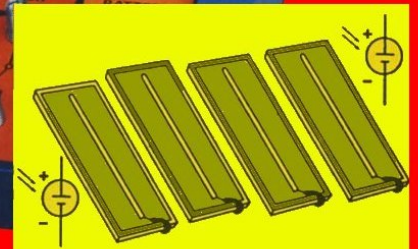


# Kit d'apprentissage TANDY

Science Fair

Cat. No.  
28-255

Avec 25 projets  
passionnants et éducatifs  
Met 25 opwindende en  
leerrijke projecten  
Mit 25 packende und  
lehrreiche Projekte



Les cellules solaires alimentent la plupart des projets. Tout ce dont vous avez besoin c'est d'une lampe brillante ! Certains projets nécessitent une pile de 9 V.

De zonnecellen voeden de meeste projecten - alleen zonlicht of een heldere lamp is nodig ! Voor een paar projecten is een 9 V batterij vereist.

Solarzellen versorgen die meisten Projekte - Sie benötigen nur Sonnenlicht oder eine helle Lampe ! Einige Projekte erfordern eine 9V-Batterie.

**Kit sur l'énergie solaire**

Permettez-nous d'abord de vous féliciter pour avoir choisi ce Kit à l'énergie solaire qui représente peut-être votre premier contact avec deux domaines de la science particulièrement exaltants : l'électronique et l'énergie solaire. Nous espérons qu'en lisant ce manuel et en réalisant les montages de ce kit, vous parviendrez à mieux comprendre ces passionnants domaines d'expérimentation.

L'électronique et l'énergie solaire ont acquis une place de choix dans notre société. Elles permettent à certains de s'amuser, de réaliser des expériences et à d'autres d'avoir un emploi et de se lancer dans une carrière pleine d'avenir. Nous espérons que ce Laboratoire en kit suscitera en vous un intérêt durable pour l'énergie solaire.

## L'ÉNERGIE

Nous vivons actuellement une crise de l'énergie. Vous en avez probablement entendu parler dans la presse, à la radio, à la télévision ou par vos parents. En réalité, nous avons cependant de grandes quantités d'énergie à notre disposition, mais nous n'avons pas encore appris à la transformer en une énergie utilisable dans notre vie de tous les jours.

L'énergie peut revêtir de nombreuses formes : le vent, le charbon, l'essence, l'électricité... En voyez-vous d'autres ?

Et savez-vous que toutes ces formes d'énergie ont une origine commune : le soleil ?

Le vent, par exemple, est une masse d'air dont le déplacement, d'un endroit à un autre, est provoqué par des variations de températures engendrées par le soleil.

Le soleil est aussi à l'origine de l'évaporation de l'eau, de la formation des nuages et des pluies qui constituent nos réserves d'eau. Une partie de ces eaux fait tourner d'énormes turbines qui fabriquent une sorte d'électricité : l'hydro-électricité.

L'essence qui alimente nos voitures provient du raffinage du pétrole que nous extrayons du sol. Ce pétrole est le fruit de la décomposition de plantes durant des millions d'années. Comme vous le savez,

les plantes ont besoin du soleil pour se développer. Le charbon et le gaz proviennent eux aussi de la décomposition de plantes. On appelle parfois ces formes d'énergie « énergie solaire accumulée ».

Au fur et à mesure que nous puissions dans nos réserves d'« énergie solaire accumulée », nous devons trouver le moyen d'utiliser d'autres formes d'énergie. La plus abondante d'entre elles est l'énergie solaire. Les scientifiques ont calculé la quantité d'énergie que la terre reçoit chaque année du soleil. Elle s'élève à 1,1 milliard de milliards de kilowatts-heures.

Cela représente 1.100.000.000.000.000 kilowatts-heures d'énergie et correspond à environ 16.000 fois la consommation annuelle de tous les habitants de notre planète.

Pour mieux comprendre encore l'importance de cette quantité d'énergie que nous recevons du soleil, prenez une carte d'Europe et essayez de localiser la Sardaigne. Par une belle journée d'été, cette île reçoit du soleil une quantité d'énergie correspondant à la consommation totale en combustible depuis que l'homme existe.

Envisageons à présent la quantité d'énergie solaire atteignant le toit d'une maison.

Supposons que cette maison ait 10 mètres de long sur 10 mètres de large. Si le soleil brille sur le toit pendant huit heures, la maison reçoit une quantité d'énergie équivalente à celle produite par 68 kilos de charbons ou 56 litres d'essence.

Comme vous pouvez le voir, nous ne risquons pas de tomber à court d'énergie, il nous faut seulement apprendre à transformer l'énergie solaire en une énergie que nous puissions utiliser couramment.

C'est d'ailleurs le but que poursuivent de nombreux scientifiques, ingénieurs et inventeurs. Leurs recherches progressent, mais ils n'ont pas encore découvert le meilleur moyen de domestiquer cette forme d'énergie. Qui sait, peut-être serez-vous celui qui trouvera la solution à notre crise de l'énergie ? Ce kit marquera peut-être pour vous le début d'une brillante carrière scientifique. Du moins, nous l'espérons.

## L'ÉNERGIE SOLAIRE Son utilisation à travers l'Histoire

En 212 av. J.-C., la guerre faisait rage dans la cité grecque de Syracuse. Une des batailles qui s'y déroulèrent nous est rapportée par un historien grec de l'époque. Il relate qu'Archimède, le célèbre savant grec, avait disposé d'immenses miroirs réfléchissants en haut de la baie bordant la cité. Lorsque les Romains tentèrent une attaque, Archimède utilisa ses miroirs pour détourner les rayons du soleil et les diriger vers la flotte romaine. La chaleur ainsi concentrée mit le feu aux navires romains. Nous ne savons pas si cette histoire est vraie. Par contre, nous savons que les miroirs réfléchissants peuvent provoquer des incendies.

Près de 2.000 ans après la bataille de Syracuse — en 1747 — un savant français, Georges Buffon, tenta d'intéressantes expériences avec des miroirs réfléchissants. Il parvint ainsi à mettre le feu à un tas de bois distant d'une soixantaine de mètres. Les travaux de ce savant suscitérent un vif intérêt et de très nombreux autres scientifiques se mirent à étudier les miroirs réfléchissant l'énergie solaire (ou foyers solaires, comme on les appelait à l'époque) pendant les 100 ans qui suivirent. Ces hommes parvinrent à mettre au point des miroirs beaucoup plus élaborés et à obtenir ainsi des températures extrêmement élevées.

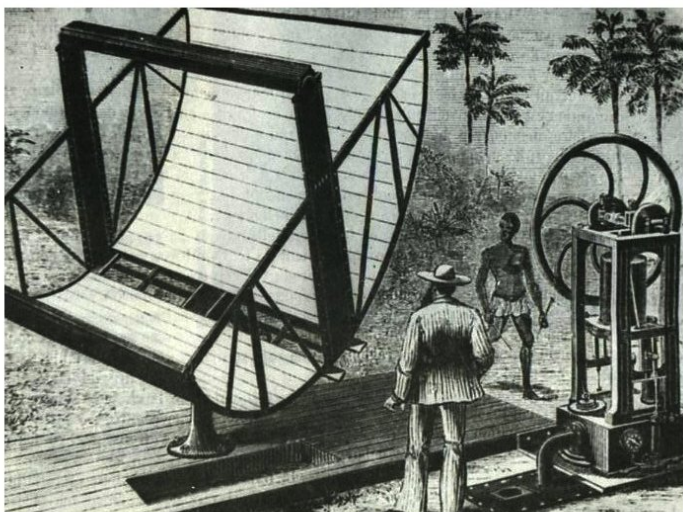
A la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les savants étaient parvenus à mettre au point des foyers solaires où étaient atteintes des températures de l'ordre de 1.000 à 1.650°C, nettement suffisantes pour transformer la plupart des métaux en liquide.

Tous les savants n'étaient pas seulement intéressés par les températures élevées. Certains utilisaient leurs réflecteurs solaires pour concentrer la chaleur et chauffer ainsi des chaudières. Celles-ci fournissaient de la vapeur utilisée pour faire tourner d'autres machines.

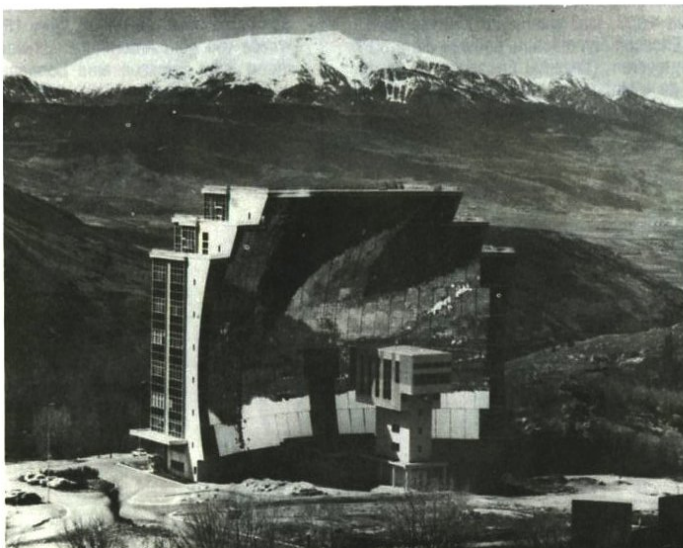
Le foyer de la centrale solaire française consiste en un immense réflecteur parabolique de plus de 39 mètres de haut — ce qui équivaut à un immeuble de 13 à 15 étages. Sur le flanc de la montagne faisant face au foyer, une série de miroirs suivent automatiquement la position du soleil. Ils sont tous réglés de manière à renvoyer directement au miroir parabolique les rayons solaires qu'ils captent. Ce miroir concentre toute cette énergie solaire en son centre, sur une surface réduite du bâtiment. C'est là que sont menées toutes les expériences.

Aux Etats-Unis, les machines fonctionnant à l'énergie solaire remontent à 1833. A cette époque, un Américain d'origine suédoise, John Ericsson, construisit et fit fonctionner une machine solaire produisant une énergie équivalente à 2,5 chevaux vapeur. (Ce M. Ericsson a aussi été l'inventeur du « Monitor », le cuirassé que la marine des Etats-Unis a utilisé durant la guerre de Sécession.)

Aux Etats-Unis, les machines fonctionnant à l'énergie solaire remontent à celle construite par John Ericsson en 1833.

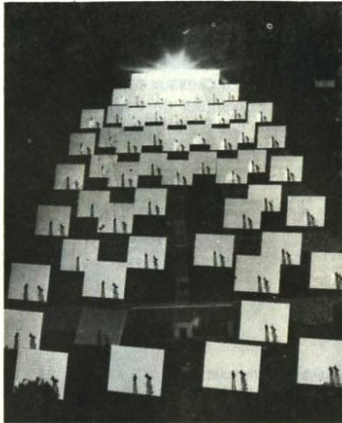


Durant les années 1940-1950, le Dr Felix Trombe a mis au point un foyer fournissant une énergie de 70.000 watts et produisant des températures dépassant 2.760°C. C'est d'ailleurs sous sa direction que, durant les années 60, le gouvernement français a fait construire un foyer encore plus grand. Celui-ci peut en effet fournir une puissance de 1.000.000 watts.



Le miroir parabolique principal de la Centrale Solaire de Via-Odeillo concentre l'énergie solaire sur une surface réduite afin de procéder à des expériences.

Des ingénieurs installent un concentrateur à l'usine Goodyear Aircraft Corporation de Lichtfield dans l'Arizona, aux Etats-Unis. Ce concentrateur fait partie d'un foyer solaire utilisé pour la recherche et la mise au point de nouveaux produits.



Les miroirs sont automatiquement réglés pour suivre la course du soleil et concentrer ses rayons dans un miroir parabolique géant situé à Via-Odeillo, dans les Pyrénées françaises.



Durant de très nombreuses années, un nombre important d'expériences ont été tentées avec l'énergie solaire. Malheureusement, la plupart d'entre elles ont été ignorées et seules, quelques personnes des milieux scientifique et universitaire s'y sont intéressées. Pendant plus de 50 ans, nous avons continué sur notre lancée, brûlant en ces quelques dizaines d'années plus d'énergie que la terre ne peut en produire de façon naturelle en plusieurs milliers d'années.

Il est donc temps que nous apprenions à domestiquer l'énergie solaire dont les réserves sont pratiquement illimitées. De plus, elle est gratuite et peut résoudre tous nos problèmes énergétiques.

### La production de chaleur à partir de l'énergie solaire

#### La Cuisine solaire

Dans certaines parties du monde, des gens utilisent quotidiennement l'énergie solaire. En Inde, au Moyen Orient et dans certaines régions d'Afrique, le soleil brille presque tout le temps. Il y a bien longtemps que les habitants de ces contrées ont appris comment cuisiner à l'énergie solaire.

Leurs fours solaires peuvent atteindre des températures supérieures à 204°C, ce qui leur permet d'y faire cuire leur pain. Pour obtenir de telles températures, ces gens ont recours à un miroir. Ces miroirs captent les rayons du soleil (et donc leur chaleur), et les reprojettent vers le four solaire en les concentrant. C'est d'ailleurs suivant le même principe que sont obtenues les hautes températures de l'immense réflecteur parabolique construit par le gouvernement français.

Aux Etats-Unis et au Canada, un certain nombre de sociétés proposent des rôtissoires solaires à leurs clients.

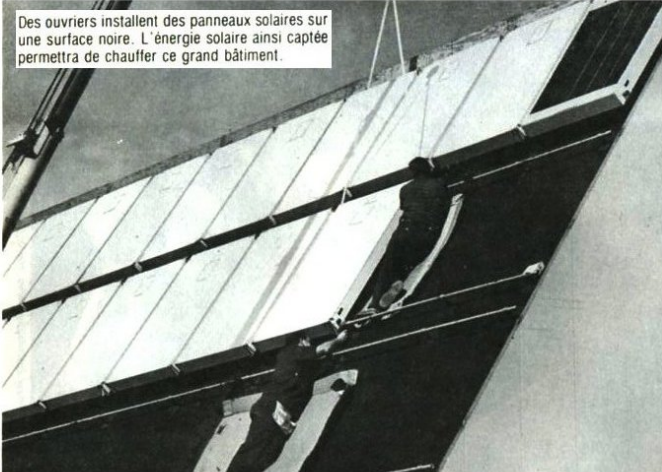


#### Le chauffage solaire

Vous avez certainement déjà entendu parler de chauffage solaire ou lu des articles à ce sujet. Déjà dans les années 1930, de nombreuses maisons étaient construites avec un système de chauffage de l'eau par énergie solaire. Tout un réseau de tuyaux était incorporé au toit de la maison. Les tuyaux peints en noir étaient fixés sur une surface de même couleur — ils pouvaient ainsi absorber un maximum de chaleur. Les rayons du soleil chauffaient l'eau circulant dans les tuyaux et l'habitation était ainsi alimentée en eau chaude.

Durant les années 1950 et 1960, un certain nombre d'architectes ont dessiné et construit des maisons chauffées à l'énergie solaire, que l'on peut même rencontrer dans des régions aux nombreux jours froids et nuageux. Certaines de ces habitations sont situées au Japon, au Moyen Orient, dans l'Indiana, le Colorado et le Massachusetts.

L'Université de Dakar, en Afrique, mène de expériences avec des réchauds solaires.



Des ouvriers installent des panneaux solaires sur une surface noire. L'énergie solaire ainsi captée permettra de chauffer ce grand bâtiment.



Les capteurs solaires disposés sur le toit de cette maison emmagasinent la chaleur des rayons du soleil pour la restituer lorsqu'il s'agira de chauffer l'habitation.

La maison représentée page 11 illustre un exemple de chauffage solaire « actif ». Les capteurs solaires sont incorporés au toit orienté au sud, dont l'angle d'inclinaison, assez inhabituel, garantit une exposition maximum aux rayons du soleil, même durant les mois d'hiver. Les capteurs absorbent la chaleur émanant du soleil et l'emmagasinent pour la restituer le moment venu. Lorsque le besoin s'en fait sentir, une pompe souffle l'air chaud dans la maison.

Aucun capteur ni appareil particulier n'est nécessaire pour une maison à chauffage solaire « passif ». Une telle maison est conçue pour absorber au maximum les rayons du soleil qu'elle reçoit chaque jour. Habituellement, ce genre de bâtiment comporte de larges baies vitrées orientées au sud. Le soleil peut ainsi chauffer la maison tout au long de la journée.

Le soir venu, des tentures et des garnitures de protection thermique pour fenêtres empêchent la chaleur accumulée pendant la journée de s'échapper de la maison.

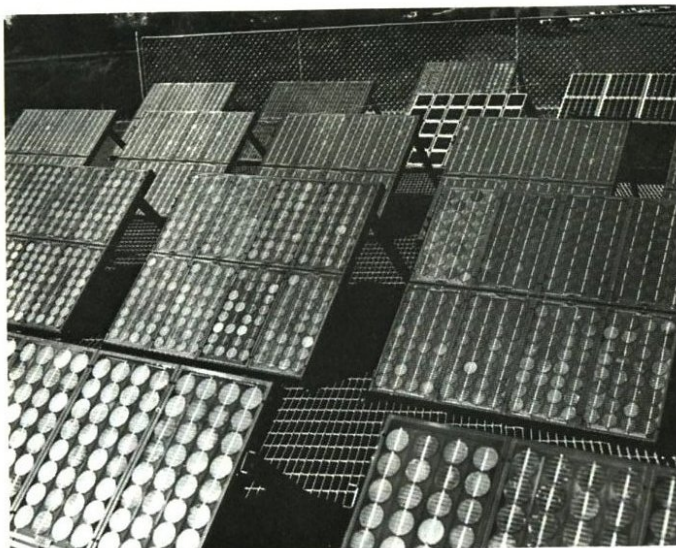
Paradoxalement, l'énergie solaire peut également servir à rafraîchir une maison. Mais de tels systèmes de conditionnement d'air alimentés par l'énergie solaire sont très coûteux. C'est pourquoi la plupart des chercheurs consacrent tout leur temps à essayer de découvrir des moyens plus efficaces pour l'utilisation de l'énergie solaire dans le chauffage.

