



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES



Sciences Techniques Jeunesse

ASSOCIATION NATIONALE SCIENCES TECHNIQUES JEUNESSE

Secteur ESPACE

16, Place Jacques Brel - 91130 RIS ORANGIS

Téléphone : 01-69-02-76-10 / Télécopie : 01-69-43-21-43

E-Mail : espace@anstj.mime.univ-paris8.fr

Web: <http://anstj.mime.univ-paris8.fr>

Edition Mai 1983

Guide pratique pour la construction d'une maquette active de satellite

Note technique ANSTJ

PREFACES

=====

"L'Education Populaire, c'est l'Education au Civisme" a dit André HENRY, Ministre du Temps Libre. Former par l'éducation populaire des citoyens de demain, c'est former des hommes responsables, maîtres de leur temps, au courant de leur contexte politique, économique, technique et technologique dans une civilisation où l'électronique, la vidéo, l'informatique et la télématique constituent des composantes nouvelles et particulièrement importantes.

Au même titre que le maquettisme, qui consiste à construire des avions ou des bateaux en modèles réduits, a permis de mieux connaître le fonctionnement de la navigation et de l'aéronautique, de même un stage de ce type, débouchant sur des réalisations avec des enfants et des jeunes, permettra à l'avenir de démystifier le fonctionnement des Télécommunications Spatiales et de sensibiliser les adultes de demain aux techniques modernes qui n'ont finalement rien de "sorcier".

Robert HESS

Directeur Régional Temps Libre
Jeunesse et Sports de La Réunion

Les questions les plus fréquemment posées par les jeunes peuvent se résumer ainsi:

" Qu'est-ce que c'est ? "
" Comment ça marche ? "

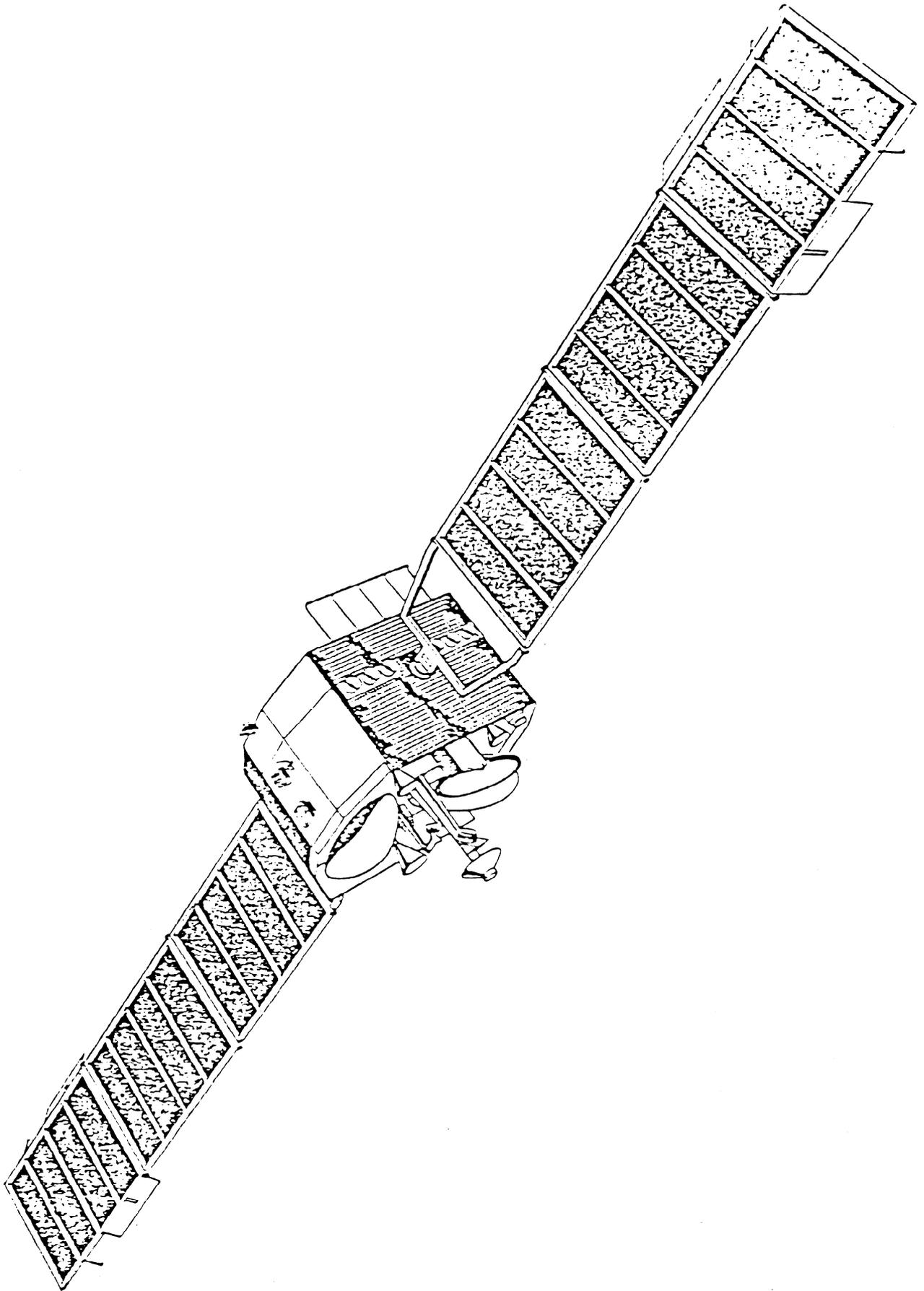
L'exemple proposé "Je construis un satellite"... répond parfaitement à ces deux questions et doit constituer une aide pédagogique intéressante par son aspect moteur et incitateur.

Lorsqu'en 1962, le CNES a créé un service chargé d'aider les jeunes à réaliser leur rêve de lancer des fusées, il ne savait pas le type de relations et le volume de demandes qu'il allait susciter. Vingt ans plus tard, force est de constater que les jeunes gens "passionnés d'Espace" qui gravitent dans les clubs aéro-spatiaux se retrouvent un jour ou l'autre dans le secteur professionnel des industries aérospatiales. Mais l'objet de ce document n'est pas tant de susciter de futures vocations que de mettre des objets techniques au service des enseignants et de leurs élèves ...

Marcel LEBARON

Responsable des Activités Jeunesse
Centre National d'Etudes Spatiales

Satellite Télécom 1 en Orbite



S O M M A I R E

	Page
<u>Introduction</u>	05
1. <u>Qu'est-ce que les Satellites de Communication</u>	06
- A quoi servent-ils ?	06
- De quels éléments sont-ils constitués ?	07
- Que faut-il pour communiquer par satellite ?	08
II. <u>Instructions pour la Construction de la Maquette</u>	10
- Description de l'ensemble du système	10
- Fabriquons le module électronique de base	11
- Construisons les stations sol pour l'émission et la réception des signaux	14
- Construisons les différentes parties du satellite et assemblons le tout	17
- Mettons la maquette en marche et faisons les réglages de mise au point	27
III. <u>Informations Pratiques pour la Réalisation</u>	31
- Listes de matériaux et composants utilisés	31
- Liste de l'outillage nécessaire	33
- Conseils divers pour la réalisation	33
- .. et pour laisser place à l'imagination	35
IV. <u>Quelques Idées en Plus pour les Animateurs</u>	36
- La vulgarisation scientifique	36
- Les utilisations pédagogiques	36
- Le plaisir du bricoleur	37
- Pour en savoir plus	38

INTRODUCTION

Nous vivons dans une période d'évolution rapide de notre monde et de la perception que nous en avons. La conquête de l'Espace et celle du **Système Solaire** entrent maintenant dans leur **deuxième** phase. Une exploitation commence actuellement avec les satellites de communication et d'observation de la Terre. Elle va bientôt se poursuivre **par** la réalisation d'entreprises d'une dimension colossale, à la mesure des quantités **d'énergie** que le Soleil ne cesse de déverser à travers tout **l'Espace**. Ce sera la **conséquence** des **progrès** extraordinaires que nous avons faits pendant les 25 **années** d'une première phase d'exploration, **marquée** par des exploits qui ne cessent pas de nous **émerveiller**.

Parallèlement, **l'électronique**, et l'information ont fait des **progrès** tels que pour ceux qui ont **vécu** leur **première** jeunesse dans les années autour de 1950, celles-ci ressemblent presque à de la **préhistoire**. Et des **idées** comme celle de **l'évolution** de l'homme, que Sir Julian Huxley n'osait **pas** présenter au grand public lors de la fondation de **l'UNESCO** en 1947, sont maintenant largement répandues. Elles éclairent aujourd'hui la grande transformation que nous vivons actuellement, transformation qui se déroule non plus au rythme des siècles ou des **millénaires**, mais en l'espace de quelques **années** seulement.

Cependant, **l'émerveillement** que nous **éprouvons** peut être proche du sentiment magique. Des **réalisations** qui pour quelques personnes sont le fruit d'un travail scientifique, restent pour la **majorité** des hommes des actions **d'éclat** **peu** **compréhensibles**, mystérieuses, et sans lien visible avec les problèmes **économiques**, sociaux, ou affectifs auxquels ils sont confrontés tous les jours.

Il nous est apparu **important** de nous replonger dans des choses simples, **pour** pouvoir jalonner les **étapes** qui conduisent à la connaissance et à la maîtrise de cet univers auquel nous appartenons. Notre **idée**, en animant des stages pour la fabrication de cette maquette, et en réalisant ce document 'self-service', est de faciliter une meilleure **compréhension** des enjeux de **l'Espace** et des moyens de les maîtriser, grâce à la réalisation **concrète d'un** objet pratique : une maquette active d'un satellite de communication, la **première** d'ailleurs à être diffusée en dehors des milieux industriels et scientifiques **spécialisés** dans l'espace.

Nous avons voulu une maquette de faible coût, facile à construire, où le **succès** de la réalisation soit assuré tout en laissant largement place à l'imagination et à la **création**. Le **résultat** que l'on peut en obtenir se **résume** très simplement à travers la déclaration faite un jour par une personne qui a construit une telle maquette :

" Maintenant, je comprends mieux ...".

1. QU'EST-CE QUE LES SATELLITES DE COMMUNICATION ?

=====

A - A quoi servent-ils ? Depuis quand sont-ils utilisés ?

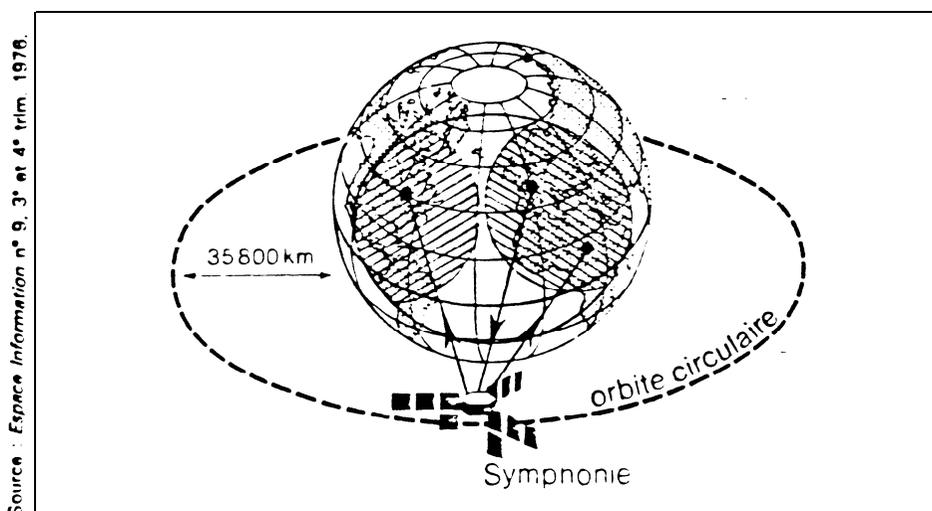
Depuis les débuts de l'épopée humaine jusqu'à la fin des années 1950, la communication entre des points éloignés de la planète n'a pu se faire que par courrier, et, depuis un demi-siècle, par transmission radio-télégraphique. En 1958, le premier câble téléphonique intercontinental a été mis en service, un an après la fracassante percée spatiale de SPOUTNIK. Dans les années qui suivirent, les satellites ne tardèrent pas à être également utilisés pour les communications téléphoniques à longue distance, puis surtout pour la transmission immédiate des images de télévision entre les différents points du globe.

Le premier satellite utilisé pour les télécommunications était un grand ballon de 30 mètres de diamètre, ECHO-1, lancé en 1960. Sa surface aluminisée, qui le rendait très visible lors de ses passages au crépuscule ou à l'aube, réfléchissait passivement vers le sol les signaux radio qu'il recevait.

C'est TELSTAR, lancé en 1962, qui fut le premier satellite actif, capable de relayer les signaux radio reçus, c'est-à-dire de les régénérer et de les amplifier avant de les renvoyer vers une station terrestre. TELSTAR était un petit satellite de 77 kg, défilant en orbite basse, et ne permettant la transmission que pendant une dizaine de minutes à chaque passage, entre des stations sol aux "grandes oreilles" de plus de 30 mètres de diamètre.

En 1964 un grand progrès était fait avec l'utilisation de l'orbite géostationnaire. Le satellite, faisant en 24 heures le tour de la Terre, qui elle-même fait un tour en 24 heures, reste donc en permanence dans la même position par rapport au globe, ce qui simplifie le pointage des antennes, et permet des communications continues.

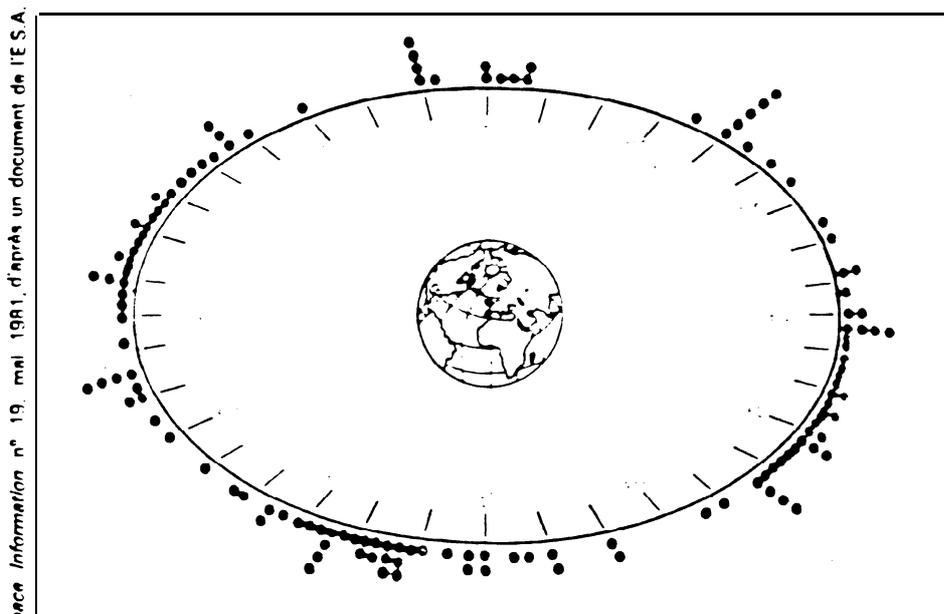
Les satellites géostationnaires ont une grande couverture



Exemple d'un satellite géostationnaire utilisé pour les télécommunications (ici Symphonie). Apparaissant immobile au-dessus de l'équateur, le satellite est visible depuis le sol, pour tous les points situés à l'intérieur du grand cercle qui va du continent nord-américain aux continents européen et africain. Les deux zones hachurées correspondent aux régions couvertes par les deux antennes de Symphonie. Le satellite peut mettre en relation toutes les stations situées dans ces zones comme le symbolisent les flèches.

