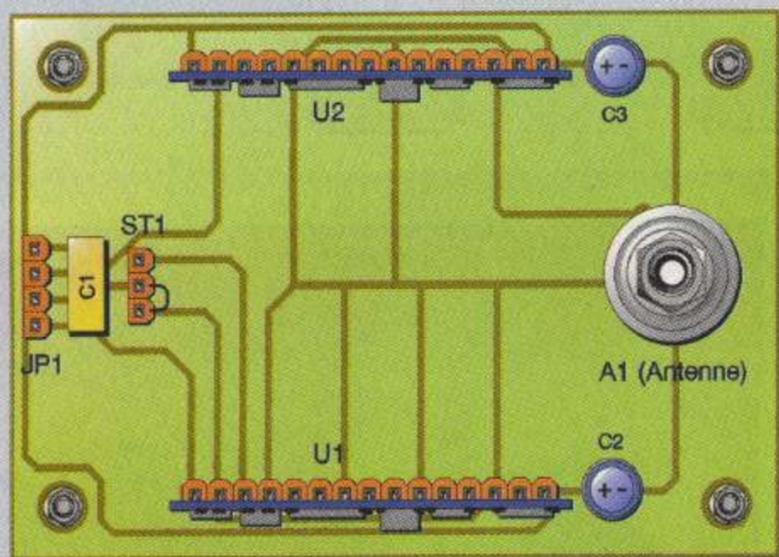


**FIGURE 8**

Schéma de principe de la partie émission-réception



**FIGURE 9**  
Tracé du circuit imprimé  
de la partie  
émission-réception



**FIGURE 10**  
Implantation des  
éléments

## CONCLUSION ET SUITE...

La réalisation de ce robot demande beaucoup de soin et de temps.

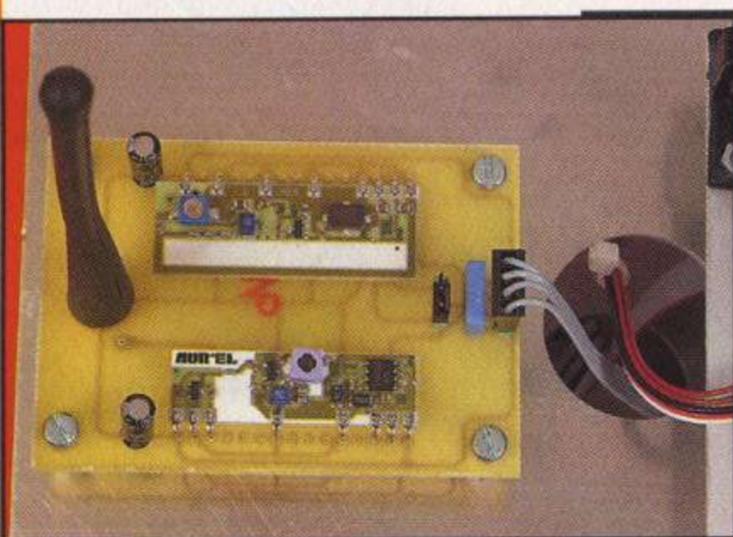
Néanmoins, il permet de se familiariser avec un grand nombre de concepts utiles en robotique mobile. C'est pourquoi tous les modules le constituant sont réutilisables sur d'autres projets. On peut aussi imaginer l'ajout d'interfaces différentes, comme un module de reconnaissance vocale, par exemple.

Dans un prochain numéro, nous réaliserons la balise infrarouge et une télécommande avec afficheur LCD.

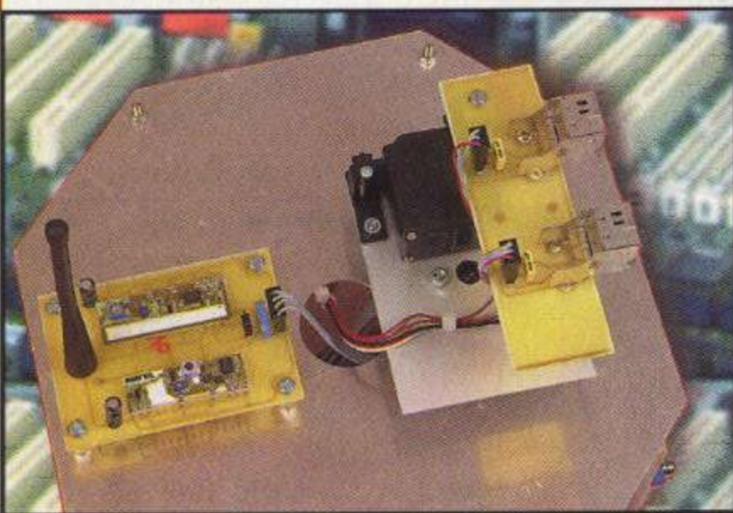
Ce sera aussi l'occasion d'aborder la programmation du module microcontrôleur : comment gérer les capteurs, les moteurs, les servomoteurs, puis le comportement du robot dans son utilisation finale.

E. LEIDWANGER

### La section émission-réception



### Mise en place des modules sur le robot



## NOMENCLATURE

### MODULE DE TÊTE

- $C_1, C_2$  : 100 nF
- $JP_1, JP_2$  : barrettes sécables 3 points
- $U_1, U_2$  : SBX1620 (SELECTRONIC)
- $SM_1, SM_2$  : servomoteurs FUTABA (SELECTRONIC)

### MODULE ÉMETTEUR/RÉCEPTEUR

- $C_1$  : 100 nF
- $C_2, C_3$  : 10  $\mu$ F/63V
- $U_1$  : TX-SAW IA AUREL
- $U_2$  : ACRX AUREL
- $A_1$  : antenne 1/4 onde souple
- $JP_1$  : barrette sécable 4 points
- $ST_1$  : barrette sécable + shunt

# CARTE DE COMMANDE

RÉALISATIONS

*Le grand concours  
robotique  
d'Électronique  
Pratique se  
rapproche à grand  
pas et vous n'avez  
toujours pas  
réalisé votre carte  
de commande : en  
voici une qui vous  
sera bien utile  
pour piloter votre  
robot. Rendez-  
vous donc à Paris  
porte de Versailles  
le 24 novembre  
2001.*

## DESCRIPTION

- Microcontrôleur 16F84
- Circuit de commande moteur L298N
- Port entrée/sortie disponible : 9
- Régulation de tension intégrée.

Sur la **figure 1**, vous pourrez voir le synoptique de fonctionnement général d'un robot mobile :