## La production d'électricité à partir de l'énergie solaire

Les premiers travaux relatifs à la production ou au contrôle de l'électricité par la lumière remontent à 1873. Mais, jusqu'en 1954, il n'existait aucun moyen pratique et efficace de transformer directement l'énergie solaire en énergie électrique. Cette

année-là, les laboratoires de recherche de la société Bell Telephone ont annoncé la mise au point de la première cellule solaire au silicium. C'était la première cellule solaire réellement utilisable — la première à produire plus d'énergie.

C'est en raccordant entre elles de nombreuses cellules solaires au silicium qu'il est possible de produire une quantité plus grande d'énergie. Cette installation comporte 6.820 cellules différentes disposées sur 20 panneaux différents pouvant produire jusqu'à 1.000 watts d'électricité.



Les montages que vous allez réaliser avec votre laboratoire en kit n'exigeront que très peu d'énergie. C'est une des raisons pour lesquelles ses cellules solaires ne ressemblent pas exactement à celles des laboratoires Bell. Vos cellules sont au sélénium et celles de Bell au silicium. Ces dernières, bien que plus coûteuses, sont néanmoins plus efficaces car elles peuvent produire une quantité d'énergie plus importante.

Pour produire une quantité d'énergie encore plus

grande, nous pouvons raccorder entre elles plusieurs cellules solaires au silicium. La photo vous montre une installation ne comportant pas moins de 6.820 cellules solaires différentes disposées sur 20 panneaux différents. Lorsque l'ensoleillement est maximum, toutes ces cellules ainsi réunies peuvent produire environ 1.000 watts d'électricité.

Les cellules solaires présentent de nombreux avantages. Elles sont silencieuses, durables, non-polluantes et n'engendrent aucun déchet. De plus, elles ne consomment pas d'énergie lorsqu'elles fonctionnent. Leur fabrication, par contre, en exige beaucoup.

C'est le prix de cette énergie qui les rend onéreuses. Les cellules solaires posent également d'autres problèmes : elles ne sont pas aussi efficaces que d'autres sources d'énergie ; elles ne produisent un maximum d'énergie que lorsque le soleil brille et elles ne peuvent pas stocker l'énergie qu'elles captent.

Malgré cela, les cellules solaires ont quand même quelques utilisations courantes. Tandy, par exemple, vend des calculatrices alimentées à l'énergie solaire. Même lorsque la luminosité est faible, leurs cellules fournissent suffisamment d'énergie pour qu'elles puissent continuer à remplir leurs fonctions. Dans ce cas précis, il n'est pas nécessaire de stocker un surplus d'énergie. Ces calculatrices fonctionnent tant qu'elles sont exposées à la lumière. Quand on les replace dans leur étui, elles n'ont plus besoin d'énergie et « s'éteignent » automatiquement.

Si les cellules solaires étaient plus efficaces et moins chères, n'importe quelle maison pourrait disposer de capteurs solaires sur son toit et ceux-ci fourniraient l'électricité nécessaire à toute l'habitation. Ce qui n'est encore aujourd'hui qu'un espoir pourrait très bien se réaliser de votre vivant. Et vous pourriez même être celui qui mettra au point la cellule solaire de l'avenir !

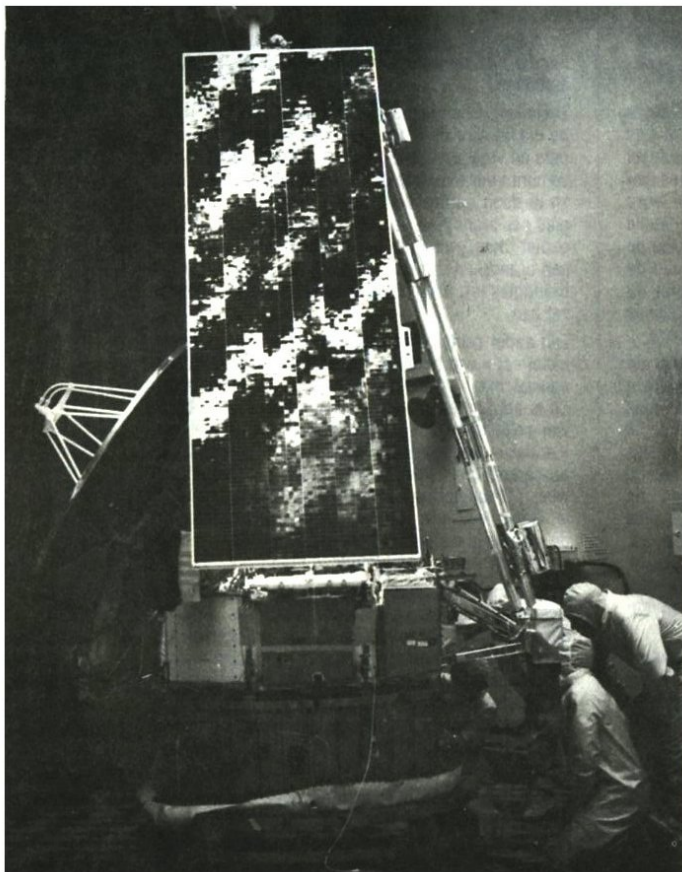
## L'énergie solaire et la conquête spatiale

Tout au long du programme spatial américain, on a mis au point de nouvelles technologies permettant de transformer directement l'énergie solaire en électricité par le biais de cellules solaires. Ces cellules, mises au point par les laboratoires Bell ont permis d'envoyer des vaisseaux spatiaux vers la Lune, Venus, Mars et bien au-delà.

Les cellules solaires ont été utilisées dans les missions « Explorer », « Mariner » et « Viking ». De telles cellules doivent pouvoir fonctionner pendant au moins plusieurs mois, voire plusieurs années et alimenter correctement les vaisseaux spatiaux pour qu'ils puissent communiquer avec la Terre et mener à bien les expériences auxquelles ils sont destinés. C'est pourquoi ils sont équipés de grands panneaux destinés à capter l'énergie solaire et à la transformer en électricité. Cette énergie est ensuite emmagasinée dans des accumulateurs rechargeables qui fournissent l'électricité au moment voulu.

Pour la mission « Viking », quatre panneaux solaires d'environ 15,35 m<sup>2</sup> étaient disposés en forme d'ailes. Le temps d'une orbite autour de Mars, les cellules solaires produisaient environ 620 watts, ce qui permettait de conserver deux accumulateurs nickel-cadmium à pleine charge et fournissait assez d'électricité pour mener à bien toutes les expériences prévues tout au long de cette mission.

Les satellites de communication doivent eux aussi être alimentés par l'intermédiaire de cellules solaires. Comme les vaisseaux spatiaux, ils sont équipés d'accumulateurs rechargeables qui stockent l'électricité. Chaque fois que cela s'avère nécessaire, cette énergie est utilisée pour relayer des communications téléphoniques, des programmes de télévision ou toute autre forme de communication intercontinentale.



Les panneaux solaires de Mariner sont repliés en position de lancement, au cours de la préparation du vaisseau pour sa mission de 1974.

## L'énergie solaire et vous

Certains des principes solaires que nous avons abordés peuvent être démontrés par de simples expériences.

Vous souvenez-vous du foyer solaire construit par le Dr Trombe pour le gouvernement français ? Les pionniers et les premiers explorateurs faisaient appel au même principe pour obtenir des températures élevées. Ils utilisaient une loupe pour allumer leurs feux. Vous pouvez facilement faire brûler une feuille de papier de cette façon. Il vous suffit pour cela de concentrer les rayons du soleil sur un morceau de papier. Plus les rayons concentrés en un point du papier proviendront d'une large loupe, plus élevée sera la température et plus vite le papier brûlera.

Un autre principe de l'énergie solaire est l'effet de « serre ». Il s'agit d'un principe facile à comprendre : le verre laisse passer la chaleur du soleil mais l'empêche de s'échapper. C'est en partant de là qu'on a imaginé les capteurs solaires placés sur les toits des maisons dotées d'un chauffage solaire « actif ». Pour vérifier ce principe, visitez donc une serre par temps froid et sentez comme il y fait plus chaud qu'à l'extérieur. Par une belle journée d'été, placez un thermomètre à l'extérieur de votre voiture et notez la température. Placez-le ensuite à l'intérieur du véhicule et remarquez comme la température y est plus élevée.

De même, vous êtes-vous déjà demandé pourquoi, en été, il fait plus chaud dans une voiture noire que dans une voiture blanche ? Cela est dû au « principe de réflexion » des rayons solaires : les couleurs foncées absorbent plus de lumière et de chaleur que les couleurs claires. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les tuyaux des installations de chauffage de l'eau par l'énergie solaire sont peints en noir et sont placés devant une surface elle aussi de couleur noire.

Pour en savoir plus sur l'énergie solaire, rendez-vous dans votre bibliothèque. On vous y renseignera des livres et des revues dont vous pourrez vous inspirer pour réaliser de nouvelles expériences ou perfectionner des montages de votre laboratoire en kit.

Parlez-en également à votre professeur. Peut-être pourrez-vous apporter votre Kit à l'énergie solaire en classe et en expliquer le fonctionnement au cours de science.

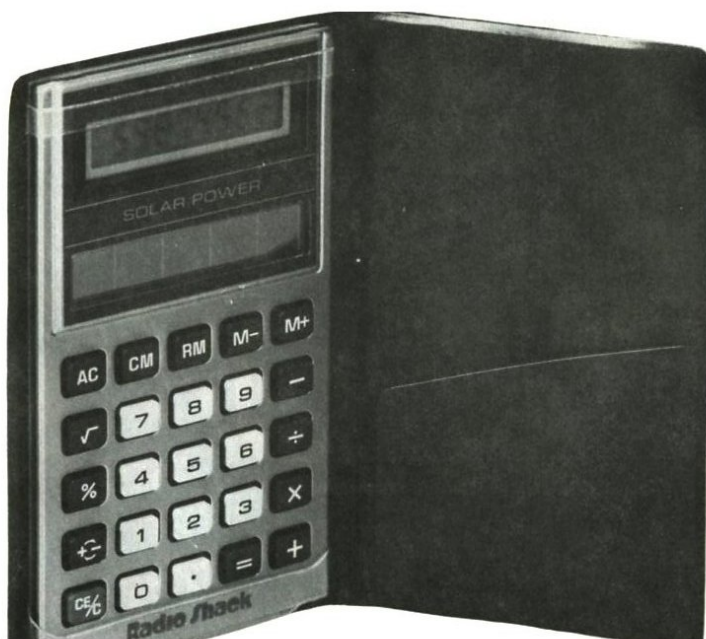


Deux panneaux solaires fournissent l'électricité nécessaire à l'éclairage de cette cabine téléphonique expérimentale de la Southwestern Bell à Bedford, dans le Texas.

Arrêtez-vous aussi une fois dans votre magasin Tandy. Vous y découvrirez d'autres appareils ou composants fonctionnant à l'énergie solaire : cellules solaires, calculatrices solaires et transistors à effet photoélectrique, pour ne citer que quelques exemples. Vous pourrez ainsi réaliser vos propres expériences. Si certains montages de ce kit vous intéressent au point de leur donner une forme permanente, vous pouvez vous procurer les composants dont vous avez besoin (résistances, condensateurs, diodes LED, etc.) auprès de votre magasin Tandy.

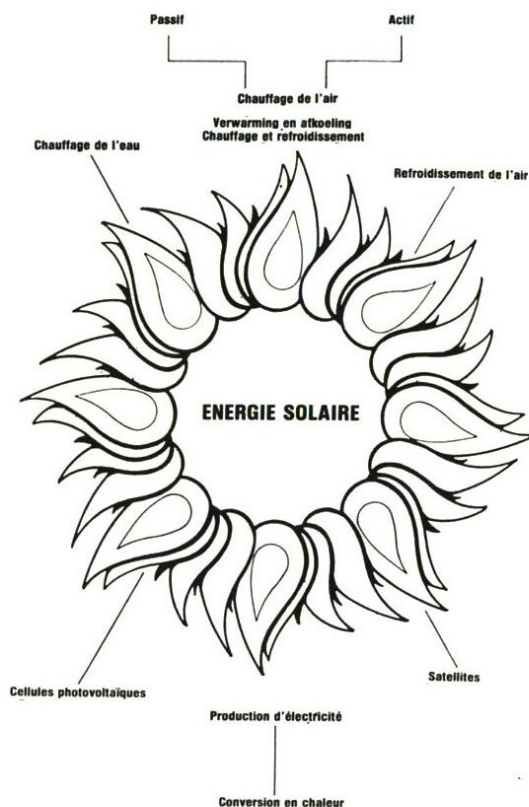
Si vous désirez en savoir plus sur l'électronique en kit, avant de voler de vos propres ailes, nous vous recommandons vivement le LABORATOIRE D'ELECTRONIQUE 200-EN-1 TANDY. Il est vraiment génial !

Cette calculatrice Tandy n'a pas besoin de piles — elle fonctionne à l'énergie solaire.



Vous trouverez également des ouvrages très intéressants à la bibliothèque de votre école ou de votre ville.

Que vous envisagiez l'électronique comme un délassement, un passe-temps ou future carrière, nous vous souhaitons de bien vous amuser !



Nous pensons que la conception même du **KIT À L'ÉNERGIE SOLAIRE** transforme la réalisation des montages en un jeu d'enfant. Vous pouvez en effet réaliser et comprendre les 25 montages sans connaissance préalable en électronique.

Chaque montage se réalise en raccordant entre elles des bornes à ressort, en suivant simplement l'**Ordre de câblage**. Votre kit comporte suffisamment de morceaux de fils prédecoupés pour mener à bien vos montages, et aucune soudure ou appareil supplémentaire ne sera nécessaire. (Vous pourriez améliorer les montages radio en leur raccordant une antenne supplémentaire, mais ils devraient fonctionner correctement sans cet accessoire.)

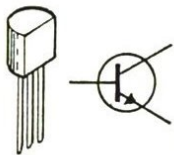
En avançant dans la réalisation des montages, vous voudrez certainement savoir comment ils fonctionnent et vous serez probablement aussi tenté de les transformer d'une façon ou d'une autre. Si vous êtes un esprit curieux, lisez très attentivement la suite de cette introduction.

## COMPOSANTS

Votre **KIT À L'ÉNERGIE SOLAIRE** comporte de très nombreux éléments électroniques. Ceux-ci constituent les éléments de construction de tous les circuits de ce kit. (Un « circuit » est le nom donné en électronique à un ensemble de composants reliés les uns aux autres.) Les explications qui suivent vous renseignent sur le rôle de chaque composant. À côté de ces renseignements d'ordre général, chaque montage fait l'objet d'une description détaillée.

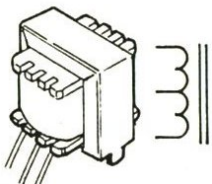
**TRANSISTORS** : Les transistors de votre kit sont de couleur noire et ressemblent à un cylindre doté d'un côté plat. Les transistors peuvent cependant se présenter sous de très nombreuses formes.

À l'intérieur d'un transistor, l'électricité peut emprunter deux parcours. Quand une faible quantité d'électricité circule sur un parcours, une quantité plus importante peut emprunter l'autre parcours. Les transistors peuvent jouer le rôle d'amplificateurs ou d'interrupteurs électroniques.

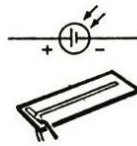


**TRANSFORMATEUR** : Votre kit est équipé d'un transformateur composé d'un noyau plastique autour duquel un fil de cuivre est enroulé des milliers de fois. Comme son nom l'indique, le transformateur « transforme » l'électricité, l'amenant d'une tension élevée à une tension basse ou vice versa.

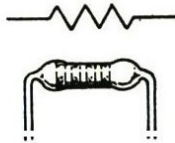
Il permet également d'obtenir une « réaction » dans certains circuits. Si vous ne savez pas ce qu'est une réaction, nous aurons l'occasion d'en reparler dans plusieurs montages de ce kit.



**CELLULES SOLAIRES** : Les quatre composants rectangulaires, de couleur foncée, situés en haut du kit sont des cellules solaires. Quand le soleil brille, chacune d'entre elle peut produire 0,6 volt d'électricité. Elles produisent aussi de l'électricité à partir de la lumière incandescente ou fluorescente. La durée de vie de ces cellules est pratiquement illimitée, à condition de ne pas les griffer, les ébrécher ou les endommager de quelque manière que ce soit.

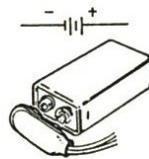


**RÉSISTANCES** : Les résistances sont des composants cylindriques de couleur brune marqués de bandes de couleur. Elles portent ce nom parce qu'elles résistent au flux d'électricité qui les traverse. La « force » qu'une résistance oppose au passage de l'électricité se mesure en ohms. Sur le panneau de montage, en regard de chacune des six résistances de votre kit, vous trouverez sa force (exprimée en ohms). La lettre K, qui suit certains chiffres, remplace le chiffre « mille ». La plus forte résistance est donc celle de 470K - ou 470.000 ohms.

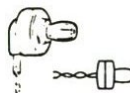


**PILE** : Vous savez évidemment ce qu'est une pile. Votre kit en utilise une de 9 volts. Dans certains montages, les cellules solaires fourniront toute l'énergie nécessaire, dans d'autres elles commanderont la quantité d'énergie fournie par la pile.

**Si vous envisagez de ne pas vous servir de votre kit pendant plusieurs jours, nous vous conseillons d'en retirer la pile. En effet, même une pile blindée peut laisser échapper des produits chimiques susceptibles d'endommager votre kit.**



**ECOUTEUR** : Un écouteur est un appareil qui transforme un signal électrique faible en son. Il peut également servir à produire une faible quantité d'électricité à partir d'un son (il est alors utilisé comme micro). L'écouteur de votre kit est de type piézoélectrique et il convient parfaitement à l'utilisation que vous allez en faire, puisqu'il n'a besoin que de très peu d'électricité pour produire des sons.



**CONDENSATEURS** : Les condensateurs permettent d'emmagasiner l'électricité pour la réinjecter ensuite dans un circuit. Le temps mis par les condensateurs pour se charger et se décharger étant régulier (à condition qu'il en soit de même pour la quantité d'électricité qu'ils reçoivent) ils sont souvent utilisés comme minuteries. Parfois, un condensateur se chargera et se déchargera une fois toutes les secondes ; à d'autres moments, il le fera plusieurs millions de fois par seconde.

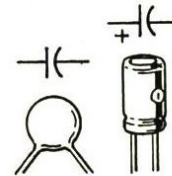
La capacité de stockage d'un condensateur se mesure en **farads**. Le farad correspond à une charge assez importante, aussi, la plupart des condensateurs verront-ils leur charge mesurée en **micro-farads** ( $\mu F$ ). Un micro-farad correspond à un millionième de farad.

