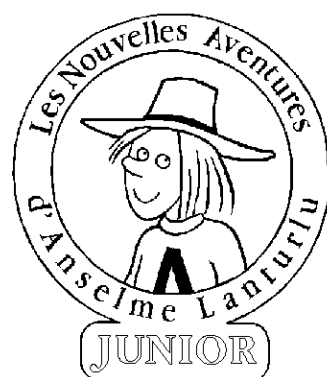
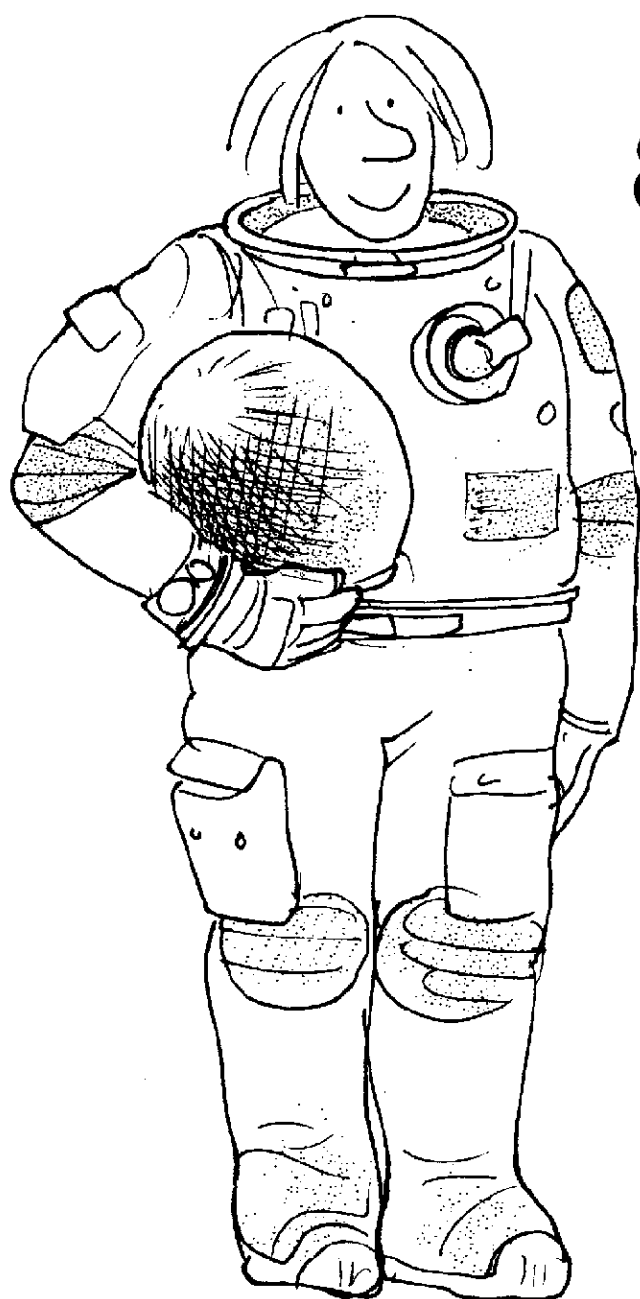


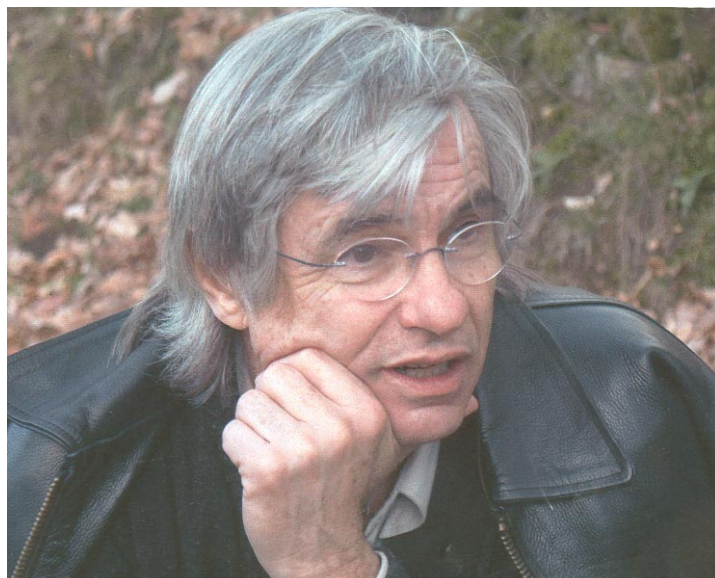
Jean-Pierre Petit

Le Tour du Monde en 80 Minutes



Savoir sans Frontières

Association Loi de 1901



Jean-Pierre Petit, Président de l'Association

Ancien Directeur de Recherche au Cnrs, astrophysicien, créateur d'un genre nouveau : la Bande Dessinée Scientifique. Créé en 2005 avec son ami Gilles d'Agostini l'association Savoir sans Frontières qui s'est donnée pour but de distribuer gratuitement le savoir, y compris le savoir scientifique et technique à travers le monde. L'association, qui fonctionne grâce à des dons, rétribue des traducteurs à hauteur de 150 euros (en 2007) en prenant à sa charge les frais d'encaissement bancaire. De nombreux traducteurs accroissent chaque jour le nombre d'albums traduits (en 2007 : 200 albums gratuitement téléchargeables, en 28 langues, dont le Laotien et le Rwandais).

Le présent fichier pdf peut être librement dupliqué et reproduit, en tout ou en partie, utilisé par les enseignants dans leurs cours à conditions que ces opérations ne se prêtent pas à des activités lucratives. Il peut être mis dans les bibliothèques municipales, scolaires et universitaires, soit sous forme imprimée, soit dans des réseaux de type Intranet.

L'auteur a entrepris de compléter cette collection par des albums plus simples d'abord (niveau 12 ans). Egalement en cours d'élaboration : des albums « parlants » pour analphabètes et « bilingues » pour apprendre des langues à partir de sa langue d'origine.

L'association recherche sans cesse de nouveaux traducteurs vers des langues qui doivent être leur langue maternelle, possédant les compétences techniques qui les rendent aptes à produire de bonnes traductions des albums abordés.

Pour contacter l'association, voir sur la homepage de son site

<http://www.savoir-sans-frontieres.com>

Coordonnées bancaires France ➔ Relevé d'Identité Bancaire (RIB) :

Etablissement	Quichet	N° de Compte	Cle RIB
20041	01008	1822226V029	88

Domiciliation : La banque postale
Centre de Marseille
13900 Marseille CEDEX 20
France

For other countries ➔ International Bank Account Number (IBAN) :

IBAN
FR 16 20041 01008 1822226V029 88

and ➔ Bank Identifier Code (BIC) :

BIC
PSSTFRPPMAR

Les statuts de l'association (en français) sont accessibles sur son site. La comptabilité y est accessible en ligne, en temps réel. L'association ne prélève sur ces dons aucune somme, en dehors des frais de transfert bancaire, de manière que les sommes versées aux traducteurs soient nettes.

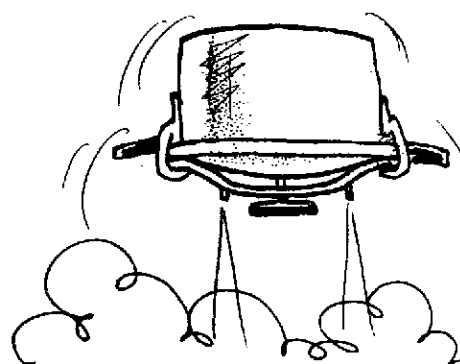
L'association ne salarie aucun de ses membres, qui sont tous des bénévoles. Ceux-ci assument eux-mêmes les frais de fonctionnement, en particulier de gestion du site, qui ne sont pas supportés par l'association.

Ainsi, vous pourrez être assurés, dans cette sorte « d'œuvre humanitaire culturelle » que quelle que soit la somme que vous donniez, elle sera *intégralement* consacrée à rétribue les traducteurs.

Nous mettons en ligne en moyenne une dizaine de nouvelles traductions par mois.

LA PROPULSION PAR RÉACTION







PAF!

dis donc. Elle est
montée à au moins
vingt mètres



c'est un succès, mais
c'est quand même
un peu brutal



A

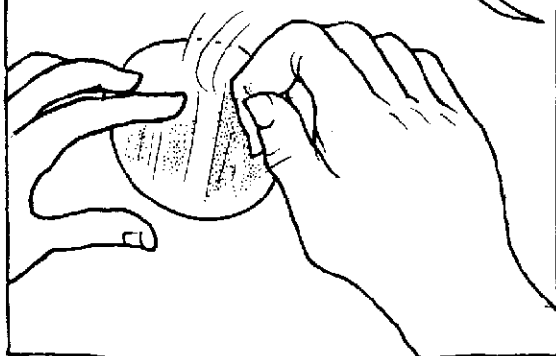
est-ce que je ne pourrais pas
utiliser l'énergie contenue
dans une simple allumette



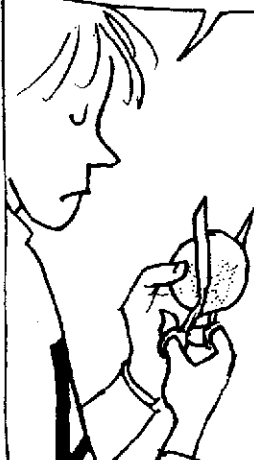
mais dans quoi
l'enfermer ?



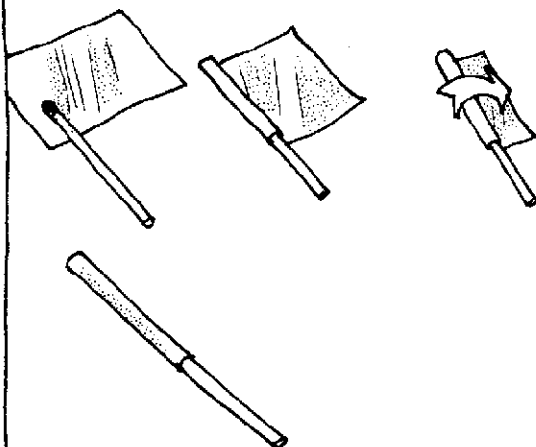
je vais utiliser le métal
d'un couvercle de
Yogourt, après l'avoir
bien lissé avec l'ongle



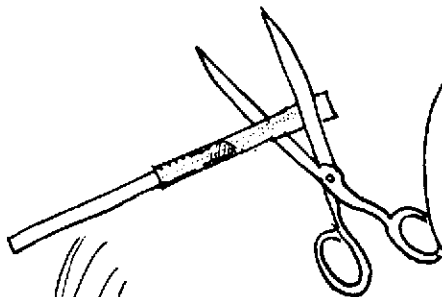
puis j'y découpe un
rectangle de 2cm sur
5cm, bien plat



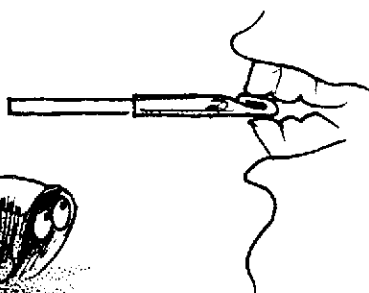
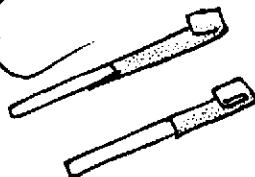
ensuite Anselme enroule la
feuille de métal sur le bout de
l'allumette, en serrant très fort



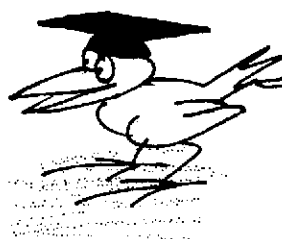
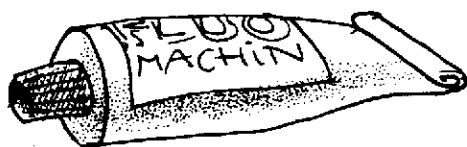
oui, mais comment
fermer le bout ?



Anselme décide
de couper le bout
en laissant
un centimètre



puis, en se servant de ses dents il
replie deux fois le bout métallique
en l'écrasant bien



comme pour le bout
d'un tube de dentifrice

bon, très bien. Mais comment
vas-tu te débrouiller
maintenant pour mettre
ta fusée à feu ?

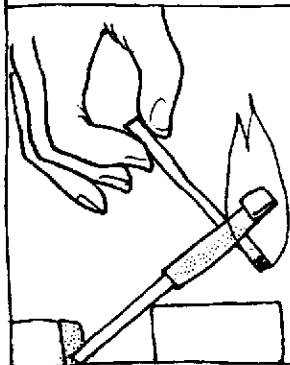


ah oui...