Au fil des années, les satellites se sont multipliés, augmentant en taille et en puissance, tandis que les stations au sol devenaient plus petites. Deux organisations internationales se sont constituées dans les années 60, INTELSAT et INTERSPOUTNIK. Actuellement plusieurs dizaines de satellites retransmettent continuellement la parole, l'image, et les données informatiques à travers le globe et-même entre différents points d'un même pays.

Une orbite très encombrée: l'orbite géostationnaire



source : Espace Information n° 19, mai 1981, d'après un document de l'E.S.A.
Les satellites géostationnaires ne sont pas régulièrement répartis autour de la Terre : certains emplacements sont plus convoités que d'autres. Sur ce schéma on a confondu satellites sur orbite (qu'ils soient en fonctionnement ou hors d'usage) et satellites encore en projet

Dans quelques années, des essaims de satellites encore plus gros, encore plus puissants, et aussi des grandes plate-formes orbitales, permettront des communications mondiales avec les navires et les véhicules terrestres, et dans un jour proche, avec les bases lunaires et les grandes usines de l'espace.

B - Les éléments d'un satellite

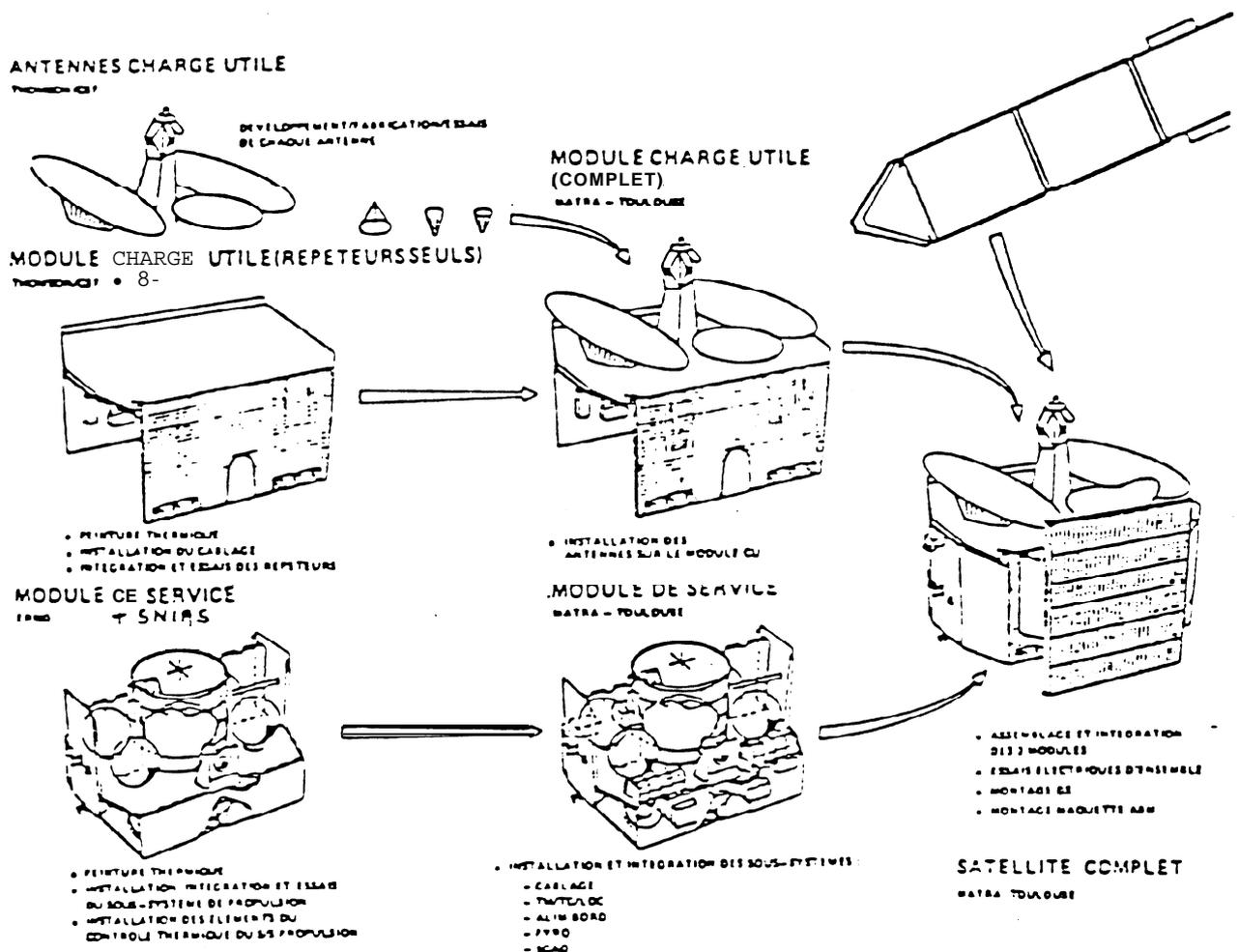
Un satellite comporte essentiellement deux parties :

la CHARGE UTILE, qui assure la fonction efficace du satellite, et le VEHICULE, ou module de service, qui assure toutes les fonctions de support pour la charge utile.

La charge utile, dans le cas d'un satellite de télécommunications, se divise elle-même à nouveau en deux parties : l'ensemble électronique des REPETEURS, et le bloc des ANTENNES.

Le véhicule comprend d'abord la **STRUCTURE générale** qui supporte l'ensemble des **équipements**, ainsi que les protections thermiques contre la chaleur du soleil ou le froid du fond de l'espace. Les panneaux solaires, le **système** d'alimentation, et les batteries permettent l'alimentation en **ENERGIE ELECTRIQUE** du satellite, qui est **nécessairement** autonome.

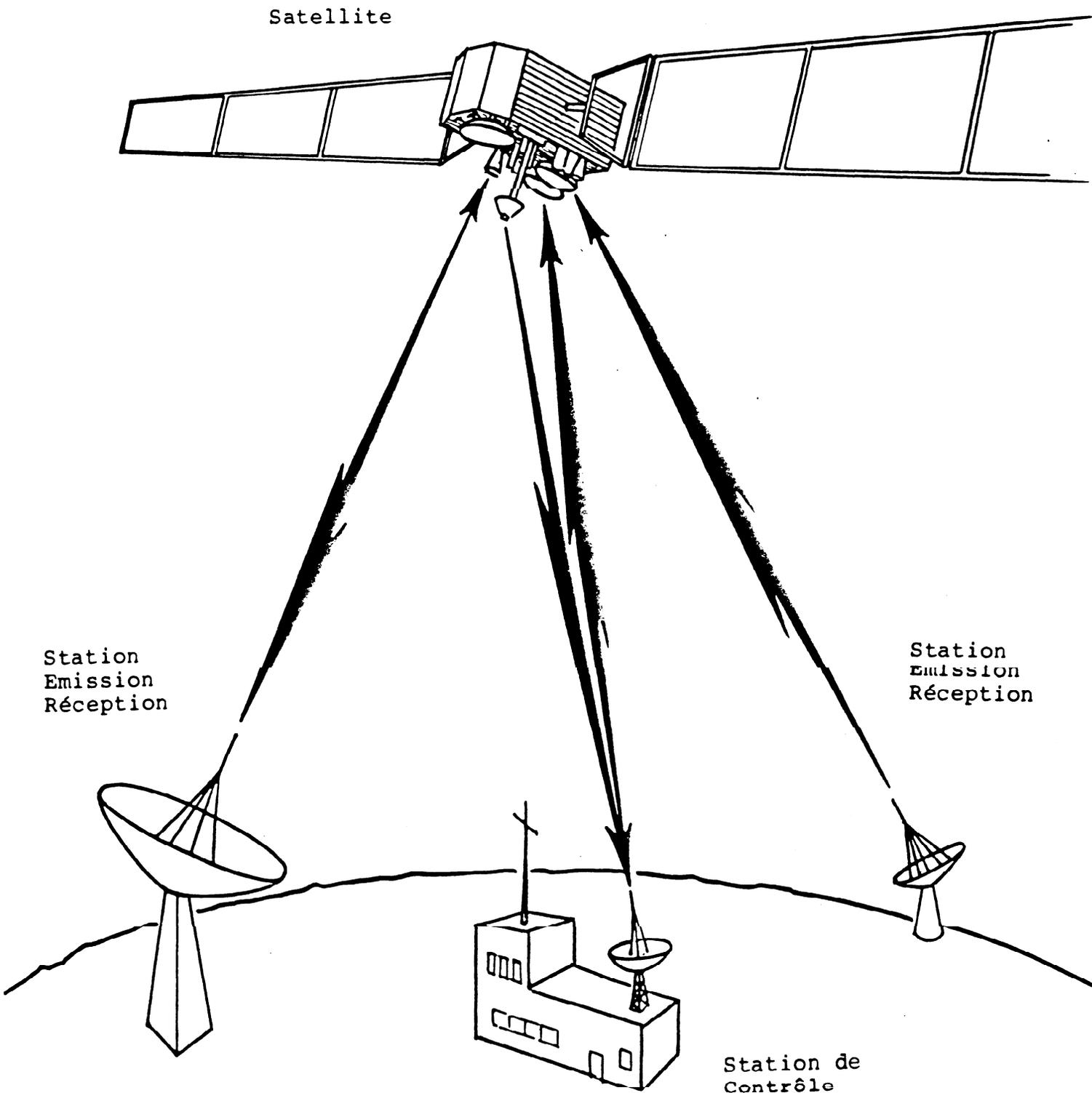
L'ensemble de **TELEMESURE - TELECOMMANDE** permet de suivre l'**état de santé** du satellite, de contrôler son fonctionnement depuis le sol, et de commander la mise en marche des **différents** répéteurs et des autres appareils du bord. Le **système** de **CONTROLE D'ATTITUDE ET D'ORBITE**, avec ses senseurs, ses moteurs et les **réservoirs** de carburant associés, permet de maintenir le satellite convenablement orienté par rapport au sol, de contrer les **variations d'orbite causées** par les effet de la Lune et du Soleil, et de **déplacer** le satellite vers une autre position au dessus de la Terre si **nécessaire**. Un petit **ORDINATEUR DE BORD** permet une certaine automatisations des diverses fonctions.



C - Les éléments d'un système de télécommunications

Le satellite seul ne suffit pas à assurer les télécommunications. Il ne représente que le "segment spatial**".

Le "segment sol" comporte les diverses stations d'émission et de réception ainsi que la station de contrôle qui reçoit les données de la télémétrie et qui gère le fonctionnement du satellite en lui envoyant des ordres par télécommande.



II. INSTRUCTIONS POUR LA CONSTRUCTION DE LA MAQUETTE

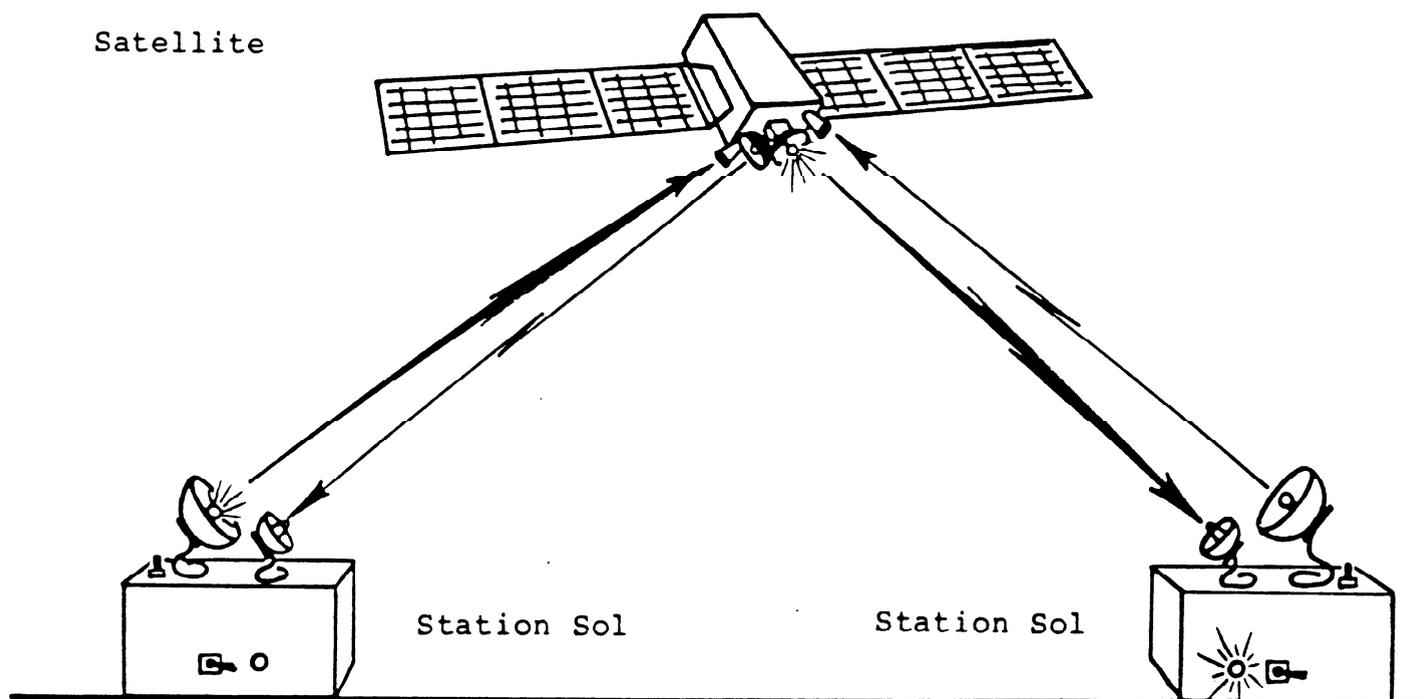
=====

Il est conseillé de lire une fois ce livret en entier avant de commencer la construction.

De quoi se compose le système ?

L'ensemble à réaliser comporte deux stations sol qui entrent en communication par l'intermédiaire du satellite. Ce sont des maquettes **semi-actives** où la transmission des signaux radio est **simulée** par l'envoi de faisceaux lumineux.

Une "station d'émission" envoie un faisceau lumineux, qui peut être d'ailleurs codé en Morse ou de toute autre **manière**, vers le "satellite", qui capte le signal au moyen d'une cellule photo-électrique. Un "répéteur" placé à bord du satellite permet de déclencher l'envoi d'un autre faisceau lumineux en direction de la "station de réception". Un deuxième circuit identique permet d'effectuer des transmissions dans le sens inverse.



Le résultat est spectaculaire, mais **la réalisation** en est très simple : des "boîtes" et des collages, des circuits **électroniques élémentaires** (piles, interrupteurs, câblages), **et un module électronique** de photo-déclencheur extrêmement simple à réaliser, à tout âge, même pour les personnes qui n'ont encore jamais fait de montages **électroniques**.

Fabriquons le module électronique de base

C'est un module presque identique à celui décrit par **François CHERRIER** dans son livre "Jouets Electroniques" (aux Editions Hachette - 1978).