Le condensateur utilisé pour les circuits radio de ce kit est de 100 **pico-farads** (pF). Le pico-farad est la millionième partie du micro-farad !

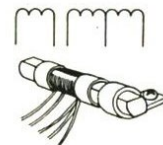
Votre kit comporte deux types de condensateurs fixes : des condensateurs plats et des condensateurs électrolytiques. (Vous trouverez aussi un condensateur variable dans votre kit, mais nous en reparlerons plus loin.)

Le condensateur électrolytique ressemble à un minuscule bidon. Sur le dessin (celui de gauche) et sur le panneau de montage de votre kit, vous remarquerez qu'il s'accompagne du signe (+). Vous ne devez jamais oublier de respecter cette polarité lorsque vous raccorder vos circuits. Autrement, vous risquez d'endommager ce condensateur.

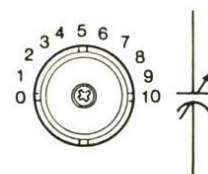
Votre kit comporte quatre condensateurs plats qui ressemblent à des petites galettes brunes. L'un d'entre eux se trouve dans la partie « circuits radio » parce que vous n'en aurez besoin que lorsque vous réaliserez vos propres postes de radio.



**BOBINE D'ANTENNE** : La bobine d'antenne se compose d'une tige ferrite (du fer en poudre d'un genre très particulier) autour de laquelle est enroulé un fin fil. Quand les ondes radio passent de l'antenne (nous vous expliquerons plus loin comment réaliser une antenne ordinaire) à la bobine d'antenne, elles agitent les atomes dans le fil et produisent ainsi une faible quantité d'électricité qui sera amplifiée et transformée en sons par les postes de radio que vous réaliserez avec votre kit.

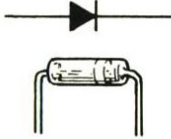


**Bouton d'ACCORD** : Le bouton marqué « ACCORD » (« TUNING » en anglais) sur votre kit est en fait un **condensateur variable** utilisé dans les circuits radio pour sélectionner une station de radio parmi toutes les ondes captées par votre antenne.



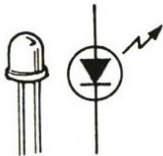
**DIODES :** La diode ne se laisse traverser par l'électricité que dans un seul sens. Si vous inversez ce sens, l'électricité ne passe plus.

La diode peut servir à protéger certains composants d'un circuit ou transformer l'électricité qui va alternativement dans un sens puis dans l'autre (courant alternatif — CA) en électricité qui va continuellement dans le même sens (courant continu - CC). Dans les circuits radio, la diode permettra de transformer les ondes radio en sons que vous pourrez entendre. On parle alors de **détection**.

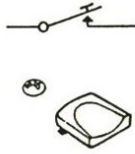


**DIODES LED :** LED est l'abréviation anglaise pour **diode électroluminescente**. Ces diodes ne laissent passer l'électricité que dans un sens, comme le ferait une diode ordinaire (voir ci-dessus). Leur différence réside dans le fait que lorsque l'électricité atteint une diode LED (dans le bon sens), celle-ci s'illumine.

On retrouve très souvent les diodes LED en lieu et place des petites ampoules électriques, parce qu'elles durent beaucoup plus longtemps et ne consomment que très peu d'électricité.



**MANIPULATEUR :** Le manipulateur est un simple interrupteur qui permet à l'électricité de passer chaque fois que vous l'enfoncez. On dit alors qu'il est **fermé** et qu'il laisse passer l'électricité. Lorsqu'il n'est pas enfoncé, on dit qu'il est **ouvert** et qu'il ne laisse pas passer l'électricité.



## RÉALISATION DES MONTAGES

Les quelques indications qui suivent vont vous montrer comment réaliser tous les montages de votre **KIT À L'ÉNERGIE SOLAIRE**.

Pour certains montages, votre kit est équipé d'une pile de 9 volts. Fixez sa tête de connexion sur ses bornes et placez-la dans son support en plastique situé sous le panneau de montage.

Grâce aux bornes à ressort et aux fils pré-découpés, la réalisation des montages n'est plus qu'un jeu d'enfant. Pour raccorder un fil à une borne à ressort, il vous suffit de courber le ressort et d'insérer le fil dans l'ouverture ainsi pratiquée.

Vous serez amené à raccorder deux ou trois fils à une même borne. Veillez alors à ne pas laisser le premier fil se détacher lorsque vous raccordez les suivants. Un truc pour mener à bien cette opération : courbez le ressort du côté du premier fil, il ne risquera pas ainsi de se détacher pendant que vous insérez les deuxième et troisième fils.



Seule, l'extrémité dénudée des fils doit être insérée dans la borne. Si l'isolant plastifié touche le ressort, le contact électrique ne se fait pas et le circuit ne peut pas fonctionner.

Pour libérer les fils des bornes, courbez les ressorts et retirez les fils avec précaution.

Au terme d'une utilisation prolongée, les extrémités dénudées des fils peuvent se briser. Il vous suffit alors de dénuder (retirer l'isolant plastifié) sur une longueur d'un centimètre et de torsader les brins. Vous pouvez retirer l'isolant au moyen d'un petit couteau ou d'une pince à dénuder.

Chaque montage s'accompagne d'un **Ordre de câblage** vous indiquant les bornes à raccorder. Par exemple :

1-15-27, 3-4, 6-16-29-37, 9-36, 10-45, 28-46

Dans l'ordre de câblage, les bornes dont les numéros sont reliés par un tiret doivent être raccordées entre elles ; les bornes dont les numéros sont séparés par une virgule ne doivent pas être raccordées entre elles.

Par exemple, dans l'ordre de câblage ci-dessus, vous devez placer un fil entre les bornes 1 et 15 et un autre entre les bornes 15 et 27. Vous devez ensuite en placer un entre les bornes 3 et 4, 6 et 16, et ainsi de suite jusqu'à ce que vous arriviez au terme de votre câblage.

Ne placez pas de fil entre les bornes 27 et 3 ou entre les bornes 4 et 6. Leurs numéros sont en effet séparés par des virgules.



# 1. LE CHANT D'OISEAU ÉLECTRONIQUE

Nous vous garantissons que ce circuit vous procurera, ainsi qu'à vos amis, de très nombreuses heures d'amusement à l'écoute des gazouillis de cet oiseau électronique. Avec une torche électrique et un peu de pratique, vous parviendrez même à imiter le chant de différents oiseaux.

Nous venons de parler de torche électrique alors que vous êtes l'heureux propriétaire d'un kit solaire. Ne s'agit-il pas d'une erreur ? Les cellules de votre kit portent le nom de cellules solaires mais elles peuvent très bien produire de l'électricité à partir d'une source lumineuse autre que le soleil. En fait, nous irons même jusqu'à vous le conseiller pour certains montages. Vous disposerez ainsi d'une plus grande liberté quant au moment et au lieu où vous pourrez utiliser votre montage.

Mais revenons-en au chant de notre oiseau...

**Remarque :** Si vous n'avez pas lu le chapitre intitulé RÉALISATION DES MONTAGES, le moment est venu de le faire.

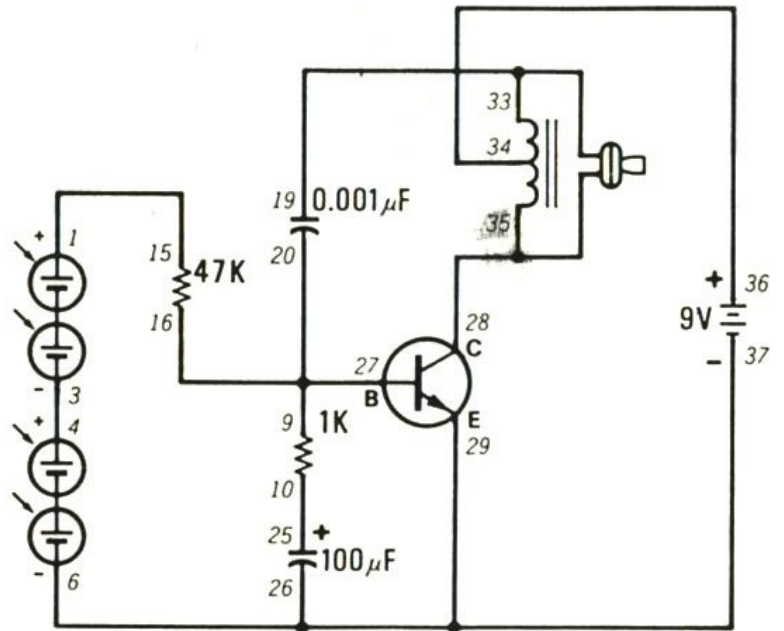
Une fois le câblage terminé, exposez le kit aux rayons du soleil. Plus la luminosité sera forte, plus l'oiseau chantera vite et fort ; et inversement, une luminosité plus faible diminuera la vitesse et l'intensité du chant. Orientez votre kit de différentes manières afin de modifier la quantité de lumière captée par les cellules et écoutez les résultats ainsi obtenus.

**Le chant de l'oiseau risquant d'être très fort, attendez qu'il ait commencé avant de placer l'écouteur dans votre oreille. En fait, cela ne sera peut-être même pas nécessaire, tellement il chante fort.**

## SCHEMA

Le dessin du panneau de montage illustre la manière dont vous devez raccorder les fils. Plus bas, vous découvrez le **diagramme schématique** du circuit, tel qu'il est utilisé par les ingénieurs électroniciens pour dessiner et construire les circuits qu'ils mettent au point. Chaque symbole du diagramme correspond à un des composants de votre kit. Ces symboles ont d'ailleurs été repris à côté des dessins des composants, au chapitre intitulé « Composants ».

Pour l'instant, regardez attentivement ceux de ce montage et essayez de les reconnaître. Nous aurons l'occasion d'en reparler très bientôt.



## 2. LA PORTE «ET»

Croyez-le ou non, les circuits électriques les plus simples sont ceux rencontrés dans les ordinateurs. Ces derniers ne sont compliqués qu'en raison des milliers de circuits simples qu'ils contiennent.

Les sept montages suivants vous proposent des circuits que vous rencontrerez dans tous les ordinateurs ou dans toutes les calculatrices. Bien entendu, dans ces machines, ces circuits prennent beaucoup moins de place que ceux de votre kit, mais leur principe est le même.

Tandy vend une calculatrice alimentée par l'énergie solaire qui comporte tous les circuits d'ordinateur que vous allez réaliser. Notez cependant que les circuits d'ordinateur n'utilisent pas toujours l'énergie solaire.

La porte ET (« AND » en anglais) est un circuit qui a besoin de deux entrées avant d'avoir une sortie. Ces deux entrées sont constituées par les rayons lumineux captés par les deux paires de cellules solaires (cellules 1-2 et 3-4). La sortie correspondra à l'illumination de la diode LED.

**Remarque :** On emploie le mot **porte** pour désigner des circuits logiques, dont celui de ce montage. En effet, ces circuits jouent le rôle de porte électronique que seule une certaine « clef » (les entrées) peut ouvrir pour actionner leur sortie.

Après avoir terminé le câblage, exposez les quatre cellules aux rayons du soleil. La diode LED doit alors briller. Placez une feuille de papier de couleur foncée (noire de préférence) au-dessus des cellules 1 et 2. La diode LED doit alors s'éteindre. Le même phénomène se reproduira si vous cachez les cellules 3 et 4 (ou les quatre cellules simultanément).

Ce circuit s'appelle une porte ET parce qu'il a besoin des entrées A (cellules 1 et 2 exposées au soleil) ET B (cellules 3 et 4 exposées au soleil) pour avoir une sortie (l'illumination de la diode LED). Dans un ordinateur, la sortie d'un circuit est aussi généralement l'entrée d'un autre.

Le tableau ci-dessus porte le nom de Table de fonction. Il est utilisé par les ingénieurs qui conçoivent les circuits et vous montre les sorties possibles en fonction de toutes les entrées possibles.

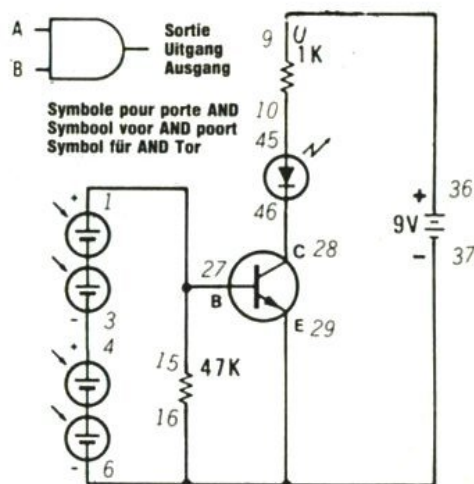
ENTRÉE		SORTIE
A Exposée à la lumière	B Exposée à la lumière	Diode LED allumée
Cellules 1-2	Cellules 3-4	
NON	NON	NON
NON	OUI	NON
OUI	NON	NON
OUI	OUI	OUI

Table de fonction de la porte ET

Examinez le diagramme schématique et essayez de comprendre le fonctionnement de la porte ET. Pour vous mettre sur la voie, nous vous dirons que cela a un rapport avec les deux parcours que l'électricité peut emprunter dans un transistor (voir le paragraphe TRANSISTOR). Si le mystère demeure complet, le montage suivant vous en apprendra un peu plus au sujet du transistor.

Il y a de très nombreuses manières de réaliser une porte ET. Le symbole à côté du diagramme est celui de n'importe quelle porte ET.

Voyez-vous la possibilité d'utiliser une porte ET dans votre maison ? Ne croyez-vous pas que vous en utiliser une lorsque vous devez actionner l'interrupteur d'une prise de courant ET l'interrupteur d'une lampe pour éclairer celle-ci ? Les deux interrupteurs doivent être en position de marche avant que la lampe s'allume. Il s'agit donc bien d'un exemple de porte ET.



### 3. LA PORTE «OU»

Comme la porte ET, ce montage est un circuit logique (un autre nom pour les circuits rencontrés dans les ordinateurs). Les entrées et la sortie de ce circuit seront identiques à celles du montage 2, mais les résultats obtenus seront différents.

Quand les cellules 1 et 2 (entrée A) ou 3 et 4 (entrée B) seront exposées à la lumière, vous aurez une sortie (la diode LED s'illuminera).

Vous pouvez utiliser une feuille de papier foncé pour empêcher la lumière d'atteindre les paires de cellules (comme dans le montage 2) ou placer le kit dans une pièce sombre et éclairer les paires de cellules avec une torche électrique. Dans un cas comme dans l'autre, il suffit qu'une paire de cellules OU l'autre soit exposée à la lumière pour que la diode LED s'illumine. Si la lumière atteint simultanément les deux paires de cellules, la diode LED s'éclairera aussi.

La table de fonction ci-dessous montre les sorties obtenues à partir des quatre combinaisons possibles entre les entrées de cette porte OU (« OR » en anglais).

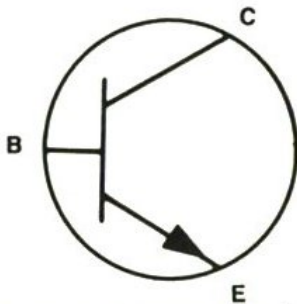
ENTRÉE		SORTIE
A	B	
NON	NON	NON
NON	OUI	OUI
OUI	NON	OUI
OUI	OUI	OUI

Table de fonction de la porte OU

Il arrive très souvent, surtout dans de grandes pièces, que deux interrupteurs séparés actionnent le même éclairage. Il s'agit d'une sorte de porte OU. Voyez-vous d'autres utilisations de cette porte dans votre maison ?

#### TRANSISTORS

En terminant le montage précédent, nous vous avons promis de reparler des parcours empruntés par l'électricité à l'intérieur d'un transistor. Nous y voici donc ! Un transistor comporte trois points de raccordement. Sur le grand schéma ci-dessous, ils sont marqués E (émetteur), B (base) et C (collecteur). Les deux parcours empruntés par l'électricité vont de E à B et de E à C.



Le parcours E-B est le parcours de commande ou de commutation. Lorsque l'électricité traverse E et B, le transistor est **en circuit** et l'électricité peut traverser E et C. Si, par contre, l'électricité ne traverse pas E et B, le transistor est **hors circuit** et l'électricité ne peut pas traverser E et C.

Essayons à présent de repérer les parcours sur le diagramme schématisé de cette porte OU.


Le parcours de la sortie commence au pôle (-) de la pile, de 9 volts, traverse les bornes E et C du transistor, la diode LED et la résistance de 1K ohms pour se terminer au pôle (+) de la pile. Ce parcours semble complet mais n'oubliez pas : l'électricité ne peut pas traverser E et C sans être d'abord passée par E et B.

C'est justement là qu'interviennent les cellules solaires. Vous pouvez suivre un parcours allant du pôle (-) au pôle (+) de l'une ou l'autre paire de cellules solaires via les bornes E et B du transistor. Cela signifie donc que l'électricité traversera E et B chaque fois que l'une ou l'autre paire de cellules captera de la lumière. Le transistor sera alors mis en circuit et l'électricité traversera E et C, illuminant ainsi la diode LED.

Quand une faible quantité d'électricité (produite par les cellules solaires) commande une plus grande quantité d'électricité (provenant de la pile) on parle d'**amplification**. Les transistors sont d'ailleurs d'excellents amplificateurs.

A première vue, tout cela peut vous paraître compliqué, mais si vous prenez la peine de le relire quelques fois, cela vous aidera à comprendre tous les montages que vous réaliserez par la suite.