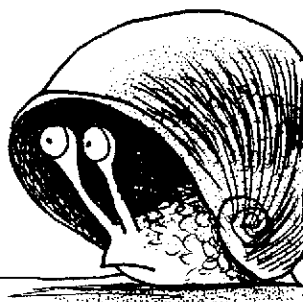
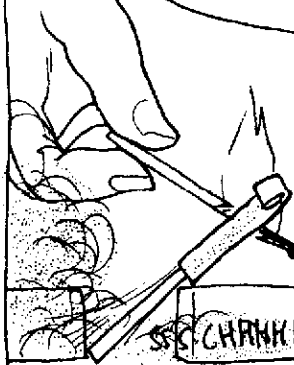
mettre à feu, c'est simplement
chauffer l'objet à une
température suffisante



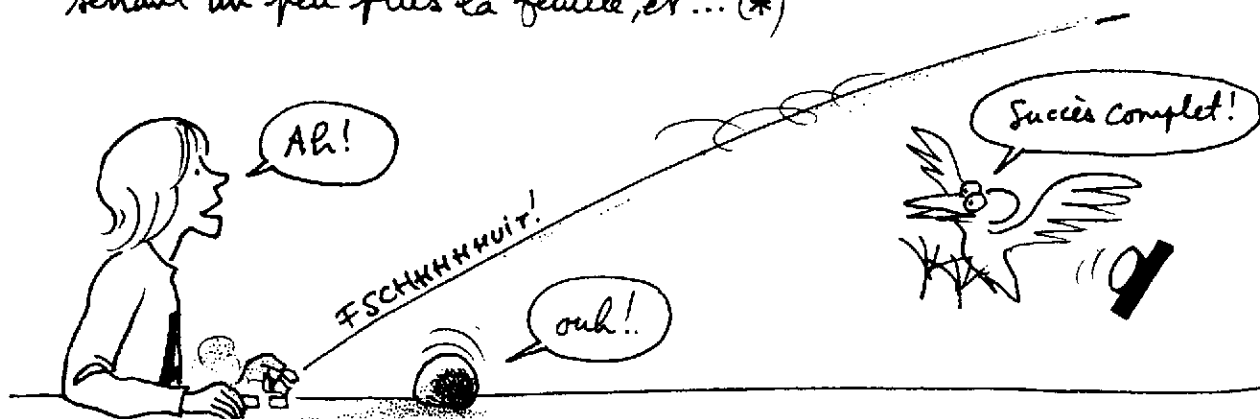
Sophie a raison. Je vais chauffer le bout de l'allumette à travers l'enveloppe métallique, comme ceci



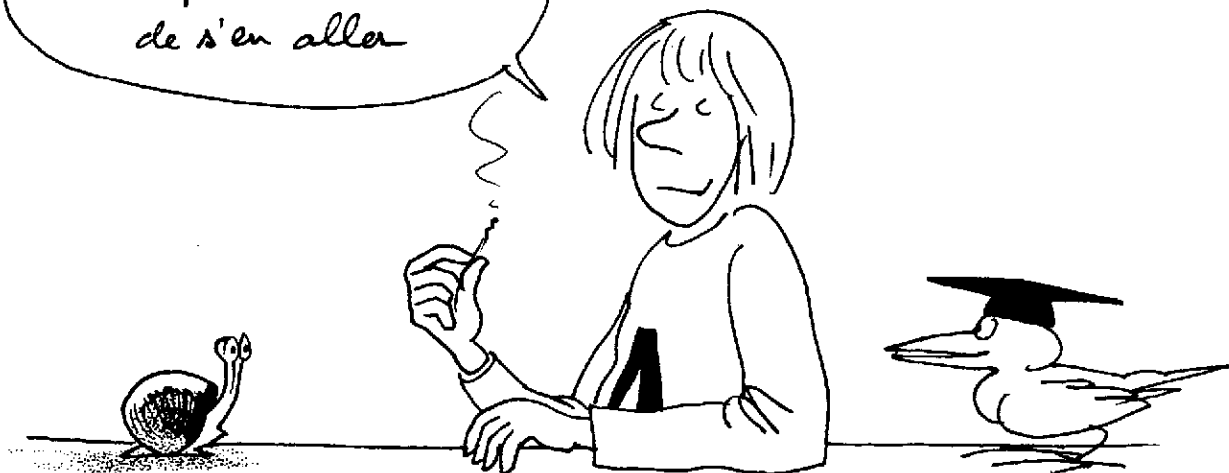
Ah, ça s'allume
Mais la combustion semble trop lente. Ma fusée a fait **LONG FEU**



Anselme réédite l'opération en serrant un peu plus la feuille, et... (*)



tu vois, Tirésias, la pression, c'est quand on empêche la chaleur de s'en aller



(*) le record est de huit mètres

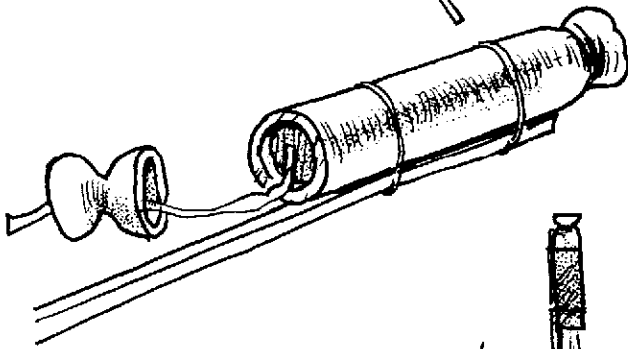
FUSÉES À POUDRE



voilà une fusée à poudre.
Nous allons vérifier si
ma théorie est exacte



L'antenne a délicatement
scie l'extrémité de la fusée.



FSCHOUF!

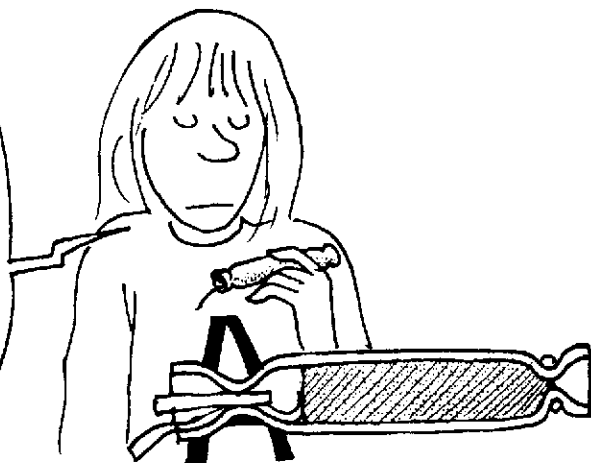


regarde, Max, j'avais raison
j'ai enlevé cette espèce de
rétrécissement par où les
gaz s'échappent et elle
ne décolle plus!

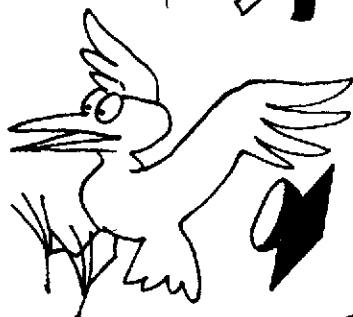


la pression et la température sont
plus faibles, donc la combustion est
plus lente et le débit de gaz plus
faible. D'où cette perte de poussée

Je suppose que si j'obturais
totalement ce canal,
la pression et la température
grimperaient, la combustion
s'emballerait et ma
fusée exploserait



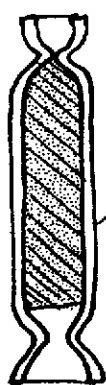
BOUM!



effectivement

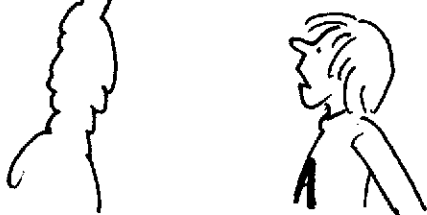
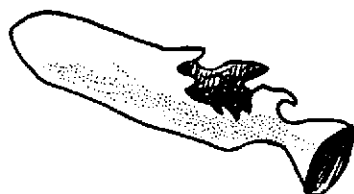
cette fusée monte à 300 mètres.
Mais elle me semble bien lourde.
Le carton est encore bien épais

metts une paroi
plus mince

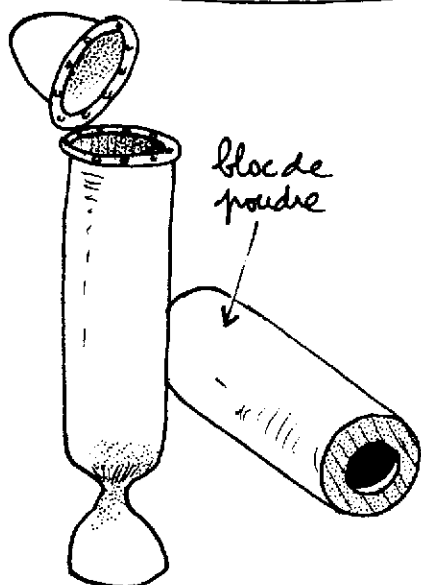


BOUM!

l'enveloppe était assez solide,
mais la chaleur dégagée
par la combustion l'a
faite brûler



simple ! se n'ai qu'à
utiliser la poudre elle-
même pour protéger la
paroi de la **VIROLE**

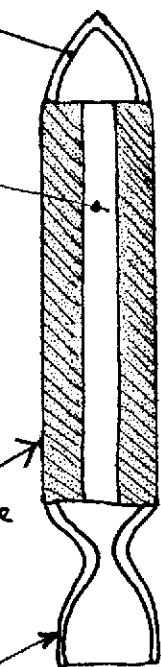


protection
thermique

combustion
dans le
canal
central

feuille de
métal

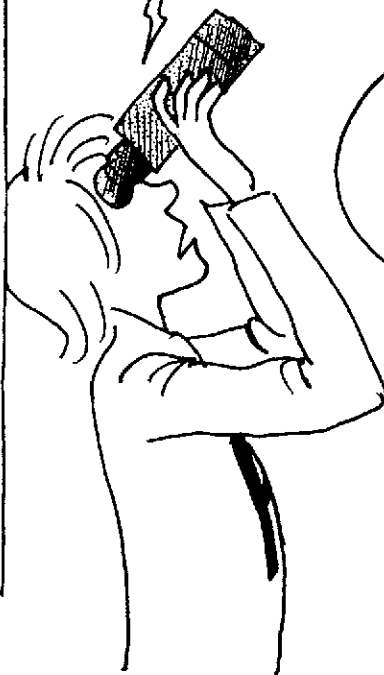
tuyère résistant
à la forte chaleur



ça marche bien.
Elle est déjà à
deux kilomètres
d'altitude



non, elle a encore
exploré avant
d'avoir brûlé toute
sa poudre

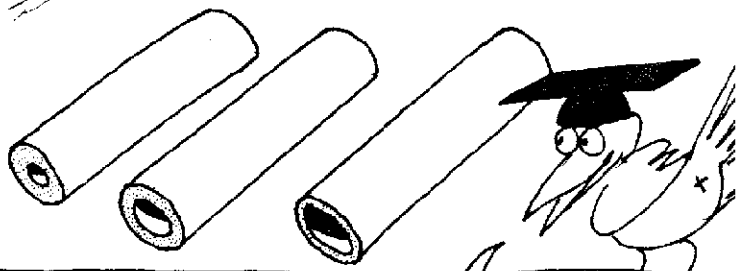
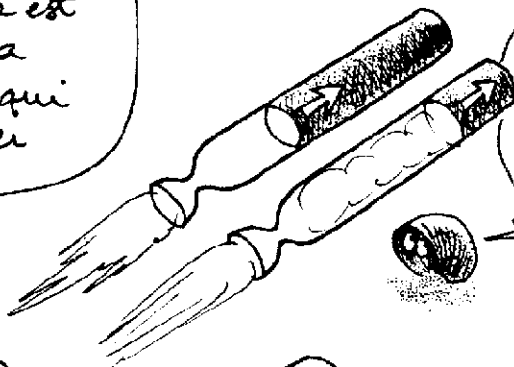


Hein ! ? ! mais
tout marchait si
bien. Que s'est-il
passé ?



dans un propulseur à poudre
la pression qui y règne est
proportionnelle à la
surface de la poudre qui
est en train de brûler

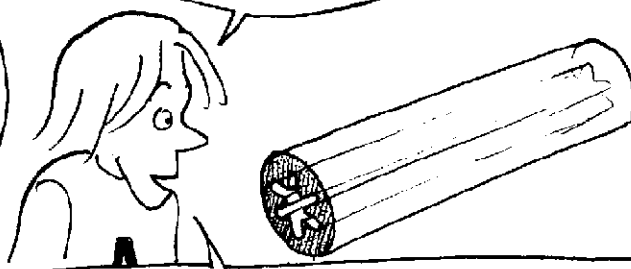
dans la
combustion
"en cigarette"
cette surface
est constante



dans ce système à canal central cette surface de combustion croît comme
le rayon, lequel croît au cours du temps. D'où l'explosion finale

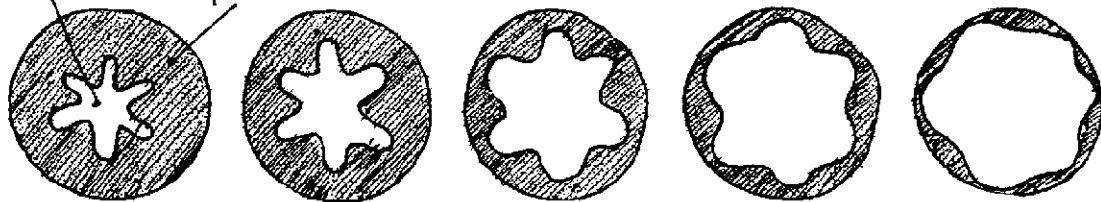
alors c'est
insoluble!

non... idée!



je n'ai qu'à créer un CANAL ÉTOILÉ

canal central poudre



c'est le moyen de conserver une surface,
donc une PRESSION DE COMBUSTION à peu
près constante au cours du temps



Dans les très longs propulseurs la poudre ne peut être moulée d'un seul bloc. On doit donc coller plusieurs éléments ensemble

c'est une prise de feu dans le défaut d'un de ces joints qui provoqua la perte de la Navette US

joint souple

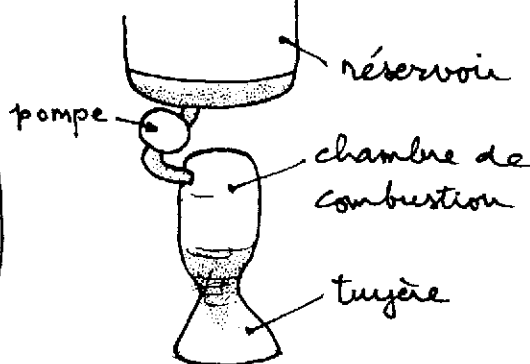
quand ces propulseurs fusés sont allumés, comment les éteindre ?

POUTCH !

on doit effectivement pouvoir contrôler avec une très grande précision le temps de combustion de ces propulseurs. Classiquement, on éjecte une opercule qui crée une fuite de gaz, laquelle a pour effet de diminuer la pression dans la chambre, ce qui entraîne l'extinction

FUSÉES À LIQUIDES

en utilisant un **PROPULSIF** à l'état liquide, on éliminerait ces problèmes. Il suffirait de le pomper dans une **CHAMBRE DE COMBUSTION**, en protégeant seulement celle-ci contre la terrible chaleur



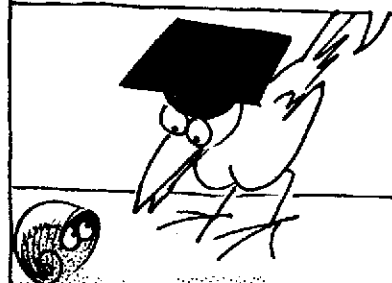
mais, comment faire brûler le **COMBUSTIBLE** En montant, il y a de moins en moins d'air et dans le **VIDE SPATIAL** il n'y en a plus du tout

emmène ton air avec toi !