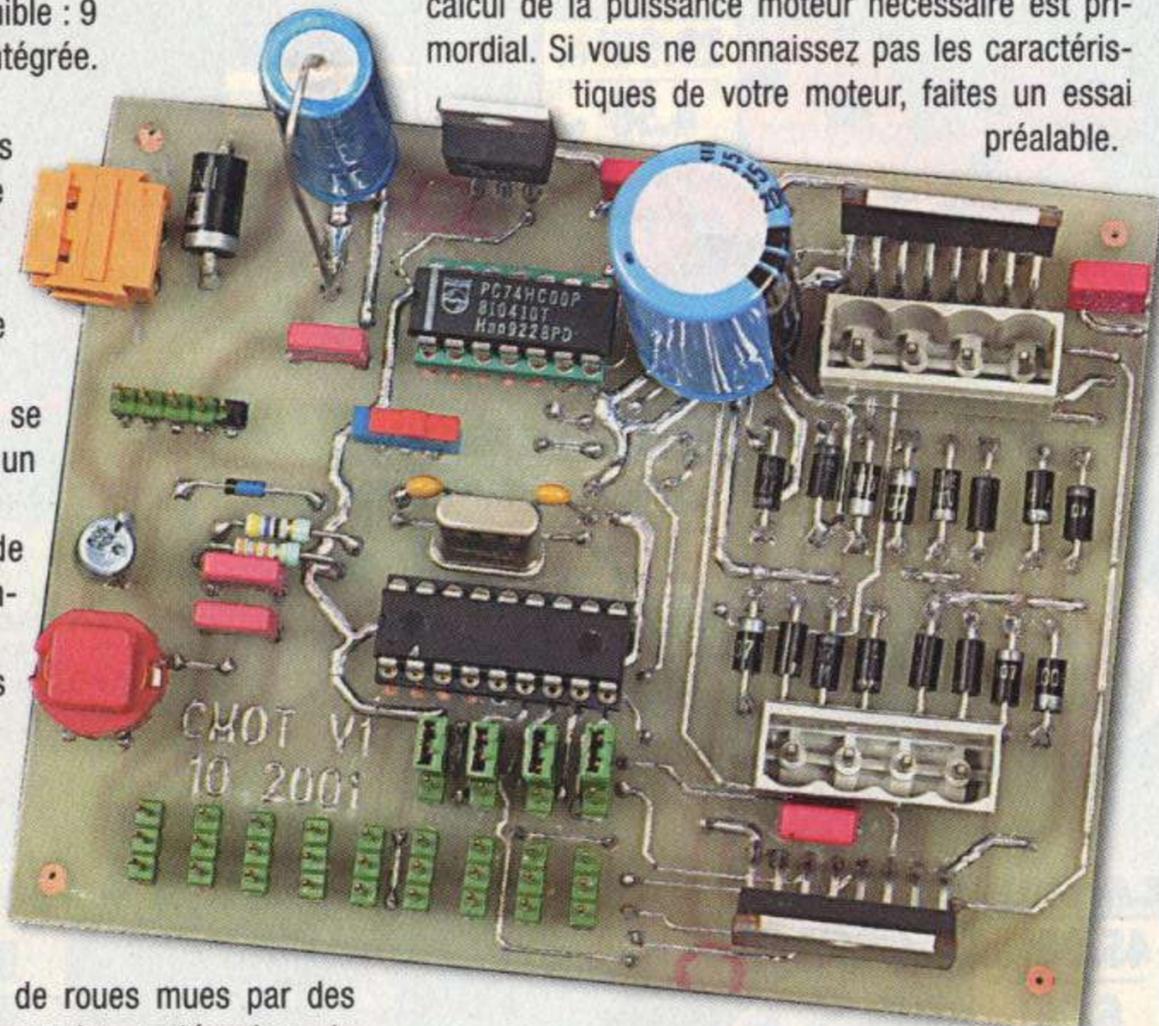
- actionneurs assurant le déplacement,
- capteurs permettant de se repérer ou de détecter un obstacle,
- circuit de commande général qui gère l'ensemble,
- actionneurs annexes (bras, pousse balle, etc.),
- le poste énergie pour permettre à tout ce petit monde de fonctionner.

Les actionneurs assurant le déplacement sont souvent réalisés à l'aide de roues mues par des moteurs. Il existe 2 grandes catégories de moteurs que l'on trouve facilement sur le marché : les moteurs dit à courant continu et les moteurs pas à pas. Les premiers se commandent par un courant continu et les seconds par une suite d'impulsions de courant dans les différents bobinages qui le constituent.

Pour connaître le déplacement d'un robot mobile, le moyen le plus simple reste le comptage du nombre de tours de roue. Avec un entraînement par moteur à courant continu, il est nécessaire d'équiper chaque roue avec un capteur qui donnera une impulsion pour 1/50 de tour de roue par exemple. Alors qu'avec un moteur pas à pas, il suffit de

compter le nombre d'impulsions envoyées au moteur.

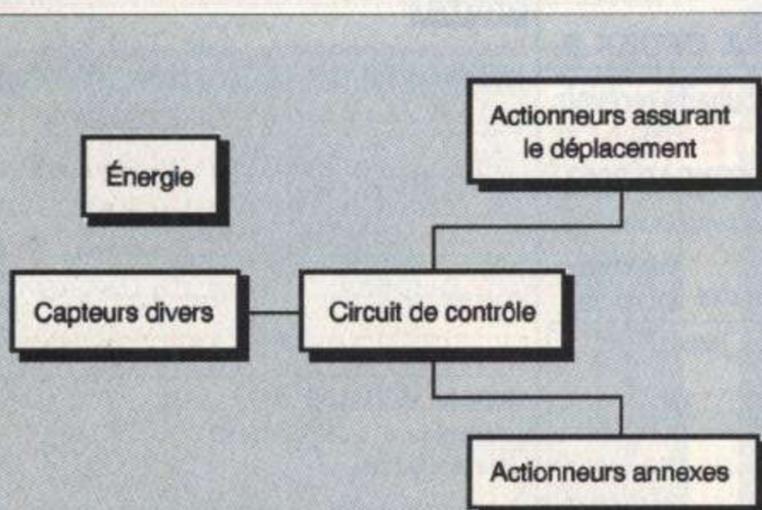
ATTENTION, toutefois, car s'il y a glissement du moteur pas à pas, l'information devient erronée. Le calcul de la puissance moteur nécessaire est primordial. Si vous ne connaissez pas les caractéristiques de votre moteur, faites un essai préalable.



## SCHÉMA (FIGURE 3)

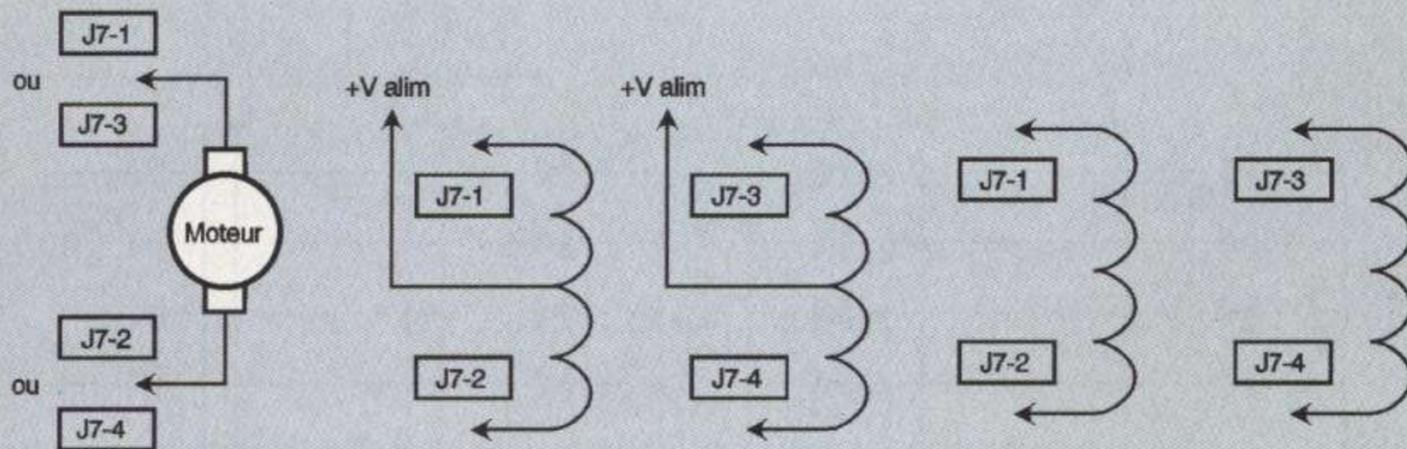
L'ensemble de la carte s'articule autour d'un microcontrôleur bien connu, le 16F84. Le petit circuit de reset associé est directement extrait des notes d'application MICROCHIP.

L'interface moteur est réalisée à l'aide de deux L298N : circuits qui intègrent deux amplificateurs en pont de puissance capables de délivrer environ 2A en continu par pont. Il sera donc possible de piloter 4 moteurs à courant continu ou 2 moteurs pas à pas dit 2 phases (4 fils) ou 2 moteurs pas à pas dit 4 phases (6 fils).