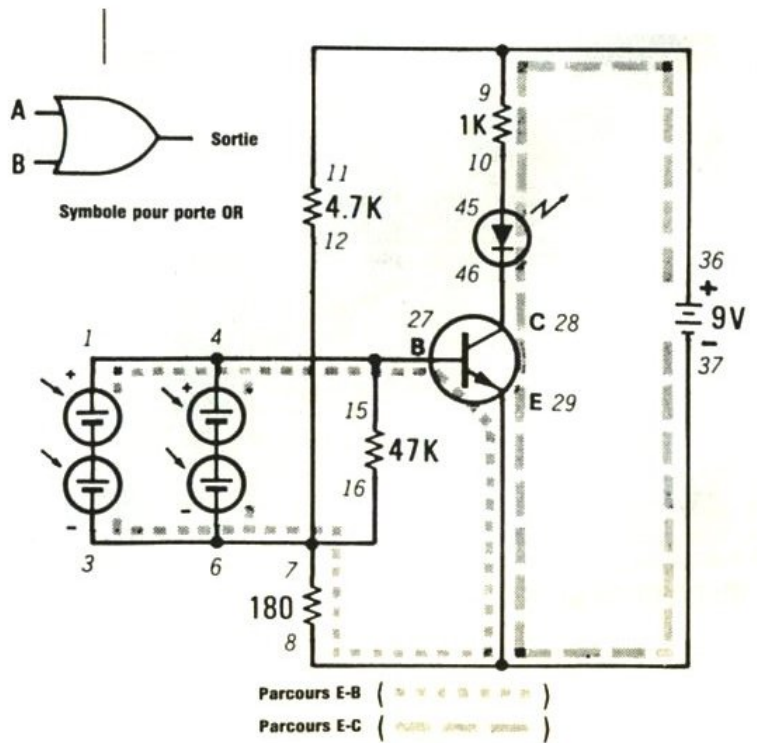
**Remarque :** Lorsque, sur le diagramme schématisé, deux

lignes se croisent de la manière suivante , cela signifie que

les fils sont raccordés. Par contre, ils ne le sont pas lorsque

les lignes se croisent comme ceci .

Le symbole à côté du diagramme est celui de n'importe quelle porte OU.



## 4. LA PORTE « NON »

Le circuit d'ordinateur (ou circuit logique) que nous voulons vous présenter est la porte NON (« NOT » en anglais). Il ne comporte qu'une seule entrée et une seule sortie. Dans ce circuit, l'entrée et la sortie sont toujours inverse. Si les cellules 1 et 2 captent de la lumière (une entrée OUI), la diode LED s'éteint (une sortie NON) ; par contre, si vous empêchez la lumière d'atteindre les cellules solaires, la diode LED s'allume.

Ce type de circuit porte aussi le nom d'**inverseur**. Sa table de fonction est très simple, comme vous allez pouvoir le constater.

ENTREE	SORTIE
NON	OUI
OUI	NON

**Table de fonction de la porte NON**

Dès que le circuit est câblé, essayez d'en comprendre le fonctionnement. Une fois de plus, il dépendra de la manière dont le parcours E-B d'un transistor commande le parcours E-C.

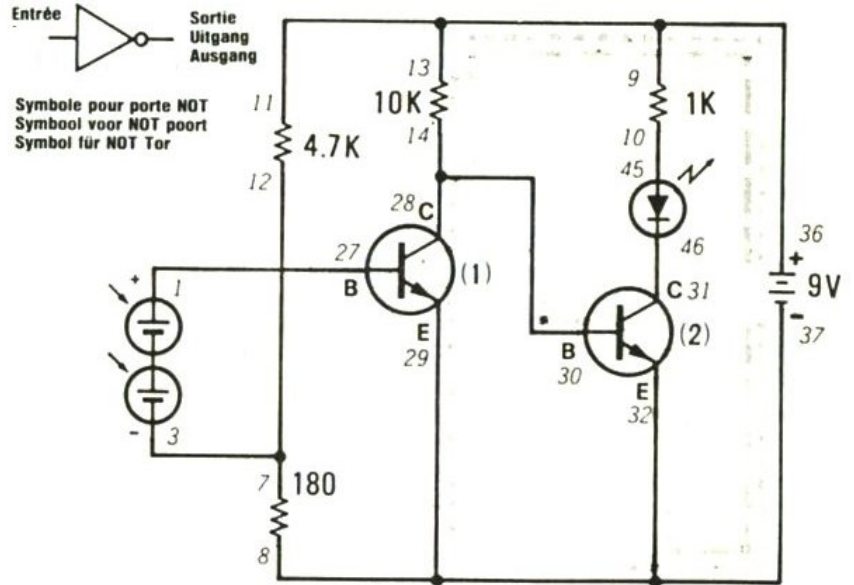
Examinons d'abord ce qui se passe lorsque l'entrée est NON (les cellules ne captent aucune lumière). Les cellules étant plongées dans l'obscurité, le courant ne passe pas par les bornes E et B du transistor (1) et il ne peut donc pas non plus passer par les bornes E et C du transistor (1).

Quand le transistor (1) est hors circuit, le courant quitte le pôle (-) de la pile, passe par les bornes E et B du transistor (1), la résistance de 10K ohms et revient au pôle (+) de la pile. Le transistor (2) est ainsi mis en circuit et permet au courant de passer par les bornes E et C du transistor (2). Le courant quitte alors le pôle (-) de la pile, passe par les bornes E et C du transistor (2), la diode LED, la résistance de 1K ohms et revient au pôle (+) de la pile : ce qui a pour effet d'illuminer la diode LED.

Quand les cellules solaires captent de la lumière (une entrée OUI), le courant traverse les bornes E et B du transistor (1) et le met en circuit. Le courant passe ensuite par les bornes E et C du transistor (1). Comme vous le voyez sur le diagramme schématique, quand le courant suit ce parcours E-C, cela a pour effet de mettre le transistor (2) hors circuit.

Quand le transistor (2) est hors circuit, le courant ne peut plus emprunter son parcours E-C, ni éclairer la diode LED qui doit donc s'éteindre.

Vous ne comprendrez certainement pas toutes ces explications à la première lecture. Ce n'est rien. Si vous les relisez plusieurs fois, en suivant les parcours sur le diagramme schématique, nous vous assurons que vous finirez par les comprendre. C'est certain.



Transistor (1) en circuit/AAN/AN ( )  
 Transistor (2) hors circuit/UIT/AUS ( )

## 5. LA PORTE «NON-ET»

Comme son nom l'indique, ce circuit associe la porte NON et la porte ET pour former une porte NON-ET (« NAND » en anglais). Si vous comparez sa table de fonction avec celle de la porte ET, vous remarquerez que leurs sorties sont toujours inverses.

Dans la plupart des tables de fonction, NON est représenté par 0 et OUI par 1. La table inférieure vous montre ce que cela donne pour la porte NON-ET.

Câblez le circuit et voyez si vous obtenez les mêmes résultats que la table de fonction. Les entrées (cellules 1-2 et 3-4) et la sortie (éclairage de la diode LED) sont les mêmes que pour les autres circuits logiques.

ENTRÉE		SORTIE
A	B	
NON	NON	OUI
NON	OUI	OUI
OUI	NON	OUI
OUI	OUI	NON

ENTRÉE		SORTIE
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

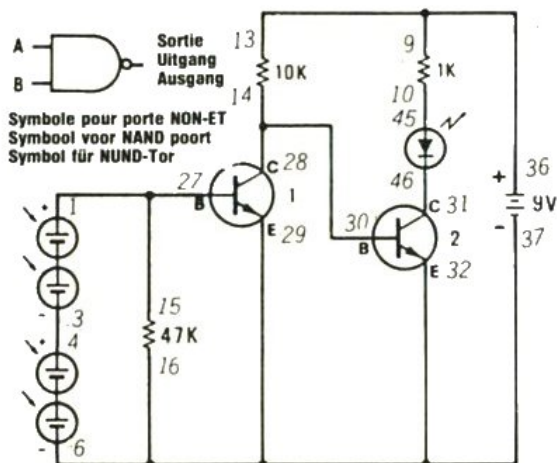
**Tableau de fonction de la porte NON-ET**

Si toutes les cellules solaires sont plongées dans l'obscurité ou si une seule paire capte de la lumière (en d'autres termes, si une entrée ou les deux entrées sont 0/NON), la sortie est 1/OUI. Si les quatre cellules captent toutes de la lumière (les deux entrées sont alors 1/OUI), la sortie est 0/NON.

Aidez-vous des explications des montages 2 et 4 pour comprendre les explications qui suivent, relatives à la porte NON-ET

A moins que les deux paires de cellules ne captent de la lumière, le transistor (1) est hors circuit. Le courant traverse alors E-B du transistor (2) et met celui-ci en circuit. Le courant peut ensuite traverser E-C du transistor (2) et allumer la diode LED.

Quand toutes les cellules solaires captent de la lumière, le transistor (1) se met en circuit et le courant traverse son parcours E-C qui a pour effet de mettre le transistor (2) hors circuit et d'éteindre la diode LED.



## 6. LA PORTE «NON-OU»

La porte NON-OU (« NOR » en anglais) est une porte OU à laquelle on aurait ajouté un inverseur (une porte NON). Quand vous appliquez les mêmes entrées que celles appliquées à la porte OU, la sortie est toujours inverse.

Le symbole de la porte NON-OU est identique à celui de la porte OU, à l'exception toutefois de l'inverseur (petit cercle) placé à sa sortie.

Quand le câblage est terminé, comparez vos résultats à ceux de la table de fonction. Souvenez-vous, 1 remplace OUI et 0 remplace NON.

ENTRÉE		SORTIE
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

**Table de fonction de la porte NON-OU**

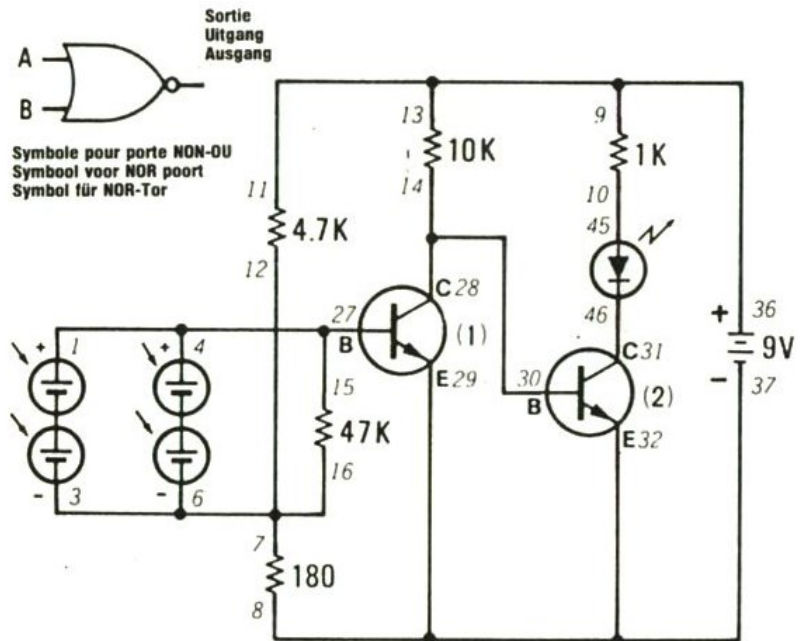
Si les deux paires de cellules solaires sont dans l'obscurité (0), la diode LED s'éclaire (1). Si une paire ou les deux captent de la lumière (1), la diode LED ne s'éclaire pas (0).

Vous pouvez installer votre kit dans une pièce obscure et éclairer les cellules avec une torche électrique. Si vous disposez votre kit dans une pièce éclairée, utilisez des feuilles de papier pour empêcher la lumière d'atteindre les cellules. Dans un cas comme dans l'autre, vous devriez arriver aux mêmes résultats.

Vous sentez-vous capable d'expliquer vous-même le fonctionnement de ce circuit ? Nous espérons que vous allez essayer et pour vous aider, nous vous suggérons de comparer le diagramme schématique de ce circuit avec ceux des portes NON et OU. Le fonctionnement du circuit dépend surtout des deux parcours que le courant peut emprunter lorsqu'il traverse le transistor.

Essayer d'expliquer par écrit ce circuit, comme si vous vous adressiez à quelqu'un qui n'a pas réalisé ce montage. Si vous êtes capable de le faire, c'est que vous commencez vraiment à vous y connaître.

**Remarque :** Avez-vous déjà remarqué la flèche figurant sur la représentation symbolique de l'émetteur (E) du transistor ? Cette flèche est toujours dirigée vers le pôle (-) de l'alimentation (pile ou cellules solaires). Le transistor ne fonctionnerait pas si vous le raccordiez dans l'autre sens.



## 7. LA BASCULE BISTABLE

Une **bascule bistable** est un circuit qui peut se souvenir d'une entrée après qu'elle ait disparu. Ce type de circuit est utilisé comme mémoire temporaire dans les ordinateurs et les calculatrices. Ce circuit porte également le nom de **multivibrateur bistable**.

Comme pour les circuits d'ordinateur que nous avons déjà eu l'occasion d'étudier, les entrées correspondront aux paires de cellules solaires (1-2 et 3-4) et la diode LED servira de sortie. Il est essentiel que les paires de cellules soient totalement à la lumière ou totalement dans l'obscurité pour que ce circuit fonctionne correctement. Pour cela, vous pouvez recouvrir les cellules de papier noir ou placer le kit dans une pièce obscure et éclairer les paires de cellules au moyen d'une torche électrique.

Après avoir terminé le câblage, protégez les deux paires de cellules de la lumière. Laissez ensuite les cellules 3 et 4 capter la lumière. La diode LED s'allume et « se souvient » qu'elle doit rester allumée même si l'entrée (la lumière sur les cellules 3 et 4) disparaît. D'ailleurs, il vous suffit de recouvrir les cellules 3 et 4 pour le vérifier. La diode LED doit rester allumée jusqu'à ce que vous l'obligiez à s'éteindre en appliquant l'autre entrée.

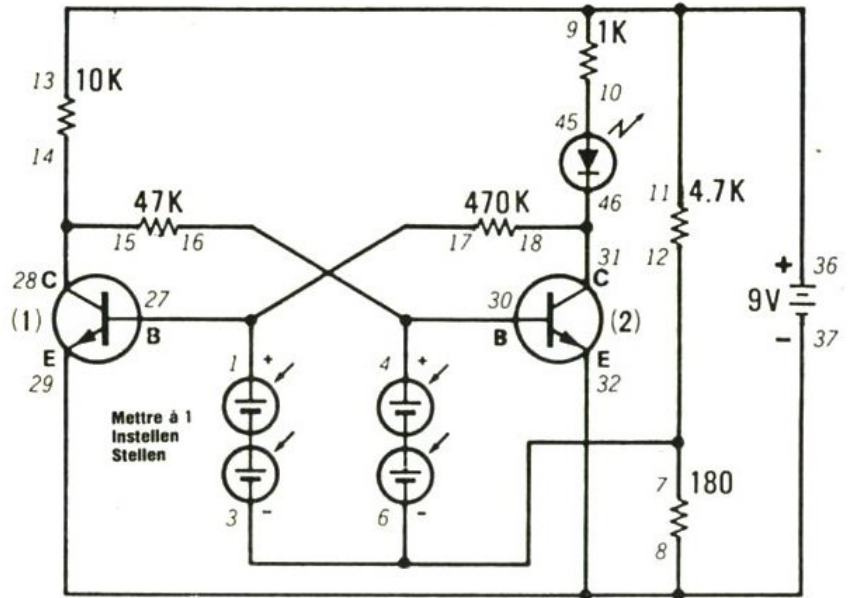
Cette autre entrée revient à éclairer les cellules 1 et 2. Dès qu'elles captent de la lumière, la diode LED s'éteint et reste éteinte même si l'entrée (la lumière sur les cellules 1 et 2) disparaît.

Le circuit est conçu de telle façon qu'un transistor est en circuit lorsque l'autre est hors circuit. Celui qui est en circuit le restera, tout comme celui qui est hors circuit, jusqu'à ce qu'une nouvelle entrée leur soit appliquée et renverse la situation.

Si le transistor (1) est en circuit, le courant s'acheminera par son parcours E-C et mettra le transistor (2) hors circuit. Celui-ci le restera et la diode LED n'éclairera plus.

Si c'est le transistor (2) qui est en circuit, le courant traversant son parcours E-C et la diode LED mettra le transistor (1) hors circuit et le maintiendra dans cet état. Quant à la diode LED, elle s'illuminera.

Le courant fourni par les cellules solaires sert d'entrée et permet de faire passer le circuit d'un état stable (diode LED allumée ou éteinte) à l'autre. L'entrée fournie par les cellules 3 et 4 met le transistor (2) (et la diode LED) en circuit tout en mettant le transistor (1) hors circuit. Le circuit restera dans cet état jusqu'à ce que l'entrée fournie par les cellules 1 et 2 soit appliquée et permette de mettre le transistor (1) en circuit et le transistor (2) (et la diode LED) hors circuit.



## 8. BASCULE BISTABLE RÉVERSIBLE

Ce montage vous propose un circuit de mémoire très proche de celui du montage 7 mais qui différera cependant au niveau des entrées. En effet, les cellules solaires seront ici remplacées par un fil qu'il faudra mettre en contact avec des bornes.

Vous vous demandez peut-être à quoi vont être utilisées les cellules solaires dans ce montage, puisqu'elles ne servent plus d'entrée. Le nom même de ce circuit devrait vous renseigner.

Quand le câblage est terminé, placez le kit à la lumière.

Mettez ensuite l'extrémité du long fil en contact avec la borne 30. La diode LED s'allume et reste éclairée, même si vous les séparez.

Mettez à présent le long fil en contact avec la borne 27. La diode LED s'éteint et reste dans cet état, même si vous séparez le long fil de la borne 27. Comme vous le voyez, le fonctionnement de ce circuit est semblable à celui du montage 7.

Empêchez maintenant les cellules solaires de capter la lumière et remplacez le long fil sur les mêmes bornes. Vous obtenez des résultats inverses. Vous éteignez la diode LED en touchant la borne 30 et vous l'allumez en touchant la borne 27.

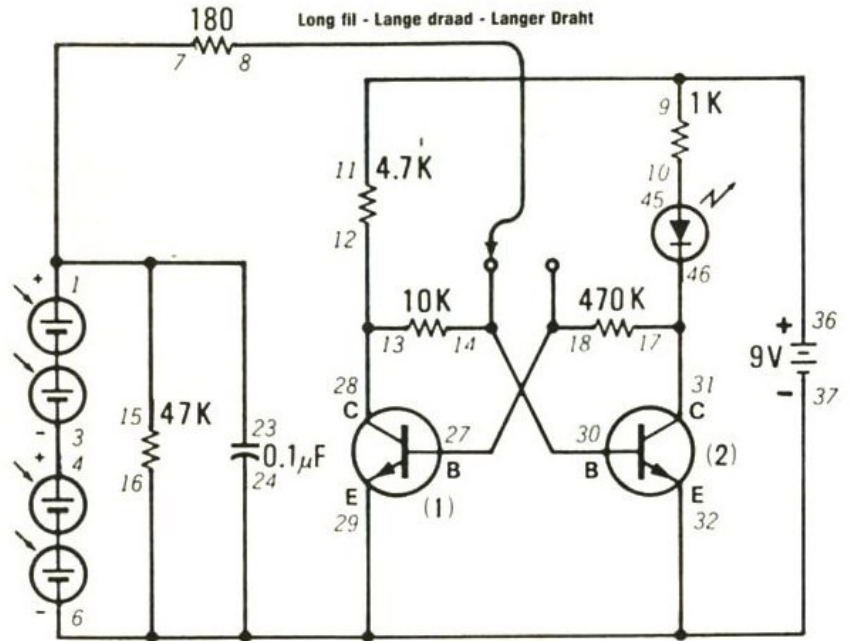
En voyez-vous la raison ?