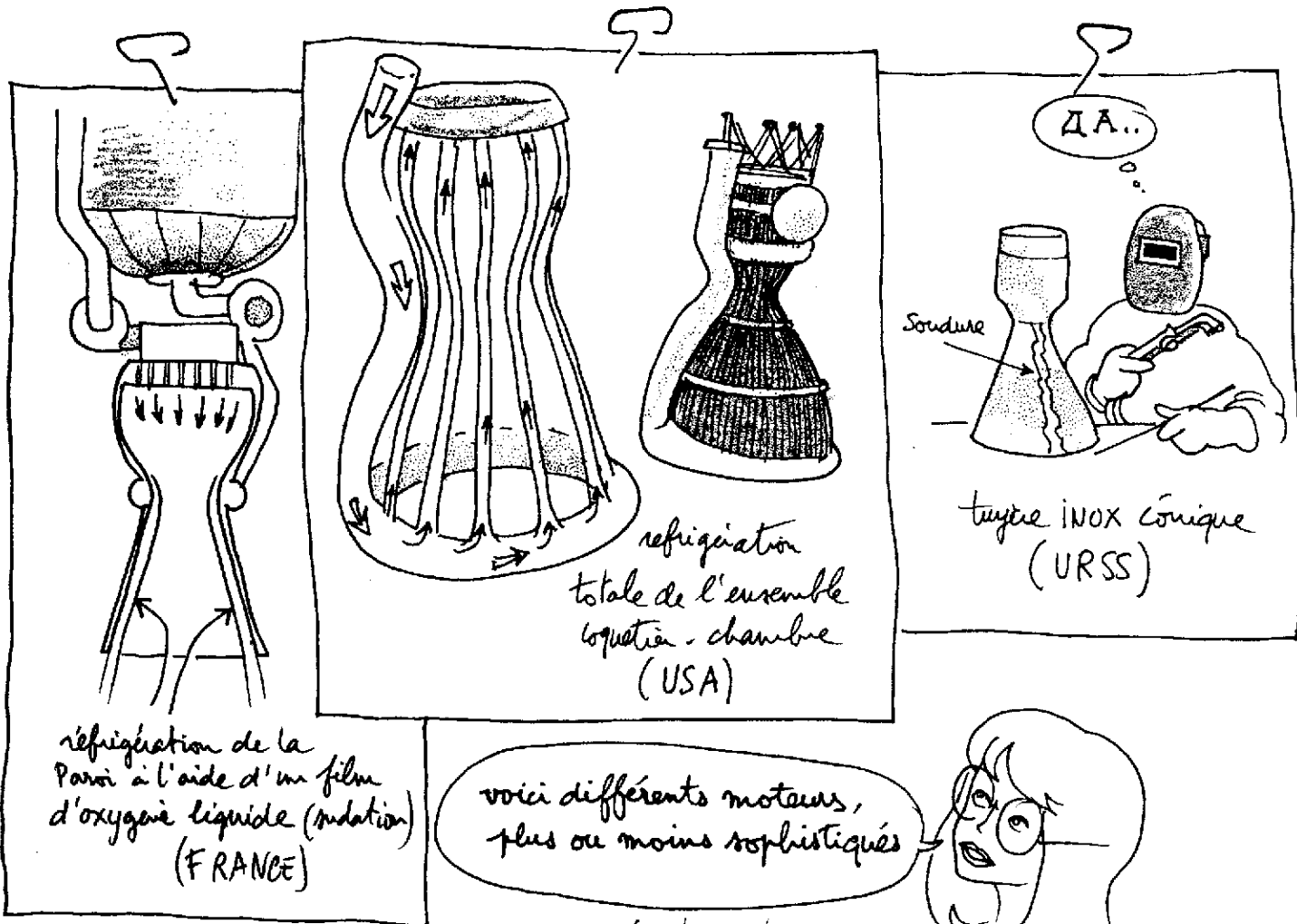
que veux-tu dire?

de l'air, tu ne gardes que l'oxygène et tu le liquéfies à -193 degrés centigrades. Comme cela tu emmènes en plus le **RÉFRIGÉRANT**



Ja, c'est ce que nous avons fait en 1942 à Pennemünde, avec la V2





le fin du fin c'est le mélange
hydrogène - oxygène. C'est ce qui
donne le meilleur rendement

oui, mais l'hydrogène
n'est liquide qu'à moins
deux cent soixante dix
degrés. Pomper un fluide
aussi froid n'est pas simple

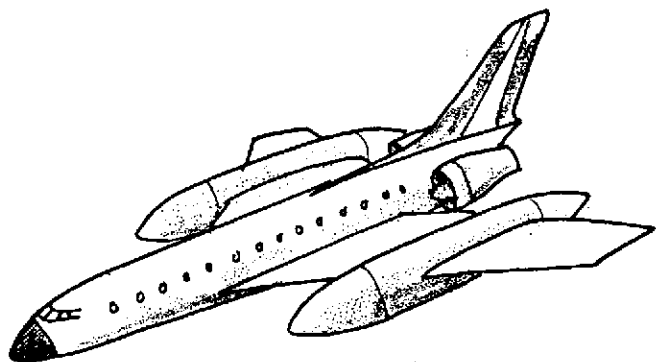
vous ne trouvez pas
cela un peu polluant,
toutes ces fusées qui
décollent en laissant
ces énormes panaches
de fumée

oui, mais quand il
s'agit du mélange oxygène
hydrogène, tu sais ce
que cela donne?

logiquement... voyons...
cela devrait donner de...
l'oxyde d'hydrogène

autrement dit H_2O
de l'EAU !

?!?



le caractère non polluant
de la combustion du mélange
hydrogène - oxygène en fera
peut être dans l'avenir une
formule idéale pour les... avions!

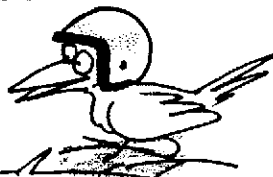
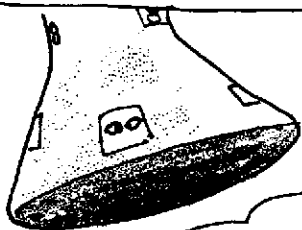


les fusées à poudre offrent
l'avantage d'un stockage
et d'une mise en œuvre facile.
c'est la simplicité même

c'est la raison pour
laquelle elles ont la
faveur des militaires
qui préfèrent toutofors
les mettre prudemment
à feu HORS DE leurs
sous-marins nucléaires



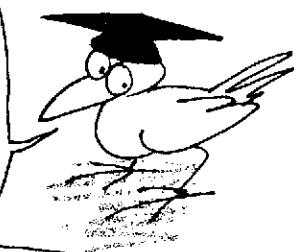
par contre les fusées à liquides sont les seules que l'on
peut éteindre et rallumer à volonté. Alors que lorsqu'on
a mis à feu une fusée à poudre, c'est fini ...



d'où toute une gamme de fusées de
pilotage, de contrôle d'attitude des engins

STRUCTURES

Les viroles des fusées à poudre devaient être assez résistantes pour encaisser la pression de combustion. Dans les fusées à liquides cette pression ne règne que dans la chambre de combustion. Aussi cherchait-on à rendre leurs réservoirs aussi légers que possible



pour respecter l'échelle j'ai dû fabriquer cette maquette de réservoir de fusée en papier de chocolat

l'épaisseur de la paroi des réservoirs de la fusée Ariane est de 1,4 millimètre



posons cette virole sur la table

je pose l'étage supérieur

attention ! le réservoir plie !

mais cette virole plie toujours sous l'effet de son propre poids. on l'a conçue trop mince





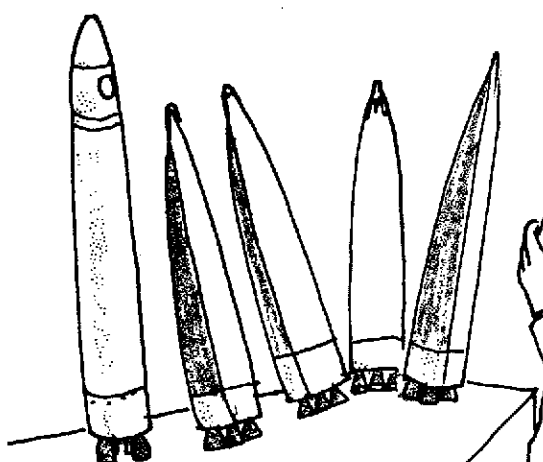
non, Tirsias, en vraie grandeur
on est obligé de mesurer, de gonfler
ces réservoirs pour qu'ils ne s'effondrent
pas sous l'effet de leur propre poids



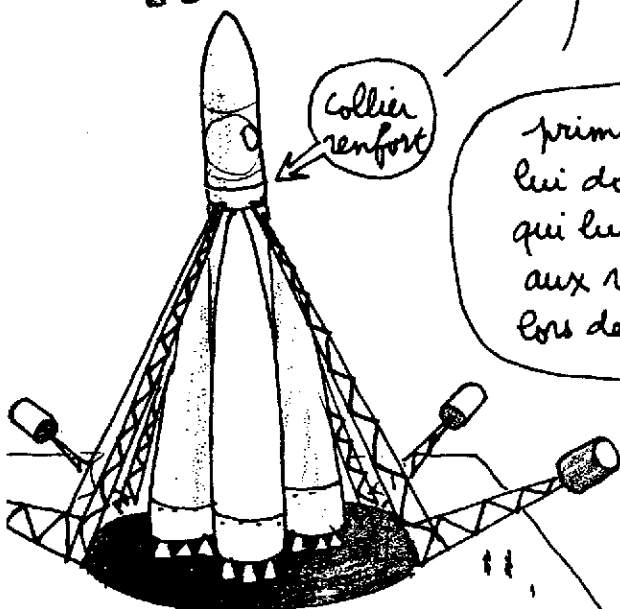
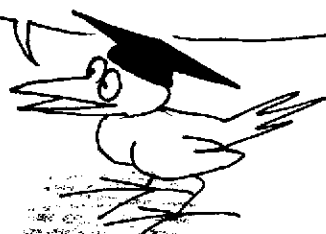
Ah bon...

la conquête spatiale a posé une multitude de problèmes techniques
originaux, dont on ne peut souvent pas avoir la moindre idée

SIMPLICITÉ...

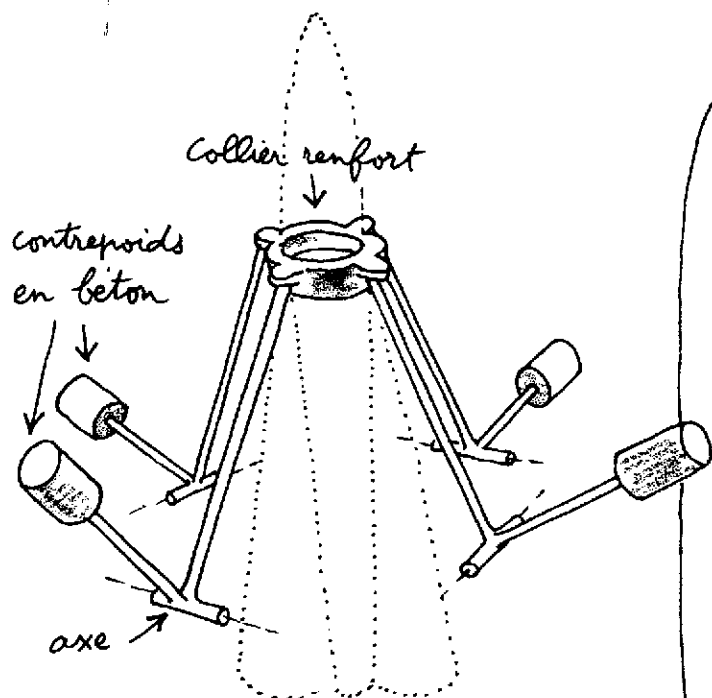


la palme de la simplicité
revient sans conteste à
SEMIORKA, la fusée à
tout faire inventée par
le soviétique **KOROLEV**

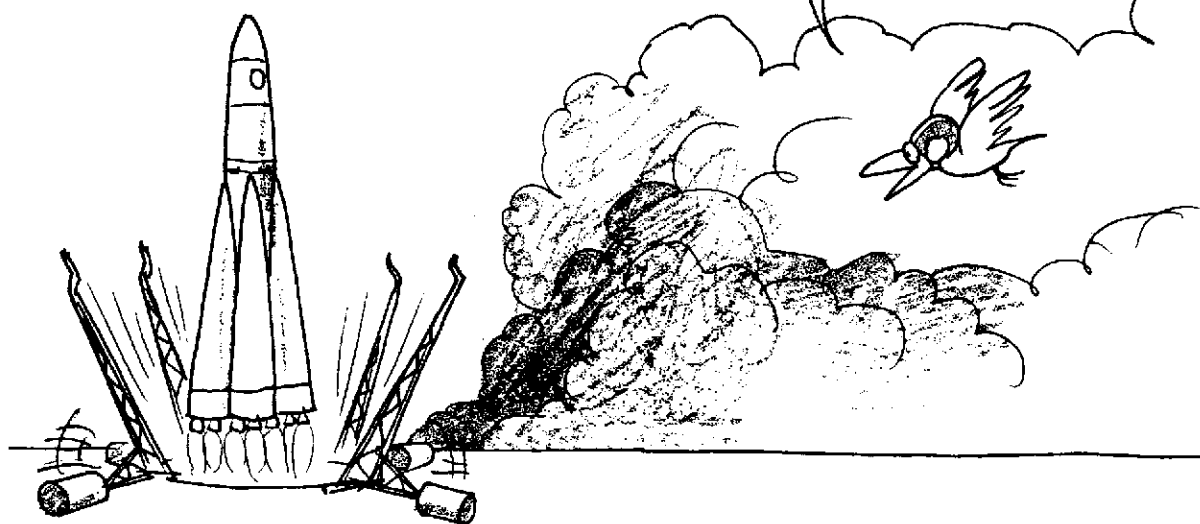


primo la disposition de ses quatre **BOOSTERS**
lui donne une allure extrêmement compacte
qui lui confère une excellente résistance
aux vibrations et aux vents de travers
lors de la phase critique : le décollage