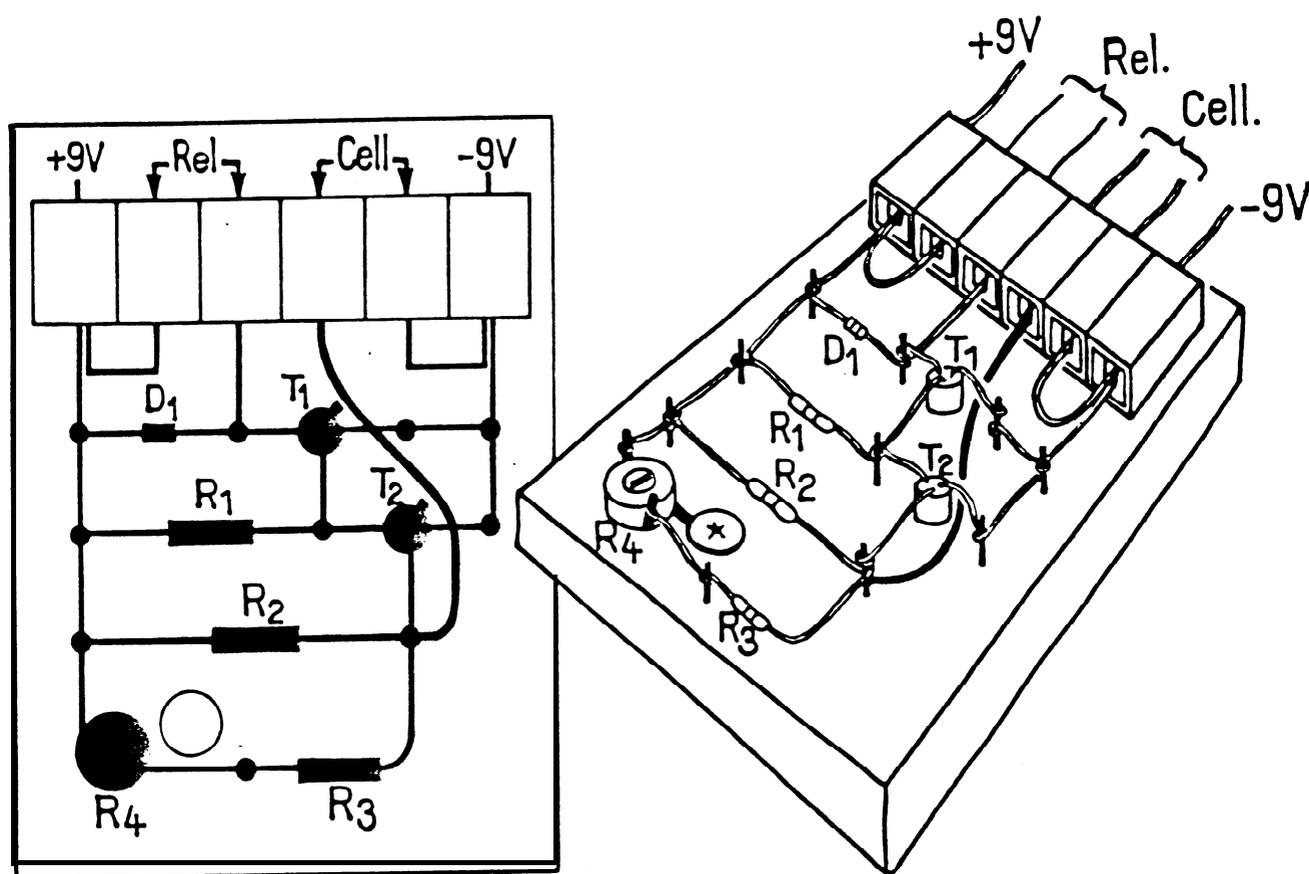
Les composants **nécessaires** (voir **schéma**) sont des composants **très** courants et très bon marché que **l'on** peut trouver dans tous les magasins de **matériel** électronique. Les pointes en laiton et les dominos se trouvent dans les quincailleries ou les super-marchés. Pour les liaisons entre les composants du module, les fils de fusible en cuivre argenté sont **très** pratiques. Pour les liaisons qui ont besoin d'être isolées parce qu'elles croisent d'autres fils, on peut prendre un fil **électrique** ordinaire simple.

A - Construction du module :

Le module électronique est **très** simple à **réaliser** en s'aidant du schéma de la page 12, et des **schémas** à découper :

- 1 Découper une planchette aux dimensions du schéma.
(le contreplaqué de **6 ou 8 mm d'épaisseur** convient **très** bien)
- 2 Découper le **schéma** et le coller sur la planchette.
- 3 Mettre en place les pointes en laiton.
Clouer ou coller le domino de jonction.
- 4 Mettre tous les composants et tous les fils conducteurs à leur place entre les pointes ou dans le domino. Pour enrouler **l'extrémité** des fils autour des pointes, on peut les serrer avec une pince à bec, ou appuyer avec le bout d'un petit tournevis.
- 5 Faire une inspection visuelle de l'ensemble en regardant bien pour vérifier que:
 - Toutes les liaisons sont bien en place,
 - Les transistors sont dans le bon sens (pattes en l'air, et **vérifier** la position de la dent),
 - Les pattes du transistor ne touchent pas le **boitier**,
 - La diode est dans le bon sens (marque du cote **+**),
 - Il **n'y** a ni bouts de fils ni barbes qui dépassent en risquant de provoquer des courts-circuits.

Schéma du Module Photo-Déclencheur (adaptation d'après le schéma
 du livre de François Cherrier
 "Jouets Electroniques", 1978)



Composants Electroniques :

Résistances :

- R 1 - 4.700 Ohm (bandes : jaune - violet - rouge)
- R 2 - 1.000.000 Ohm (bandes : brun - noir - vert)
- R 3 - 4.700 ohm (bandes : jaune - violet - rouge)
- R 4 - Résistance Variable 1 Mégohm (1.000.000 Ohm)

Transistors et Diode :

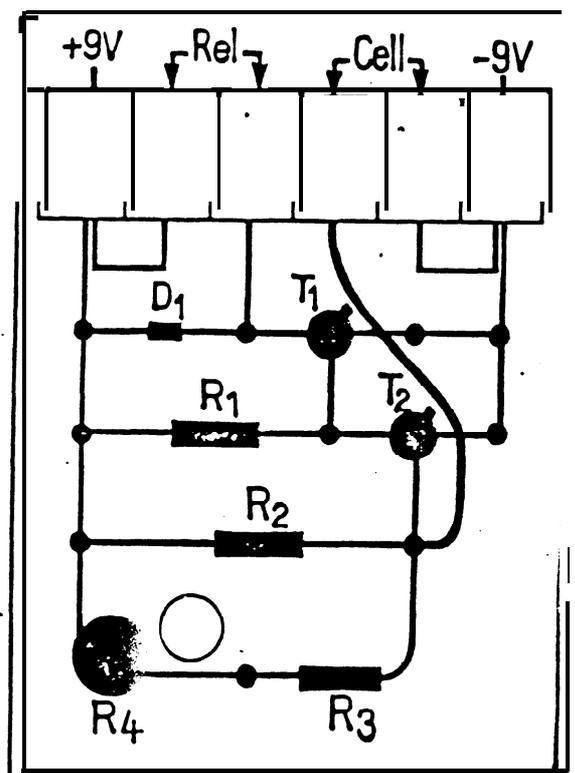
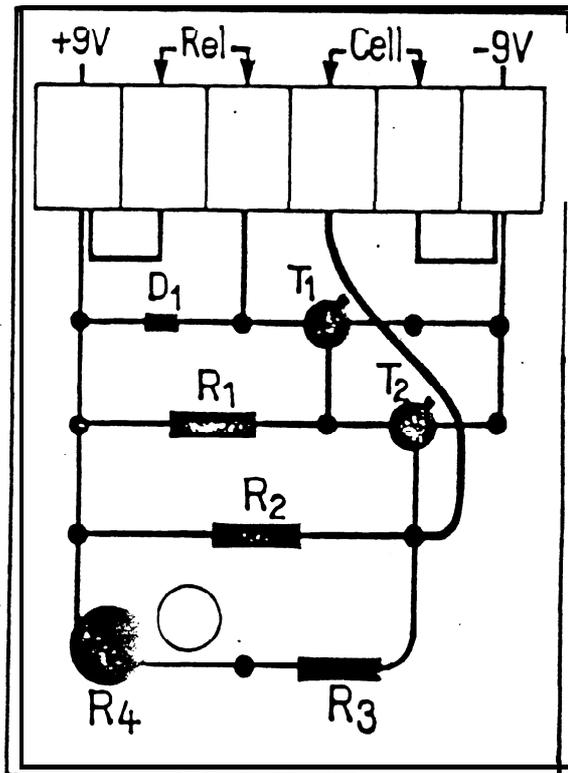
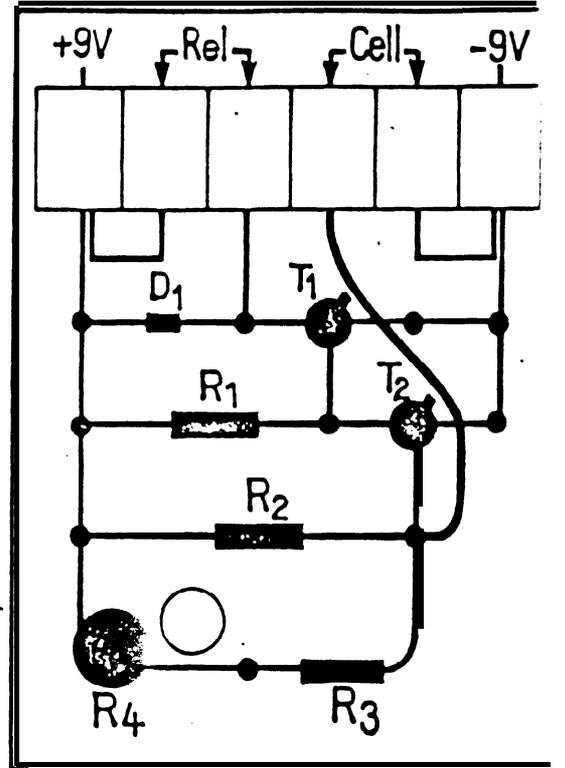
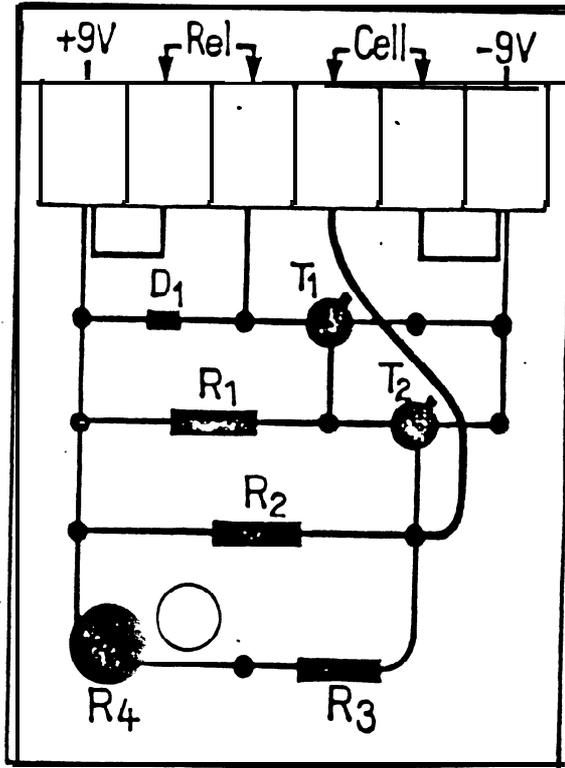
- T 1 - transistor BC 107 B, ou BC 108 B
- T 2 - -- idem --
- D 1 - diode 1 N 4148 , ou 1 N 914

Eléments Extérieurs:

- Cellule OAP 60, ou OAP 61, ou LDR 07
- Relais 6 volt (prendre le plus simple et le moins cher...)

SCHMAS A DECOUPER

ET A COLLER SUR LES BLOCS DE CONTREPLAQUE



B - Essai et réglage :

- 1 Monter sur le domino un relais et une photo-résistance aux endroits indiqués sur le module. (examiner le relais pour voir quelles sont les bornes qui sont **reliées** à la bobine).
- 2 Monter deux piles plates de **4,5** volt en **série** et les brancher sur le domino en faisant attention à la **polarité (+ et -)**.
- 3 **Régler** la sensibilité du module à l'aide de la résistance variable : tourner le centre de la résistance avec un petit tournevis dans un sens ou dans l'autre, pour que le relais soit active, puis revenir dans l'autre sens jusqu'au moment où le relais se **décolle**. Vérifier alors le fonctionnement en **éclairant** la cellule avec une lampe **électrique**: on doit entendre le relais se coller.

Le **réglage** de la sensibilité **dépend** de la **lumière** ambiante. Il devra être refait chaque fois qu'il y aura des changements importants de l'éclairage environnant. Il faudra donc veiller dans la construction des stations et du satellite, à ce que l'on puisse toujours **accéder** à la résistance variable R 4.

Si le montage et l'inspection visuelle ont **été** bien faits, **tout** doit bien marcher des le premier essai. Si le module ne fonctionne pas, la cause la plus courante est un mauvais contact autour d'une pointe. Dans ce cas, il faut appuyer **légèrement** avec la pointe d'un petit tournevis sur les différents points de branchement, pour localiser le mauvais contact, puis resserrer les fils.

Après la **vérification** du bon fonctionnement, il est possible de souder les différents fils si on veut **réaliser** une fixation plus solide (mais pour un montage rudimentaire, on peut se contenter de maintenir en place les connexions avec du ruban **adhésif**). En soudant, il faut faire attention à ne pas "brûler" les transistors et la diode par un **excès** de chaleur.. (voir le chapitre "conseils pratiques"). Après la soudure, il faut faire une nouvelle vérification du bon fonctionnement du module.

Il faut un module **électronique** pour chaque "**circuit**" du satellite, et un module pour chaque station de **réception**. Pour réaliser le **système** complet avec un satellite et deux stations faisant chacune émission-réception, il faut donc construire **quatre** modules électroniques.

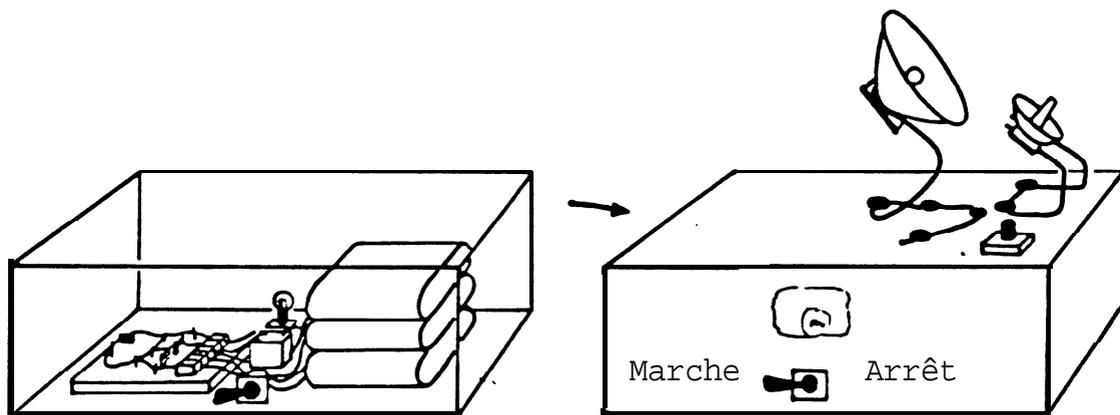
* * * * *

Comment Construire les Stations Sol ?

Les stations sol sont plus simples à construire que le satellite lui-même, et c'est par elles que nous commençons.

La station sol **d'émission** et de **réception** comporte un bâtiment où se trouvent les **systemes électroniques**, la "centrale d'énergie", et le parc d'antennes, qui peut être monte sur le toit, ou à proximité.

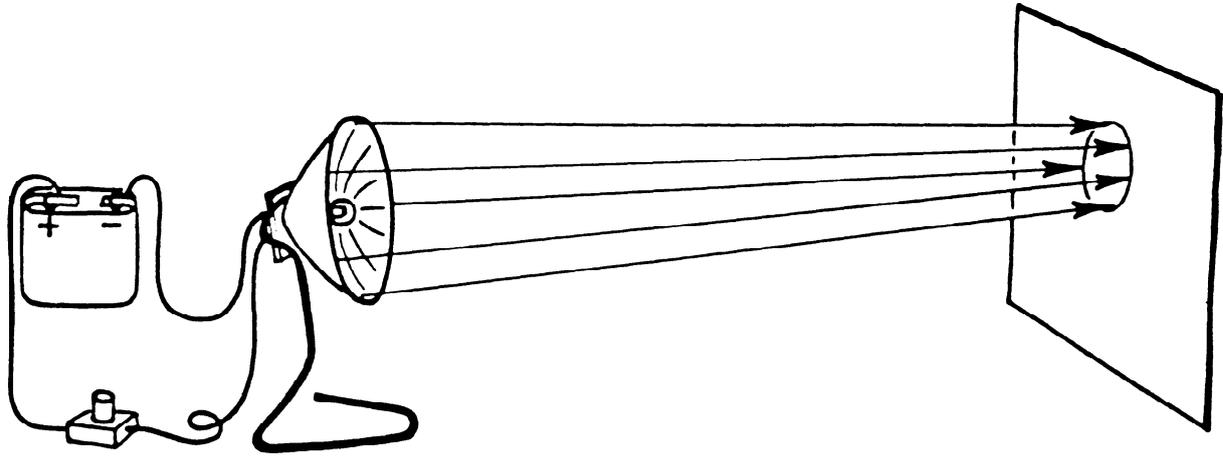
Dans les stations **réelles**, une même antenne sert **à l'émission** et **à la réception**. Dans nos maquettes il faut deux antennes séparées.