► **FIGURE 1**

*Synoptique  
de fonctionnement  
d'un robot mobile*



**Moteur à courant continu**

**Moteur pas à pas à 6 fils**

**Moteur pas à pas à 4 fils**

**FIGURE 2**  
**Câblage des moteurs**

L'alimentation de la partie commande est réalisée à l'aide d'un simple régulateur linéaire de type 7805. La diode D<sub>17</sub> protège l'ensemble du circuit contre l'inversion de polarité, ce qui détruirait irrémédiablement les circuits intégrés présents sur la carte. On pourra s'aider des schémas de connexions de la **figure 4** : suivant le type de moteur, les cavaliers J<sub>10</sub> à J<sub>13</sub> seront positionnés différemment.

Pour les moteurs à courant continu, si l'on veut pouvoir ajuster la vitesse de ces moteurs, il sera nécessaire de raccorder les commandes «enable» des circuits L298 aux broches du microcontrôleur afin de pouvoir générer un signal PWM. Dans le cas des moteurs pas à pas, les commandes «enable» pourront être toujours valides, dans ces conditions les moteurs seront en permanence alimentés.

Attention toutefois aux courants circulant dans les moteurs car deux enroulements seront toujours alimentés simultanément.

Les entrées/sorties du Port A (A0 - A4) du microcontrôleur sont renvoyées sur des connecteurs au pas de 2,54, compatibles avec les connecteurs de servos : suivant la configuration souhaitée, il sera possible de raccorder sur E/S soit des capteurs, soit des servos, soit toutes interfaces d'entrée ou de sortie compatible 0/5V (attention au courant de sortie maximum du 16F84 qui est, pour le port A par exemple de 25mA par broche et de 50mA pour la globalité du port A : consultez les DataSheet du constructeur qui sont disponible sur son site [www.microchip.com](http://www.microchip.com).)

Les broches du port B (B0- B3) peuvent servir comme signal «enable» pour les L298 ou être utilisées comme entrées/sorties. Ces broches sont donc raccordées sur des connecteurs à cavalier qui permettent cette sélection (J<sub>10</sub>-J<sub>13</sub>) :

- si les cavaliers sont côté 16F84, alors les commandes «enable» sont polarisées au +5V et les broches du port B sont disponibles sur la série de

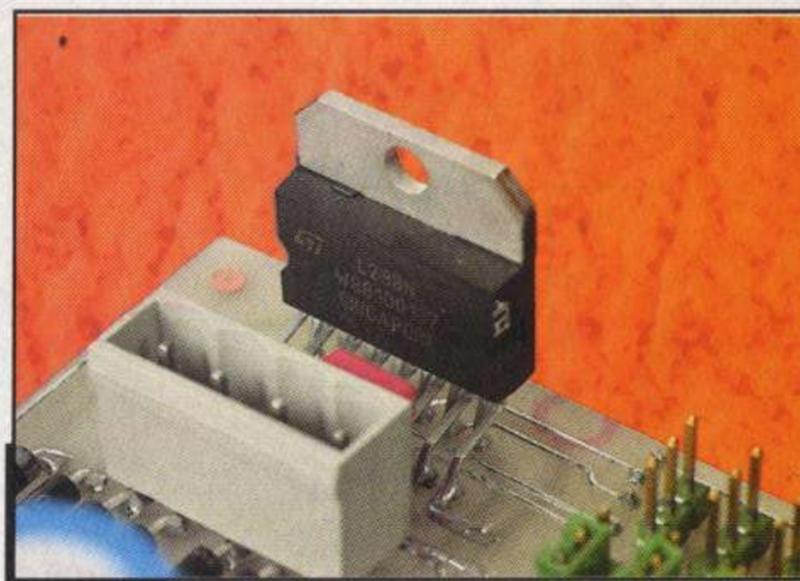
connecteurs d'interfaces (J<sub>14</sub> à J<sub>17</sub>)

- si les cavaliers sont positionnés côté opposé au 16F84, les commandes «enable» sont alors connectées au microcontrôleur et il devient alors possible de moduler la puissance moyenne délivrée par chaque L298 aux enroulements des moteurs.

L'interfaçage avec les L298 a volontairement été réduite car cette carte est initialement prévue pour piloter le robot du concours EPRAT et nous avons besoin d'entrées/sorties pour piloter le reste des fonctions du robot. Les circuits L298 sont protégés des surtensions générées par la commutation des