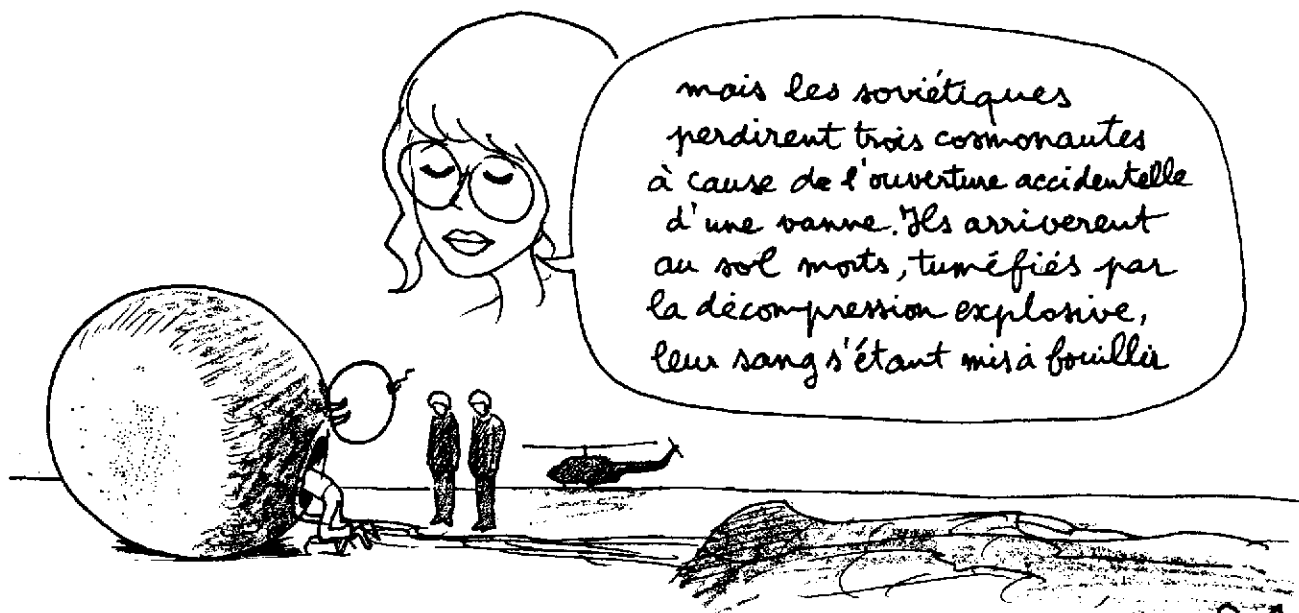




c'est un collier-renfort qui encaisse tous les efforts de poussée, mais c'est également lui qui permet, sur le **PAS DE TIR**, de suspendre la fusée comme un jambon à l'aide de 4 simples ergots. Lorsque les 24 fusées entrent en jeu, les bras articulés s'effacent automatiquement, grâce à des contre-poids, en pivotant sur leurs axes

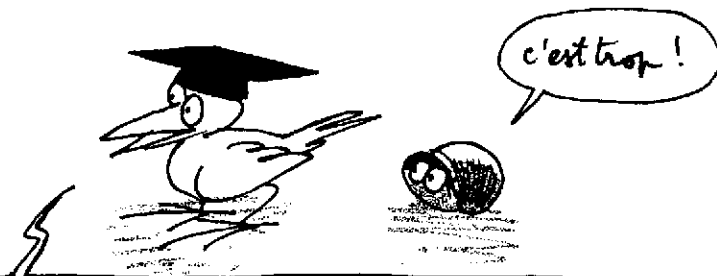
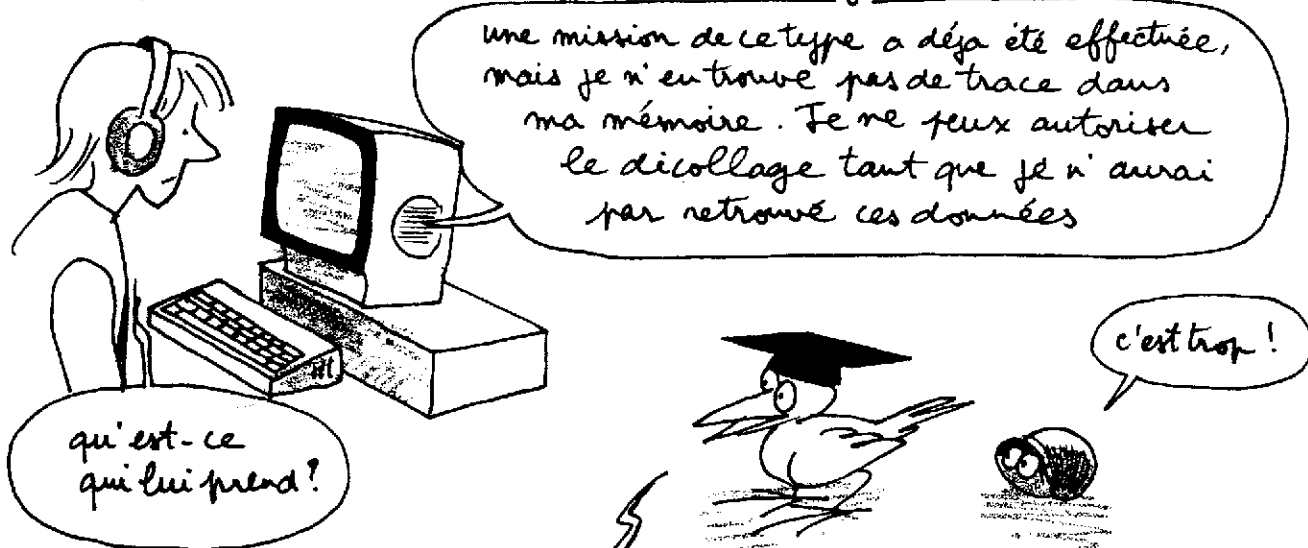


mais les soviétiques perdirent trois cosmonautes à cause de l'ouverture accidentelle d'une vanne. Ils arriverent au sol morts, tuméfiés par la décompression explosive, leur sang s'étant mis à bouillir



...OU SOPHISTICATION?

Inversement les américains multiplient les systèmes de commande et de contrôle. La navette spatiale américaine est ainsi sous le contrôle de quatre ordinateurs. Trois sont sur le même modèle et le quatrième, de nature différente, est censé contrôler les sottises éventuelles des trois autres. Or un jour ce quatrième ordinateur bloqua toute la procédure de décollage...

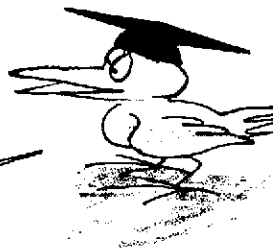
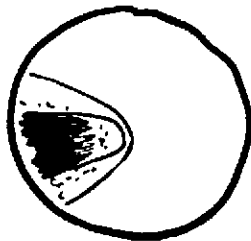
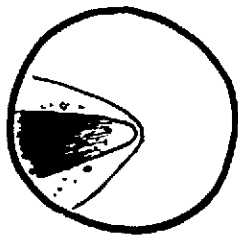
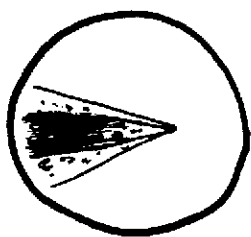
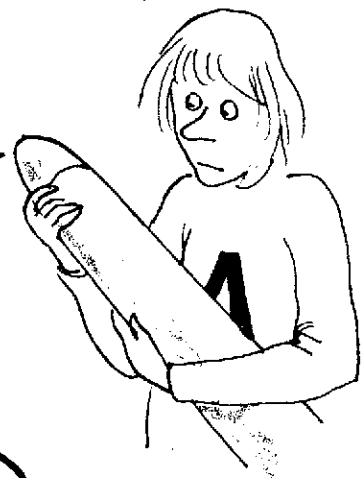


un écart de quelques millièmes de seconde entre les horloges de cet ordinateur et celles des trois autres fit que celui-ci, en recevant les données que les trois autres lui transmettaient, confondait le FUTUR et le PASSÉ(*)



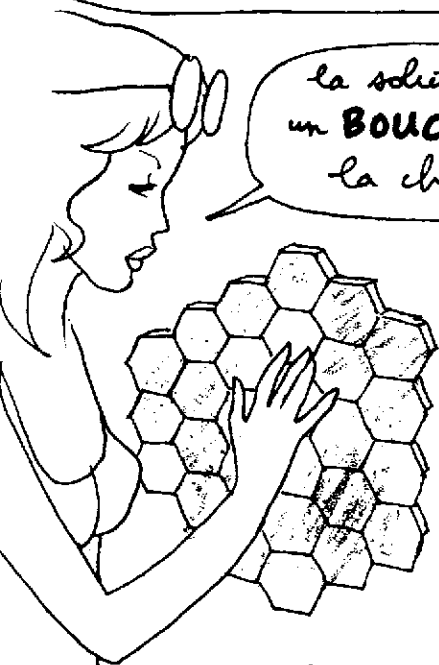
LA RENTRÉE ATMOSPHERIQUE

tous ces engins permettent de sortir de l'atmosphère terrestre, mais si on veut récupérer quelque chose qu'on envoie là-haut il faut envisager que cet objet puisse rentrer dans l'atmosphère à 28 000 km/h



la vitesse de rentrée considérable est synonyme de frottement et d'échauffement. Un objet pointu ne tient absolument pas le coup

la solution la plus simple est d'utiliser un **BOUCLIER THERMIQUE** qui va absorber la chaleur en s'évaporant (*)



centre de gravité

on peut utiliser un corps de rentrée en forme de sphère

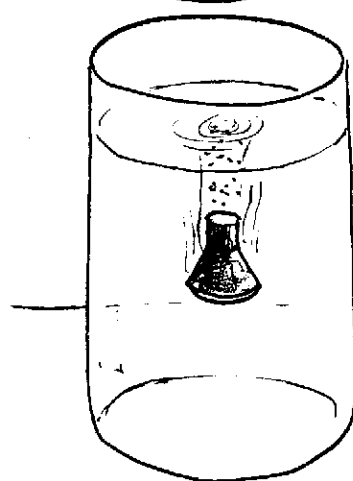


(*) Quand un matériau passe directement de l'état solide à l'état gazeux, on dit qu'il se **SUBLIME**.

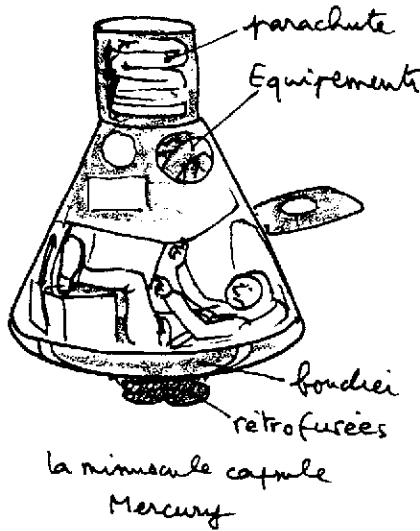


il faut que les objets restent stables lors de la phase de **RENTÉE**. S'ils se retournaient cela serait absolument catastrophique

pour la sphère, solution soviétique, aucun problème de stabilité



ce type d'objet (capsule Mercury, Gemini, Appolo) convient aussi assez bien, à condition de placer le centre de gravité assez bas



bien, mais ceci dit je ne vois pas ce qui pourrait maintenir les fusées en l'air et les empêcher de retomber sur la Terre, une fois leur carburant épuisé



je vais aller faire une partie de bowling, ça m'éclairera les idées



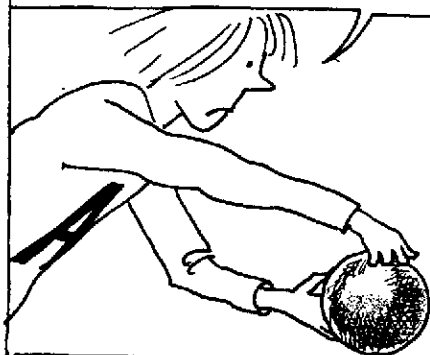
MISE EN ORBITE



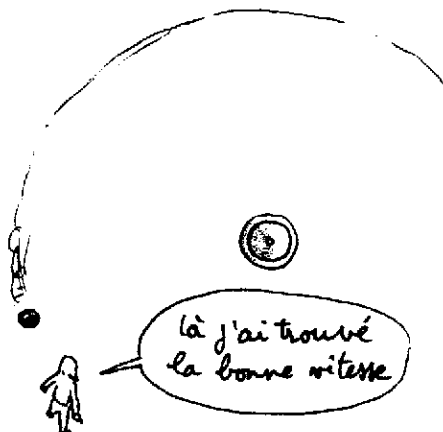
tiens, c'est amusant, la bizarre fontaine de la place de la mairie ne fonctionne pas. Ça doit être curieux de jouer au bowling sur une surface courbe



étant donnée la forme de cette surface, je vais essayer de faire en sorte que ma boule revienne à son point de départ



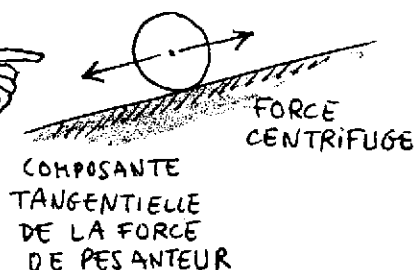
après quelques essais infructueux



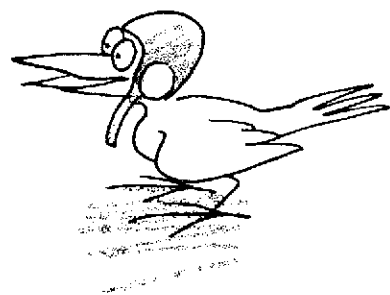


ta boule orbite maintenant
autour de ce trou. c'est
à dire que la force centrifuge
équilibre l'attraction
de la pesanteur