1 L'antenne "**d'émission**" est **constituée** d'une ampoule et d'un réflecteur **récupéré** sur un boîtier de lampe **électrique**. Le réflecteur est monte sur une armature en fil de fer que l'on peut par la suite tordre plus ou moins pour orienter l'antenne. Tout autre système d'orientation que l'on veut imaginer peut convenir.

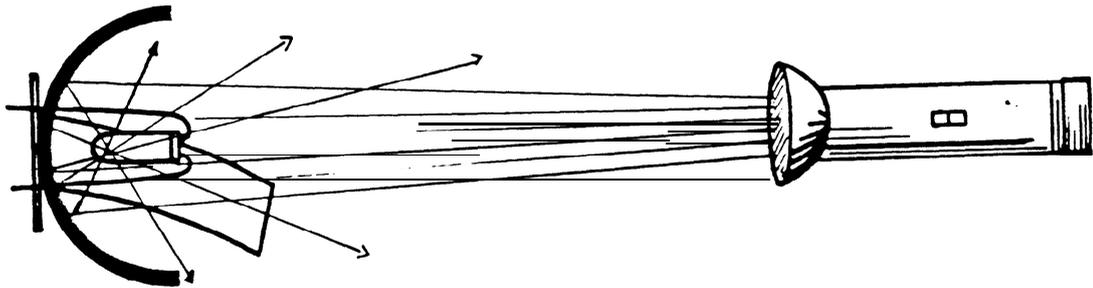
L'ampoule est **fixée** ou **collée** au foyer du réflecteur. Pour déterminer l'**emplacement** de ce foyer, on fait des essais en **éclairant** avec l'antenne un mur situe à quelques mètres de distance, et en cherchant la position de l'ampoule qui permet de concentrer le faisceau lumineux au maximum (voir le dessin de la page 15). Il faut imaginer un montage simple tel qu'en cas de défaillance de l'ampoule, on puisse la remplacer sans **difficulté**.

Deux fils électriques relie l'**ampoule "émettrice"** à la pile de 4,5 volt et au bouton poussoir qui sert à envoyer les signaux.



2 L'antenne "de réception" est constituée d'une cellule photo-resistante placée au foyer d'un réflecteur récupéré lui aussi sur un boîtier de lampe de poche.

On peut déterminer l'emplacement du foyer du réflecteur en plaçant perpendiculairement au fond une petite bande de carton et en éclairant le réflecteur avec une lampe placée dans son axe, à quelques mètres de distance. Ensuite, on colle la cellule photo-resistante en place pour qu'elle soit bien située au foyer.

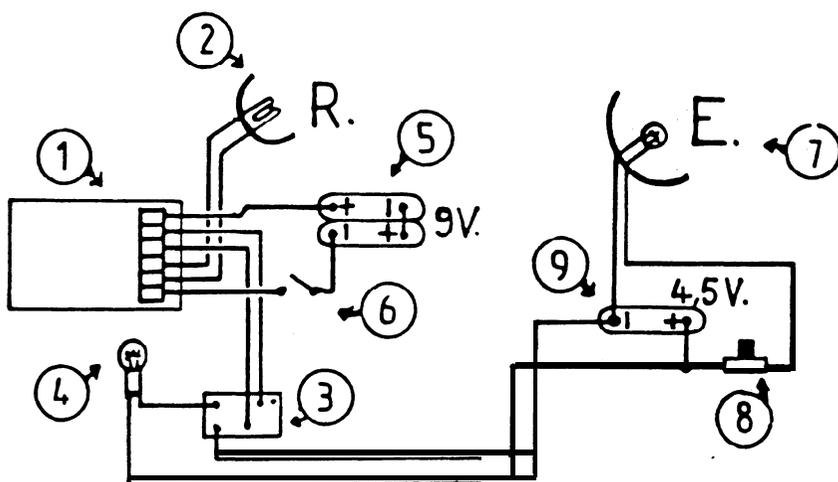
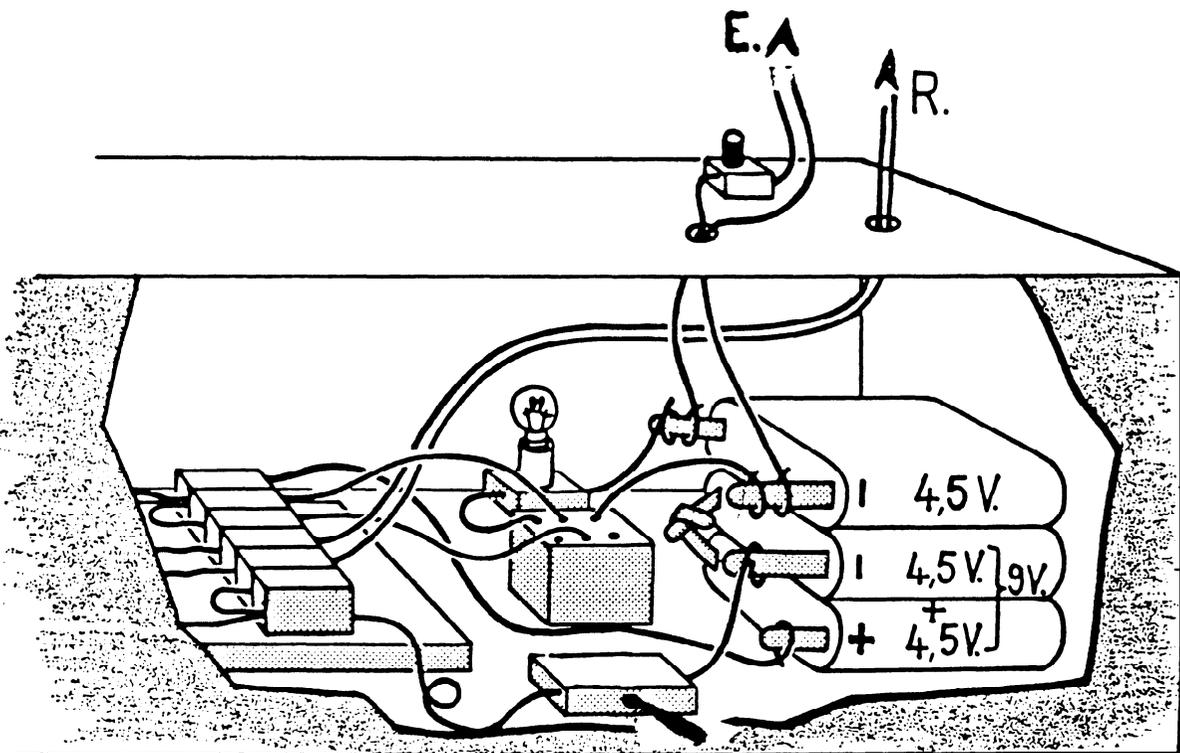


On installe le réflecteur de la même manière que celui d'émission, de façon à ce qu'il puisse être orienté à volonté. Deux fils électriques prolongent les fils de la cellule jusqu'au "bâtiment" et jusqu'au domino de jonction du module électronique.

3 Le témoin de réception est constitué d'une ampoule alimentée en 4,5 volt, et contrôlée par le relais. Les deux bornes de la bobine du relais sont reliées au module photo-declencheur. La borne "point milieu" et la borne "travail" sont reliées respectivement à la pile et à l'ampoule.

4 Le "bâtiment" est une boîte pour laquelle l'imagination peut se donner libre cours . . . Dans cette boîte, on installe le module photo-déclencheur (récepteur), et l'"énergie", c'est-à-dire l'ensemble 9 volt (deux piles de 4,5 volt en série) destiné à l'alimentation du module électronique. Une troisième pile de 4,5 volt est destinée à l'alimentation de l'ampoule "d'émission" et à l'alimentation de l'ampoule témoin de réception.

Il faut veiller dans la construction du bâtiment à ce que l'on puisse garder l'accès au réglage du module, et l'accès aux piles pour pouvoir les changer quand elles sont usées.



- 1 = module électronique
- 2 = antenne réception
- 3 = relais réception
- 4 = ampoule témoin
- 5 = alimentation 9 volt
- 6 = interrupteur
- 7 = antenne réception
- 8 = bouton poussoir
- 9 = alimentation 4,5 volt

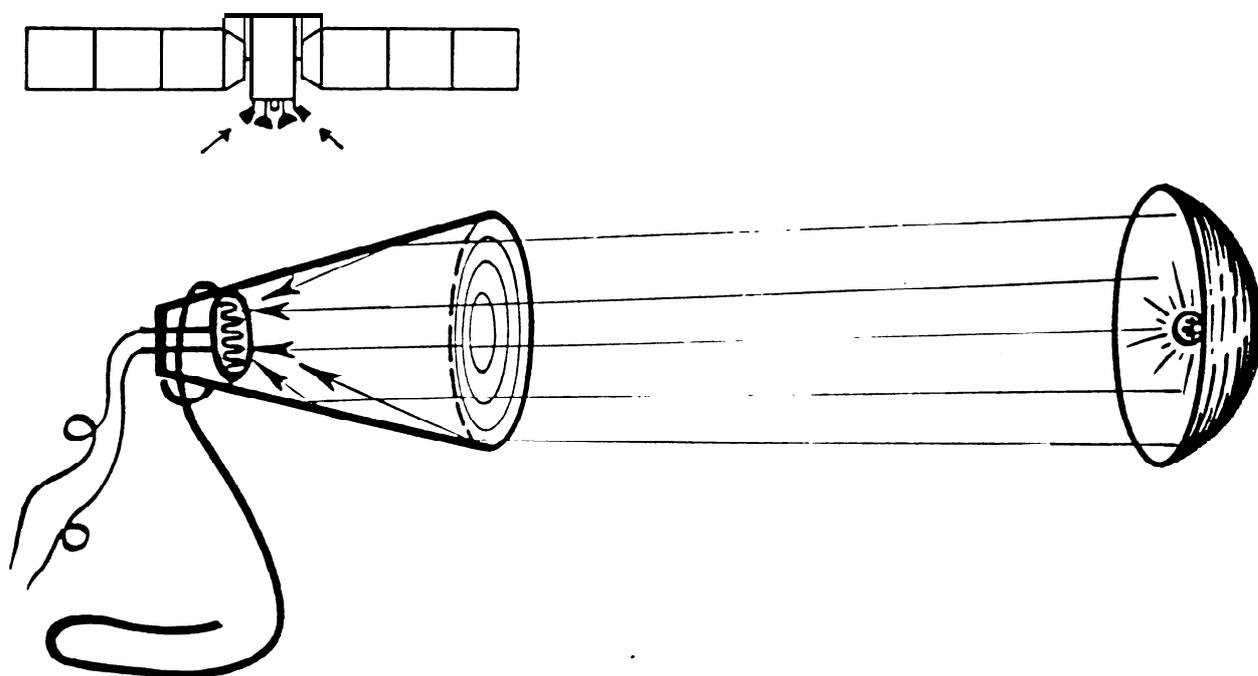
Schéma

Note: Il appartient aux constructeurs de la maquette de faire des plans plus ou moins détaillés en fonction du **matériel** qu'ils utilisent pour la construction, et de prendre en **conséquence** les dimensions qui leur conviennent le mieux pour la construction des différents **éléments**.

A - Le Bloc "Antennes"

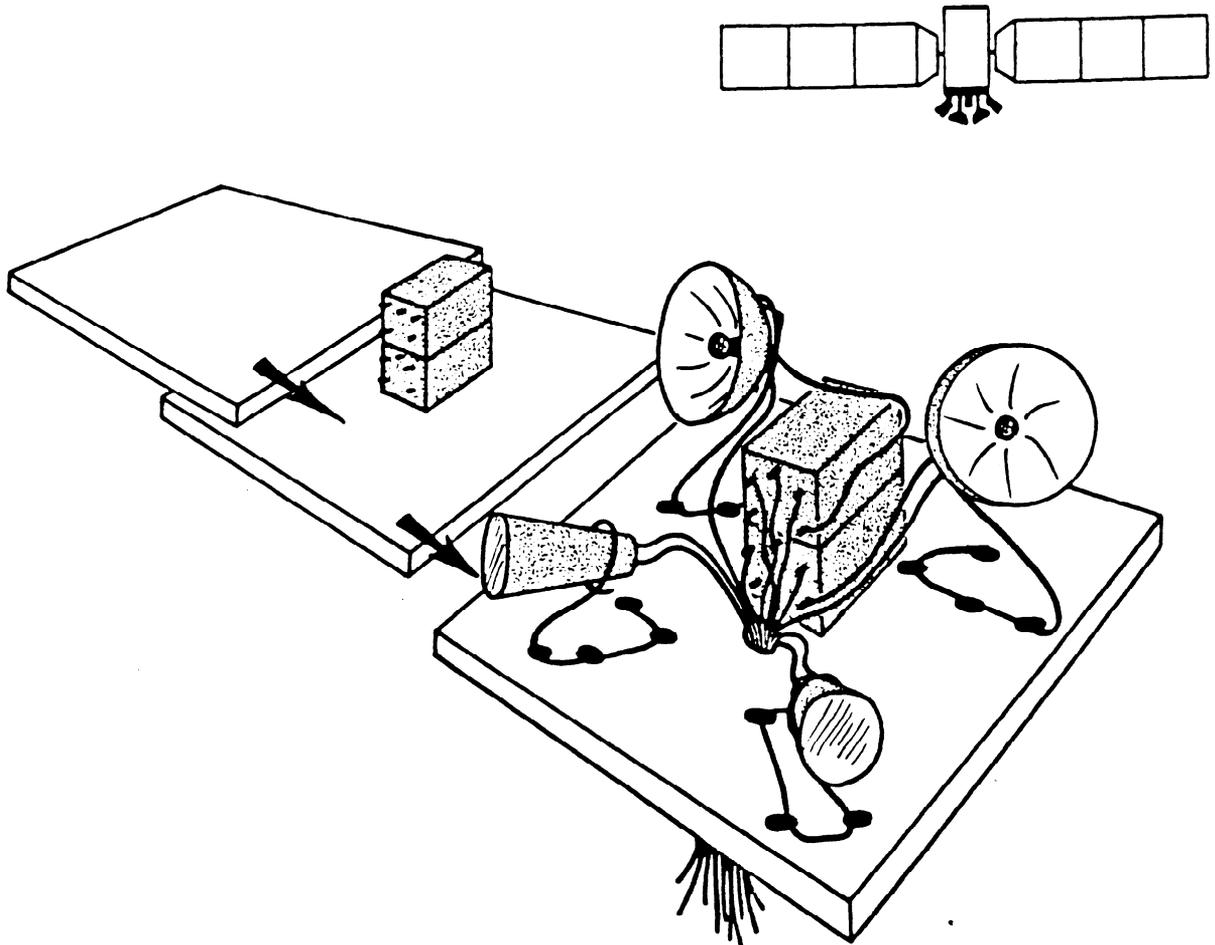
1 Les deux antennes "**émission**" et les deux antennes "**réception**" sont construites et **réglées** de la même façon **que** les antennes des stations sol **décrites précédemment**.