Quand les cellules solaires captent de la lumière, elles produisent une certaine tension et le long fil fournit assez de courant au parcours E-B du transistor pour mettre ce dernier en circuit. Quand le long fil entre en contact avec la borne 30, le transistor (2) se met en circuit et la diode LED s'allume. Ce circuit ne permettant pas aux deux transistors d'être simultanément en circuit, le transistor (1) est donc mis hors circuit.

Si le long fil entre en contact avec la borne 27 (alors que les cellules captent de la lumière), le transistor (1) est mis en circuit et le transistor (2) (et la diode LED) est mis hors circuit. Même si l'entrée (le contact d'une borne) disparaît, le circuit se souvient qu'il doit rester dans cet état jusqu'à ce qu'une autre entrée vienne le modifier.

Si les cellules sont recouvertes et ne peuvent donc plus capter de lumière, le fait de mettre le long fil en contact avec les bornes réduira le courant traversant le parcours E-B des transistors, au lieu de l'augmenter. En touchant les bornes, on obtient donc un effet « inverse » sur les transistors (en et hors circuit).

Si vous éprouvez des difficultés à comprendre ce montage, relisez les explications du montage 7. Ces deux circuits fonctionnent de la même manière, seule la forme de leur entrée diffère.





## 9. OSCILLATEUR BASSE FRÉQUENCE À COMMANDE LUMINEUSE

Les trois montages suivants vont vous présenter différentes manières de communiquer au moyen de rayons lumineux. Pour obtenir de bons résultats, nous vous conseillons, pour ces trois montages, de placer votre kit dans une pièce obscure et d'utiliser une torche électrique pour alimenter en lumière les cellules solaires.

Tous les circuits que vous avez réalisés jusqu'à présent utilisaient l'énergie captée par les cellules solaires pour commander une quantité d'énergie encore plus grande (la pile de 9 volts). Dans ce montage, les cellules solaires fourniront à elles seules toute l'énergie nécessaire.

Après avoir terminé le câblage, placez le kit dans une pièce obscure, placez l'écouteur dans votre oreille et braquez le rayon lumineux de votre torche sur les cellules solaires. Un son vous parvient alors de l'écouteur. Il vous suffit d'éteindre la torche pour ne plus l'entendre et de la rallumer pour l'entendre à nouveau. Vous pouvez ainsi envoyer des messages en vous servant du rayon lumineux émis par votre torche.

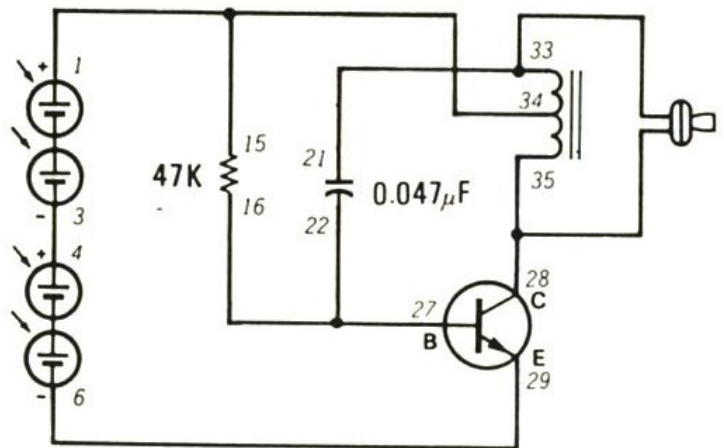
Peut-être pensez-vous que vous auriez tout aussi facile d'envoyer des messages en n'utilisant que la torche. Bien sûr, mais comment feriez-vous alors pour communiquer un message à un aveugle ? Cherchez bien et vous découvrirez de nombreuses applications où les signaux lumineux sont transformés en signaux sonores.

### LES OSCILLATEURS

Ce circuit est un oscillateur semblable à ceux que vous aurez l'occasion de réaliser dans de très nombreux montages à venir. Un **oscillateur** est un circuit instable — c'est-à-dire qu'il se met sans cesse en et hors circuit. Un **oscillateur basse fréquence** comme celui-ci peut se mettre en et hors circuit de 20 à 20.000 fois par seconde. Cette **oscillation** (mise en et hors circuit) rapide est transformée en sons que vous entendez dans votre écouteur.

La vitesse à laquelle un oscillateur se met en et hors circuit s'appelle sa **fréquence** et elle se mesure en **Hertz**. L'Hertz est l'appellation scientifique correspondant au nombre de cycles (mise en et hors circuit) par seconde. C'est ainsi qu'un oscillateur basse fréquence peut avoir une fréquence allant de 20 à 20.000 Hz (Hertz).

Des oscillateurs ayant une fréquence très basse (de l'ordre de 1 à 2 Hz — cycles par seconde) peuvent servir à commander des feux clignotants, comme ceux de la voiture de vos parents. Les oscillateurs ayant une fréquence très élevée sont utilisés pour produire des signaux radio. Certains d'entre eux ont des fréquences pouvant atteindre des millions de cycles par seconde.



# 10. DIODE LED À COMMANDE LUMINEUSE

Comme celui du montage 9, ce circuit pourrait faire partie d'un système de communication. Il se diffère cependant par le fait qu'ici, les rayons de la torche n'auront plus pour effet de produire des sons via l'écouteur, mais d'illuminer la diode LED.

Une fois le câblage terminé, placez le kit dans une pièce obscure et dirigez les rayons de votre torche en direction des cellules solaires. Chaque fois que les cellules captent de la lumière, la diode LED s'allume. Vous pouvez même faire clignoter la torche pour envoyer des signaux Morse.

Voyez-vous un exemple d'utilisation où une source lumineuse en commanderait une autre ? N'est-ce pas le cas si une personne est trop éloignée pour apercevoir les rayons émis par votre torche ? Si vous le désirez, vous pouvez rapprocher les cellules solaires de votre torche et éloigner la diode LED en la raccordant aux longs fils. Vous la rapprocheriez ainsi de la personne à laquelle les signaux sont destinés.

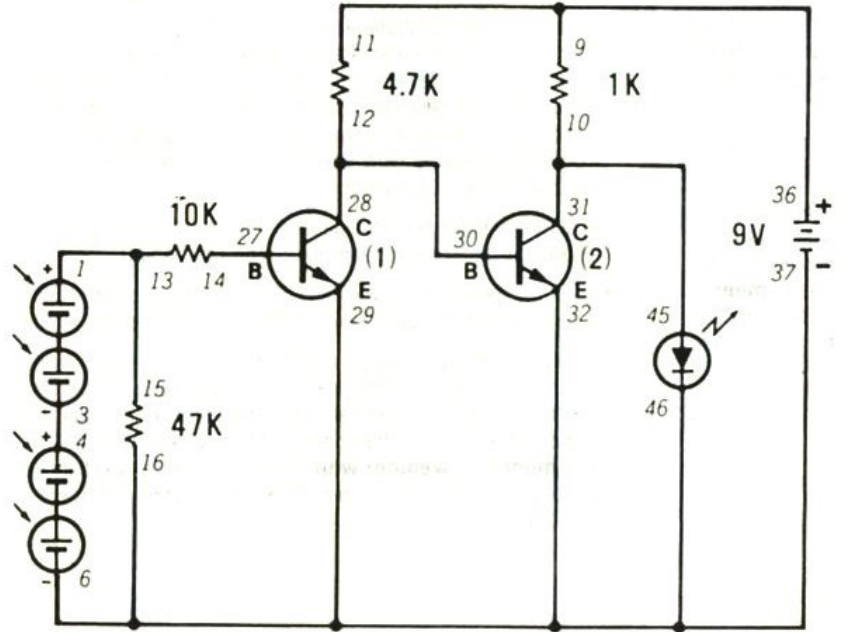
**Remarque :** Si vous utilisez des fils extrêmement longs pour raccorder la diode LED, celle-ci peut ne pas être suffisamment alimentée en électricité par la pile de 9 volts. Si vous vous contentez de placer le kit dans une pièce et la diode LED dans celle d'à côté, vous ne rencontrerez aucun problème.

Essayez d'envisager d'autres applications pour ce circuit dont le fonctionnement est semblable à celui de certains circuits logiques que nous avons rencontrés précédemment.

Quand les cellules captent de la lumière, le courant suit le parcours E-B du transistor (1) et met celui-ci en circuit. Le courant emprunte ensuite le parcours E-C et met le transistor (2) hors circuit.

Quand le transistor (2) est hors circuit, le courant ne peut plus emprunter son parcours E-C et est dévié vers la diode LED qu'il illumine.

Quand les cellules ne captent pas de lumière, on se trouve dans la situation inverse et la diode LED reste éteinte.



# 11. RÉCEPTEUR BASSE FRÉQUENCE À COMMANDE LUMINEUSE

Les circuits de communication des montages 9 et 10 étaient conçus pour recevoir des rayons lumineux (des points et des barres) et les utiliser pour commander soit un oscillateur, soit une diode LED.

Ce circuit est quant à lui destiné à capter des rayons lumineux dont l'intensité varie à des basses fréquences (de 20 à 20.000 fois par seconde) et à les transformer en sons. Vous ne remarquerez probablement pas les variations d'intensité, tellement elles sont faibles, mais par contre, vous les entendrez clairement !

Après avoir terminé le câblage, placez l'écouteur dans votre oreille et disposez le kit dans un endroit ensoleillé ou éclairé par une lampe à incandescence. Tout d'abord, vous n'entendrez rien, parce que ces sources lumineuses ne contiennent pas les variations d'intensité (de 20 à 20.000 fois par seconde) permettant au circuit de produire des sons.

Placez à présent le kit sous un éclairage fluorescent. Bien que vous ne puissiez pas le voir à l'œil nu, un tel éclairage s'allume et s'éteint 60 fois par seconde. Une telle variation sera vite transformée en sons par votre récepteur basse fréquence à commande lumineuse.

Vous pouvez également tester ce circuit en vous servant d'une torche électrique. Placez le kit dans une pièce obscure et dirigez le faisceau lumineux de la torche dans la direction des cellules solaires. Donnez un coup sec sur la torche (sans toutefois la casser), cela fera vibrer le filament de son ampoule et modifiera légèrement l'intensité du faisceau lumineux. Votre kit réagira immédiatement transformant cette variation en signaux sonores.

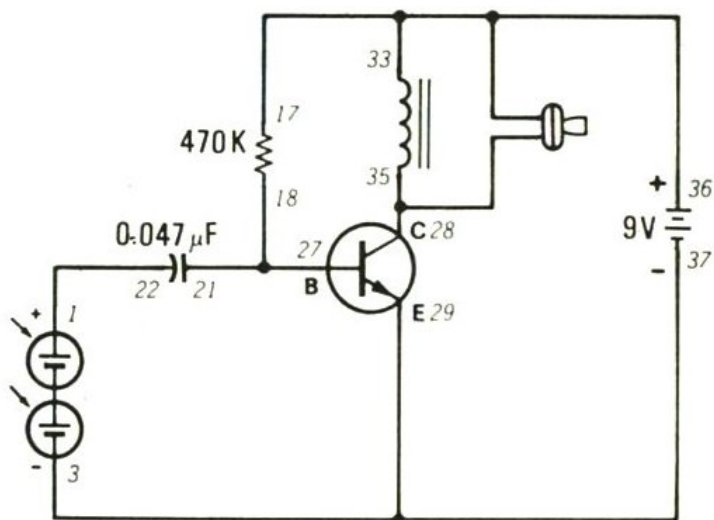
L'utilisation de la torche ne vous permettra pas d'obtenir des signaux puissants et de longue durée, mais elle ne vous empêchera pas non plus de percevoir ces variations d'intensité.

Avez-vous une idée de ce qui peut pousser ce circuit à réagir de cette façon ? Vous dites qu'il s'agit des deux parcours à l'intérieur du transistor ? Très bien, vous avez deviné juste.

Jusqu'à présent, nous avons dit que les transistors étaient soit en, soit hors circuit et qu'il n'existait pas d'état intermédiaire. Sachez que ce n'est pas toujours le cas. Les variations d'intensité de la lumière captée par les cellules solaires (raccordées au parcours E-B du transistor) font que le transistor est **plus** ou **moins** en circuit. Ces variations modifient donc également la quantité de courant (fournie par la pile de 9 volts) empruntant le parcours E-C du transistor.

Comme le parcours E-C du transistor est raccordé à l'écouteur, ces variations sont transformées en sons.

Si la source lumineuse ne contient aucun signal (variation d'intensité), comme c'est le cas pour les rayons du soleil, aucun son n'est reproduit par l'écouteur.



# 12. LE MANIPULATEUR POUR CODE SECRET

Les quatre montages suivants vont vous montrer quelques usages possibles des oscillateurs. Les circuits oscillateurs peuvent produire des sons, des clignotements, des ondes radio et bien d'autres choses encore. Les montages 9 et 14 contiennent des renseignements plus détaillés sur les oscillateurs.

Ce montage va vous permettre de réaliser le circuit d'un manipulateur Morse. Chaque fois que vous appuyerez sur ce manipulateur, vous entendrez un son dans l'écouteur. Nous avons déjà eu l'occasion de parler de signaux Morse, aux montages 9 et 10. Si vous le désirez, vous pourrez même composer votre propre code secret. Mais si la radio vous intéresse, nous vous conseillons de commencer par étudier le code morse (que nous avons reproduit ci-dessous).

Le code Morse n'a rien de secret. En fait, il s'agit probablement du code le plus utilisé de par le monde. Toute personne désirant devenir radio-amateur doit apprendre ce code avant d'obtenir sa licence d'émission. La façon la plus rapide (et la plus agréable) d'apprendre le Morse est de disposer de deux manipulateurs et d'échanger des messages avec un ami.

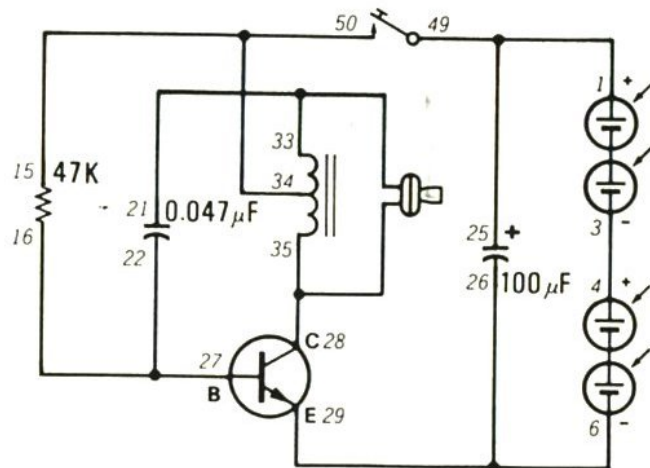
**Remarque :** Une barre (—) est un son long et un point (.) un son bref.

## CODE MORSE

A . —	U .. —
B — . . .	V . . . —
C — . . . .	W . — —
D — . .	X — . . . —
E .	Y — — — —
F . . . .	Z — — . .
G — . . .	0 — — — — —
H . . . . .	1 . — — — —
I . .	2 . . — — —
J . — — —	3 . . . — —
K — . —	4 . . . . —
L . — . .	5 . . . . .
M — —	6 — . . . .
N — .	7 — — . . .
O — — —	8 — — — . .
P . — . .	9 — — — . .
Q — . . . —	. . . . .
R . — .	? . . . . .
S . . .	: — — . . . .
T —	

Op het diagram kunt u zien dat deze oscillator al zijn benodigde stroom van de zonnecellen bekommt, zodat u de ganse dag met de morsecode kunt oefenen zonder dat u moet vrezen voor het ieeigloopen van de batterij.

Wanneer u tijdens duisternis wenst te oefenen, moet u een zaklamp of een bureaulamp gebruiken om de zonnecellen het nodige licht te geven.



# 13. ALARME À COMMANDE LUMINEUSE

Voici un oscillateur basse fréquence qui s'enclenche dès que les cellules solaires captent de la lumière. Examinez le schéma et essayez de voir si ce circuit est commandé ou alimenté par les cellules solaires. A moins que ce ne soit les deux à la fois ?

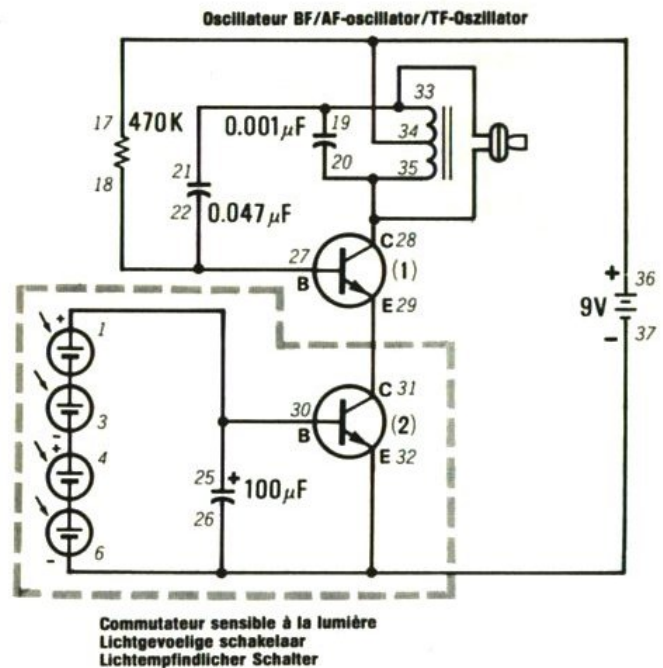
**Remarque :** Dans les montages suivants, vous rencontrerez l'abréviation **BF** qui correspond à **basse fréquence** ou son, si vous préférez. Un oscillateur qui produit des sons porte le nom de générateur ou d'oscillateur BF.