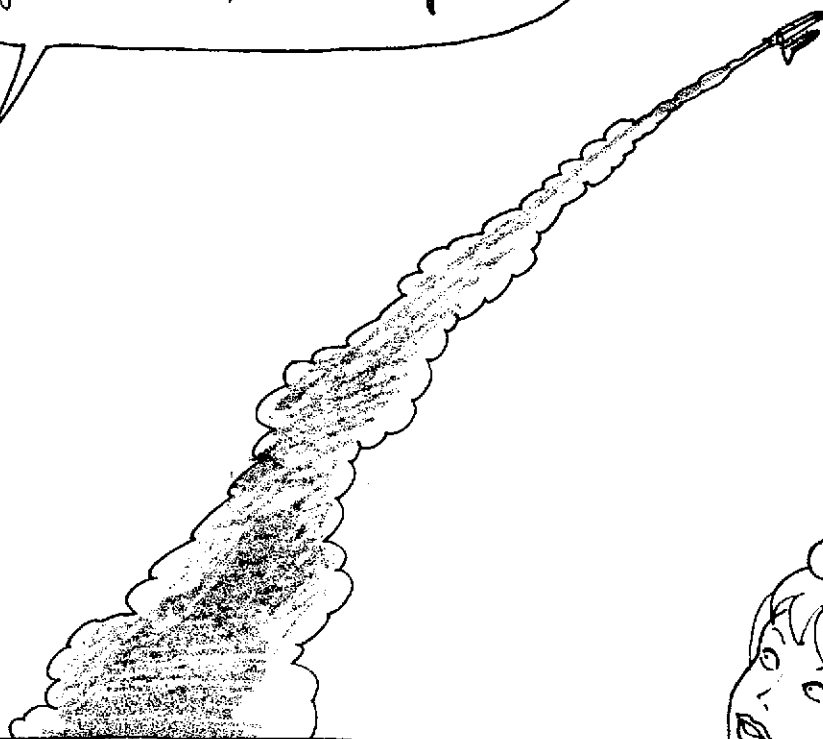
tu veux dire que
ce qui empêche les
satellites de tomber
c'est la **FORCE
CENTRIFUGE** ?



exactement



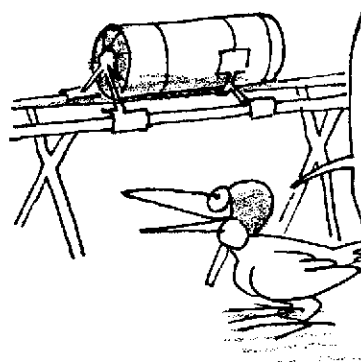
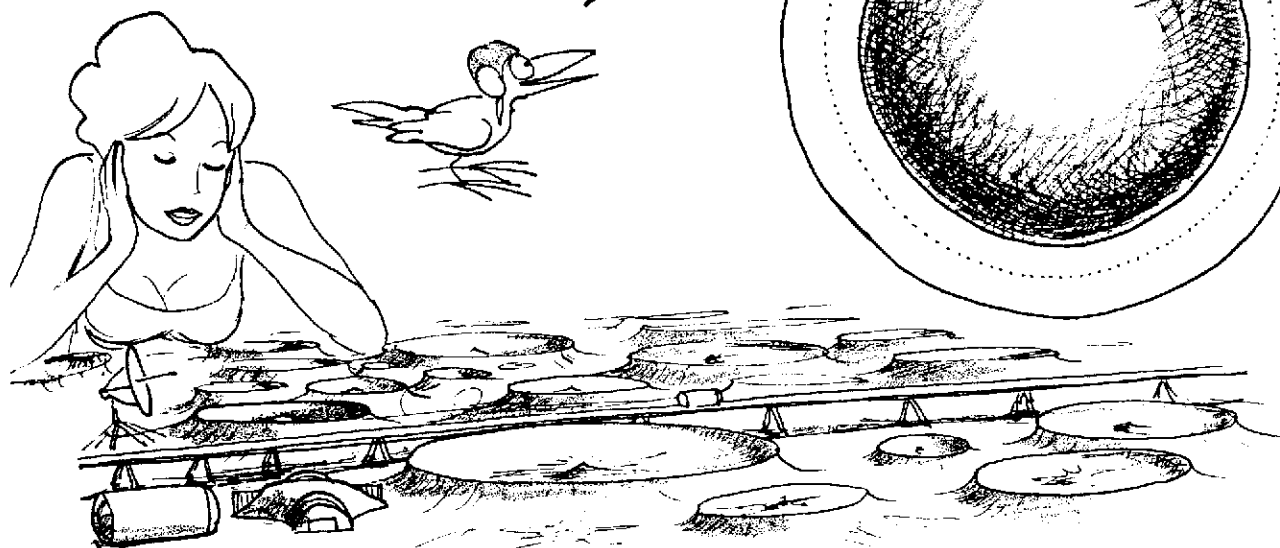
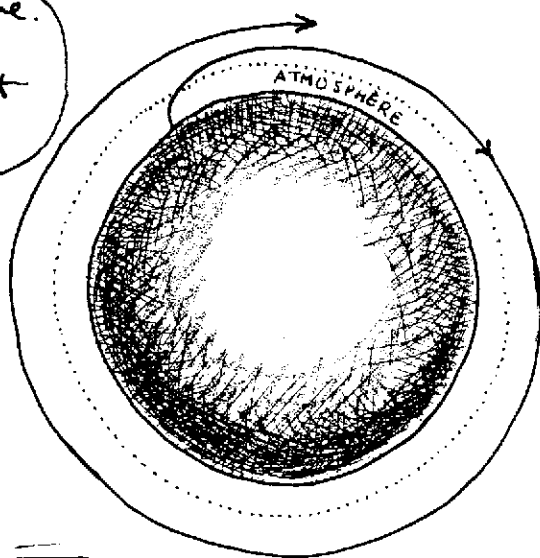
mais, lorsque les fusées décollent
elles ont une trajectoire perpendiculaire
à la surface terrestre, en non tangente ?



il leur faut bien sortir de l'atmosphère,
mais, très vite, elles inclinent leur trajectoire.
Regarde cette navette spatiale au décollage

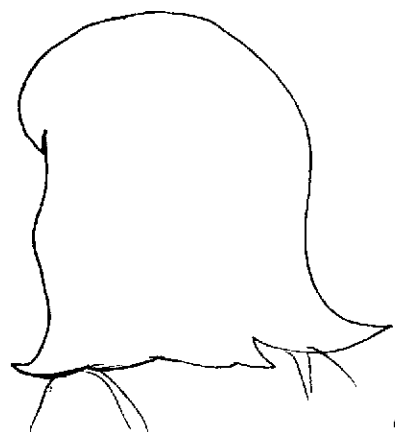


Voici une mise sur orbite schématisée.
(En fait la couche atmosphérique est cent fois plus mince). On voit comment la fusée bascule après le décollage

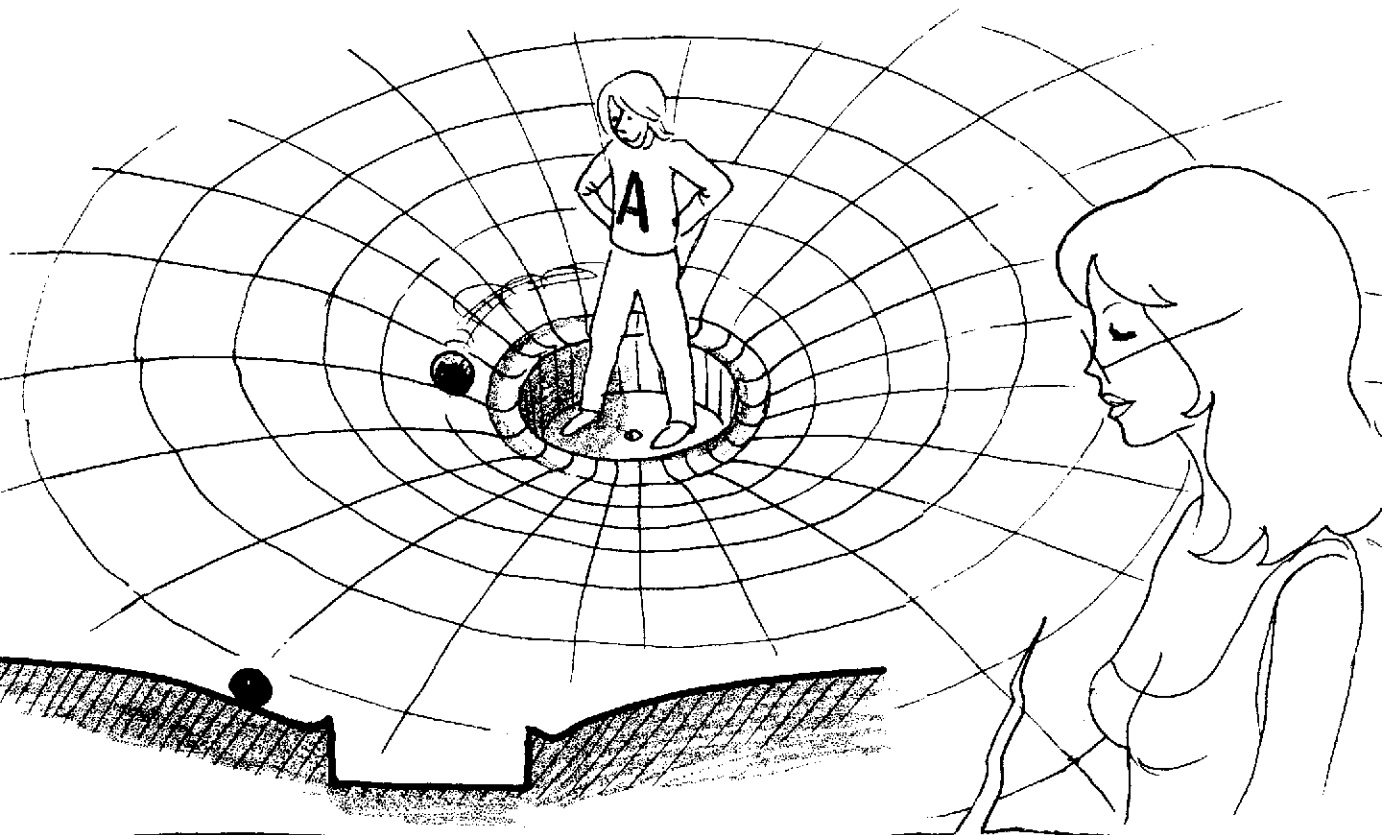


mais si un jour on implante une base sur la lune, comme celle-ci n'a pas d'atmosphère, on pourra satelliser des objets autour de celle-ci en les accélérant directement à partir de rampes disposées parallèlement au sol (*)

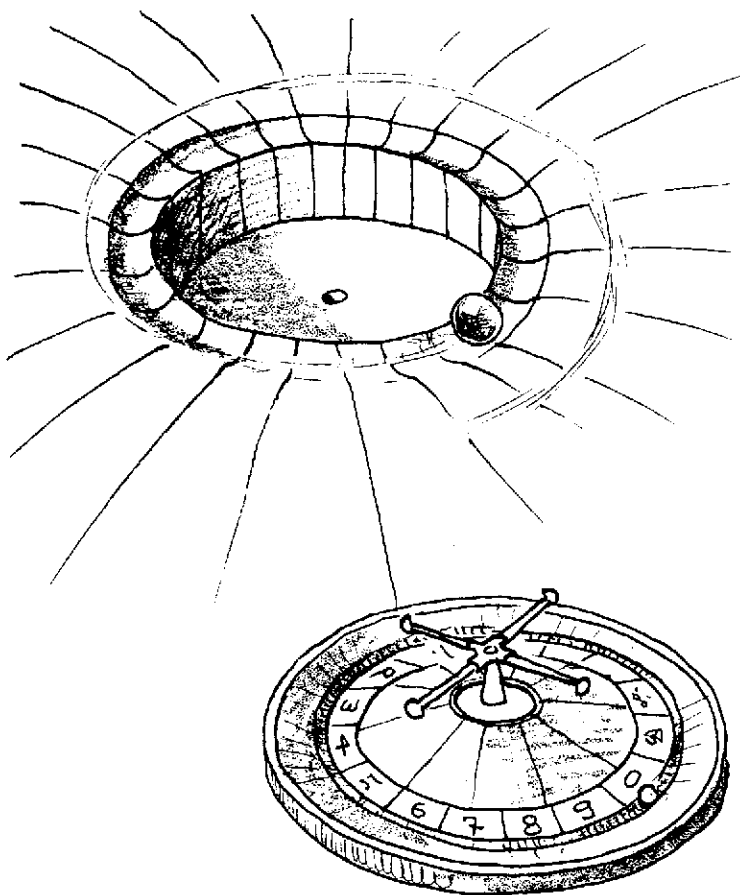
En attendant, pour que ma boule puisse orbiter selon un cercle au voisinage du puits central de la fontaine, il faut que je lui communique une vitesse minimale de quatre vingt centimètres/sec



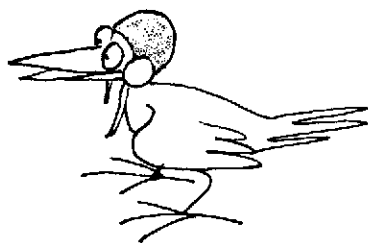
(*) Vitesse de libération à partir de la lune : $2,36 \text{ km/s}$