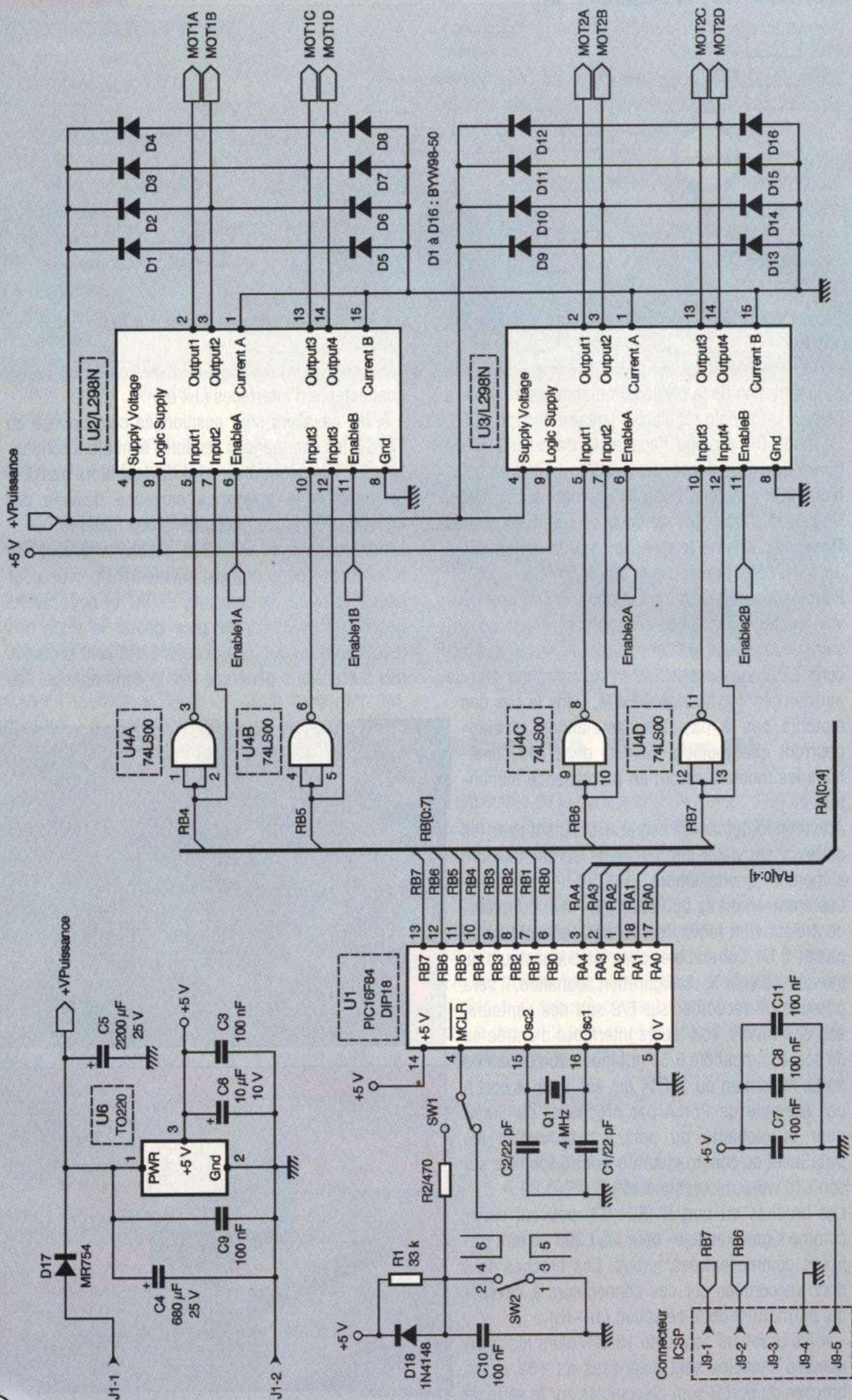


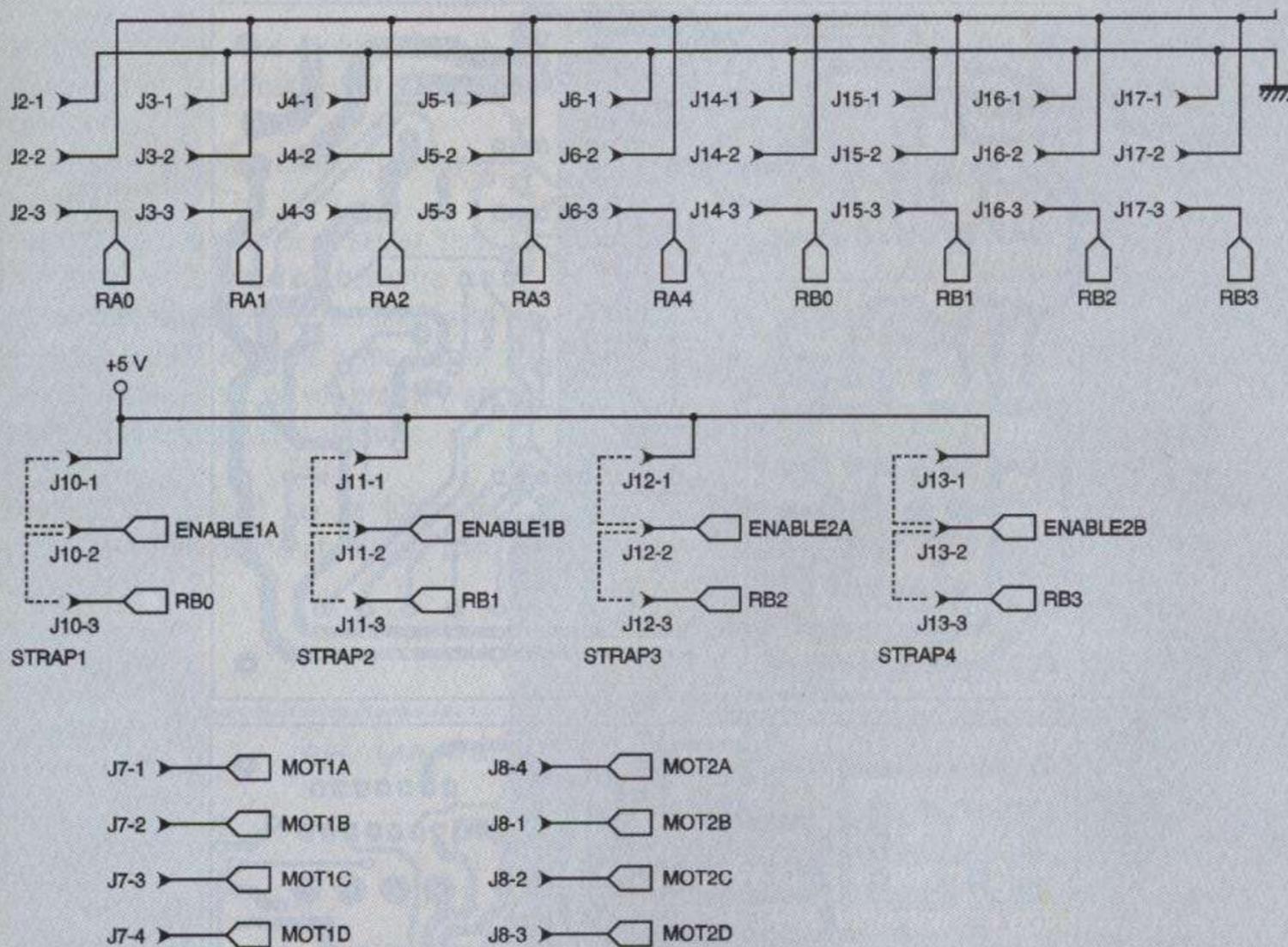
**Le microcontrôleur 16F84, un véritable régale pour ce type d'application**



**Le circuit de commande moteur du type L298N**

**FIGURE 3**  
Schéma de principe





**FIGURE 4**  
Connexion suivant le type de moteur

alimentations sur les bobines des moteurs par une série de 16 diodes qu'il sera judicieux de choisir à commutation rapide.

La carte possède aussi une série de connecteurs (J2 à J6), ce qui permettra de raccorder soit des servomoteurs soit des capteurs au microcontrôleur.

La carte est équipée aussi du connecteur d'interface ICSP qui permet la programmation in situ du 16F84 sans avoir à le débriquer (se reporter au n°1 de MICROS & ROBOTS pour la description du câble et de la procédure de programmation décrite dans l'article sur la carte commande SERVO SERIE).

### RÉALISATION

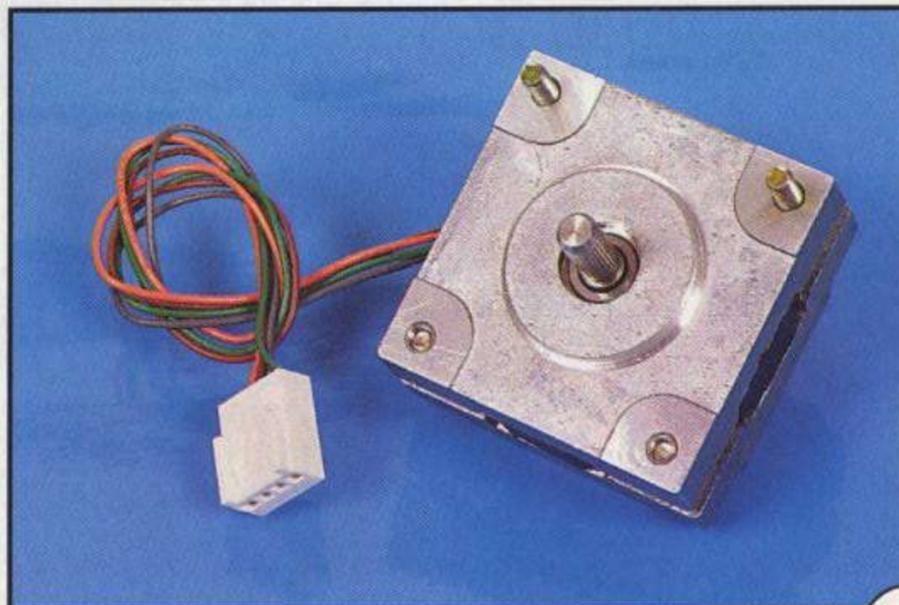
Le montage fait appel à un circuit double face dont certaines pistes sont interconnectées par les pattes des composants. Il faudra prendre soin de bien effectuer les soudures recto et verso. Il faudra commencer l'assemblage par les straps recto/verso puis, dans l'ordre : support de U<sub>1</sub>, support de U<sub>4</sub>, diodes D<sub>1</sub> à D<sub>16</sub>, circuits U<sub>2</sub> et U<sub>3</sub>, puis tous les autres composants. ATTENTION : straps sous U<sub>1</sub>, U<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, J<sub>7</sub> et J<sub>8</sub> et entre J<sub>10</sub>, J<sub>11</sub>, J<sub>12</sub>, J<sub>13</sub> (bien vérifier les continuités avant de poursuivre car il sera un peu plus

difficile pour intervenir ensuite).