Si vous pensez que ce circuit est commandé par le soleil, vous avez raison ! Chaque fois que les cellules captent de la lumière, l'oscillateur produit un son que vous pouvez entendre dans l'écouteur. Par contre, l'oscillateur est alimenté par la pile de 9 volts et non par les cellules solaires. Le transistor (2) et ces cellules jouent le rôle d'interrupteur sensible à la lumière commandant le reste du circuit, comme décrit ci-dessous.

L'énergie fournie par les cellules solaires met le transistor (2) en circuit. L'électricité provenant de la pile de 9 volts peut alors emprunter son parcours E-C et alimenter les parcours E-B et E-C du transistor (1) qui n'est autre que l'amplificateur de l'oscillateur.

Ce montage pourrait servir de « réveil-matin » et vous réveiller chaque jour au lever du soleil. Mais c'est peut-être un peu tôt pour vous !

Un circuit comme celui-ci peut également servir à enclencher un éclairage de nuit ou un éclairage de sécurité au coucher du soleil. Il vous suffit pour cela d'ajouter un **inverseur** (montage 4) entre le transistor (2) et la sortie, et de raccorder la sortie à une diode LED ou à une lampe en lieu et place de l'écouteur. Ensuite, la lampe s'allumera chaque fois que les cellules solaires seront plongées dans l'obscurité.



# 14. LA DIODE LED CLIGNOTANTE

Cet oscillateur permet de commander le clignotement de la diode LED. Sa fréquence est basse par rapport aux oscillateurs BF (basse fréquence/sons) que nous avons rencontrés dans les autres montages : elle n'est que de 1 à 2 Hertz (cycles par seconde) et peut varier en fonction de la quantité de lumière captée par les cellules solaires.

Une fois le câblage terminé, vérifiez si la diode LED clignote bien et essayez de raccorder l'écouteur aux bornes 33 et 35. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un oscillateur BF (sons) vous entendrez tout de même un « déclic » dans l'écouteur chaque fois qu'il se mettra en/hors circuit.

Il n'est pas difficile d'envisager des applications pratiques pour ce type de circuit : clignotants de véhicules, balises au sommet des gratte-ciel ou avertisseurs lumineux le long des routes. Voyez-vous d'autres applications ?

## APPRENONS À MIEUX CONNAÎTRE LES OSCILLATEURS

Jusqu'à présent nous avons parlé de ce que les oscillateurs étaient capables de faire, mais pas de la manière dont ils le faisaient.

Souvenez-vous. Nous avons dit, dans l'introduction que les condensateurs faisaient parfois office de minuteries. C'est en effet grâce à la vitesse à laquelle ils se **chargent** et se **déchargent** qu'ils permettent de calculer la fréquence des oscillateurs de ce kit.

Les résistances peuvent elles aussi intervenir dans la temporisation (le contrôle de la fréquence) d'un oscillateur. Si une résistance est insérée entre le condensateur et l'alimentation (pile ou cellules solaires), le flux d'électricité est ralenti et le condensateur se charge et se décharge plus lentement (la fréquence est réduite).

Essayez de remplacer la résistance de 10K ohms de ce circuit par d'autres de différentes valeurs. Si vous placez une résistance de moindre valeur, le clignotement augmente-t-il ou diminue-t-il ? Le condensateur reçoit plus d'électricité et le clignotement doit alors... Essayez et vous verrez par vous-même.

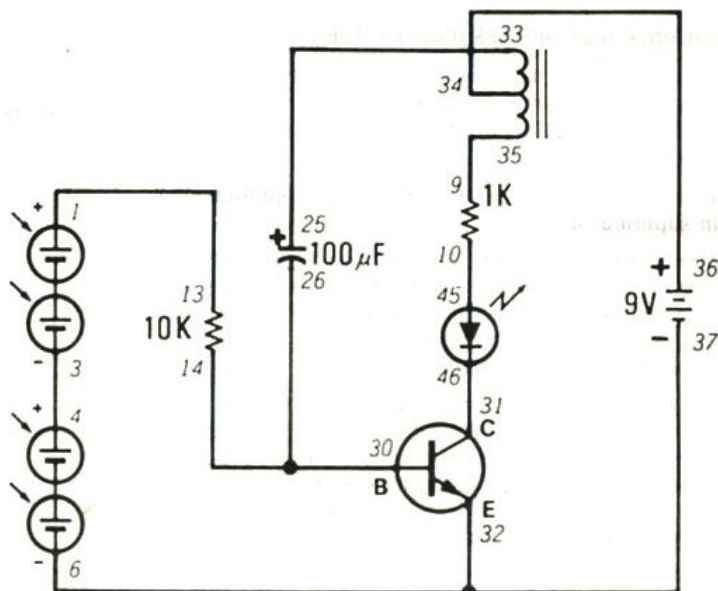
**En cours d'essai, n'essayez pas d'utiliser ou de modifier le raccordement de la résistance de 1K ohms. Elle protège la diode LED et l'empêche d'être endommagée par une trop grande quantité d'électricité.**

Est-il à votre avis possible qu'un clignotement soit tellement rapide que vous ne puissiez le remarquer ? En modifiant quelque peu ce montage vous pourrez vous-même en faire l'expérience.

Raccordez l'écouteur aux bornes 33 et 35, comme indiqué plus haut. Remplacez le condensateur de 100  $\mu$ F par celui de 0,1  $\mu$ F. Pour cela, détachez les deux fils de la borne 26 et raccordez-les à la borne 24. Déplacez également le fil de la borne 25 à la borne 23.

Un son vous parviendra alors de l'écouteur et la diode LED vous donnera l'impression de briller constamment. (L'intensité de la lumière émise par la diode LED sera faible ; vous devrez donc la regarder de près en l'entourant de votre main.) Empêchez à présent les cellules solaires de capter de la lumière et voyez ce qui se passe.

La tonalité du son diminue et, si vous empêchez convenablement la lumière d'atteindre les cellules, vous pourrez voir la diode LED clignoter à nouveau. En réalité, elle n'a jamais cessé de clignoter, mais ses clignotements étaient tellement rapides que vous ne pouviez les voir !



# 15. LE CHAT ÉLECTRONIQUE

Vous souvenez-vous du chant d'oiseau électronique du montage 1 ? Peut-être pensez-vous qu'il reproduisait tous les sons susceptibles d'être engendré par un oscillateur. Eh bien, pas tout à fait. C'est pourquoi nous vous proposons à présent un circuit qui imite le miaulement du chat. Avec un peu d'entraînement, vous pourrez encore découvrir d'autres sons — peut-être même ceux que vous entendez lorsque vous jouez aux jeux électroniques de votre luna-park préféré.

Commencez par jouer avec ce circuit après l'avoir câblé. Essayez de découvrir toutes les façons possibles de modifier le miaulement de ce « chat ». Essayez, par exemple, de changer la valeur de la résistance de 10K ohms et du condensateur de 0,047  $\mu$ F. Vous pourrez aussi obtenir des effets sonores différents en faisant varier la quantité de lumière captée par les cellules solaires (pour cela, recouvrez-les de votre main ou d'un morceau de papier).

Contrairement à celui de l'oiseau électronique, ce circuit n'est alimenté que par les cellules solaires. Vous avez certainement déjà remarqué le circuit oscillateur repris dans le diagramme schématisé — le transformateur avec ses deux bornes reliées à l'écouteur et sa « prise médiane » (borne 34).

Il s'agit ici d'un oscillateur ordinaire. D'autres peuvent se présenter sous un aspect différent.

## UN DERNIER MOT SUR LES OSCILLATEURS

Nous avons appris le fonctionnement de l'oscillateur, ainsi que la manière dont la fréquence de ses cycles de mise en et hors circuit peut être déterminée ou modifiée. Mais vous êtes-vous déjà demandé pourquoi il se mettrait en et hors circuit ?

Pour ce faire, il a besoin de deux choses : une **réaction** et un **gain supérieur à 1**.

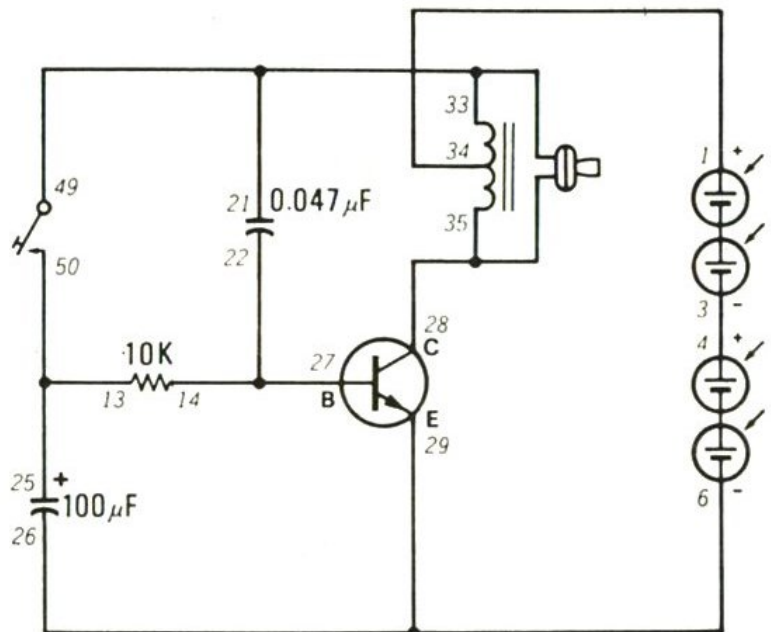
Parlons d'abord de la réaction. Vous avez déjà entendu des exemples de réaction acoustique lors d'un concert, par exemple, lorsque les haut-parleurs se mettent à « siffler ». C'est ce qui arrive lorsque le micro est trop proche des haut-parleurs et que les sons qu'ils émettent repassent dans le micro.

Dans cet oscillateur, le parcours E-B du transistor occupe la place du micro de notre exemple et le parcours E-C la place des haut-parleurs. Sur le diagramme, vous remarquerez que les parcours E-B et E-C sont raccordés via le transformateur. Comparez-les au transistor (2) du montage 13 et vous remarquerez qu'il n'y avait aucun raccordement entre les deux parcours.

Lors d'un concert, la réaction acoustique est un phénomène gênant. Dans un oscillateur, elle est nécessaire au bon fonctionnement du circuit.

Qu'est-ce qu'un gain supérieur à 1 ? Cela veut tout simplement dire qu'il y a plus de courant empruntant le parcours E-C, que le parcours E-B du transistor. Si nous comparons l'oscillateur à l'installation de sonorisation du concert de notre exemple, « un gain supérieur à 1 » signifie que les sons émis par les haut-parleurs sont plus forts que ceux captés par le micro. Un synonyme de « gain supérieur à 1 » est **amplification**.

La réaction et l'amplification, associées à la charge et à la décharge d'un condensateur, font osciller ce circuit.



# 16. RADIO À UN TRANSISTOR À ALIMENTATION SOLAIRE

Nous commençons maintenant une série de sept montages consacrés aux circuits radio : cinq récepteurs et deux émetteurs. Vous pourrez ainsi écouter votre station préférée ou émettre vos propres programmes pour votre entourage.

Dans ces montages, vous remarquerez la présence de deux nouveaux termes (et de leurs représentations symboliques) —

**antenne** ∇ et terre ⊥

Pour les récepteurs radio, vous pouvez utiliser le long fil vert (livré avec le kit) comme antenne. En le raccordant à la borne figurant sur le diagramme schématique, vous devriez obtenir une bonne réception dans la plupart des régions. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir aux antennes au fur et à mesure des montages.

Pour les émetteurs, n'utilisez que le fil d'antenne que nous vous conseillerons d'employer.

Quant au raccordement à la terre, son nom indique bien que vous devez le relier... à la terre. La solution la plus simple sera certainement de raccorder le fil de terre à une conduite métallique d'eau froide. Un tel tuyau se perd dans le sol et fournit donc une prise de terre convenable. Si vous êtes dans l'impossibilité de raccorder votre fil à une canalisation d'eau, vous pouvez planter un piquet métallique dans la terre et y raccorder votre fil. Votre magasin Tandy dispose des piquets de terre et des longueurs de fil nécessaires.

Quand le câblage est terminé, placez l'écouteur dans votre oreille et tournez lentement le bouton d'accord (condensateur variable) jusqu'à ce que vous captiez une station de radio. Si son signal vous semble faible, essayez d'améliorer la réception en orientant l'antenne différemment.

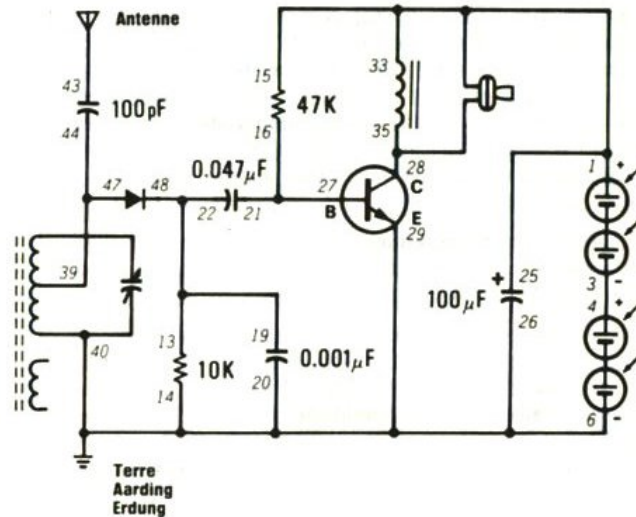
Vous souvenez-vous de la signification des lettres BF ? C'est bien cela — basse fréquence. A votre avis, à quoi les lettres **HF** peuvent-elles bien correspondre ? Si vous avez pensé à **haute fréquence**, vous avez deviné juste.

Il existe de très nombreux signaux HF qui voyagent dans l'air à tout moment. Lorsqu'ils sont interceptés par une antenne, ils parcourent le fil d'antenne et arrivent à la bobine d'antenne et au condensateur variable. Les signaux HF « agitent » les atomes de la bobine, ce qui amène celle-ci à produire de faibles impulsions électriques.

Le condensateur variable raccordé à la bobine d'antenne accorde le circuit afin qu'il soit sensible à un seul signal HF (station de radio). La diode « détecte » le signal BF (son) contenu dans le signal radio. Ce signal BF est ensuite amplifié par le transistor et transformé en sons par l'écouteur.

Les cellules solaires fournissent l'énergie nécessaire à l'amplification, ce qui vous permet d'entendre plus facilement le programme émis par la station de radio. Mais le programme proprement dit voyage à travers l'air.

Les émetteurs radio alimentés à l'énergie solaire équipent les vaisseaux spatiaux et transmettent pratiquement tous les signaux que les scientifiques reçoivent de l'espace !





# 17. STATION DE RADIO À ALIMENTATION SOLAIRE

Dans le montage précédent, nous avons vu que les signaux HF (haute fréquence) étaient porteurs de signaux BF (sons). Ce montage va vous permettre de mieux comprendre ce phénomène.

Pour capter les émissions de ce circuit, vous devrez disposer d'un récepteur AM que vous installerez à quelques mètres seulement de votre kit.

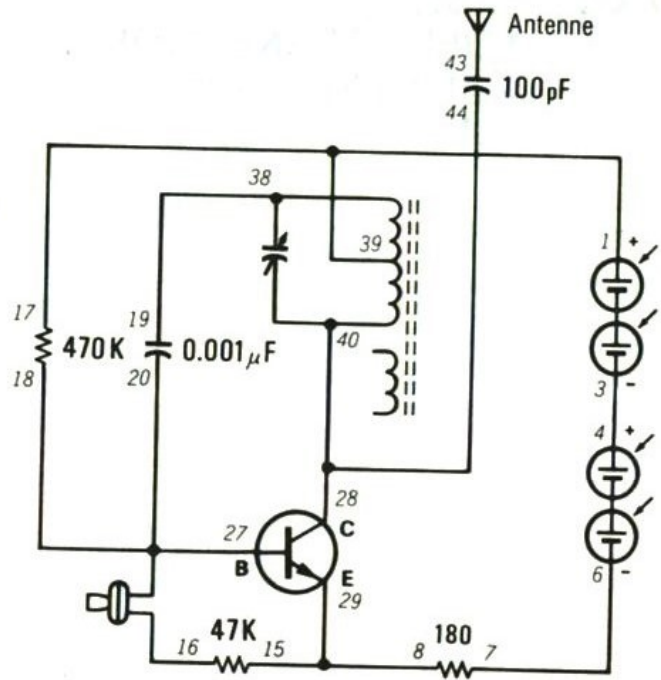
Après avoir terminé le câblage, allumez la radio. Réglez-la sur une fréquence libre (sans station) située vers le milieu du cadran. Tournez ensuite le bouton d'accord de votre kit tout en parlant dans l'écouteur, jusqu'à ce que vous entendiez votre voix à la radio. Si vous avez un jour rêvé de devenir **présentateur**, c'est le moment de tenter votre chance.

L'émetteur n'est pas très puissant, mais vous devriez pouvoir le capter dans un rayon de 3 mètres. N'augmentez pas la longueur de l'antenne, vous pourriez provoquer des interférences dans les communications radio entre stations proches de votre domicile. Cela est bien entendu interdit par la Loi.

En parlant dans l'écouteur, vous engendrez des vibrations qui produisent une faible quantité d'électricité dont l'importance varie en fonction de l'intensité de votre voix. En effet, l'écouteur étant raccordé au parcours E-B du transistor, l'électricité produite par votre voix commande (et fait varier) l'**amplitude** (la force) du signal HF empruntant le parcours E-C du transistor. Le signal HF de base est quant à lui produit par l'énergie obtenue à partir des cellules solaires.

Ces variations ou **modulations** dans l'amplitude du signal HF sont détectées par le récepteur radio (tout comme dans le montage 16) et transformées en sons.

Nous vous avons dit d'utiliser un récepteur AM pour capter les signaux de votre station de radio. Vous êtes-vous déjà demandé à quoi correspondent les lettres AM ? Elles sont l'abréviation anglaise de **Modulation d'Amplitude**. C'est en détectant les modulations (les variations) dans l'amplitude (la force) des signaux radio qu'ils captent, que les récepteurs **AM** peuvent reproduire les sons que vous entendez.