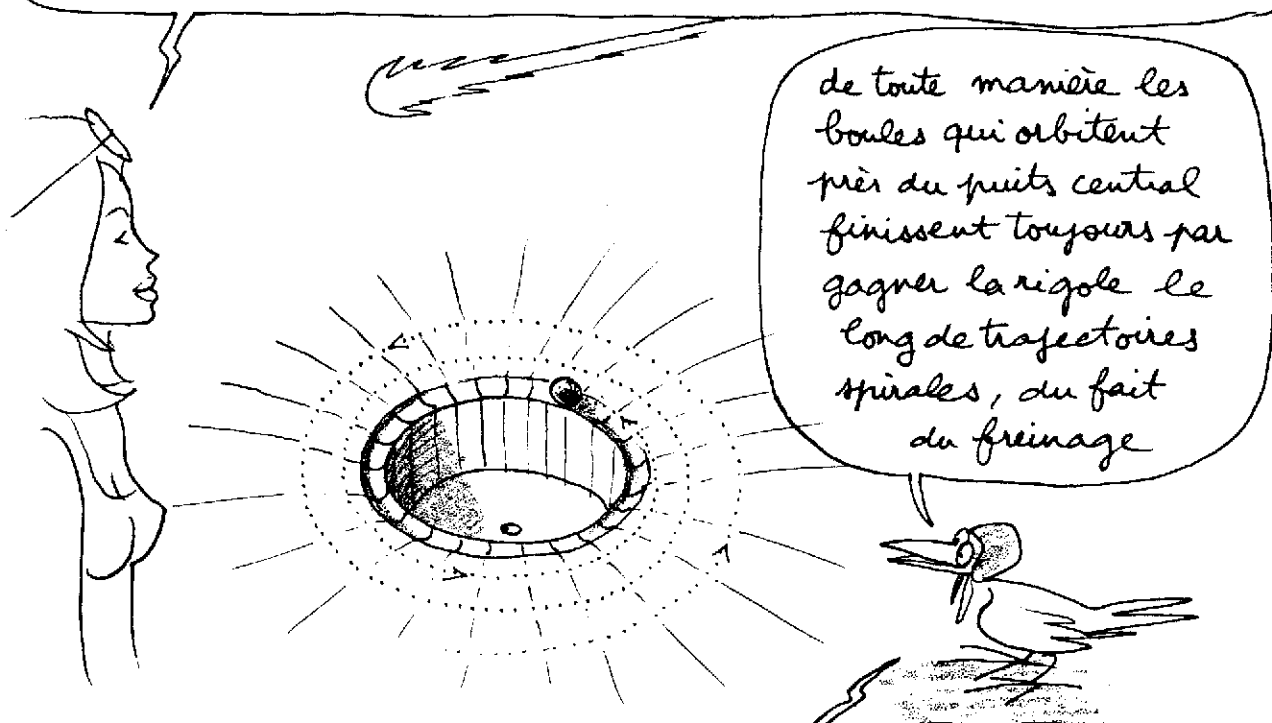
C'est l'équivalent de la **VITESSE D'ORBITATION CIRCULAIRE** ou **PREMIÈRE VITESSE COSMIQUE**, qui est simplement dix mille fois plus élevée, c'est à dire qu'elle vaut 7,8 kilomètres par seconde



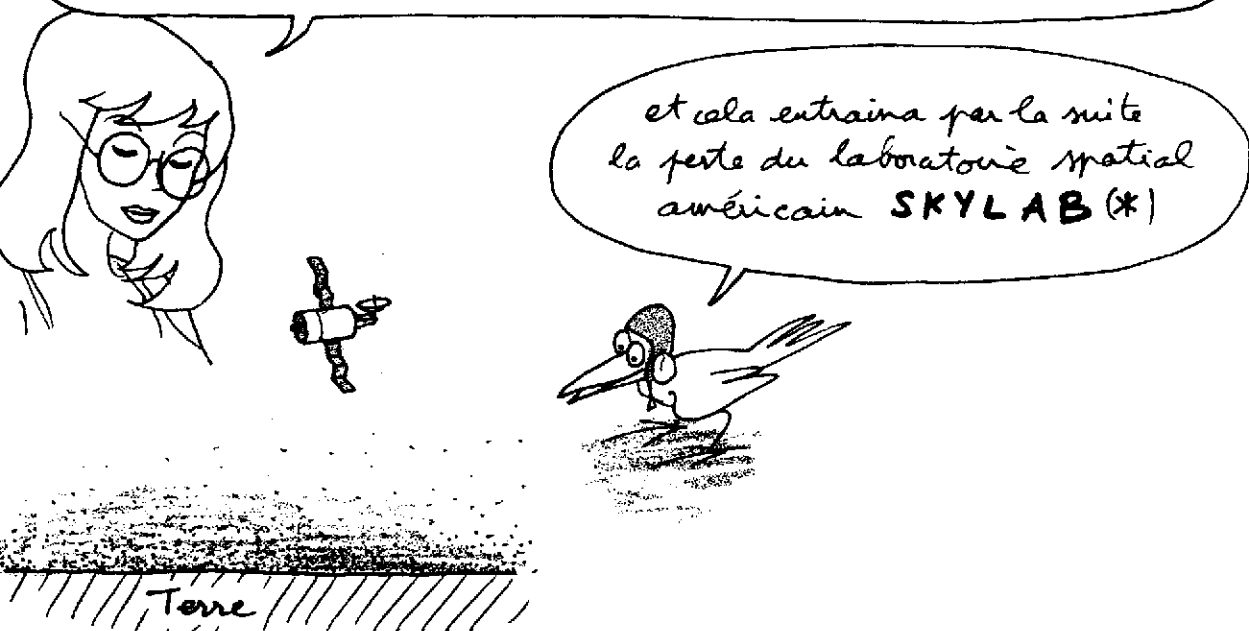
si la vitesse est inférieure la boule tombera dans la rigole, à la manière de la bille dans le jeu de baccara et, freinée par les aspérités, s'immobilisera



de même, si par un défaut de fonctionnement du dernier étage de sa fusée porteuse un satellite n'acquiert pas cette vitesse minimale de $7,8 \text{ km/s}$ il plongera inévitablement vers les basses couches de l'atmosphère terrestre, qui le freineront très rapidement



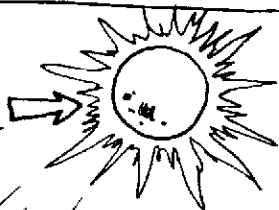
Il y a vingt ans on avait sous-estimé ce freinage en tablant sur un ÉTAT STANDARD de la haute atmosphère



(*) Placée sur orbite en 1973, à 435 km d'altitude, la station spatiale **SKYLAB** retomba sur Terre le 11 Juillet 1979

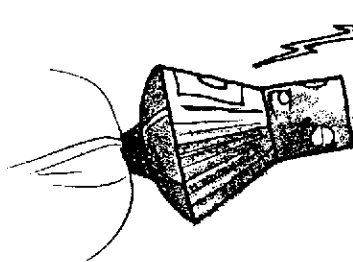
la haute atmosphère n'est pas statique. Elle pourrait être comparée à une nappe de vapeur dont l'extension verticale dépendrait de l'activité solaire. Lorsque se produit une éruption solaire cette atmosphère se met à "bouillir"...

taches solaires
signes d'une intense
activité éruptive



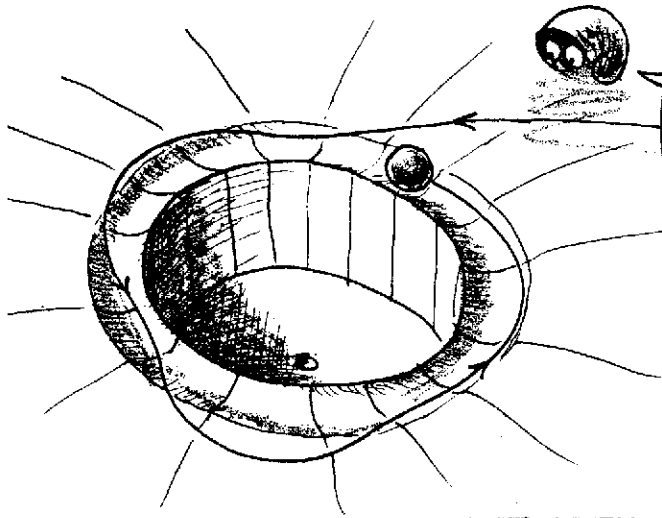
... sous l'effet de l'impact des myriades de particules très énergétiques émises par le soleil. Et le freinage du satellite dans les hautes couches s'en trouve considérablement accru

l'atmosphère terrestre permet un retour sur Terre sans dépense d'énergie (sinon il faudrait pour ramener l'objet au sol, intact, dépenser autant d'énergie qu'on en avait consommé pour le mettre sur son orbite). Mais cette rentrée doit s'effectuer selon un angle assez précis.

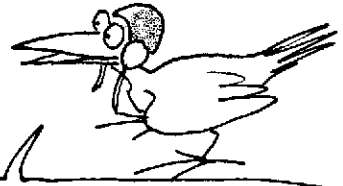


J'actionne mes
retro-fusées

FENÊTRE DE RENTRÉE



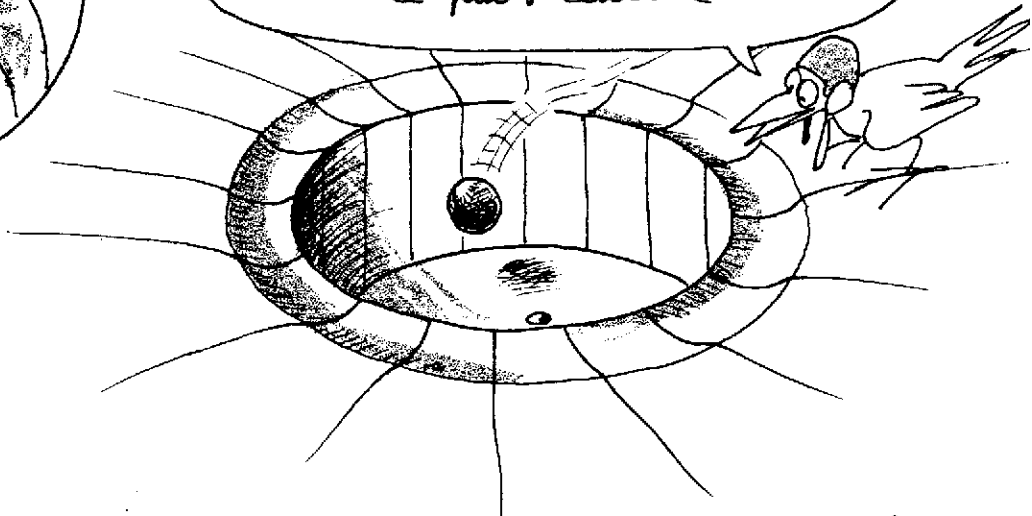
si la rentrée est trop tangente
la bille oscillera dans la rigole.
le freinage sera insuffisant
et elle fera plusieurs tours
avant de s'immobiliser



cela veut dire que le vaisseau spatial ricochera sur les
hautes couches de l'atmosphère, à la manière d'un galet.
le freinage sera faible, mais, au cours de plusieurs rotations
autour de la Terre le vaisseau spatial collectera
trop de chaleur et aura tendance à chauffer



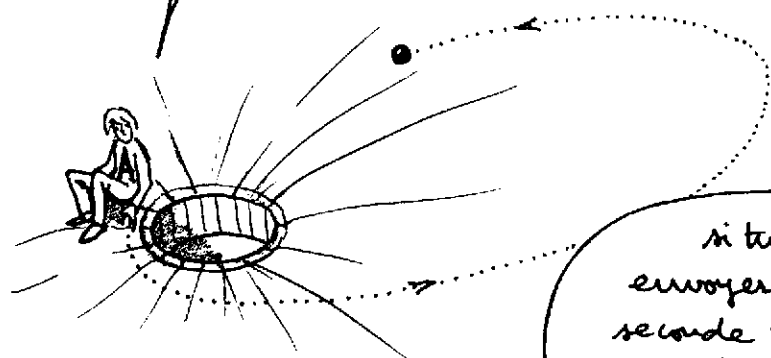
inversement, si l'angle est trop
fort, la bille tombera dans
le puits central



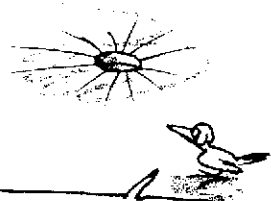
traduction : on aura une rentrée trop brutale, accompagnée d'une décélération telle qu'elle pourra entraîner la destruction du vaisseau.



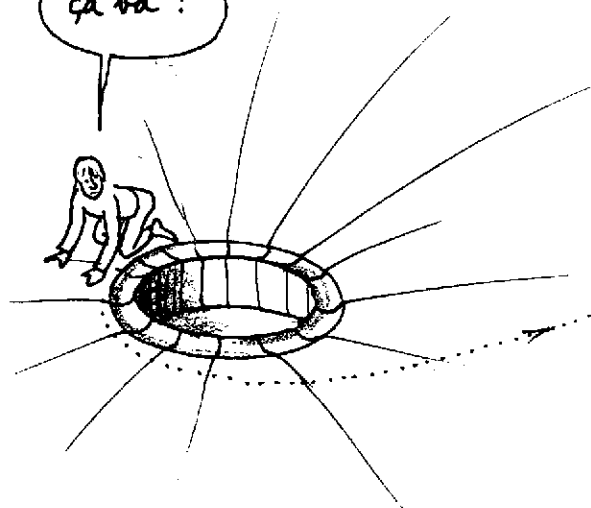
si je communique à ma boule une vitesse supérieure à 80 cm/s je peux lui faire gagner des régions de plus en plus éloignées, selon des trajectoires en forme d'ellipses



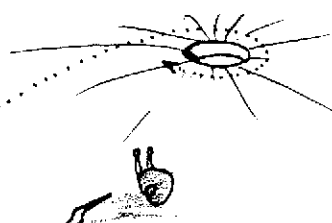
si tu insistes un peu, tu pourras envoyer ta boule jusqu'à cette seconde fontaine vide, exempte de "rigole" et possédant un puits central plus petit et des flancs plus doux