Avant d'enficher les circuits U<sub>1</sub> et U<sub>4</sub>, vérifier la présence de 5V sur les broches 14 de U<sub>4</sub> et U<sub>1</sub>. Si tout paraît correct, alors vous pouvez commencer à transférer vos programmes de pilotage de votre robot. Il est aussi souhaitable de réaliser un étamage des pistes de puissance moteur car le courant maximum qu'un circuit L298 peut encaisser est de 4A soit 2A/pont de transistor.

Divers exemples de pilotage de moteur sont disponibles sur le CD-ROM : ces exemples pourront être adaptés à chaque application.

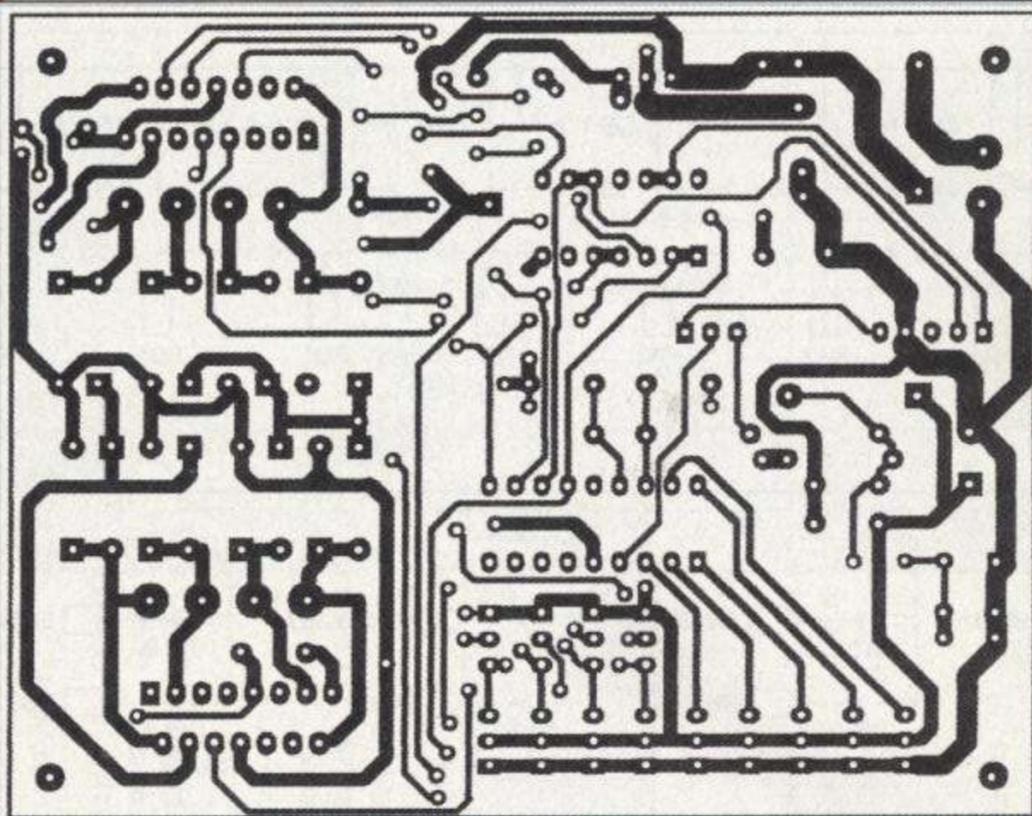
Si toutefois vous rencontrer des problèmes, il vous