# 18. RADIO À DEUX TRANSISTORS À ALIMENTATION SOLAIRE

Voici une version « amplifiée » du circuit radio du montage 16. Le récepteur est toujours alimenté par les cellules solaires mais il fait appel aux deux transistors pour obtenir une meilleure amplification du signal BF contenu dans les ondes radio. A ce propos, le montage 17 vous a permis de comprendre comment les ondes radio « transportaient » les signaux basse fréquence (sons).

Si vous examinez le diagramme schématique, vous remarquez que sa partie gauche est pratiquement identique au schéma du circuit de montage 16 et que sa partie droite correspond à un étage d'amplification supplémentaire. C'est grâce à lui que le volume de l'écouteur a pu être augmenté.

Comme ce circuit est exclusivement alimenté par les cellules solaires, il donnera de meilleurs résultats en pleine lumière. ; placez donc une lampe ou une autre lumière artificielle près des cellules solaires.

Quand le câblage est terminé, tournez le bouton d'accord (condensateur variable) jusqu'à ce que vous captiez une station de forte puissance.

**La réception n'est pas bonne ?** Comme pour le montage 16, le fil vert fourni avec votre kit fera une bonne antenne. Il est aussi parfois possible d'améliorer la réception en branchant (ou en débranchant) le fil de terre. Essayez de faire fonctionner le circuit en débranchant le fil de terre, ou en le raccordant à la borne 38.

Si vous habitez dans un endroit isolé et si vous désirez capter des stations lointaines, vous pouvez avoir recours à une antenne extérieure. (Tandy vend d'ailleurs une telle antenne pour les ondes courtes.) **N'OUBLIEZ PAS DE VOUS FAIRE AIDER PAR UN ADULTE AU MOINS LORSQUE VOUS INSTALLEREZ VOTRE ANTENNE ET ÉVITEZ ABSOLUMENT DE LA PLACER À PROXIMITÉ DE FILS ÉLECTRIQUES.**

## AMPLIFICATION

Au cours de plusieurs montages, nous avons eu l'occasion de parler d'amplification et nous avons dit que les transistors étaient de bons amplificateurs. Mais qu'entend-on exactement par amplification ?

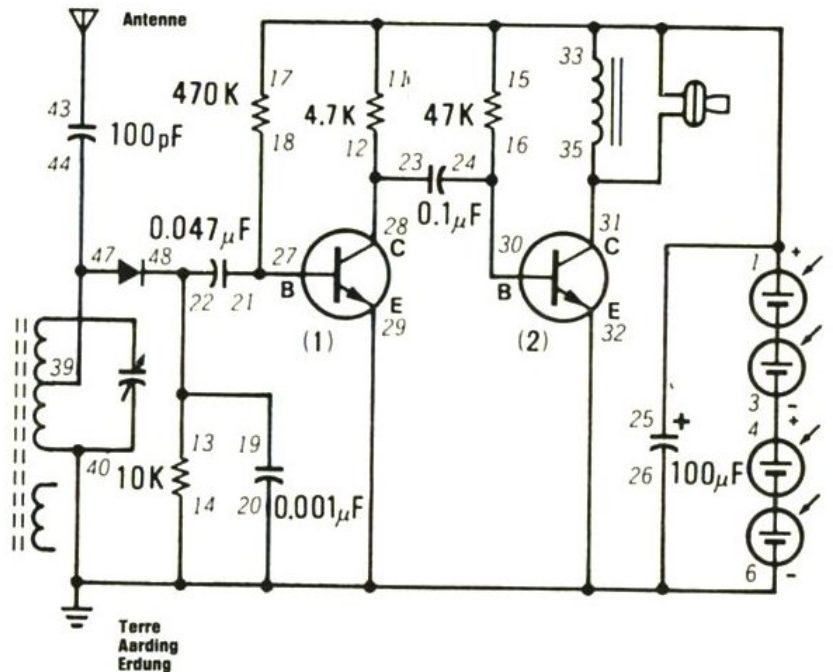
L'amplification est la transformation d'un signal faible en un signal fort. Le transistor ne produit pas l'énergie (l'électricité) nécessaire pour obtenir un signal fort. Il laisse seulement le signal faible se multiplier et prendre une certaine force en puisant son énergie auprès d'une autre source.

Les dessins ci-dessous représentent des signaux empruntant les parcours E-B et E-C d'un transistor. Le signal E-C est absolument identique au signal E-B, à l'exception de sa taille (comme s'il avait subi un agrandissement photographique).



Parcours E-B  
EB-pad  
EB Pfad

Parcours E-C  
EC-pad  
EC Pfad



# 19. DÉTECTEUR D'ONDES RADIO TRANSISTORISÉ À ALIMENTATION SOLAIRE

Comparez soigneusement ce circuit radio avec ceux que vous avez déjà réalisés (montages 16 et 18). Il manque quelque chose. Voyez-vous de quoi il s'agit ? D'une diode. Ce circuit n'utilise aucune diode. Comme nous l'avons déjà dit, la diode a pour rôle de **détecter** le signal BF. Mais, au fait, qu'est-ce que la détection ?

Si nous pouvions voir une onde radio dépourvue de tout signal basse fréquence, elle ressemblerait à la Figure 1. Si un récepteur radio captait ce signal, il ne pourrait reproduire aucun son. En effet, l'amplitude (la force) ne subit aucune modulation (changement).

Figure 1



Mais, si un signal BF était utilisé pour commander et faire varier l'amplitude (la force) d'une onde radio (voir montage 17), on obtiendrait un signal identique à celui représenté à la Figure 2.

Figure 2



Quand un tel signal traverse une diode, il est **détecté** et un signal semblable à celui représenté à la Figure 3 est acheminé jusqu'au parcours E-B du transistor. Là, il est amplifié et transformé en sons.

Figure 3

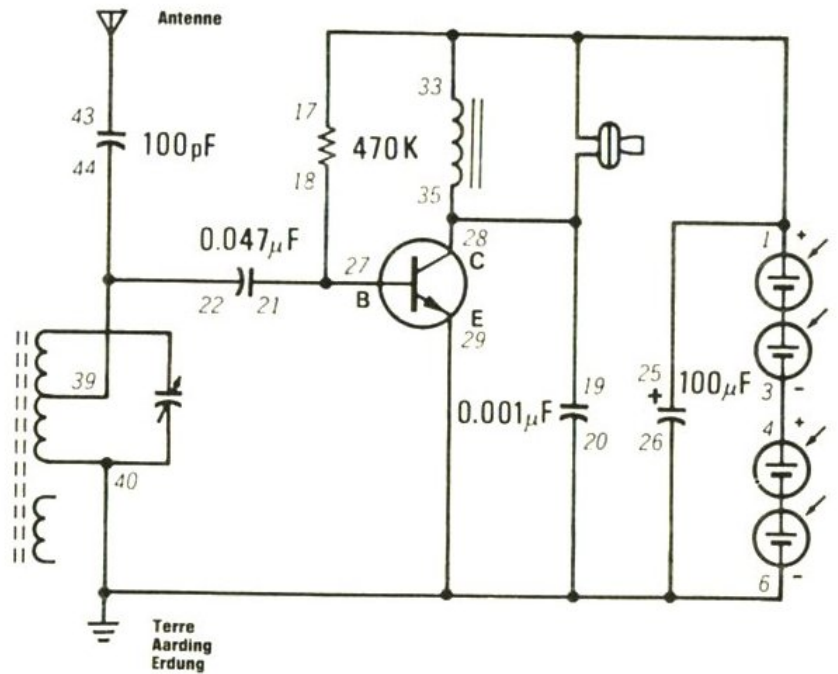


La radio de ce montage peut fonctionner sans détecteur à diode parce qu'un transistor joue le même rôle que deux diodes réunies. Le parcours E-B du transistor remplit sa fonction habituelle plus celle de diode.

Comme vous l'avez fait pour les autres circuits radio, essayez de modifier le raccordement de l'antenne et du fil de terre. Les exemples d'antennes ne manquent pas dans une maison. Si vous avez un téléphone à cadran, raccordez votre fil d'antenne à la butée du cadran. Vous disposerez ainsi d'une antenne d'excellente qualité en raison de son raccordement à l'ensemble des fils téléphoniques de la maison.

Les barreaux métalliques d'une fenêtre peuvent aussi se transformer en antenne de bonne qualité.

**NE RACCORDEZ JAMAIS LE FIL D'ANTENNE À UN CORDON OU À UN APPAREIL BRANCHÉ SUR UNE PRISE DE COURANT OU RACCORDÉ À TOUTE AUTRE SOURCE D'ÉLECTRICITÉ.**



## 20. RADIO À TRANSISTOR À COMMANDE SOLAIRE DU VOLUME

En réalisant ce montage, vous remarquerez certainement qu'il fait appel à la fois aux cellules solaires et à la pile de 9 volts. Cette dernière est raccordée au parcours E-C du transistor via l'écouteur. Vous pouvez donc en déduire que nous allons utiliser la pile pour amplifier un signal.

Mais à quoi allons-nous employer l'électricité produite par les cellules solaires ? Si vous avez lu le titre de ce montage, vous savez déjà qu'elle servira à commander le niveau du volume.

Une fois le câblage terminé (n'avez-vous pas oublié de raccorder l'antenne et le fil de terre ?), réglez votre récepteur radio sur la station de votre choix et, en vous servant d'une torche électrique ou d'un morceau de papier, faites varier la quantité de lumière captée par les cellules solaires. Cela se traduira par une modification du niveau du volume de l'écouteur.

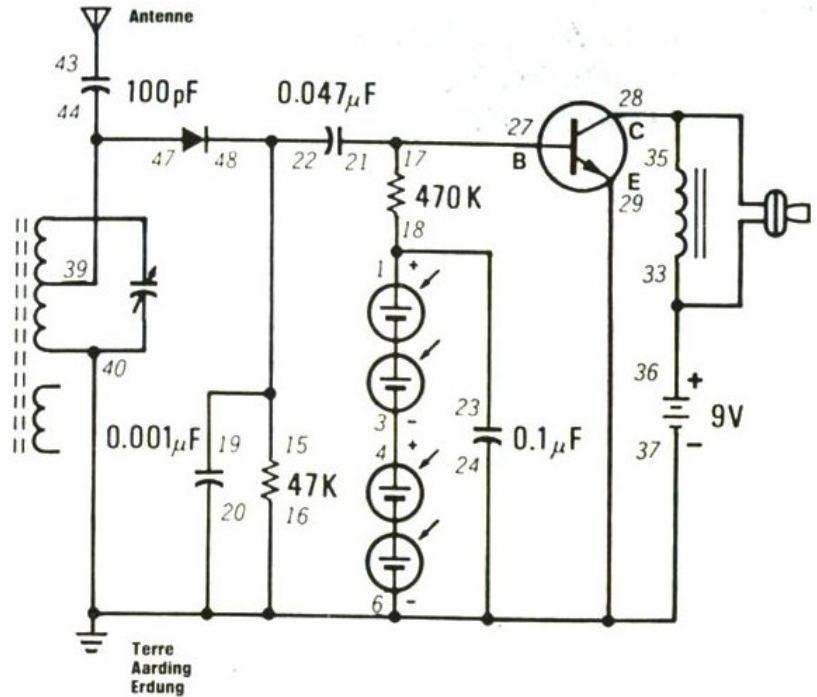
### COURANT DE POLARISATION DE BASE

Pour chaque récepteur radio, nous avons dit que les ondes radio agitaient les atomes dans la bobine d'antenne et produisaient ainsi de l'électricité. Nous avons précisé que ce signal était raccordé au parcours E-B du transistor et qu'il commandait donc une quantité d'électricité plus importante circulant dans le parcours E-C.

Voici la vérité : l'électricité produite par les ondes radio étant insuffisante pour mettre le transistor en circuit, il a besoin d'un **courant de polarisation de base**. Il s'agit d'une source d'électricité, distincte du signal, qui permet de mettre le transistor en circuit.

Dans ce montage, le courant de polarisation de base est fourni par les cellules solaires via la résistance de 470K ohms. Ce courant garantit la mise en circuit du transistor (à condition, bien sûr, que les cellules captent de la lumière). Reprenez les circuits précédents et essayez de découvrir la source du courant de polarisation de base.

La modulation du signal HF continuera à faire varier l'électricité empruntant le parcours E-B, et sera amplifiée dans le parcours E-C du transistor, afin que vous puissiez l'entendre dans l'écouteur.



# 21. RADIO À TRANSISTORS À COMMANDE LUMINEUSE

Au montage 13, nous avons mis un oscillateur en circuit en nous servant d'un interrupteur à commande lumineuse, constitué d'un transistor et des cellules solaires. Le montage que vous allez réaliser fait appel au même type d'interrupteur pour enclencher un récepteur radio lorsque les cellules captent les rayons du soleil ou toute autre source lumineuse.

Ce circuit comporte deux transistors dont un seul est utilisé pour la radio. L'autre transistor (2) met le circuit sous tension.

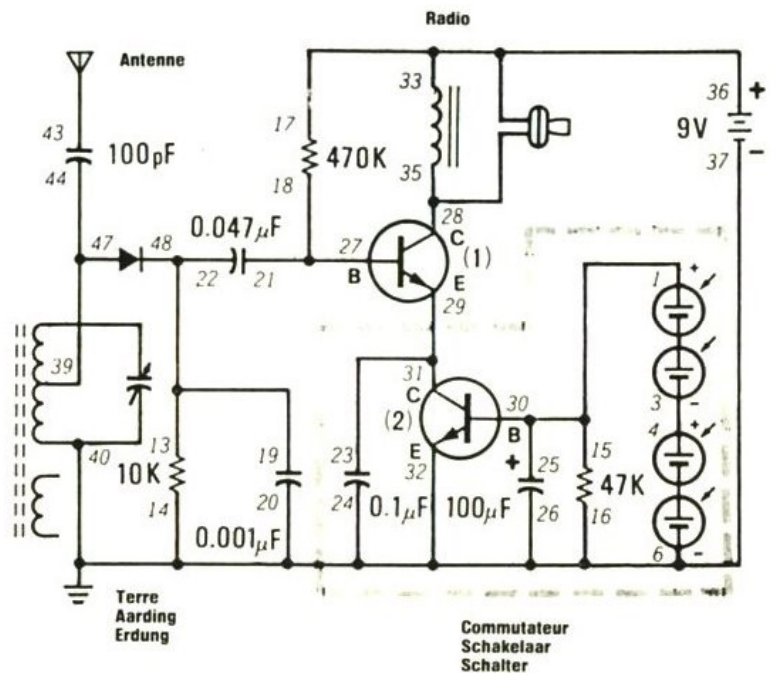
Conformez-vous aux indications du montage 16 pour tout ce qui concerne le raccordement de l'antenne et du fil de terre.

Comme vous allez réaliser le dernier récepteur radio de votre kit, il serait bon de vérifier si vous vous souvenez bien de tout ce qui se passe dans un circuit, lorsque la radio capte, détecte et amplifie le signal HF modulé.

1. Les signaux HF se déplacent dans l'air et sont interceptés par le fil d'antenne. Celui-ci les achemine jusqu'à la bobine d'antenne où ils agitent les atomes et produisent une faible quantité d'électricité.
2. Le bouton d'accord (condensateur variable) sensibilise le circuit à un signal HF unique, provenant de l'antenne.
3. La diode (parfois remplacée par un transistor) détecte le signal BF transporté par le signal HF sous la forme de modulations de fréquence.
4. Le signal ainsi détecté est acheminé jusqu'au parcours E-B du transistor préalablement polarisé (dans ce circuit, il est polarisé par le courant provenant de la pile via la résistance de 470K ohms). Le transistor est ainsi mis en circuit et les modulations BF du signal détecté peuvent être amplifiées dans le parcours E-C du transistor.
5. Le signal amplifié dans le parcours E-C du transistor arrive à l'écouteur où il est retransformé en sons. Souvenez-vous qu'au départ, un signal basse fréquence (la voix ou tout autre son) a d'abord dû moduler le signal HF.

Vous avez déjà certainement remarqué dans les circuits la présence de nombreux composants dont nous ne parlons jamais. Il arrive en effet qu'une résistance n'ait d'autre but que de protéger une partie du circuit contre un éventuel excès de courant.

Les condensateurs peuvent quant à eux servir de filtre et éliminer les signaux BF (sons) ou HF (signaux haute fréquence) indésirables. Ils permettent également de stabiliser une alimentation (en supprimant les brusques augmentations du niveau du courant). Il arrive qu'un circuit fonctionne parfaitement bien sans ces composants supplémentaires, mais leur présence assure un fonctionnement plus régulier et plus sûr.



## 22. MANIPULATEUR MORSE SANS FIL

Ce montage illustre comment, en associant deux circuits simples, on obtient un circuit plus complexe. Le pointillé, dans le diagramme schématique, sépare ces deux circuits.

Sur la gauche, nous trouvons un oscillateur BF semblable à ceux des montages 12 à 15 et sur la droite, un émetteur/oscillateur HF.

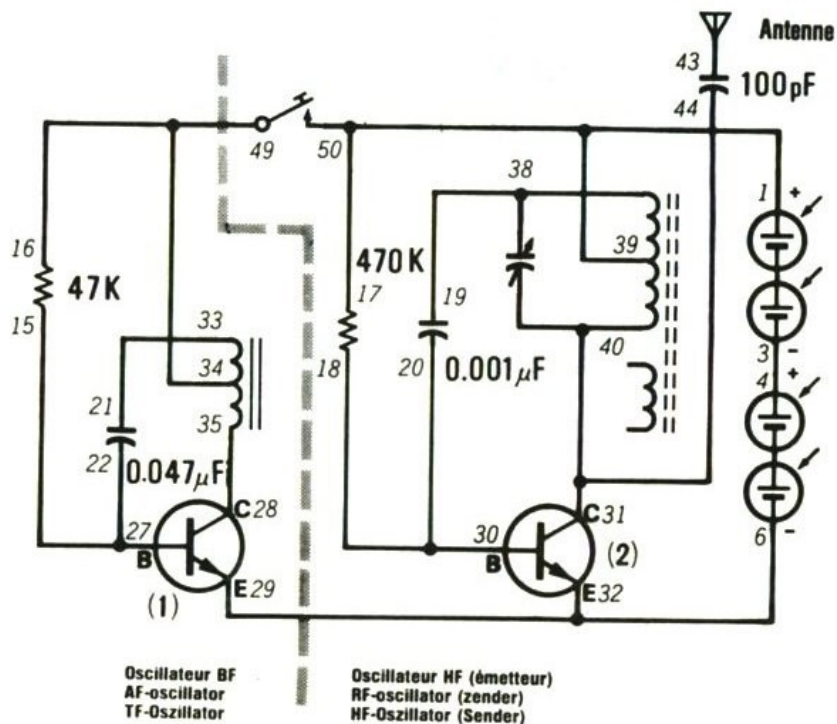
Vous aurez besoin d'un récepteur de radio AM pour capter les signaux de ce manipulateur Morse sans fil. Réglez donc l'aiguille de votre récepteur au centre de son cadran, sur une fréquence libre de toute station. Eloignez ensuite votre récepteur à quelques mètres de votre kit.