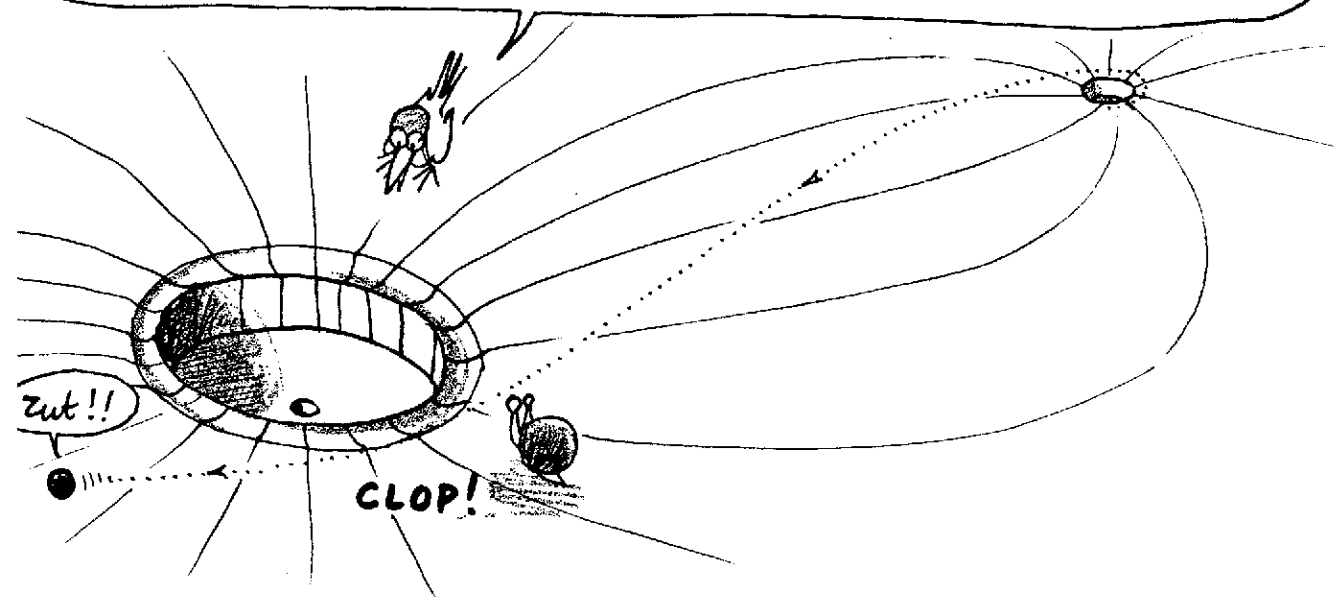
ça va ?



parfait, tu viens de réussir ta **MISSION LUNAIRE**



c'est le retour qui est particulièrement délicat car le vaisseau s'approche alors de la Terre à onze kilomètres par seconde, au lieu de 7,8. A la moindre erreur, ou les astronautes seront aplatis comme des crêpes, ou le module de rentrée ricochera sur l'atmosphère et ira se perdre définitivement dans le cosmos



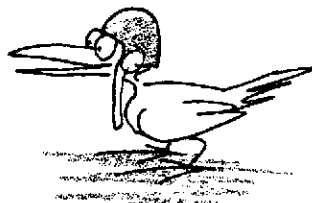
VITESSE DE LIBÉRATION



si maintenant j'évite le voisinage "lunaire" je constate que si ma boule acquiert une vitesse inférieure à 110 cm par seconde, quelle que soit la direction, elle revient. Sinon elle s'éloigne indéfiniment

ceci est l'équivalent de la
VITESSE DE LIBÉRATION
de l'attraction terrestre, ou
SECONDE VITESSE COSMIQUE
et qui est voisine de 11 km/s

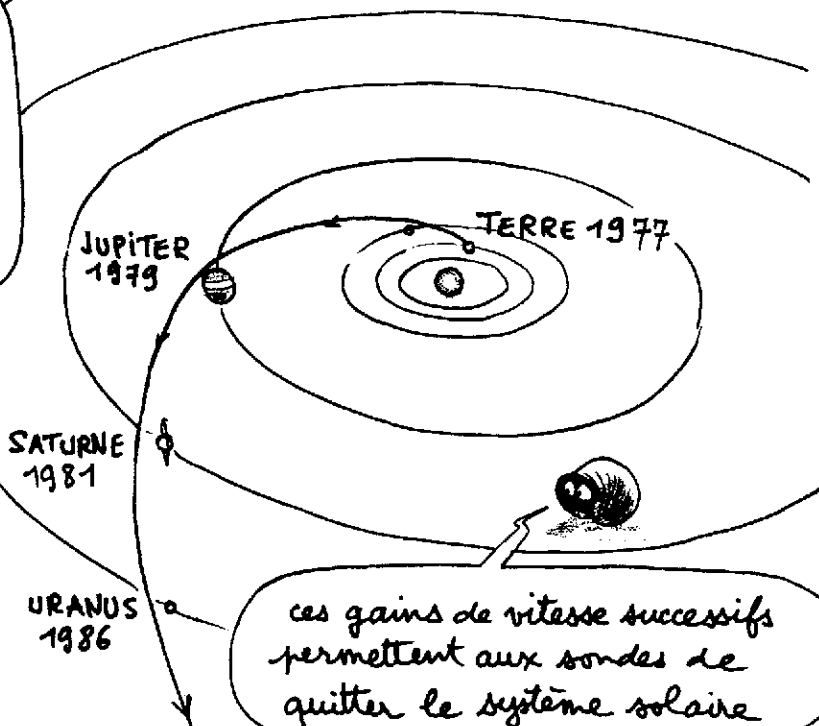
mais cela signifie aussi
qu'on devra fournir à une
sonde spatiale une énergie
deux fois plus élevée



on a pu faire de sérieuses
économies sur cette énergie en
utilisant un exceptionnel
alignement des planètes du
système solaire, exploité
par la sonde Voyager II

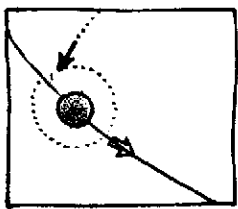


En effet, lorsqu'un objet
passe dans le sillage d'une
planète, celle-ci tend à le
prendre "en remorque" et
lui communique ainsi
un surcroît de vitesse.

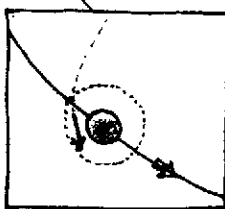


ces gains de vitesse successifs
permettent aux sondes de
quitter le système solaire

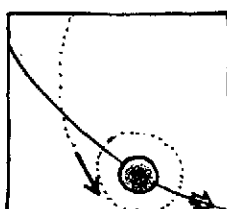
cela me fait penser à la
façon dont mon oncle Adolphe
se loge derrière les camions avec
sa petite voiture, pour gagner
quelques kilomètres à l'heure
supplémentaires



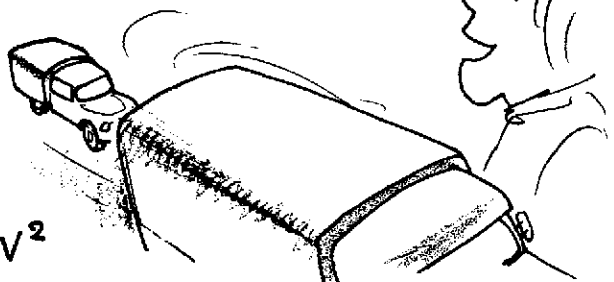
la sonde pénètre
dans la zone
d'attraction de
la planète




Elle acquiert
un surcroît
de vitesse,




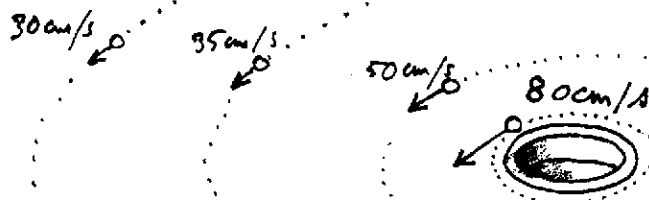
puis quitte la
zone d'attraction
et poursuit
sa route



SATELLITES GÉOSTATIONNAIRES

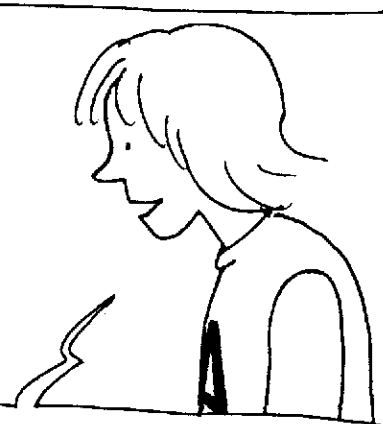
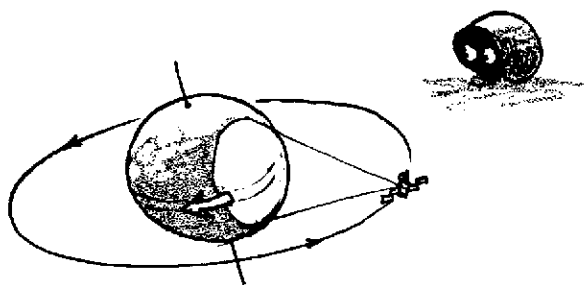


A chaque distance du point central correspond une vitesse d'orbitation bien définie



les PÉRIODE DE RÉVOLUTION augmentent au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la Terre(*). En basse altitude un satellite boucle son tour de Terre en un peu plus d'une heure. La LUNE, elle, met un mois.

par conséquent il doit exister une distance intermédiaire où cette révolution terrestre s'effectuera en vingt quatre heures



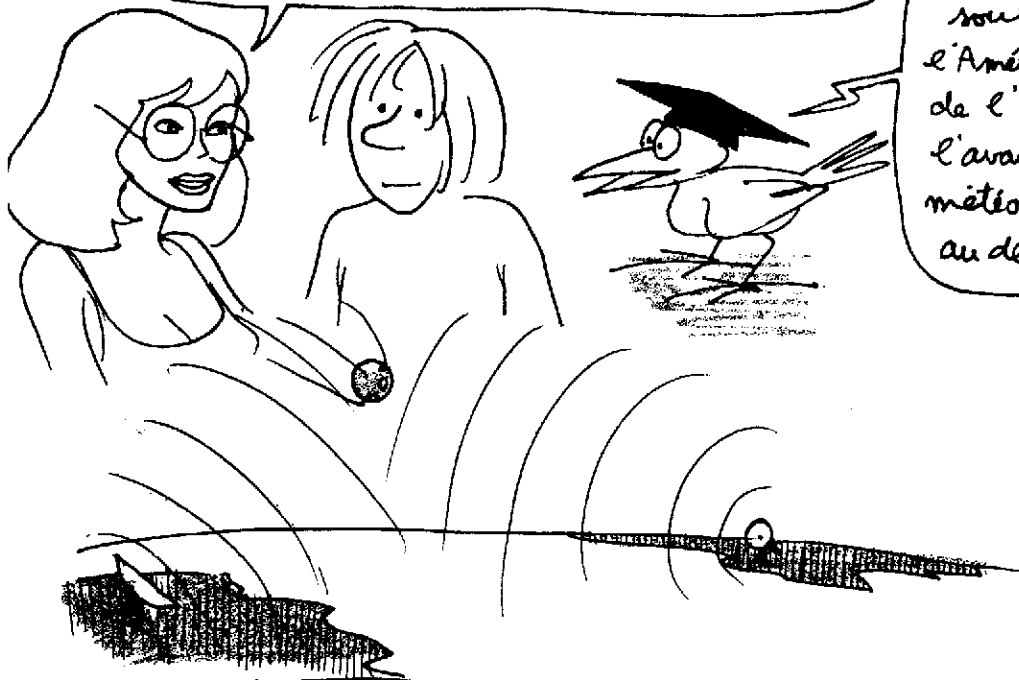
dans ces conditions le satellite doit toujours se trouver à la verticale du même point de la surface terrestre

(*) Loi de KEPLER : le carré du temps de révolution varie comme le cube du rayon de l'orbite

VU DE L'ESPACE

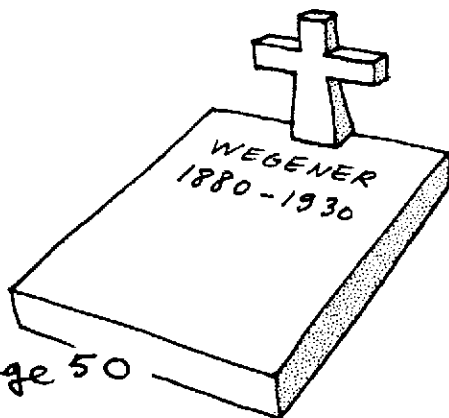
il y a longtemps que l'on sait mesurer la vitesse de rapprochement ou d'éloignement d'un objet avec une très grande précision même à très grande distance en utilisant l'effet **DOPPLER-FIZEAU** (*)

depuis longtemps les hommes auraient souhaité savoir si l'Amérique s'éloignait de l'Europe, comme l'avait prétendu le météorologue **WEGENER** au début du siècle



dès que les premiers satellites furent lancés, la théorie de Wegener se trouva brillamment confirmée : les continents dérivèrent bel et bien, à raison de quelques centimètres par an

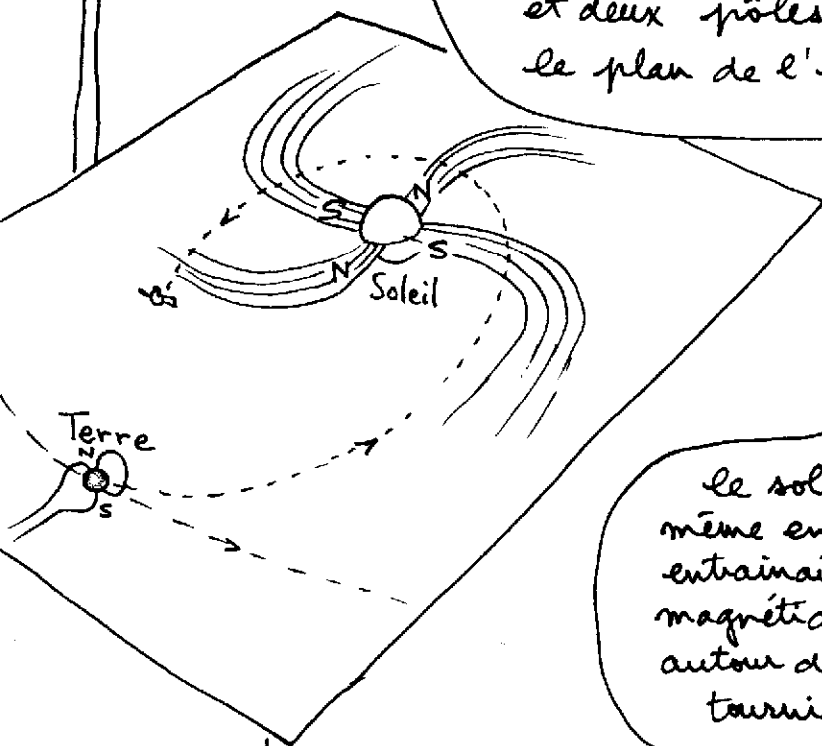
profitant de l'absence de **WEGENER**, pour cause de décès, les géologues, qui l'avaient toujours décrié rebaptisèrent sa théorie **TECTONIQUE DES PLAQUES**



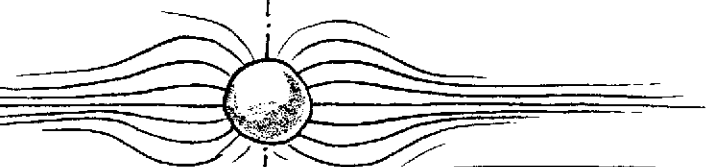
(*) Voir **BIG BANG**, page 50

après les géophysiciens, les météorologues profitèrent des images envoyées par les satellites et affinèrent considérablement leurs prédictions. Quant aux chers militaires, ils purent se surveiller mutuellement

mais un jour une sonde circumsolaire transmet des mesures de champ magnétique qui déconcertèrent les astrophysiciens. On savait depuis longtemps que le soleil possédait un champ magnétique, mais, ce que l'on ignorait, c'est que ce champ présentait deux pôles nord et deux pôles sud, situés dans le plan de l'équateur solaire



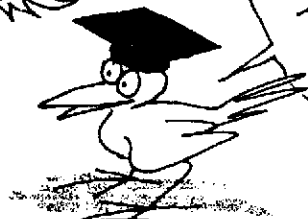
le soleil, tournant sur lui-même en une trentaine de jours entraînait avec lui ces effluves magnétiques qui se déployaient autour de lui, tels les jets d'un tourniquet de jardinier



voyant cet ensemble par la tranche, nous n'en connaissions jusqu'ici que ce dessin



mais, comment avait-on pu connaître la forme du champ magnétique du soleil à une aussi grande distance?