Un type de moteur pas à pas

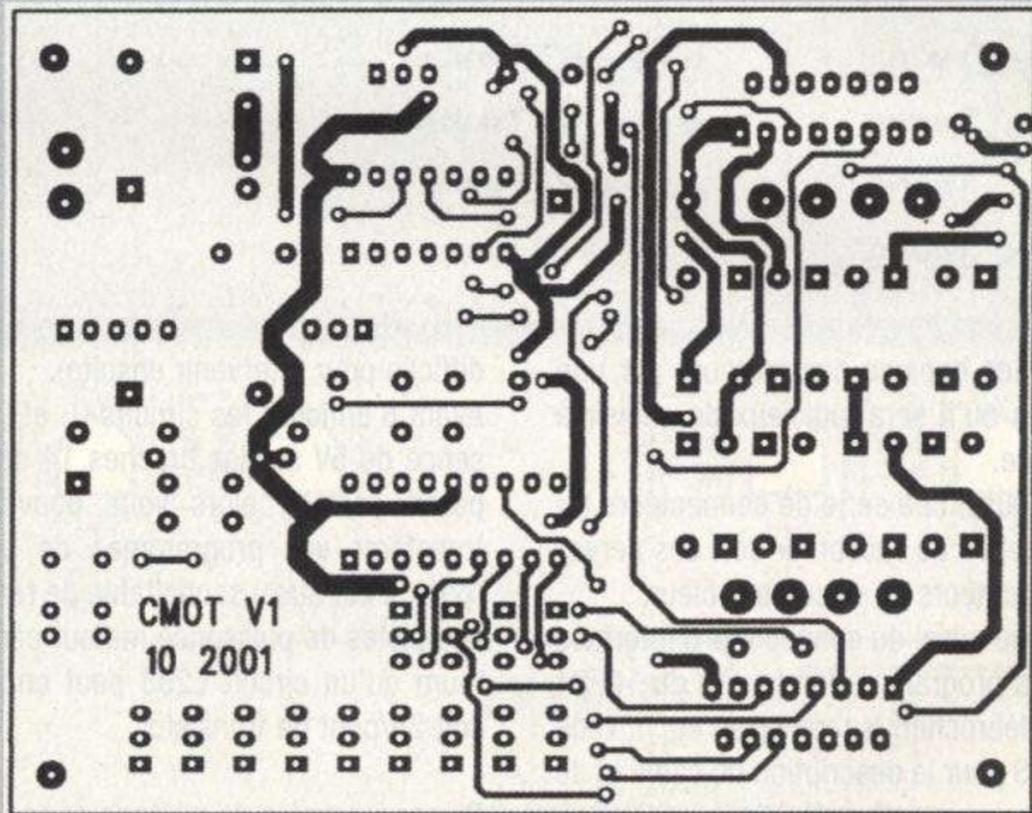
**FIGURE 5** ◀

Tracé des pistes  
côté cuivre



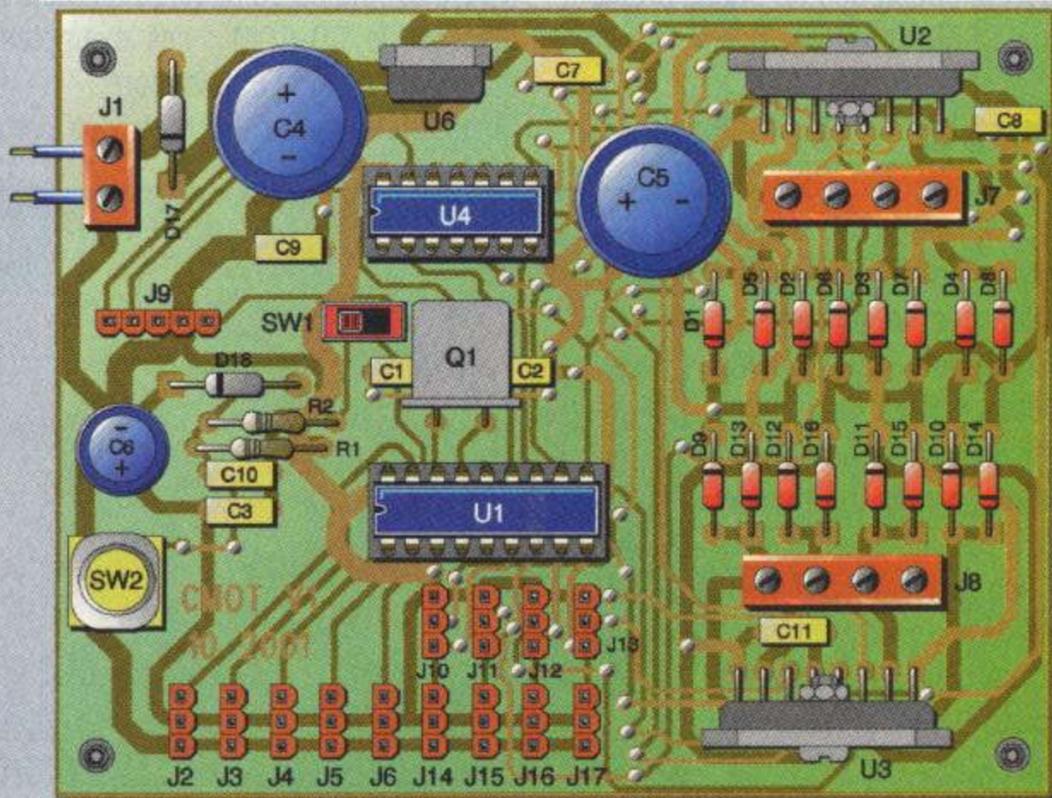
**FIGURE 6** ◀

Tracé des pistes  
côté composants



**FIGURE 7** ◀

Implantation  
des éléments



sera possible de vous inscrire dans la nouvelle liste de diffusion dont voici les coordonnées :

[http://smartgroups.wanadoofr/groups/bug\\_pic](http://smartgroups.wanadoofr/groups/bug_pic).

Inscrivez-vous si vous vous sentez seul, car avec les possibilités qu'offre ce moyen d'échange sont extraordinaires et je pense que les solutions à vos problèmes et l'avancement de vos projets n'en seront que plus rapides et efficaces.

Donc à très bientôt sur la piste de Versailles et, en attendant, affûtez bien vos stratégies.

PH. MARIE

## NOMENCLATURE

U<sub>1</sub> : PIC16F84  
 U<sub>2</sub>, U<sub>3</sub> : L298N  
 U<sub>4</sub> : 74LS00  
 U<sub>6</sub> : +5V T0220  
 C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> : 22 pF  
 C<sub>3</sub>, C<sub>7</sub> à C<sub>11</sub> : 100 nF  
 C<sub>4</sub> : 680 µF/25V  
 C<sub>5</sub> : 2200 µF/25V  
 C<sub>6</sub> : 10 µF/25V  
 R<sub>1</sub> : 33 kΩ 1/4W  
 R<sub>2</sub> : 470 Ω 1/4W  
 D<sub>1</sub> à D<sub>16</sub> : BYW98-50  
 D<sub>17</sub> : MR754  
 D<sub>18</sub> : 1N4148  
 Q<sub>1</sub> : quartz 4 MHz  
 SW<sub>1</sub> : SWITCH-INV-DIL  
 SW<sub>2</sub> : SWITCH poussoir SECME  
 J<sub>1</sub> : connecteur 2 pôles  
 J<sub>2</sub> à J<sub>6</sub> et J<sub>10</sub> à J<sub>17</sub> :  
 barrettes à souder mâle au pas de 2,54 mm (voir photos)  
 J<sub>7</sub>, J<sub>8</sub> : connecteurs 4 pôles  
 J<sub>9</sub> : barrette à souder mâle au pas de 2,5 mm

## JLS Informatique



Engineering  
Etudes et développements  
Applications industrielles  
Conception électronique - Robotique



|   |       |
|---|-------|
| <b>IPR1200</b><br>Publiée dans Electronique Pratique n°252<br>Interface pour robot complète à AT90S1200 | 76 €  |
| <b>MCU31</b><br>Carte universelle à 80C31 + EPROM   | 60 €  |
| <b>MCU877</b><br>Carte universelle à PIC16F877<br>CAN 12 bits 4 entrées<br>Moniteur embarqué            | 122 € |
| <b>MCU8515</b><br>Carte universelle à AT90S8515<br>Liaison de programmation ISP                         | 114 € |
| <b>CPU537</b><br>Carte universelle à SAB80C537<br>EPROM 32Ko<br>RAM 32Ko<br>CAN 12 bits 16 entrées      | 335 € |

Conception spécifique : nous consulter

[www.jls-info.com](http://www.jls-info.com)

Tél. : 03 82 86 00 16 - Fax : 03 82 86 00 12



### MOTOR MODEL, LE SPÉCIALISTE EN PIÈCES MÉCANIQUES ET MOTEURS POUR LE MODÉLISME ET LA ROBOTIQUE

Etabli depuis 1977, nous vous proposons un vaste choix en matière de : moteurs, roulements, pignons, bagues (plastique ou métal).

Distributeur de pièces détachées mécano et compatibles, mek-struct, Eitech, Philips...

Plus de 2500 références en pièces détachées...



**CATALOGUE GÉNÉRAL 2001 (édition de juillet)**  
contre 40 F par correspondance ou sur internet :  
[www.motor-model.com](http://www.motor-model.com)

Motor Model 95, rue Robespierre 93100 Montreuil  
Tél. : 01 48 51 10 00 - Fax : 01 48 51 51 15  
email : [contact@motor-model.com](mailto:contact@motor-model.com)

# BALISE INFRAROUGE

## RÉALISATIONS

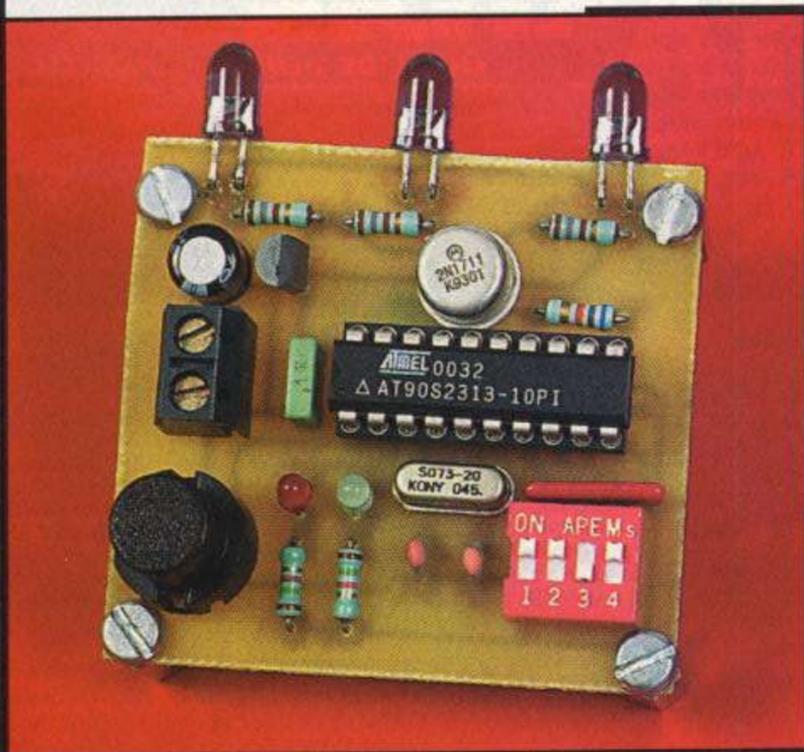
*En robotique, une balise peut être utilisée embarquée ou au sol. Dans le premier cas, cela permet à chaque robot de disposer d'une identité unique au sein d'un groupe. Dans le second cas, on l'utilisera pour "marquer" un obstacle ou un passage. Il convient donc de coder l'identité du robot ou de l'obstacle, ici, on aura seize codes d'identification possibles.*

La porteuse du signal infrarouge est de 38 kHz, valeur courante pour les récepteurs infrarouges disposant d'un démodulateur intégré.