Pour les antennes de **réception**, il est possible d'utiliser des "**cornets**" au lieu des **réflecteurs** (voir **schéma**).



2 Le bloc "**antennes**" est monté sur un support plus ou moins carré, en carton ou en contreplaqué. Les deux relais qui établissent le contact pour les ampoules **d'émission** sont collés l'un sur l'autre au centre du support (voir le dessin page **19**).

De chaque côté des relais on monte de **manière symétrique** les "**antennes**" **d'émission** et de **réception**, à l'aide **d'un** fil de fer assez mou, de façon **à** ce que les "**antennes**" puissent être orientées correctement vers les stations lors de la mise en place et du réglage du système complet.



3 Le câblage du bloc antennes se fait en suivant le schéma de la page 20. On utilise du fil **électrique isolé** assez fin. On pourra l'enrouler simplement autour des différents contacts et le maintenir avec de l'**adhésif**, ou mieux, le souder en place.

Les "sorties" se font par des trous au travers du support en dessous duquel doivent dépasser les connexions suivantes:

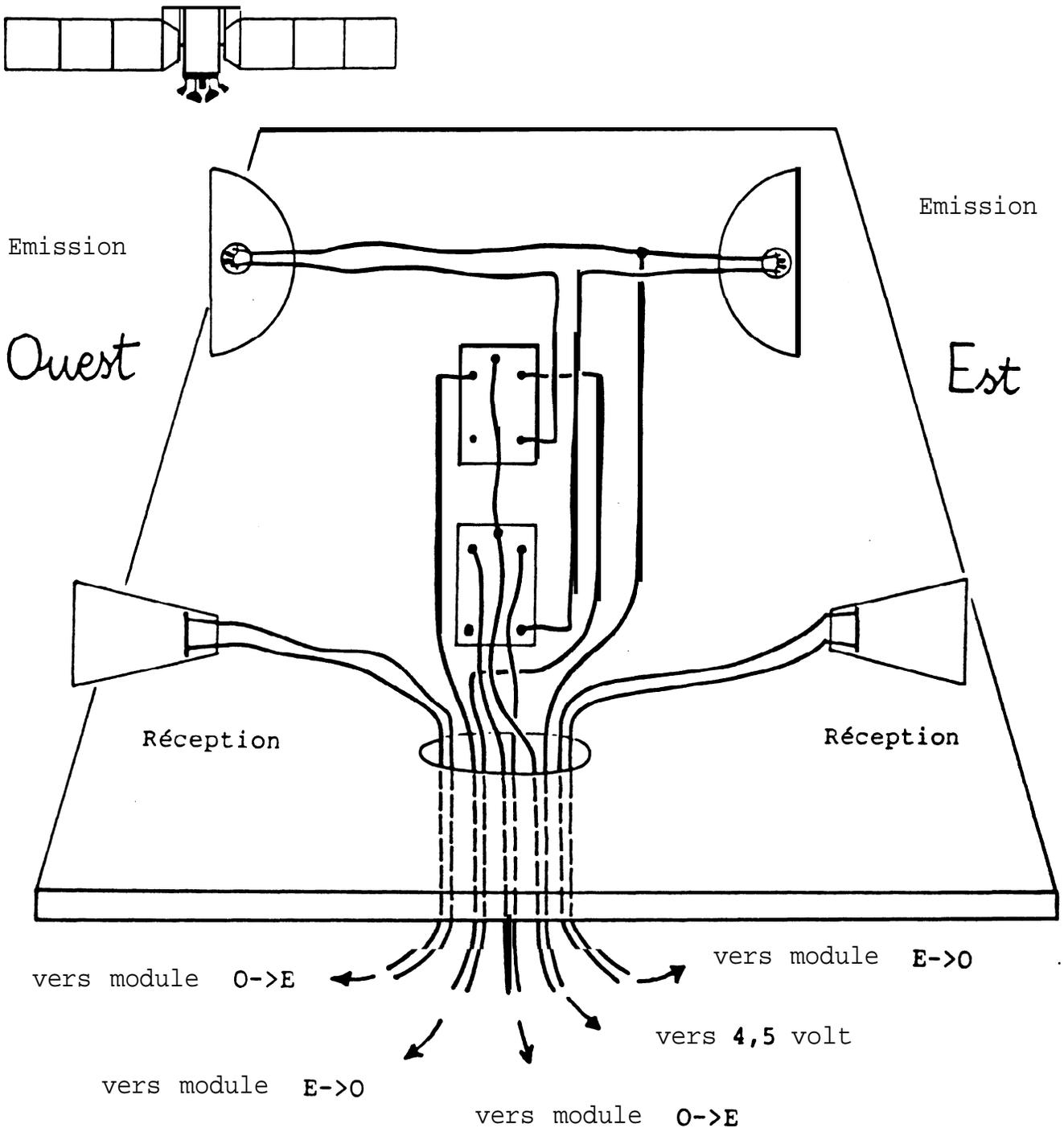
- Les deux fils de la cellule "Ouest",
- Les deux fils de la cellule "Est",

- Les deux fils du relais "Ouest",
- Les deux fils du relais "Est",

- Les deux fils d'alimentation en **4,5** volt.

Tous ces fils doivent être **étiquetés** pour éviter des confusions et des **mélanges** lors de l'assemblage sur l'ensemble "**répéteur**".

Schéma :



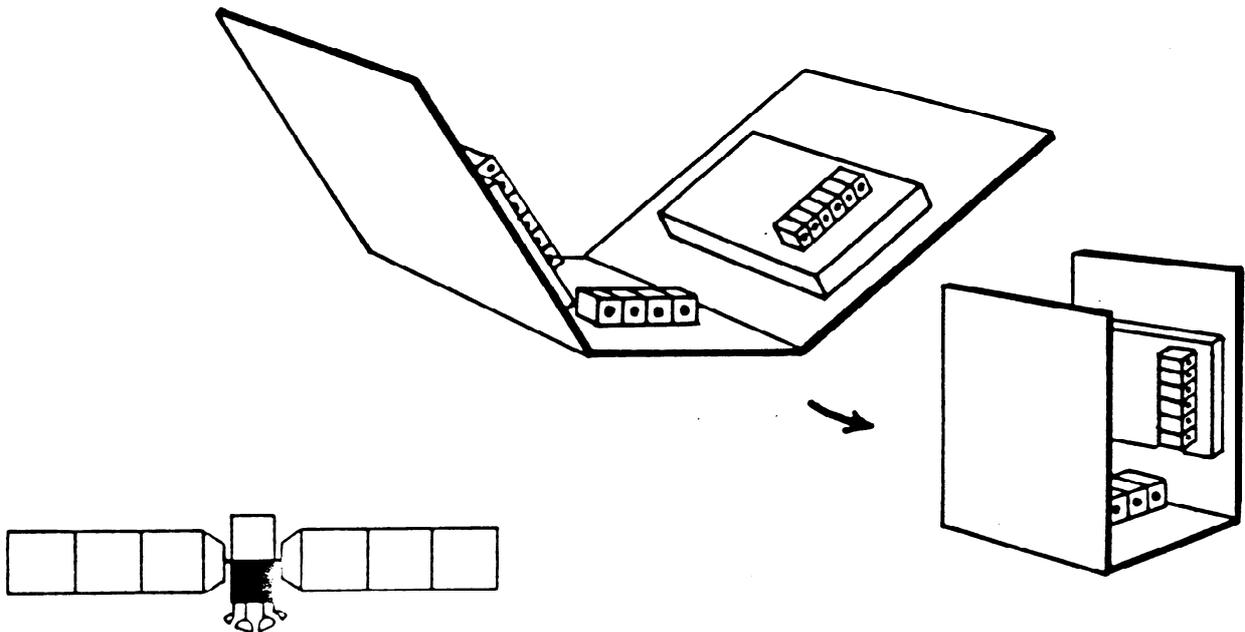
4 On fait une inspection visuelle du montage pour **vérifier** que:

- Les ampoules et les cellules sont bien **connectées**,
- Les bornes des relais sont **connectées** convenablement,
- Les fils ne risquent pas de causer des courts-circuits.

B - L'Ensemble "Répéteur" et l'Intégration de la Charge Utile

1 Les deux modules photo-declencheurs sont fixes sur les flancs d'un support en forme de "U", fait de carton ou de contre-plaqué, Sur la partie centrale, on colle un domino pour la connexion avec les fils qui viendront des piles **situées** dans la "plate-forme".

Il faut lors de ce montage veiller à ce que l'on garde un accès à la **résistance de réglage** des modules. Il faut aussi que le serrage des fils dans les dominos puisse se faire facilement. L'un des modules est **étiqueté "Est->Ouest"**, l'autre **"Ouest->Est"**.



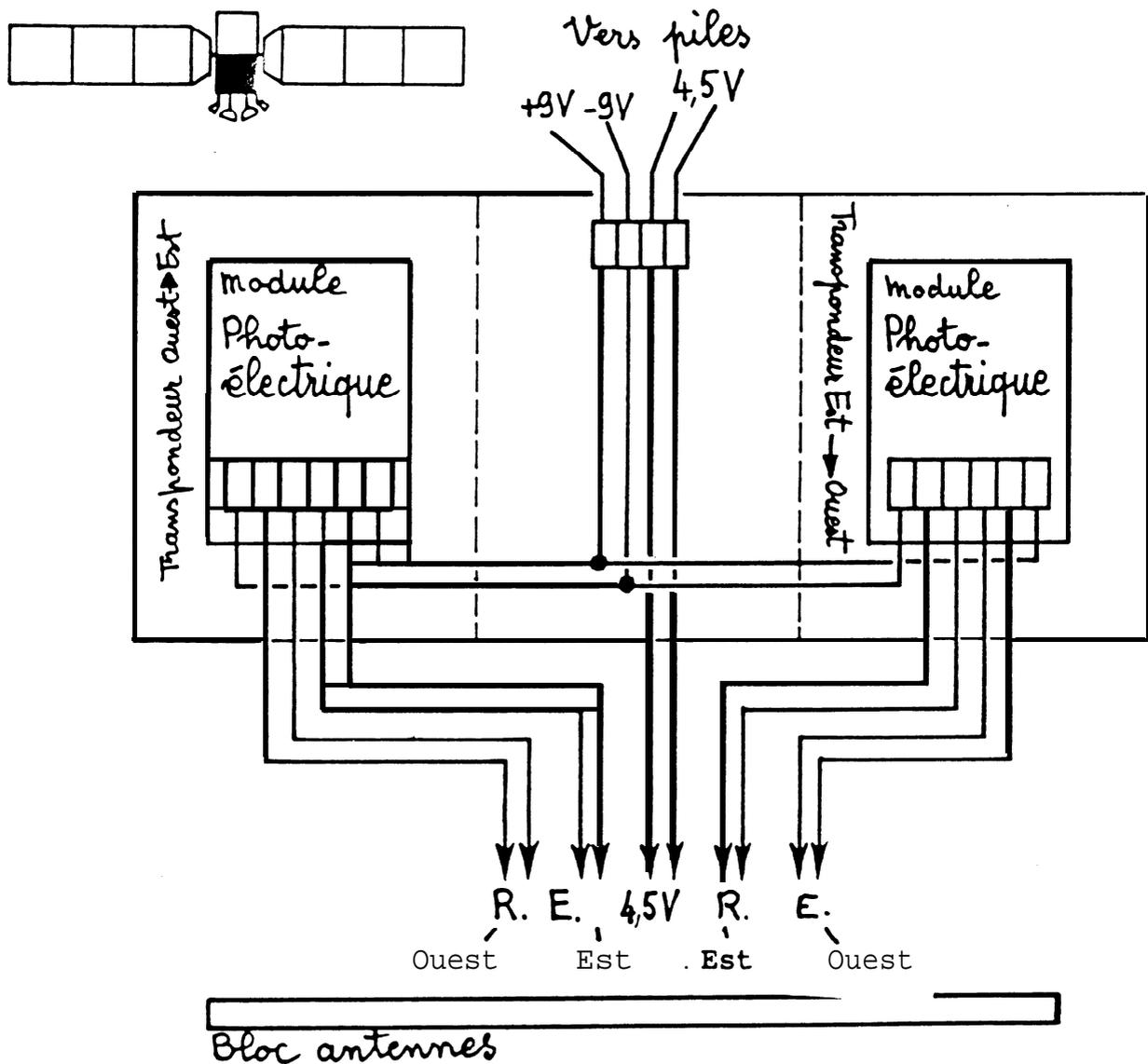
2 On perce les trous de passage dans la partie centrale du "U", et on fixe **sur** cette partie (par collage, par exemple) le bloc d'antennes, en faisant passer les fils dans les trous.

3 On câble la "charge utile" en suivant les indications du **schéma** de la page 22, pour brancher :

- l'alimentation en 9 volt des modules **électroniques** au domino central,
- les fils "antennes de **réception**" et les fils de bobine des relais à leurs modules respectifs, en faisant attention au sens des croisements :
Recepteur Est -> Relais Ouest
Recepteur Ouest -> Relais Est,
- Les fils d'alimentation 4,5 volt du bloc antennes au domino central.

Les sorties sur le domino central doivent être **étiquetées** pour recevoir les connexions suivantes lors du branchement avec la "plate-forme" qui contient les piles :

- <+>9 volt.
- <-> 9 volt.
-)
-) 4,5 volt.
-)



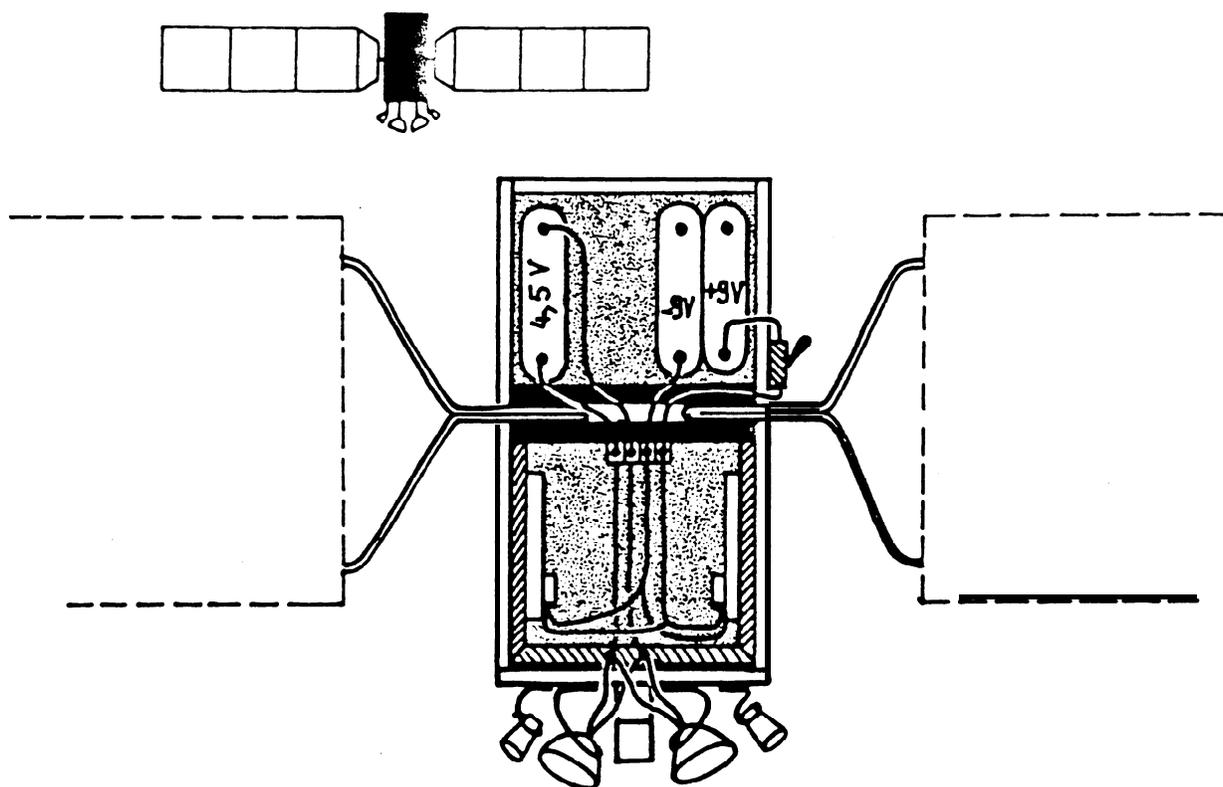
4 On fait une inspection visuelle pour **vérifier** que tous les branchements ont **été** faits correctement. En particulier, il faut que les **émetteurs** et **récepteurs** soient bien "croisés" (cela ne servirait guère de renvoyer un signal directement à sa station de **départ!**).