Quand le câblage est terminé, la partie HF est constamment sous tension et émet un signal non-modulé. Sans modulation, le récepteur radio ne peut capter aucun signal transformable en sons et vous ne pouvez donc rien entendre.

Dès que le manipulateur est enfoncé, le signal de l'oscillateur BF module le signal HF, comme ce fut le cas pour votre voix au montage 16. Maintenez le manipulateur enfoncé et tournez le bouton d'accord jusqu'à ce que vous captiez une tonalité régulière sur votre radio AM. Relâchez le manipulateur et la modulation s'arrête, ainsi que la tonalité reproduite par la radio.

Une fois de plus... si la radio vous intéresse, nous vous conseillons vivement de vous mettre à l'étude du code Morse (voir montage 12).

L'alimentation de ce circuit est entièrement fournie par les cellules solaires. N'êtes-vous pas étonné de voir toutes les possibilités offertes par l'énergie solaire. Sans oublier qu'elle est gratuite !



# 23. CLIGNOTANT À DIODE LED À COMMANDE LUMINEUSE

Commencez par examiner le schéma de ce montage. Ressemble-t-il à celui d'un oscillateur ? Certainement pas à ceux des oscillateurs des montages 12 à 15. Cependant, il clignote (comme le titre vous le laissait supposer). Il s'agit donc bien d'un oscillateur.

Ce circuit est très proche des multivibrateurs bistables des programmes 7 et 8. Un rapide coup d'œil aux diagrammes de ces circuits vous convaincra de leurs similitudes. Dans les multivibrateurs, si un transistor est en circuit, l'autre est hors circuit. Un multivibrateur bistable reste dans un état tant qu'il ne reçoit pas de signal lui ordonnant de passer à un autre état.

Ce circuit passe sans cesse automatiquement d'un état à un autre. Il n'est pas stable. C'est d'ailleurs pour cela qu'il porte le nom de **multivibrateur astable**.

Dès que vous avez terminé le câblage, la diode LED se met à clignoter. Essayez alors de recouvrir les cellules solaires afin d'augmenter et de diminuer la quantité de lumière qu'elles peuvent capter. Que se passe-t-il ?

Le multivibrateur astable est très différent des autres multivibrateurs que vous avez réalisés, bien qu'il existe certaines similitudes entre eux. Ils sont tous commandés par les mêmes facteurs. La vitesse de charge et de décharge des condensateurs est leur facteur de temporisation. Cette vitesse est d'ailleurs déterminée par la quantité de courant fournie par les cellules solaires. Cela explique donc que la vitesse des clignotements diminue lorsque vous recouvrez les cellules solaires.

Bien entendu, la résistance entre l'alimentation et les condensateurs influencera aussi la charge et la décharge. Remplacez la résistance de 4,7K ohms par celle de 47K ohms. Comme vous êtes pratiquement devenu un spécialiste nous nous garderons bien de vous dire comment réaliser cette petite modification.

Quand vous vous sentez sûr de vous, n'hésitez pas à acheter quelques composants dans votre magasin Tandy. Vous pourrez ainsi réaliser des montages plus complexes et les alimenter à l'énergie solaire. N'oubliez pas de toujours noter soigneusement les résultats de vos expériences. C'est d'ailleurs à cet effet que nous avons prévu, pour chaque montage, un espace destiné à recueillir vos notes.

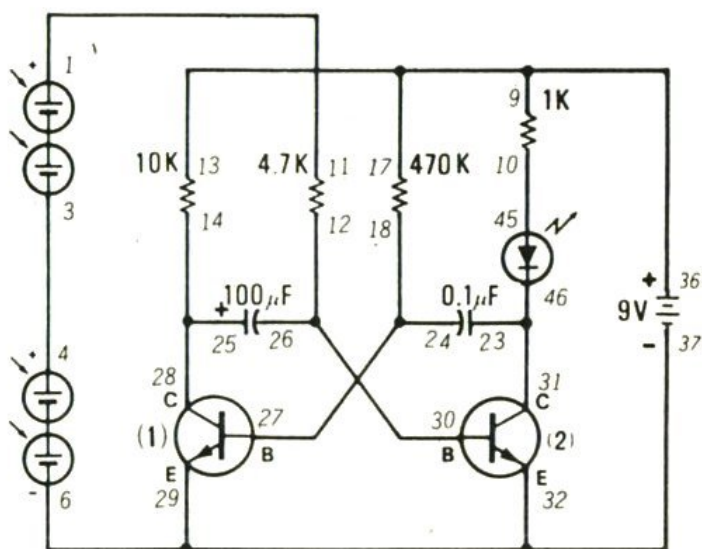
Voici à présent quelques questions :

1. Nous avons dit que dans un multivibrateur, un transistor est en circuit lorsque l'autre est hors circuit. Dans ce montage, quel est le transistor en circuit quand la diode LED est allumée ?
2. Que se passerait-il si nous diminuions sensiblement la valeur des condensateurs et des résistances ?

Notez vos réponses et comparez-les aux nôtres, en bas de page.

## RÉPONSES :

1. Celui de droite - le transistor (2). Celui de gauche - le transistor (1) pourrait alors l'utiliser comme générateur BF plutôt que comme clignotant.
2. La fréquence des oscillations augmenterait fortement et on



## 24. LE RÉSERVOIR ÉLECTRONIQUE

Que se passerait-il si vous vouliez allumer une diode LED (ou n'importe quelle autre lampe) à l'énergie solaire lorsque la lumière captée par les cellules solaires n'est pas assez forte pour fournir la quantité d'électricité nécessaire ? Ne serait-il pas intéressant de pouvoir disposer d'une sorte de réservoir dans lequel vous pourriez emmagasiner l'électricité en quantité suffisante pour éclairer la diode LED ? Eh bien, voici ce réservoir extraordinaire !

Il porte le nom de condensateur. Jusqu'à présent nous avons utilisé la charge et la décharge des condensateurs comme minuteries. Cette fois, le condensateur de  $100\ \mu\text{F}$  va nous servir de pile de stockage.

Commencez par câbler le circuit et appuyez ensuite sur le manipulateur. Si la pièce dans laquelle vous vous trouvez est bien éclairée, la diode LED restera allumée tant que vous maintiendrez le manipulateur enfoncé. Les cellules solaires produisent en effet assez de courant pour alimenter le circuit.

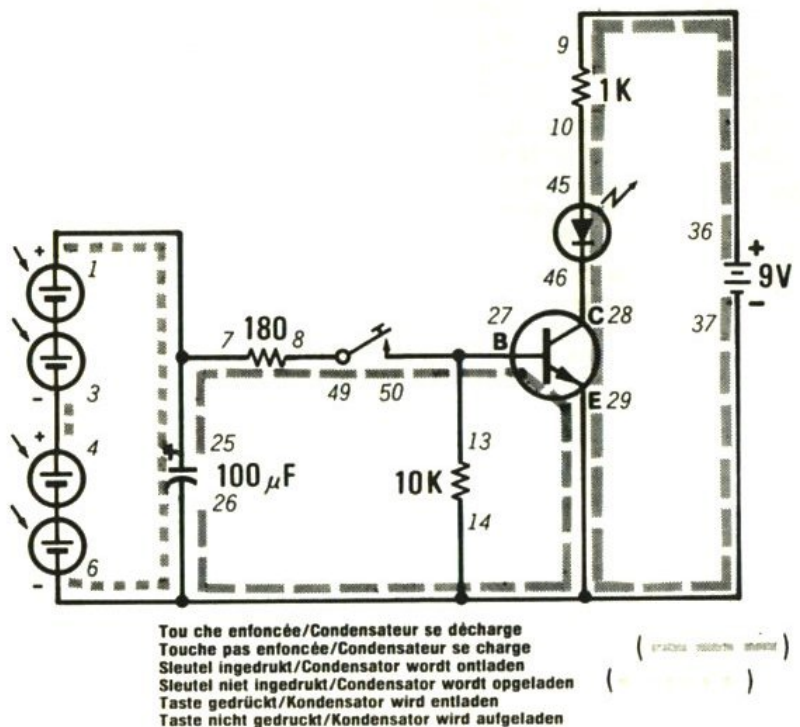
Emportez à présent votre kit dans une pièce plus sombre et appuyez sur le manipulateur. La diode LED restera allumée tant qu'il y aura de l'électricité dans le condensateur (cette électricité accumulée lors de votre présence dans la pièce éclairée). Dès que le condensateur est déchargé, la diode LED s'éteint.

Relâchez le manipulateur. Le condensateur se met immédiatement à stocker l'électricité (aussi faible soit-elle) produite par les cellules solaires (même si la lumière est faible au point de ne pas permettre à la diode LED de rester éclairée). Attendez quelques secondes et appuyez à nouveau sur le manipulateur. La diode LED s'allume jusqu'à ce que le condensateur soit complètement déchargé. Relâchez alors le manipulateur et le même processus de stockage reprend.

Vous devrez probablement effectuer plusieurs tentatives avant de trouver le niveau de luminosité permettant à la diode LED de s'éteindre et au condensateur de se charger (pas pendant trop longtemps, cependant).

Si vous disposiez de condensateurs de plus grande capacité, vous pourriez stocker plus d'électricité et vous en servir pour d'autres applications. Dans le cadre d'un montage alimenté par l'énergie solaire, vous pourriez ainsi vous contenter d'un nombre restreint de cellules, à condition qu'une lampe ou tout autre composant ne doive pas rester constamment allumé.

Les satellites et les sondes spatiales sont équipés de piles de stockage qui sont alimentées par l'énergie fournie par des cellules solaires. Cela permet à leur radio et à leurs autres équipements de fonctionner en tout temps, même lorsque les cellules solaires ne captent aucune lumière (lors du survol de la face cachée de la lune, par exemple). Pourquoi n'essayeriez-vous pas de réaliser un circuit remplaçant une pile au nickel-cadmium ?





## 25. LE MULTIVIBRATEUR À COUP UNIQUE

Si vous examinez le diagramme schématique, vous remarquerez que la disposition des composants de ce circuit est identique à celles des multivibrateurs bistable et astable. A votre avis, pourquoi dit-on de ce multivibrateur qu'il est **à coup unique** ?

Quand le câblage est terminé, placez le kit à la lumière. La diode LED doit alors être éteinte. Enfoncez le manipulateur et relâchez-le immédiatement. La diode LED s'allume pour s'éteindre quelques secondes plus tard.

Tant que les cellules reçoivent la même quantité de lumière, la diode LED reste allumée pendant le même laps de temps. Il est évident que si vous appuyez sur le manipulateur et si vous le maintenez enfoncé, la diode LED restera allumée tant que vous ne le relâchez pas. Si vous maintenez le manipulateur enfoncé au-delà de son temps normal de mise en circuit (quelques secondes), la diode LED s'éteindra pratiquement au moment même où vous relâchez le manipulateur.

Faites appel aux notions que vous avez vues et à l'expérience que vous avez pu acquérir, et essayez de découvrir le composant qui commande le temps d'éclairage de la diode LED. Eh oui, vous avez raison, il s'agit bien du condensateur.

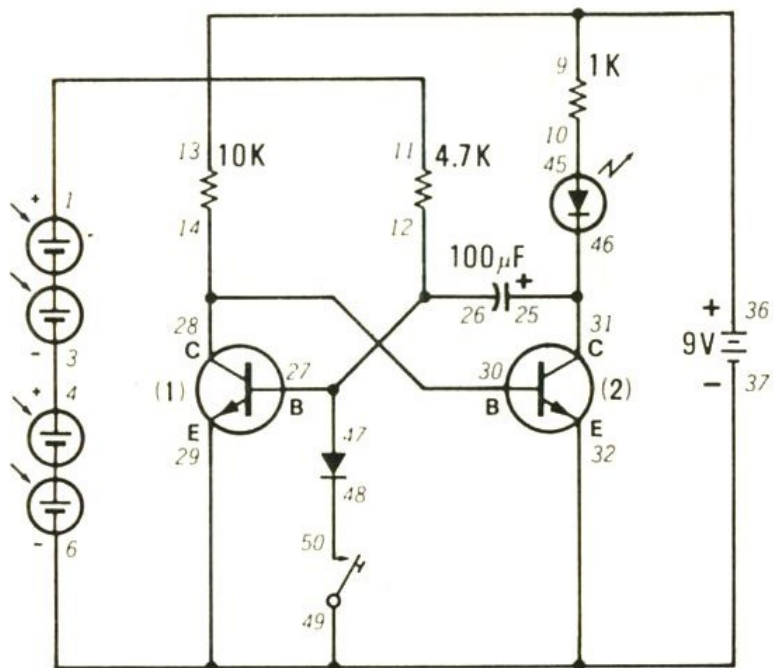
Comme dans les autres multivibrateurs, dès qu'un transistor est en circuit, l'autre est hors circuit. Quand la luminosité est normale, le transistor (1) aura tendance à être en circuit. Le courant n'empruntera plus alors le parcours E-B du transistor (2) qui sera mis hors circuit. La diode LED restera ainsi éteinte.

Quand le manipulateur est enfoncé, le courant est retiré du parcours E-B du transistor (1) qui est ainsi mis hors circuit. Le courant peut alors traverser le parcours E-B du transistor (2), qu'il met en circuit, et aller éclairer la diode LED.

En appuyant sur le manipulateur, vous déchargez également le condensateur de  $100\ \mu\text{F}$  que les cellules solaires doivent recharger avant qu'une quantité suffisante de courant n'atteigne le parcours E-B du transistor (1) et le remette en circuit. Le temps mis par les cellules solaires pour recharger le condensateur correspond donc au temps d'éclairage de la diode LED.

Si vous réduisez la quantité de lumière captée par les cellules solaires, la diode LED restera-t-elle plus ou moins longtemps allumée ? Réfléchissez, choisissez une des deux possibilités et vérifiez si vous avez raison.

Si vous réduisez trop la quantité de lumière captée par les cellules, celles-ci ne produiront plus assez d'électricité pour mettre le transistor (1) en circuit, même si le condensateur est chargé. Dans un tel cas, la diode LED reste allumée.



## LISTE DES MONTAGES

1. Le chant d'oiseau électronique . . . . .	30
2. La porte « ET » . . . . .	32
3. La porte « OU » . . . . .	34a
4. La porte « NON » . . . . .	36
5. La porte « NON-ET » . . . . .	38
6. La porte « NON-OU » . . . . .	40
7. La bascule bistable . . . . .	42
8. Bascule bistable réversible . . . . .	44
9. Oscillateur basse fréquence à commande lumineuse . . . . .	46
10. Diode LED à commande lumineuse . . . . .	48
11. Récepteur basse fréquence à commande lumineuse . . . . .	50
12. Le manipulateur pour code secret . . . . .	52
13. Alarme à commande lumineuse . . . . .	54
14. La diode LED clignotante . . . . .	56
15. Le chat électronique . . . . .	58
16. Radio à un transistor à alimentation solaire . . . . .	60
17. Station de radio à alimentation solaire . . . . .	62
18. Radio à deux transistors à alimentation solaire . . . . .	64
19. Détecteur d'ondes radio transistorisé à alimentation solaire . . . . .	66
20. Radio à transistor à commande solaire du volume . . . . .	68
21. Radio à transistors à commande lumineuse . . . . .	70
22. Manipulateur Morse sans fil . . . . .	72
23. Clignotant à diode LED à commande lumineuse . . . . .	74
24. Le réservoir électronique . . . . .	76
25. Le multivibrateur à coup unique . . . . .	78

## LISTE DES COMPOSANTS

**REMARQUE :** La plupart des composants sont déjà fixés à la plaque de montage, à l'intérieur de la boîte. Cette liste n'a donc d'autre but que de vous rappeler quels sont les composants qui constituent votre Kit à l'énergie solaire.

DESCRIPTION	Nombre
Antenne barre . . . . .	1
Bobine d'antenne à 5 bornes . . . . .	1
Bornes à ressort . . . . .	50
Bouton du condensateur variable (accord) . . . . .	1
Bouton du levier . . . . .	1
Cellule solaire, K2 . . . . .	4
Condensateurs	
100 pF, condensateur plat . . . . .	1
0.001 $\mu$ F, condensateur plat . . . . .	1
0.047 $\mu$ F, condensateur plat . . . . .	1
0.1 $\mu$ F, condensateur plat . . . . .	1
100 $\mu$ F, 10V, condensateur électrolytique . . . . .	1
Condensateur variable . . . . .	1
Diode au Germanium 1N60 (ou 1K60) . . . . .	1
Diode électroluminescente (SR503D ou LT-4213) . . . . .	1
Ecouteur piézoélectrique à haute impédance . . . . .	1
Ecrou, 3 mm . . . . .	4
Encadrement plastique (droit, gauche) . . . . .	2
Fils	
Blanc, 7,5 cm . . . . .	14
Rouge, 15 cm . . . . .	7
Bleu, 25 cm . . . . .	3
Vert, 3 m . . . . .	1
Fixation pour pile 9 volts . . . . .	1
Levier . . . . .	1
Panneau en papier . . . . .	1
Résistances	
180 ohms . . . . .	1
1 K ohms . . . . .	1
4,7 K ohms . . . . .	1
10 K ohms . . . . .	1
47 K ohms . . . . .	1
470 K ohms . . . . .	1
Support d'antenne . . . . .	1
Transformateur, EL-19 . . . . .	1
Transistors, 2SC945, NPN, silicon . . . . .	1
Vis	
2,6 x 4 mm . . . . .	3
3 x 5 mm . . . . .	1
3 x 6 mm . . . . .	2
3 x 8 mm . . . . .	1

TANDY CORPORATION		
AUSTRALIA 91 KURRAJONG ROAD MOUNT DRUITT, N.S.W. 2770	BELGIUM PARC INDUSTRIEL DE NANINNE 5140 NANINNE	U.K. BILSTON ROAD WEDNESBURY WEST MIDLANDS WS 10 7 JN