### LE SCHÉMA DE PRINCIPE (FIGURE 2)

La balise est architecturée autour d'un microcontrôleur AVR AT90S2313. On retrouve associé à celui-ci un DS04 (identification), trois LED infrarouges (transmission de code), deux LED, rouge et verte, (test d'identité et test de transmission).

U<sub>2</sub> est cadencé par le quartz Q<sub>1</sub> (7,3728 MHz). C<sub>3</sub> et C<sub>4</sub> assurent un démarrage correct du circuit d'horloge.



La remise à zéro du microcontrôleur se fait automatiquement à la mise sous tension. De plus, grâce à la touche D6, BP<sub>1</sub>, la RAZ peut se faire manuellement (modification d'identité, test, ...).

L'état de repos de la broche /RESET est un niveau haut, obtenu grâce à une résistance de tirage interne, tandis que le signal actif de RAZ est un niveau bas (durée minimum de 50 ns) obtenu à la fermeture de BP<sub>1</sub>.

Les interrupteurs de configuration d'identité, un DS04, permettent de choisir un code parmi seize.

#### TABLEAU DE CORRESPONDANCE DS04 / ID

| I1  | I2  | I3  | I4  | PD2 | PD3 | PD4 | PD5 | ID  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ON  | ON  | ON  | ON  | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| OFF | ON  | ON  | ON  | 1   | 0   | 0   | 0   | 2   |
| OFF | OFF | ON  | ON  | 1   | 1   | 0   | 0   | 4   |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| OFF | OFF | OFF | OFF | 1   | 1   | 1   | 1   | 16  |

Les résistances de tirage RS<sub>1</sub> forcent les entrées PD2 à PD5 au niveau haut, les interrupteurs fermés les amènent au niveau bas.

Une des routines d'initialisation du microcontrôleur va lire ces états logiques et déterminer le code d'identité correspondant.

L'identité, représentée par un nombre compris entre 1 et 16, va être codée par une boucle logicielle, exécutée n fois (n équivaut au nombre correspondant à l'identité).

Dans cette boucle, n est associé à cent impulsions infrarouges modulées à 38 kHz.

- Si ID = 1, n = 1, n\_pulses = 100, t<sub>n</sub> = 2,63 ms

- Si ID = 16, n = 16, n\_pulses = 100, t<sub>n</sub> = 42,1 ms

Ainsi, le code infrarouge émis est la durée de la porteuse 38 kHz, comprise entre 2,63 ms et 42,1 ms.

Pour le système de réception, il faudra mesurer la durée d'activation de la sortie du capteur infrarouge à démodulateur intégré. Le code d'identification découlera d'un multiple de 2,63 ms.

La commande d'émission des LED infrarouges se fait par le transistor T<sub>1</sub>, 2N1711, polarisé par R<sub>3</sub>. Trois LED infrarouges et leurs résistances de polarisation sont disposées en parallèle dans le circuit du collecteur de T<sub>1</sub>.

Leur source d'alimentation est prise avant le régulateur, ce qui permet de disposer d'une énergie plus grande et de ne pas créer des pics de tension sur la ligne VCC (dus aux pics de courant dans le couple LED IR + transistor). Elles sont disposées du côté "supérieur" de la carte et autorisent la modification de la directivité du signal lumineux (émission ponctuelle ou diffuse).

Le courant traversant chaque LED infrarouge est de 18mA. En jouant sur la valeur de chaque résistance (de façon identique), on modifiera la portée du signal.

Les LED LD<sub>1</sub> et LD<sub>2</sub>, respectivement verte et rouge, sont pilotées par PD1 et PD0. A l'initialisation, et après détermination du code ID, la LED verte clignote n fois pour une vérification visuelle de l'identité.

Dans le programme principal, le code ID est trans-

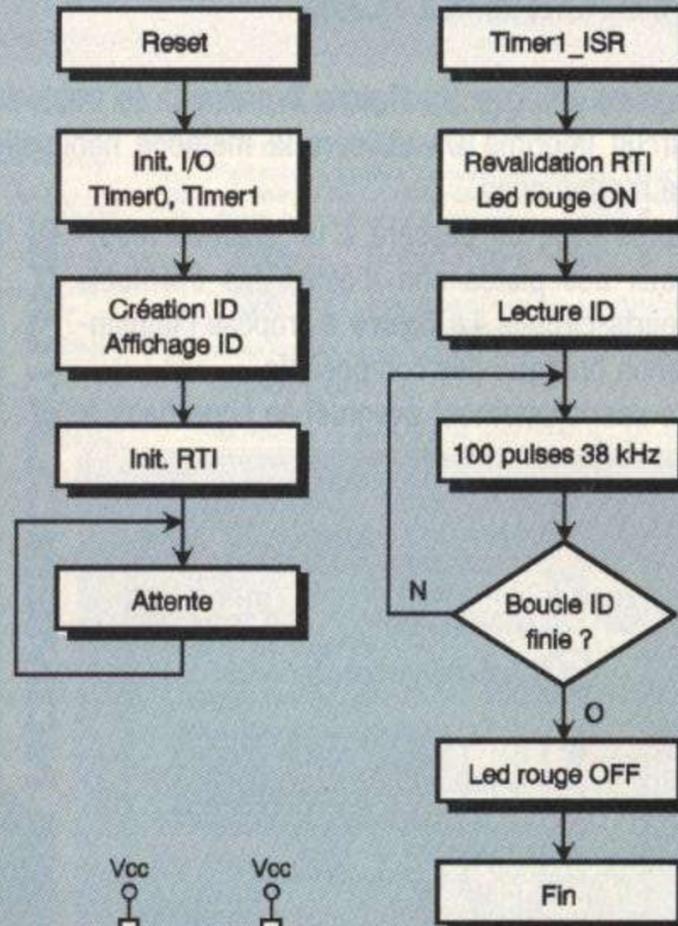


mis chaque seconde (basé sur une interruption temps réel).

A chaque entrée dans cette interruption, la LED rouge s'allume pendant la durée de transmission de la porteuse 38 kHz. On la voit donc s'illuminer rapidement toutes les secondes de 2,63 ms à 42,1 ms au maximum.

L'alimentation provient d'une source continue comprise entre 6,5V et 12V.