5 On fait un essai de la charge utile en alimentant en 9 volt la partie **électronique** (attention à bien respecter les polarités <+> et <->). Une pile de **4,5** volt alimente la partie **émetteur** (pour les relais et les **ampoules**, la **polarité** du branchement **n'a pas** d'importance). A l'aide **d'une** lampe électrique, on **éclaire** l'une des antennes de réception, puis l'autre, en **vérifiant** dans chaque cas que l'antenne **d'émission** correspondante (celle qui regarde de l'autre côte) s'allume correctement.

6 On "habille" le bloc antenne avec du papier doré pour simuler les revêtements de protection thermique, en veillant à ne pas **créer** de courts-circuits (le papier dore peut être conducteur..).

C - La Plate-forme

C'est une "**boîte**" qui contient les piles, et sur laquelle viennent s'adapter la charge utile et les panneaux solaires.



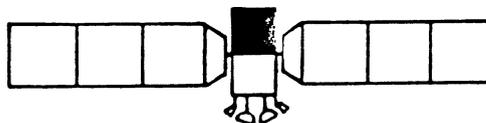
1 La boîte, en forme de pave, est **séparée** en son milieu par une cloison interne qui sert de renfort. C'est sur cette cloison qu'on monte un système permettant l'adaptation des panneaux, (par exemple un tube de stylo qui traverse la plate-forme).

2 La partie **inférieure** est **aménagée** de manière à ce qu'on puisse y emboîter le "U" de la charge utile. Il faut **prévoir** un système de fixation simple qui permette de la tenir **en place** (en préservant la possibilité de **démontage**).

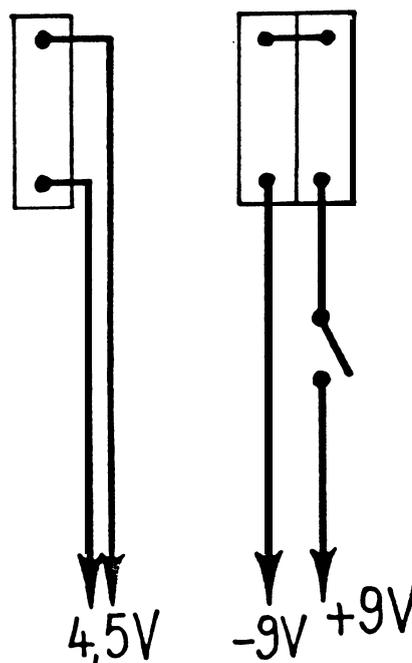
3 Un logement est aménagé dans la partie supérieure pour **y** installer les piles, avec un couvercle permettant **l'accès** pour changer les piles quand elles sont **usées**.

Un interrupteur est installé sur la paroi de la "boîte" pour ne pas user inutilement les piles en dehors des périodes où l'on fait fonctionner le système (note : il suffit d'un interrupteur sur l'alimentation 9 volt, **puisque** au repos les circuits **4,5** volt sont coupés par les relais).

4 Le câblage de la plate-forme est effectuée en suivant les indications du **schéma**, à travers des trous percés dans la cloison médiane. De chaque côté de la boîte, il sort donc :



- Un fil <+> 9 volt.
- Un fil <-> 9 volt.
- Deux fils 4,5 volt.



Il faut que les fils soient suffisamment longs pour que l'assemblage avec la "charge utile" se fasse facilement. On doit **étiqueter** toutes les **extrémités** des fils pour bien les identifier.

Les fils ne seront pas **reliés** aux piles avant la toute **dernière** phase du montage à la fin de l'intégration, afin **d'éviter** les accidents que des branchements intempestifs pourraient causer aux transistors.

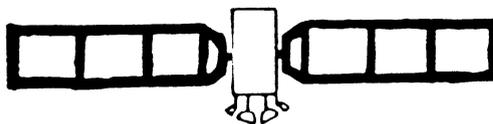
5 Il faut faire une inspection visuelle pour **vérifier** que :

- Le câblage est correctement fait,
- La fixation de la charge utile est bien prévue, et les trous pour le réglage des **résistances** n'ont pas **été** oubliés,
- L'adaptation des panneaux est bien prévue.

6 On fait un "habillage" de la plate-forme avec du papier **doré** pour simuler les protections thermiques. Eventuellement on peut adapter divers **éléments** de décoration pour simuler les senseurs et les moteurs du **système** de contrôle d'attitude. Il faut **prévoir** un **système** de fixation qui permette de suspendre ou d'accrocher le "satellite" pour faire les démonstrations du système complet.

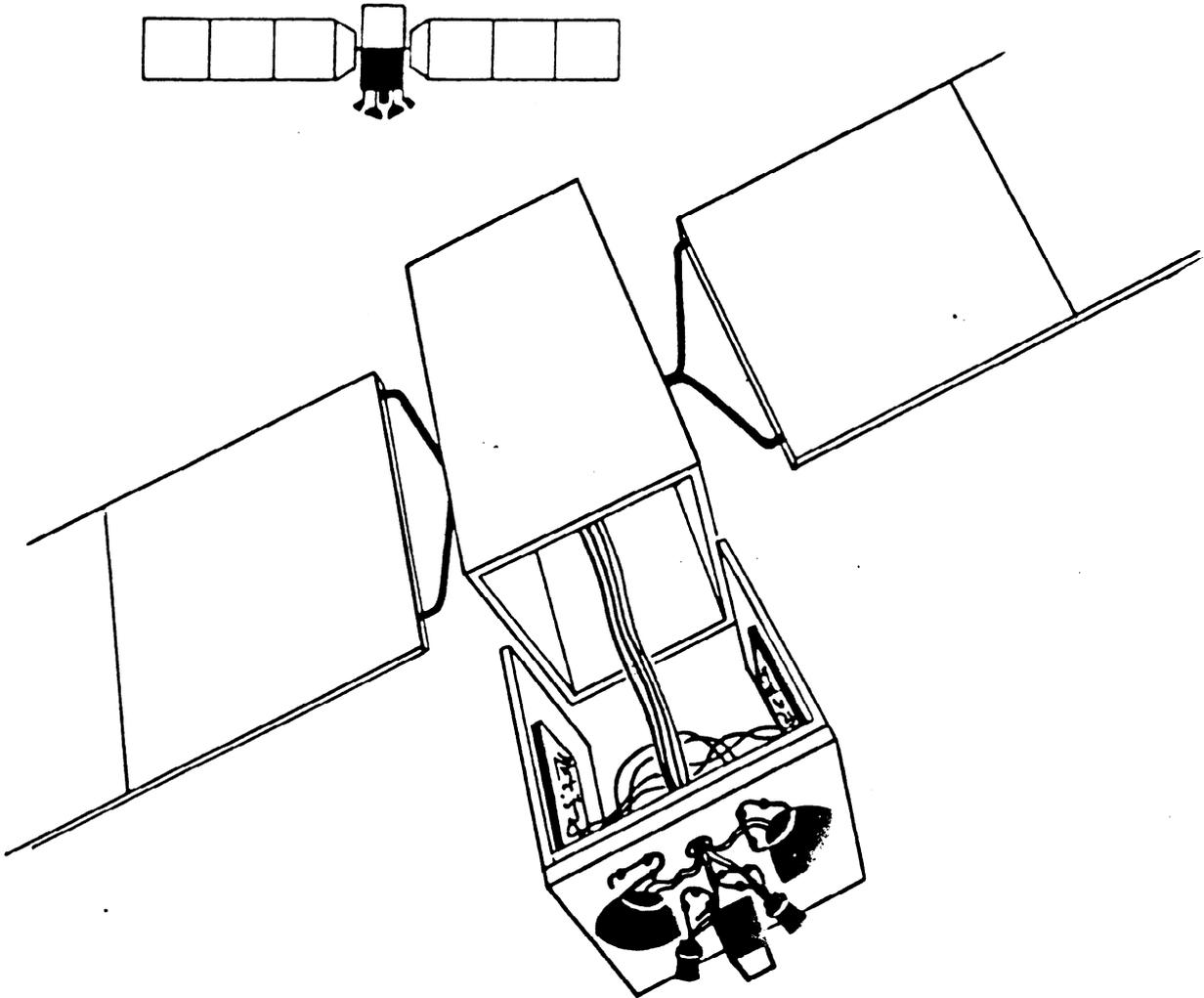
D - Les "Panneaux Solaires"

Dans notre maquette, ils ne jouent qu'un rôle "décoratif". Ils peuvent être faits en carton ou en contreplaqué. Ils sont **équipés** d'une monture qui permet de les adapter sur la plate-forme. Les panneaux sont **décorés** d'un côté de **manière** à simuler des cellules solaires, et peints en noir de l'autre **côté**.



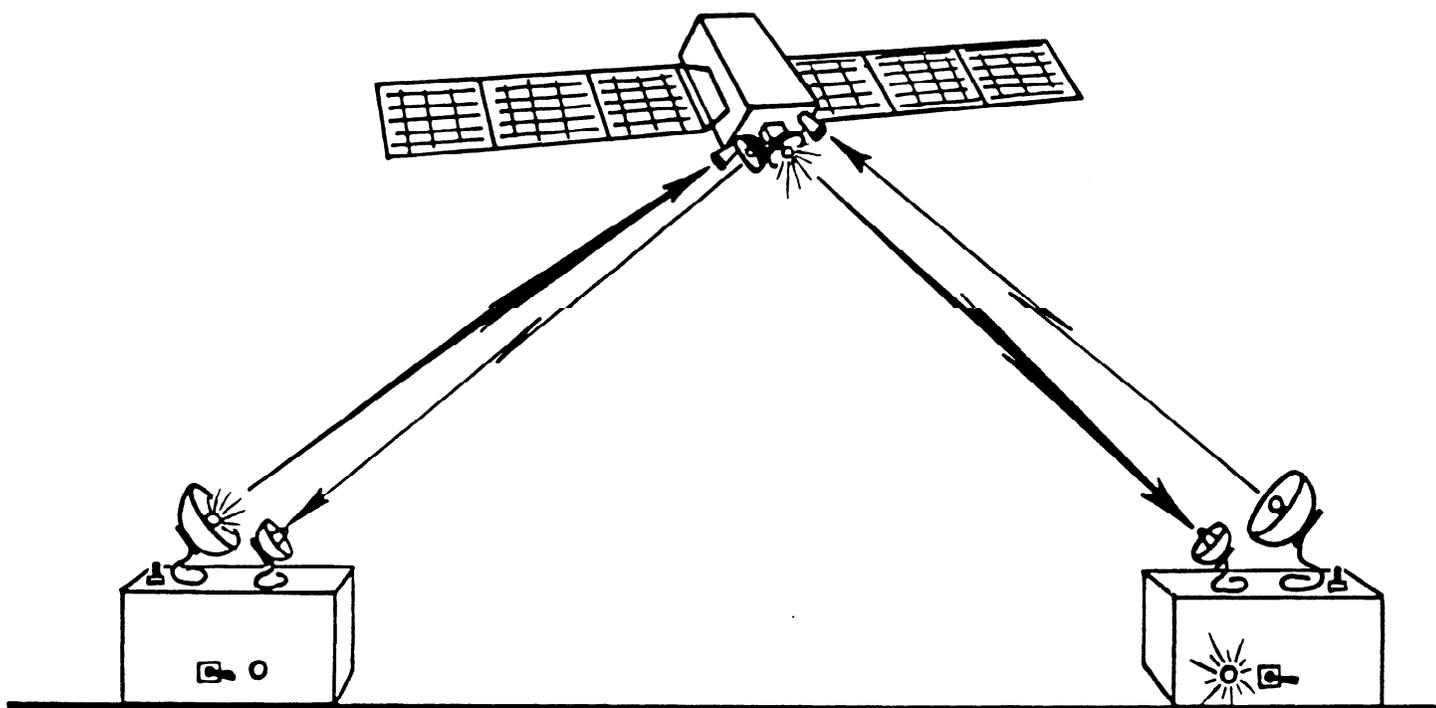
E - L'Intégration du "Satellite"

- 1 On connecte les fils qui sortent de la partie **inférieure** de la plate-forme sur le domino de jonction de la charge utile.



- 2 On fait une inspection visuelle de l'ensemble des connexions.
- 3 On branche les fils d'alimentation des modules **électroniques** sur le 9 volt (**les** deux piles de 4,5 volt en **série**), en faisant bien attention à respecter la polarité <+> et <->.

Puis on branche sur une autre pile, de 4,5 volt, les fils d'alimentation des ampoules **d'émission**.



Il faut d'abord orienter **grossièrement** les stations pour que les antennes "regardent" le satellite. A partir de ce moment, il ne faut plus **déplacer** ni les stations ni le satellite. Il faut marquer **l'emplacement** des stations de **manière à** pouvoir les remettre dans leur position exacte si jamais elles sont **déplacées** par inadvertance ou par nécessité. .

Ensuite il faut **procéder** au **réglage** des liaisons dans un sens puis dans l'autre, en commençant dans chaque sens par les liaisons montantes :

- 1 Appuyer sur le bouton poussoir pour allumer l'ampoule d'émission de l'une des stations.
- 2 Sans faire bouger la station, orienter l'antenne d'émission pour que le faisceau lumineux soit bien centré sur l'antenne de **réception** correspondante du satellite. Ensuite ne plus toucher à cette antenne **d'émission**.

3 Tout en continuant à émettre à partir de la station sol, procéder au réglage de l'antenne de réception en faisant bien attention à ne pas faire bouger le satellite. Orienter l'antenne de réception de manière à concentrer la lumière au maximum sur la cellule photo-résistante.

4 Le "répéteur" est alors en fonctionnement actif, et l'ampoule d'émission du satellite est allumée. Toujours sans faire bouger le satellite, orienter l'antenne d'émission de manière à bien centrer le faisceau lumineux descendant sur l'antenne de réception de la deuxième station.

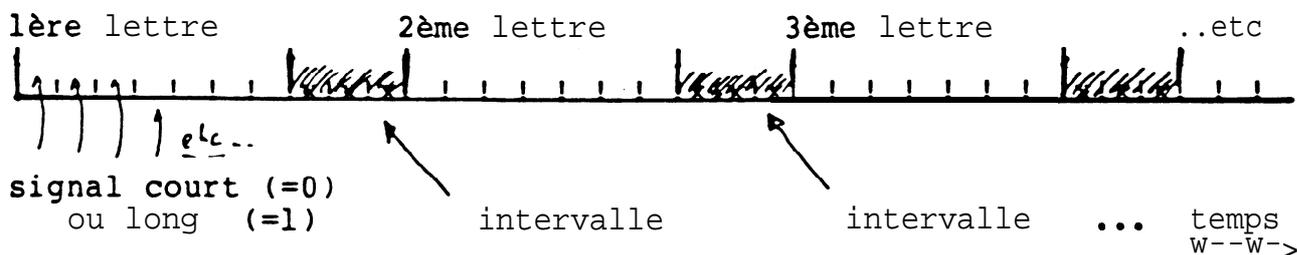
5 En faisant bien attention à ne pas faire bouger la station sol qui reçoit, orienter son antenne de réception de manière à concentrer la lumière au maximum sur la cellule. Le témoin de réception doit alors être allumé: les liaisons sont alors établies dans un sens !..