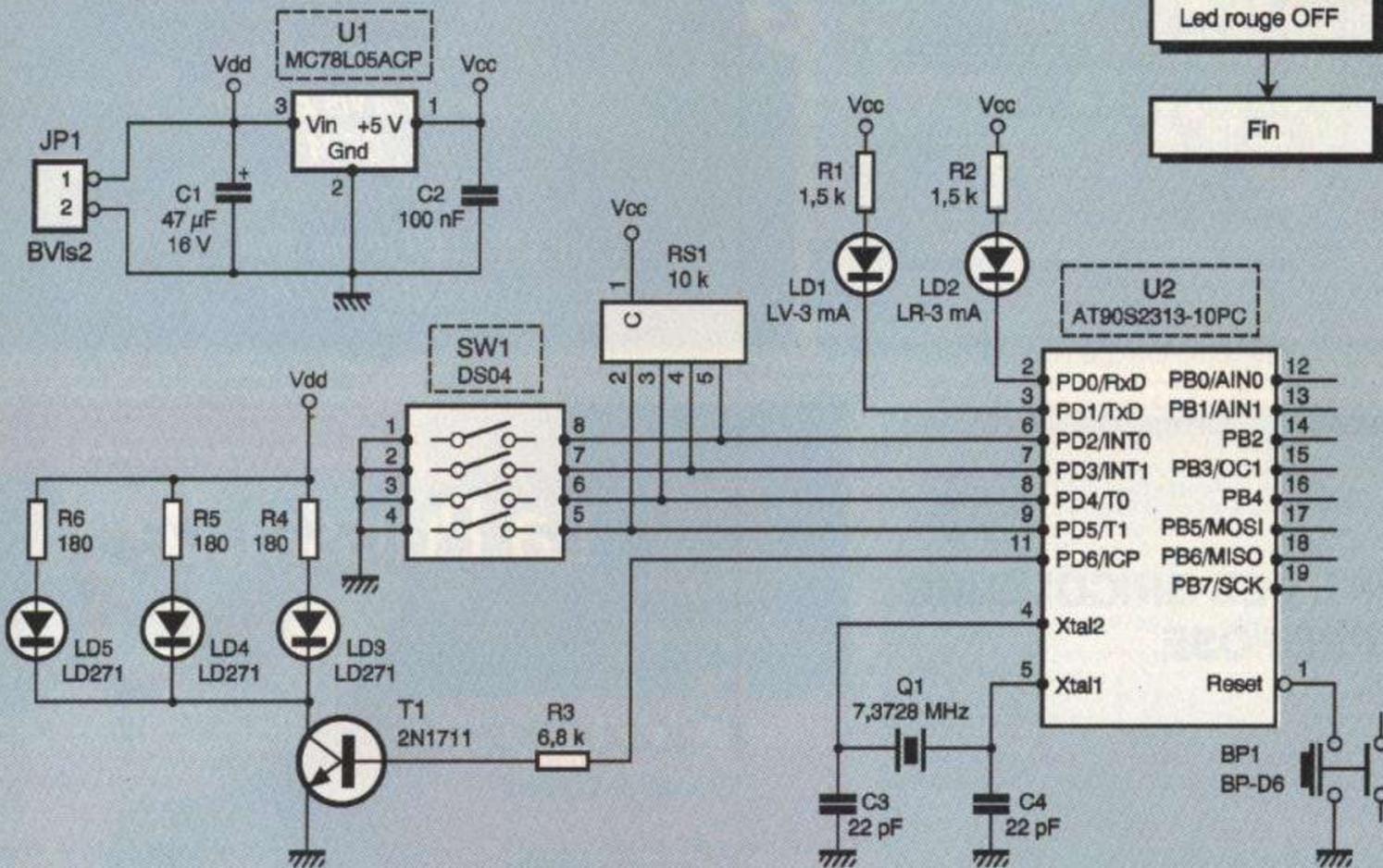
Le régulateur U<sub>1</sub>, 78L05ACP, et les condensateurs de découplage associés fournissent à la carte une tension de +5V.



**BALISE**

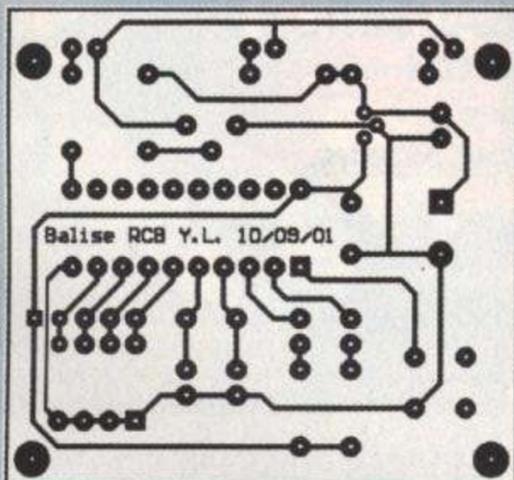
**FIGURE 1**

*Synoptique*



**FIGURE 2**

*Schéma électrique*



**FIGURE 3**

*Tracé du circuit imprimé*

*Vue des interrupteurs de configuration d'identité*



## RÉALISATIONS

BALISE

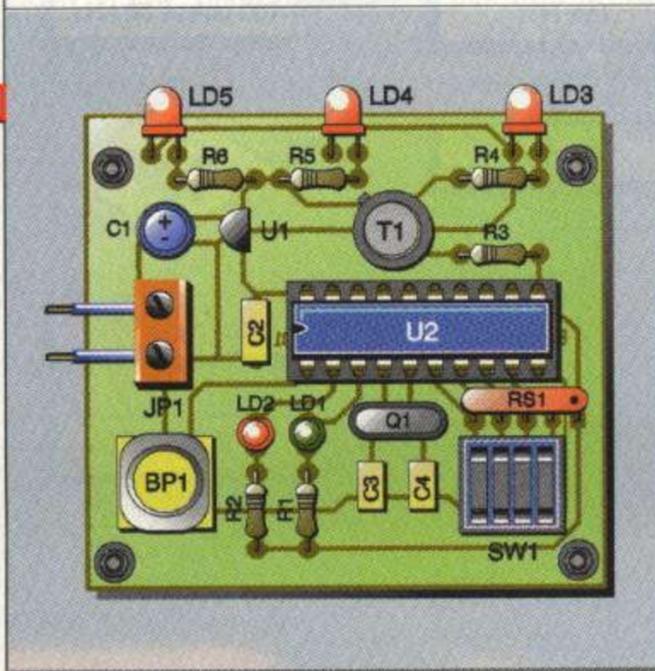
### RÉALISATION

Comme d'usage, la **figure 3** présente le tracé du circuit imprimé. On utilisera la méthode habituelle de reproduction.

Après cela, on passera à un examen minutieux des pistes afin d'éviter les éventuels courts-circuits. La **figure 4** propose l'implantation pratique des composants.

Le seul ajustement éventuel se situe dans la

**FIGURE 4**  Implantation des éléments



directivité à donner aux trois LED infrarouges en fonction de l'application envisagée.

Y. LEIDWANGER

NOMENCLATURE

$R_1, R_2$  : 1,5 k $\Omega$  1/4W 5%

$R_3$  : 6,8 k $\Omega$  1/4W 5%

$R_4$  à  $R_6$  : 180  $\Omega$  1/4W 5%

$RS_1$  : réseau SIL 4x10 k $\Omega$

$C_1$  : 47  $\mu$ F/16V

$C_2$  : 100 nF

$C_3, C_4$  : 22 pF

$U_1$  : MC78L05ACP

$U_2$  : AT90S2313-10PC + support DIL 20

$T_1$  : 2N1711

$Q_1$  : 7,3728 MHz

$BP_1$  : touche D6

$JP_1$  : bornier à Vis 2 points

$SW_1$  : DS04

$LD_1$  : LED verte 3mA

$LD_2$  : LED rouge 3mA

$LD_3$  à  $LD_5$  : LD271

LE BHV PARTENAIRE DES BRICOLEURS  
VOUS PROPOSE



Bricoleurs par passion ou par nécessité, CYBERBRICOLEUR vous permet de trouver les solutions à vos problèmes de bricolage, mais également d'échanger vos points de vue et expériences avec d'autres Cyberbricoleurs sur l'un des nombreux forums à thèmes qui vous sont proposés.

[www.cyberbricoleur.com](http://www.cyberbricoleur.com)

[www.puissance3.fr](http://www.puissance3.fr)



Puissance 3

La Puissance  
par 3

**P**RODUCTION

- Gravure de CD Rom

**P**RÉCISION

- Rapidité garantie
- Matériel de production certifié

**P**ERSONNALISATION

- Impression de vos CD-R
- Quadri, jet d'encre
- Fournitures boîtiers, pochettes...

**Siège social :**

15, avenue des Grenots - SUDESSOR  
91150 Etampes  
Tél. : 01 69 16 17 33  
Fax : 01 69 16 17 34  
e-mail : [commercial@puissance3.fr](mailto:commercial@puissance3.fr)

**Bureau Commercial :**

100, rue Emile COSSONNEAU  
93330 Neuilly sur Marne

#### LES SERVICES PUISSANCE 3

- Gravure de CD-R
- Pressage de CD Rom
- Duplication de disquettes
- Packaging
- Imprimerie
- Conditionnement
- Stockage
- Routage