6 Refaire la même succession de réglages pour les liaisons dans l'autre sens.

* * * * *

.. Et voilà ! Ainsi est construite une maquette active de satellite de communication, qui marche "comme pour de vrai", et dont les réalisateurs peuvent être fiers. Il ne leur reste plus qu'à se transmettre des messages au hasard de leur imagination, ou en utilisant le code Morse, ou, pourquoi pas, en ASCII dans le langage des ordinateurs, avec un code binaire à 7 bits et un protocole de transmission...

On peut imaginer tous les formats que l'on veut pour la transmission, par exemple celui-ci :



.. Notre maquette peut même servir à la transmission télématique!

* * *

Code ASCII Codage de l'alphabet :-----= 1 -- = 0

Valeur	64	32	16	8	4	2	1
A	---	--	--	--	--	--	---
B	---	--	--	--	--	---	--
C	---	--	--	--	--	---	---
D	---	--	--	--	---	--	--
E	---	--	--	--	---	--	---
F	---	--	--	--	---	---	--
G	---	--	--	--	---	---	---
H	---	--	--	---	--	--	--
I	---	--	--	---	--	--	---
J	---	--	--	---	--	---	--
K	---	--	--	---	--	---	---
L	---	--	--	---	---	--	--
M	---	--	--	---	---	--	---
N	---	--	--	---	---	---	--
O	---	--	--	---	---	---	---
P	---	--	---	--	--	--	--
Q	---	--	---	--	--	--	---
R	---	--	---	--	--	---	--
S	---	--	---	--	--	---	---
T	---	--	---	--	---	--	--
U	---	--	---	--	---	--	---
V	---	--	---	--	---	---	--
W	---	--	---	--	---	---	---
X	---	--	---	---	--	--	--
Y	---	--	---	---	--	--	---
Z	---	--	---	---	--	---	--

III. INFORMATIONS PRATIQUES

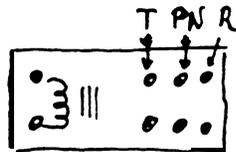
Materiaux et composants

A - Matériel électronique pour les modules :

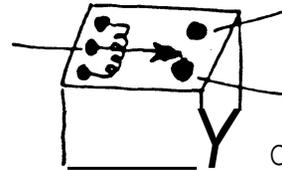
- LISTE No 1 (à x 4) -----
- | | | |
|---|-----------------------------------------------------|--------------|
| 2 | - Résistances 4.700 ohm | (R1 et R3) |
| 1 | - Résistance 1.000.000 ohm | (R2) |
| 1 | - Résistance variable 1.000.000 ohm | (R4) |
| 2 | - Transistors BC 107 B ou BC 108 B | (T1 et T2) |
| 1 | - Diode 1N 4148 ou 1N 914 | (D1) |
| 1 | - Cellule Photo-résistante OAP 60, OAP 61 ou LDR 07 | |
| 1 | - Relais 6 volt, le plus simple et le moins cher | |

↓
Contact de Travail

Exemples de relais :



Point Neutre



Contact de Repo:

Note : La valeur des **résistances** est **codée** par des bandes colorées. Pour lire la valeur, il faut placer la bande or ou argent à droite, et lire les autres couleurs de la gauche vers la droite :

<u>couleur:</u>	<u>1er</u> <u>chiffre:</u>	<u>2ème</u> <u>chiffre:</u>	<u>multiplicateur:</u>
noir	0	0	x 1
brun	1	1	x 10
rouge	2	2	x 100
orange	3	3	x 1.000
jaune	4	4	x 10.000
vert	5	5	x 100.000
bleu	6	6	x 1.000.000
violet	7	7	
gris	8	8	
blanc	9	9	

exemple: une résistance "jaune violet rouge **argent**" a une valeur de 47 x 100 = 4.700 ohms. (la bande argent ou or n'intervient pas pour la valeur).

Pour **réaliser** le système complet, il faut quatre modules photo-declencheurs, donc quatre fois les composants indiqués dans la liste. Tous ces **composants se trouvent** facilement dans les magasins de **matériel électronique**. C'est dans ces magasins **que** l'on trouvera également des interrupteurs et des boutons poussoirs de petite taille, et du fil de câblage fin (5 à 6 mètres en plusieurs couleurs).

B - Matériel électrique:

```
----- LISTE No 2 -----
!
!   Barrettes de Dominos - ( 28 connexions à faire )   !
!
!   9 - Piles plates de 4,5 Volt ( 3 fois 3 )           !
!
!   6 - Lampes de poche ( "antennes", ampoules, inter. )!
!
!   2 - Boutons-poussoirs ( pour "émettre" le signal )  !
!
!   5 à 6 mètres de fil électrique fin ( connexions )   !
!
-----
```

Il y a 3 piles plates de 4,5 volt par station et 3 pour le satellite.

Les boîtiers **électriques** servent à récupérer les réflecteurs pour les "antennes" **d'émission** et de réception. Les **réflecteurs** seront démontés avec **précaution**. Les ampoules seront **récupérées** également, pour les "antennes **d'émission**" et pour les **témoins** de réception. Les supports d'ampoule seront éventuellement adaptés et réutilisés, de même que les interrupteurs.

C - Matériaux de construction :

```
----- LISTE No 3 -----
!
!   Contreplaqué de 6 ou 8 mm d'épaisseur ( modules, etc )!
!
!   Pointes en laiton ( module )                       !
!
!   Carton d'emballage ...                               !
!
!   Colle rapide ( les colles néoprène sont très bien ) !
!
!   ...                                                 !
!
!   etc, etc ... tout ce qu'on veut bien imaginer     !
!   pour le revêtement et la finition des maquettes   !
!
-----
```

Outillage

C'est essentiellement un outillage de bricolage: ciseaux, cutters, petites pinces, petit tournevis, etc..

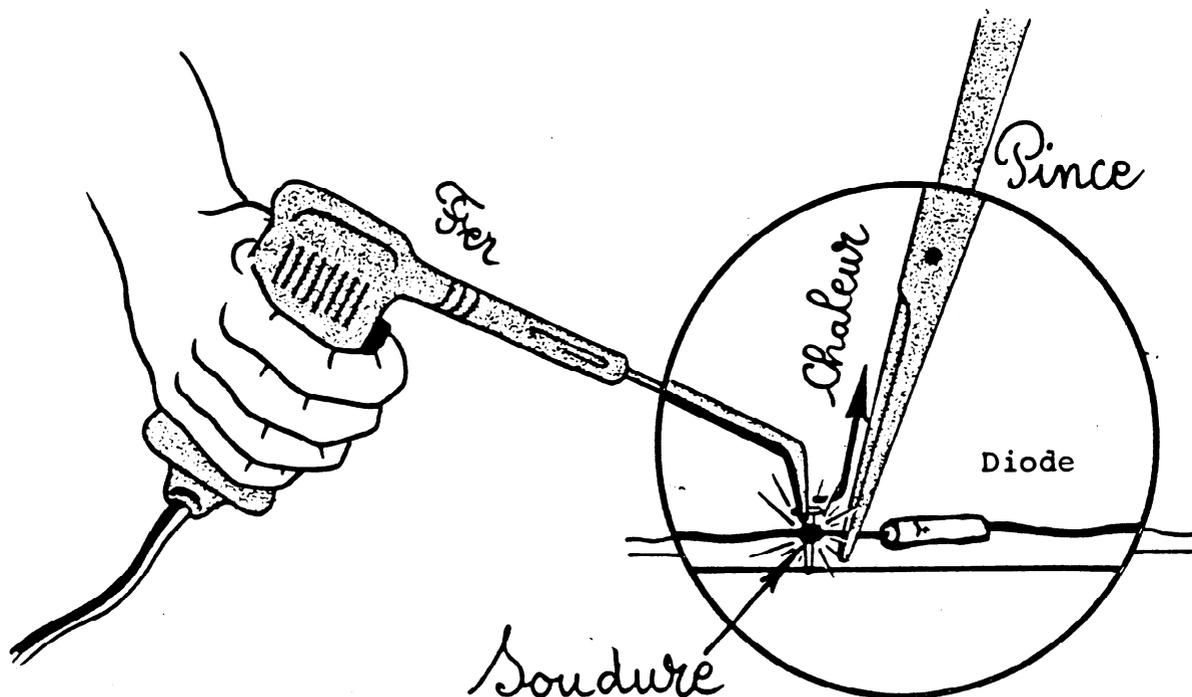
Un fer ou un pistolet à souder, avec de la soudure basse température sont **très** utiles pour **améliorer** la fiabilité des connexions **électriques**, mais si on travaille avec des enfants, l'utilisation du fer devra être bien surveillée, pour éviter les accidents **et** les brûlures ...

Enfin, il faut du **matériel** de **décoration** pour la finition et la **présentation** des maquettes, et là, **l'imagination** artistique peut se donner libre cours.

Conseils pour la réalisation

1 L'utilisation du fer à souder demande des précautions particulières avec les transistors et les diodes : si un excès de chaleur est transmis au transistor, il peut être **détruit!**

Il est donc important quand on fait une soudure sur un transistor ou une diode **d'opérer** rapidement et de tenir la patte à souder avec une pince **placée** entre le point de soudure et le composant. L'inertie thermique de la pince **évite** une **élévation** de température trop importante du composant.



2 Achaque **étape** de la réalisation, en particulier avant chaque essai avec mise sous tension, il est important de **procéder à** une inspection visuelle, pour **vérifier** rapidement que tout est en ordre. Cela **évite** bien des erreurs et bien des accidents **matériels...**

3 Les ampoules, relais, et **résistances** ne sont **concernés** que par la puissance **électrique** : le sens dans lequel le courant les traverse n'a pas d'importance. Par contre, les diodes, et les transistors sont concernés par les charges **électriques**, et il faut veiller à respecter la polarité (marque distinctive sur la diode, sens et ordre des pattes pour les transistors).

4 Sources **électriques**: il est bon de conserver **séparées** les alimentations pour les circuits de puissance (ampoules), et pour les circuits "**électroniques**". Les chutes de tension lors de l'allumage des ampoules pourraient **interférer** avec le bon fonctionnement des circuits électroniques. D'autre part, les consommations électriques sont très différentes, ce qui entraîne des durées de vie différentes pour les piles.

5 Il faut bien veiller à la polarité des deux piles de **4,5** volt pour l'alimentation en 9 volt (montage en **série**).

6 Il faut **étiqueter** tous les fils qui traînent parce qu'on doit les brancher à un moment ultérieur, en **précisant** bien la polarité <+> ou <-> quand c'est **nécessaire**. Il faut **prévoir** une longueur suffisante pour que les assemblages se fassent sans **difficulté**. Il faut veiller à bien isoler toutes les epissures.

7 Il est bien QUE TOUTES LES PARTIES IMPORTANTES SOIENT DEMONTABLES ET ACCESSIBLES. C'est le principe de la construction modulaire, qui permet de faire facilement des **réparations**, des modifications, des adaptations et des réglages.

* *

* * *

Variantes et Idées Diverses

*.> Pour travailler avec des enfants assez jeunes, il peut être utile d'agrandir le **schéma** électronique, et de **préparer** les différents composants en leur rallongeant les "pattes".

*.> Pour exposer la maquette devant un public, on peut **séparer** les boutons poussoirs **d'émission** et les placer à une certaine distance des "stations sol", pour **éviter** des manipulations intempestives.

*.> Au lieu d'utiliser des réflecteurs **recupérés** sur des lampes de **poche**, il est possible de construire des **réflecteurs** paraboliques à partir de "papier mâche" ou de moulages. Il y a là toute une **opération** très **intéressante** en soi...

*.> Pour **réduire** les coûts et la fabrication à un minimum, il est possible de construire un système qui ne transmet que dans une seule direction. Le nombre de modules **électroniques** et d'antennes est alors divisé par deux. On peut même construire uniquement une maquette du satellite, avec un seul circuit **répéteur**, et l'actionner avec une lampe torche...

*.> Il est possible (cela a **été** fait lors du stage de St-Gilles), d'ajouter une fonction "**télécommande**" pour déployer les "panneaux solaires". Il faut alors ajouter un nouveau circuit dans le "satellite". L'antenne de **réception** de la **télécommande** peut être un cornet que **l'on** monte au dessus des relais. Un module photo-declencheur et un relais peuvent être alors placés dans la plate-forme, par exemple à côté des piles. Les déploiement des panneaux se fait par des fils **élastiques** qui les tirent de part et d'autre. Jusqu'au déploiement, les panneaux sont retenus par un fil fin qui est coupé **par télécommande**: le relais permet d'alimenter un fil de résistance chauffante (fil nickel-chrome **acheté** dans un magasin de matériel électronique, ou tout simplement **recupéré** sur un vieux **sèche-cheveux**).

*.> Etc...

```
*****
*
*   SECURITE:      Il faut rappeler que l'on peut manipuler      *
*                   des piles et des circuits électriques      *
*   sans précautions particulières jusqu'à 24 volt, pas plus !*
*
*   Les tensions supérieures, comme celles du secteur          *
*   en particulier, sont dangereuses, et leur usage est        *
*   totalement interdit dans des installations comme celles     *
*   que nous réalisons pour cette maquette.                    *
*
*****
```

IV. SUPPLEMENT POUR LES ANIMATEURS

=====

La vulgarisation scientifique

Le "Je comprends mieux..." des participants à ce stage où une maquette de satellite a été construite pour la première fois montre bien tout l'intérêt qu'une telle action peut apporter pour la vulgarisation scientifique et une meilleure connaissance des techniques qui font le monde d'aujourd'hui.

L'intérêt de la maquette est double:

Pour celui qui construit la maquette, en associant cette réalisation à une documentation et à des lectures appropriées, il est possible d'accéder à une compréhension relativement profonde et détaillée de ce qu'est un satellite et de ce que sont les télécommunications spatiales en général. La réalisation de la maquette initie à un vocabulaire et à un langage qui permet ensuite de mieux suivre l'actualité spatiale et de mieux comprendre les enjeux qu'elle représente.

Ensuite, une utilisation de la maquette peut être faite à travers les médias, dans la presse et la télévision régionales, et par des expositions éventuellement accompagnées de films et de diapositives (qui peuvent être prêtés par le C.N.E.S.). Une maquette est un moyen de concrétiser une réalité souvent trop lointaine, faite d'images et de mots venus "d'ailleurs". Le fait de pouvoir "toucher des yeux" un objet, de connaître ceux qui l'ont fait ou qui en parlent, conduit à une "appropriation" que connaissent bien les psychologues et dont les effets bénéfiques ne sont plus à décrire.

Les utilisations pédagogiques

Un maquette de satellite, simple mais vivante, comme celle dont nous venons de décrire la construction, peut servir de catalyseur pour des actions pédagogiques et des activités de groupe.

A l'école et dans les collèges ou les lycées d'enseignement secondaire, la construction d'une ou de plusieurs maquettes par une classe est une activité qui est riche d'enseignements tout en étant amusante. Bien exploitée par l'enseignant (qui donne à l'opération la finalité qui lui convient: physique, mathématiques, aspects des sciences humaines, activités manuelles, etc.), la maquette permet d'aborder et d'explorer avec la profondeur que l'on veut de nombreux sujets: l'électricité, l'électronique, l'optique, l'énergie, l'espace, les codages, l'organisation, etc...

Dans les maisons de jeunes et les clubs scientifiques, la maquette de satellite permet un travail **d'équipe** facilement maîtrisable. En dehors des **bénéfices** personnels que retirent les **réalisateurs**, la maquette est un objet attirant, **d'actualité**, qui peut être exposé pour faire honneur au club et pour promouvoir ses **activités**.

Le plaisir du bricoleur

Les maquettes de satellite peuvent être **réalisées** par des bricoleurs individuels, par **curiosité**, à titre de divertissement, pour se déconnecter de l'usure de la vie quotidienne et s'ouvrir sur d'autres aspects du monde. Le travail manuel est toute une philosophie. Il est possible alors de **réaliser** des modèles qui font appel à la grande finesse de **l'art** du maquettiste. La **récompense** est alors le plaisir de l'accomplissement et la joie de la **réussite**.

Document NASA-SP-413 (Space Settlements)



Pour en savoir plus

L'objectif premier des maquettes de satellite est de permettre l'ouverture sur une technique de pointe, et sur le monde de l'Espace. Pour en savoir plus, de nombreux ouvrages et publications sont à la disposition des lecteurs. Nous indiquerons en particulier:

*.> LE GRAND ATLAS UNIVERSALIS DE L'ESPACE, 384 pages et plus de 900 illustrations. Sorti en 1987, c'est le meilleur ouvrage de référence qui existe actuellement. De nombreux ingénieurs du CNES ont contribué à sa rédaction.

*.> L'ENCYCLOPEDIE VISUELLE DE L'EXPLORATION DE L'ESPACE sous la direction de Kenneth GATLAND, publié par Elsevier-Bordas. 285 pages de toute l'histoire de l'Espace, passée et à venir, avec des illustrations en couleurs, qui en font un beau livre de présentation de l'Espace.

*.> " LES ENJEUX DE L'ESPACE " publiés par LES CAHIERS FRANCAIS. 130 pages et 14 notices. Un bon condensé pour un panorama détaillé des activités spatiales françaises. Vendu dans les librairies ou à commander à "LA DOCUMENTATION FRANCAISE" 31 Quai Voltaire - 75340 PARIS Cedex 07.

*.> AIR ET COSMOS Revue hebdomadaire, en vente dans tous les kiosques. Les dernières pages de chaque numéro sont exclusivement consacrées à l'Espace, et présentent chaque semaine une actualité illustrée, ainsi que des panoramas de l'aventure spatiale.

*.> ESPACE INFORMATION publié 3 fois par an par le C.N.E.S. . Chaque numéro traite de l'actualité astronautique et fait le point de manière très complète sur un aspect particulier de la conquête de l'Espace. Sur abonnement. (78 francs pour deux ans, à CIMM Espace Information, 15 rue des Pénitents Blancs, 31000 TOULOUSE).

*.> GULLIVORE N°4- Avril 1988 une publication des Francs et Franches Camarades. Des dessins et des photos en couleur sur une réalisation faite à partir du présent document. FFC, 14 rue Tolain, 75020 PARIS.

*.> JOUETS ELECTRONIQUES de François CHERRIER, pour en savoir plus sur les montages électroniques très faciles à réaliser. 5 montages pour réaliser 30 appareils étonnants. Editions Hachette.

.. . etc, etc.

Et puis, pour les professeurs de Sciences Physiques des Lycées et des Collèges qui veulent en savoir plus, le C.N.E.S. organise tous les deux ans un stage d'information au cours de l'été. Tous les renseignements concernant ces stages peuvent être obtenus en écrivant à : C.N.E.S. - Délégation à la Communication, Stages Professeurs, 18 avenue Edouard Belin, 31055 TOULOUSE Cedex.

* * * * *

TÉLÉCOM

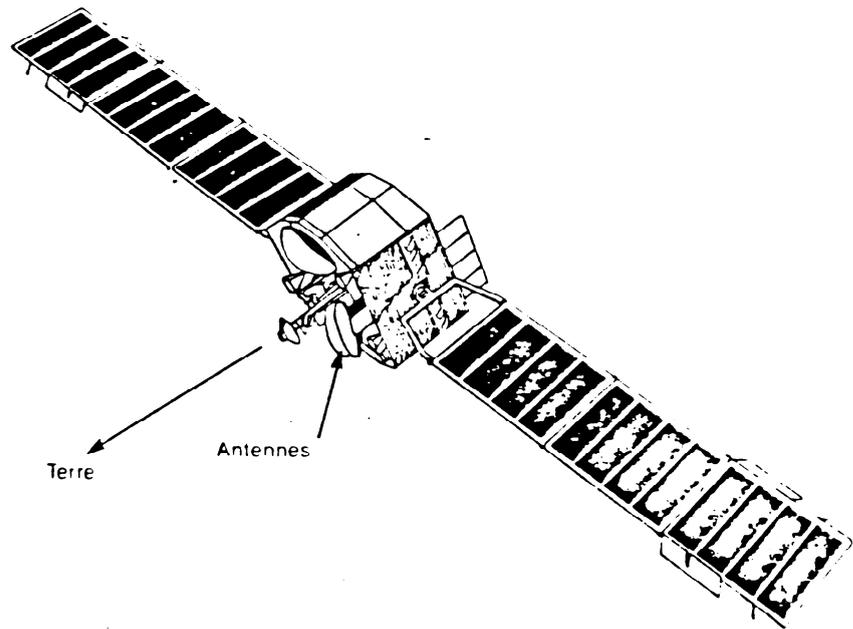
UN SYSTÈME DE TÉLÉCOM- MUNICATIONS ET DE TÉLÉMATIQUE SPATIALES

Le programme Télécom 1 a été décidé par le Gouvernement en février 1979 pour répondre à l'accroissement prévisible dans les prochaines années du volume des télécommunications lié essentiellement au développement de la télématique (mariage des télécommunications et de l'informatique)

Missions

Télécom 1 aura deux missions principales :

- une mission d'acheminement du trafic téléphonique et télévisuel entre la métropole et les Départements et Territoires d'Outre-mer de l'Océan Atlantique (Guyane, Martinique, Guadeloupe, Saint-Pierre et Miquelon) et de l'Océan Indien (Réunion, Mayotte);
- une mission de liaisons « intra-entreprises » pour des services de télécommunications numériques à débit variable en France et en Europe, en particulier entre des entreprises allemandes et françaises.



La mission de liaisons « intra-entreprises » offrira une multitude de services nouveaux tels que :

- l'interconnexion téléphonique entre différents établissements;
- la transmission de **données** numériques afin d'assurer des transferts de tâches entre ordinateurs ou des interconnexions entre **systèmes** par liaison téléinformatique;
- la télécopie rapide avec transmission d'images, de photocopies en couleur, de fac-similés et de pages de journaux précomposés pouvant être effectuée vers plusieurs destinataires;
- le traitement et le transfert de textes ou de fichiers;
- la télé et la visioconférence;
- l'accès à des réseaux existants ou futurs de banques de données documentaires ou de services commerciaux.

La mise en œuvre de ces services nécessitera la disponibilité de liaisons numériques de transmission dont la vitesse pourra varier de quelques milliers à plusieurs millions de bits (éléments binaires) par seconde.

L'utilisation de satellites présente, par rapport à un réseau terrestre équivalent, plusieurs avantages spécifiques :

- une mise en fonctionnement rapide des liaisons; l'implantation à proximité de l'utilisateur de stations terriennes fixes ou transportables permet en effet de répondre à des besoins urgents ou temporaires;
- une très bonne fiabilité du système de transmission; la mise en place de stations chez l'utilisateur impose une grande simplicité dans la conception de ces stations (antennes fixes de diamètre réduit à 3,5 m ne nécessitant pas de personnel pour leur mise en œuvre);
- un très bon rendement et une grande souplesse d'utilisation; l'accès au satellite sera réalisé par un système d'assignation à la demande (AMRT : Accès Multiple par Répartition dans le Temps) donnant la possibilité à l'utilisateur d'utiliser le satellite uniquement pendant un minimum de temps avec la capacité la mieux adaptée au service qu'elle demande;
- une bonne adaptation à la croissance du trafic, la capacité maximale du système étant d'environ 125 Millions de bits par seconde.

Le satellite Télécom 1 disposera également d'un répéteur consacré à l'acheminement de programmes de vidéo-transmission dans des salles de projection pour couvrir, grâce à des stations mobiles de reportage, des événements temporaires ou occasionnels.

Description technique

Le système Télécom 1 comprendra en service opérationnel 2 satellites, l'un en fonctionnement, l'autre en secours (un troisième sera en réserve au sol). Placés en 1983 par la fusée Ariane sur l'orbite géosynchrone (36 000 km au-dessus de l'équateur) à la hauteur du Golfe de Guinée (entre 10° et 7° Ouest de longitude), ces deux satellites d'une masse unitaire de 1 140 kg au lancement (soit 650 kg en orbite) apparaîtront fixes pour un observateur terrestre. Ils pourront ainsi servir de relais hertziens permanents entre tous points en visibilité directe des satellites.

Caractéristiques des satellites Télécom 1

- Durée de vie : 7 ans
 - 6 répéteurs 14/12GHz (puissance des tubes 20 W)
 - 4 répéteurs 6/4GHz (puissance des tubes 8,5 W)
 - 2 répéteurs pour des liaisons gouvernementales
 - Position orbitale : 10° et 7° Ouest
 - Maintien à poste Nord-Sud-Est-Ouest : $\pm 0,05^\circ$
 - Précision du pointage : $0,15^\circ$
 - Puissance consommée : 720 W
 - Puissance du générateur solaire : 1 050 W (en fin de vie)
 - Masse de la charge utile : 140 kg (satellite : 650 kg en orbite, 1 140 kg au lancement)
-

Caractéristiques des stations sol

- Station centrale de synchronisation d'accès au satellite : 5 m
 - Stations terrestres (environ 250 stations) : 3,5 m
 - Vidéo-transmission (stations mobiles) : 3 m
 - Vidéo-transmission (stations fixes de réception) : 2 m
 - Stations du service de télévision et de téléphonie : antennes de 30 m de diamètre et antennes de 11,80 m dans les DOM-TOM
-

association nationale sciences techniques jeunesse

Si vous voulez en savoir plus sur les activités scientifiques et techniques de loisirs, si vous avez des problèmes d'organisation, des demandes d'aide spécifique, alors contactez vite l'Association Nationale Sciences Techniques Jeunesse.

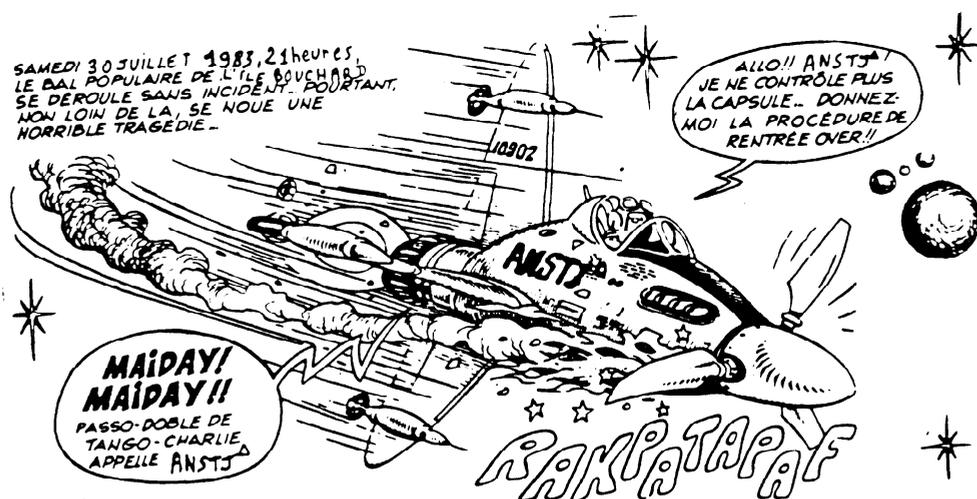
Elle organise des rencontres inter-clubs, des séminaires et des journées d'études qui peuvent vous ouvrir de nouvelles perspectives d'activités. Vous pourrez y rencontrer des animateurs, des chercheurs, des industriels qui vous guideront sur la façon de mener à bien un projet expérimental et sur les meilleures solutions pour résoudre des problèmes particuliers.

Alors n'hésitez pas . . . composez le (1)69.06.82.20 ou mieux, venez nous voir:

A N S T J

17 avenue Gambetta

91130 RIS-ORANGIS



Fabrication d'un satellite



Les élèves avec les professeurs et M Carreau à la réception.

Les professeurs de technologie, MM Thomas et Lorient, ont reçu commande des Francas (Francs et Franches camarades) d'un satellite de communication avec émetteur et récepteur, et ce satellite était à fabriquer dans le cadre du cours.

C'est une classe de CPPN avec six élèves de 13 à 16 ans qui, sous la conduite de ses professeurs, a construit l'ensemble des trois éléments. Il a fallu une semaine et quinze à vingt heures de cours. Mais, mardi, les élèves pouvaient procéder aux essais utiliser Gullivor (du nom de la nouvelle revue des Francas destinée au 12-16 ans). Pour leur plus grande joie. Mais il fallait beaucoup de doigts et ne pas déplacer, même légèrement, les tables d'émission : sinon plus de « son ». M Thomas souligne : « C'est l'objet idéal dans la mesure où il résulte d'une commande officielle faite par un organisme et qui fait bénéficier dans sa fabrication de toutes les techniques de la nouvelle technologie : électronique, mécanique, économie-gestion. Et surtout ajoute-t-il : il permet d'aborder le thème de la communication, fondamentale, dans l'enseignement de la technologie. »

Avec la partie électronique les enfants ont abordé la fabrication des circuits imprimés (mis au point industriellement au moment de la conquête spatiale), ils ont soudé des composants tels que relais, condensateurs, transistors, cellules photorésistantes et tous les composants élémentaires.

La mécanique a été étudiée principalement pour les stations au sol (à base de bois-boitier et de mécanique) Ils ont également abordé l'économie-gestion au tra-

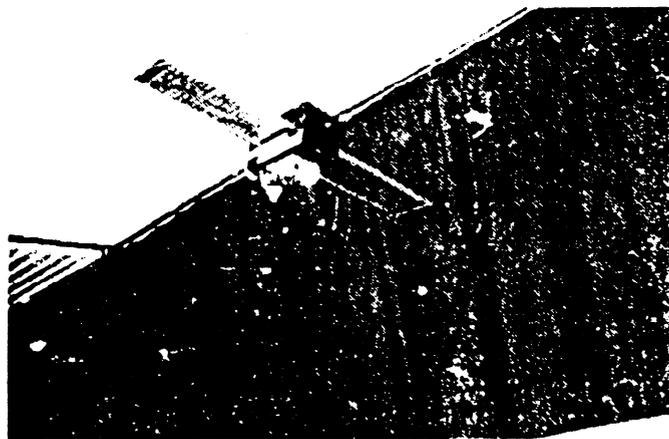
vers de la commande. Mais cette partie est restée au niveau des notions essentielles en raison de l'urgence de la commande.

D'un avis à l'autre

Les élèves ont un avis unanime : « Cela leur a apporté beaucoup de plaisir énormément plu. » Et chacun a réagi selon son tempérament. Pour Francisco il est heureux de voir comment ça se passe, et aussi, comment on envoie les signaux à un autre. * Jean-Luc a été passionné par la fabrication, ça a éveillé ma curiosité et m'a appris à quoi servait un satellite. . . Intéressant l'envoi de 8 signaux (en mono), mais surtout de les recevoir, c'est plus difficile. Cela dépend de celui qui transmet, on ne comprend pas toujours. » dit Stéphane. M. Lorient explique à ce moment : « C'est difficile au niveau gestuel, il faut respecter le

temps et les espaces pour le morse. » Pour Mohamed, ce qui lui plaît le plus : c'est le jeu de lumière, les lampes qui s'allument à intervalle régulier ion de la transmission. »

M. Thomas remarque : « La fabrication de cet objet nous a amené à étudier le code morse. » et l'intérêt d'utiliser le morse. Mais cette étude fait partie du programme de technologie. » Puis il conclut : « Quant ça se passe comme ça ont dit qu'on a réussi. Mais de toute façon, on cherche la motivation des élèves, dans la technologie, la fabrication d'un objet est un support à l'enseignement. » C'était la première fois qu'avec les machines de pointe de technologie moderne au collège, on fabriquait un objet tel qu'un satellite. Celui-ci fera probablement le tour des centres aérés avec les Francas cet été. A quand le prochain ?



Le satellite Gullivor du nom de la revue des Francas destinée au 12-16 ans