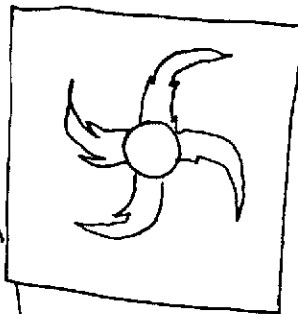


il se trouve que la lune, lors des éclipses, masque avec précision le disque solaire, ce qui permet de bien voir la **COURONNE SOLAIRE** et ses "flamèches"

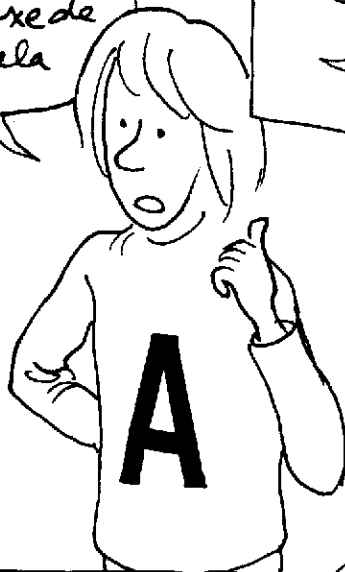


ces exhalaisons sont constituées de gaz à haute température, ionisé, dont la propriété est de suivre les lignes de force du champ magnétique

mais alors... si ces jets de gaz ionisé, de **PLASMA** suivent les lignes du champ magnétique, alors la couronne solaire, vue selon l'axe de symétrie, devrait ressembler à cela

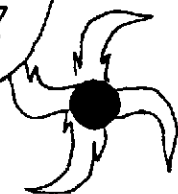


mais... c'est la **SVASTIKA**, le symbole solaire des textes védiques! (*)



les védas sont des textes issus d'une très ancienne tradition indienne, qui ont inspiré des scientifiques comme Heisenberg, Niels Bohr et Oppenheimer, mais de là à ?

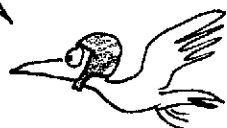
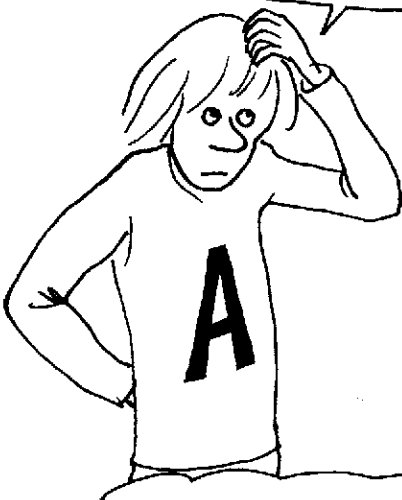
Le champ magnétique terrestre a connu une sorte de basculement dans un passé ancien, dit-on. Est-ce qu'il n'aurait pas pu en être de même avec... le soleil?



Supposons que la couronne solaire se soit présentée ainsi lors d'une éclipse, il y a quelques milliers d'années. Le mystère reste entier car cette couronne, à cette distance du soleil, aurait été trop peu lumineuse pour être observée à l'œil nu. Il aurait fallu disposer d'un système permettant un long temps de pose photographique. A moins qu'il ne s'agisse que d'une coïncidence?

drôle d'histoire

Les sondes spatiales expédiées aux quatre coins du système solaire ont glané des choses tout à fait inattendues



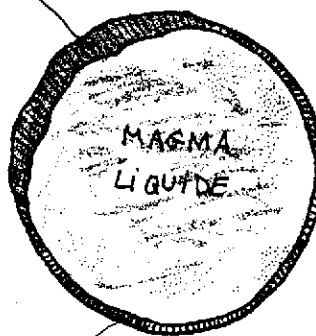
Ainsi les ondes radar émises par une sonde américaine, parvenant à percer la couverture nuageuse de Vénus, donnèrent les premières informations concernant son relief

à la surface de toutes les planètes telluriques, c'est à dire qui ne sont pas des masses totalement fluides comme Jupiter et Saturne, le magma solidifié à la surface forme, sans que l'on sache expliquer pourquoi, un "continent" et une "mer"



qu'est-ce que tu racontes ?
Mars n'a pas d'eau et
Vénus est une fournaise,
avec un sol à 500 degrés !

CONTINENT (couche épaisse)

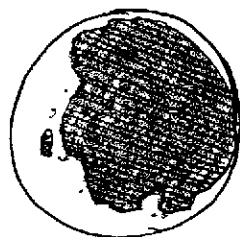


(l'écaille
n'est pas
respectée)

"MGR" (FINE PELLICULE
DE MAGMA SOLIDIFIÉ)

sur la Terre l'eau à l'état liquide ne fait qu'occuper
les régions de faible altitudes et un "continent" n'est
qu'une masse de magma solidifié, qui flotte
à la surface d'une masse de magma liquide

bon, Mars, Vénus et Mercure
ont un continent, et alors ?



sur Terre les mouvements internes du magma
tirent fortement sur la couche solidifiée et la
fracturent, provoquant une **DÉRIVE DES CONTINENTS**
Sans cesse la pellicule craque et le magma affleure
le long de **DORSALES MÉDIO-OCÉANQUES**, qui
sont le siège d'un volcanisme très actif

continent

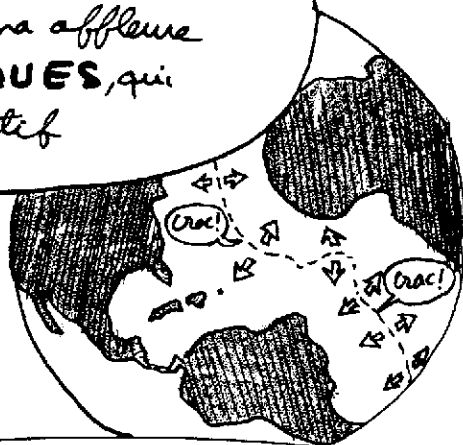
eau

pellicule de
magma solide

"dorsale médio-
océanique"

mouvement
convectif du
magma liquide

continent



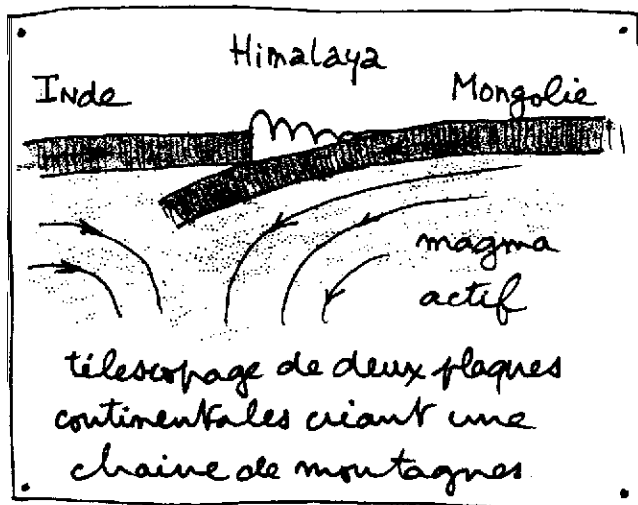
voici cette sorte de chaîne de montagnes
sous-marines, qui se situe à mi-chemin
entre l'Afrique et l'Amérique du Sud,
qui s'éloignent l'une de l'autre

la cartographie radar des planètes autres que la Terre a révélé que celles-ci n'avaient pas de dorsales médio-océaniques, qu'elles n'avaient pas connu de fragmentation de leur continent primitif.

cela veut simplement dire que les magmas de Mars, Vénus et Mercure sont "calmes", par opposition au magma terrestre.



suppose qu'il existe ailleurs, autour d'une autre étoile, une planète possédant de l'eau à l'état liquide. Les pluies auront tôt fait de raboter les reliefs primitifs dus aux impacts de météores. Et comme il n'y aura aucun glissement de plaques, susceptible d'engendrer de nouvelles montagnes, cette planète sera plate comme la main.



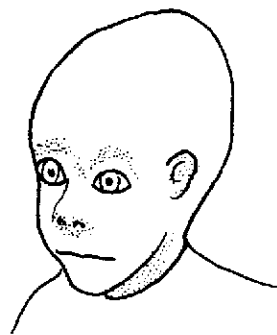
continent

océan

magma calme

si la **VIE** se développe sur une planète "lisse", l'absence de frontières naturelles s'opposera à des évolutions séparées.

il y aura beaucoup moins d'espèces animales et, si une souche humanoïde s'y développe il n'y aura qu'une seule race et une seule langue.



à l'échelle de notre système solaire la dérive continentale est donc un phénomène rare, puisque n'affectant que la Terre. Si celui-ci était général les extraterrestres qui viendraient nous visiter auraient quelques surprises

apparemment, chef, ils se peignent de couleurs différentes selon les régions

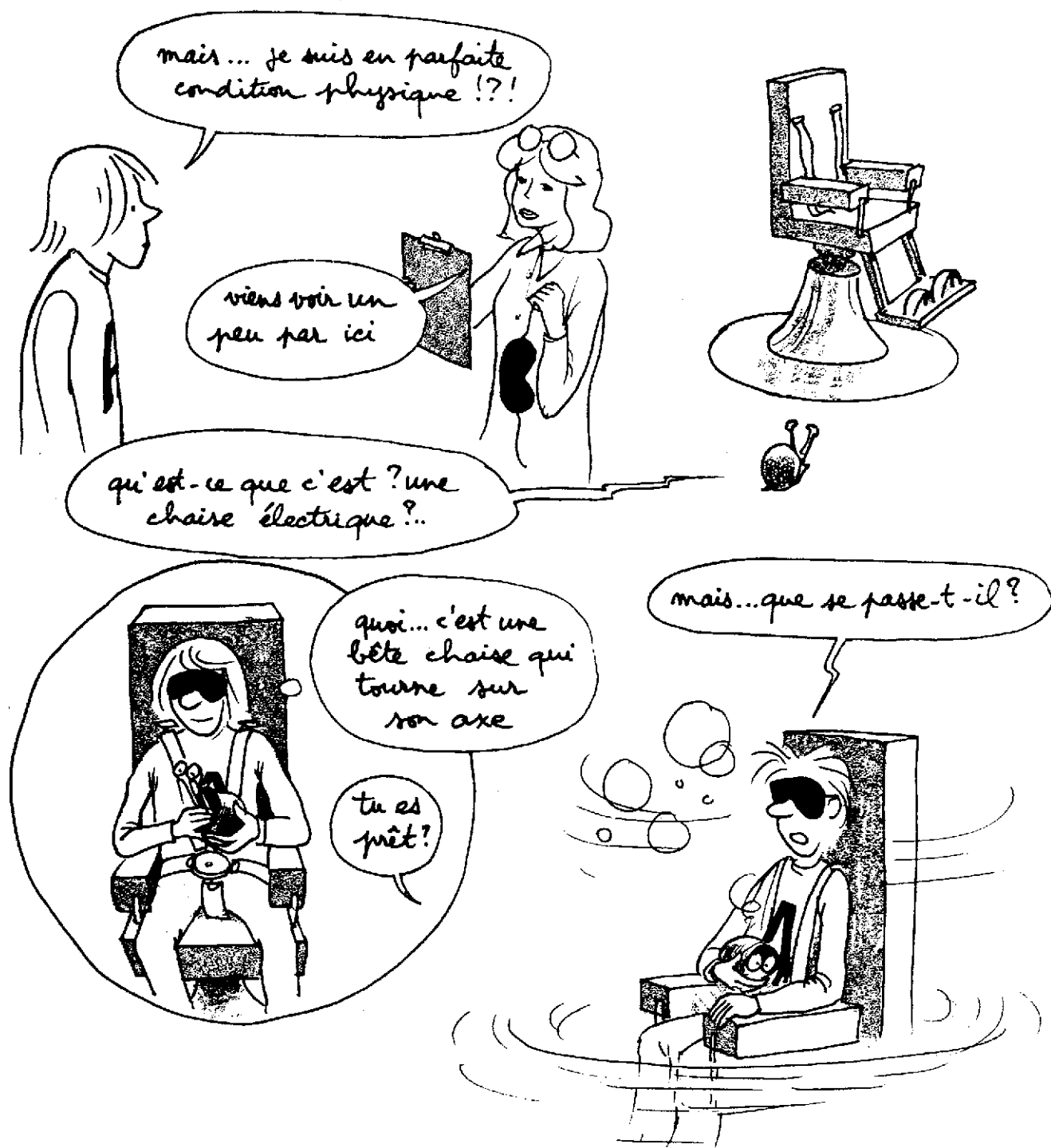
on peut s'attendre à des découvertes scientifiques majeures à partir de l'espace. Ah, comme j'aimerais participer à cette aventure !

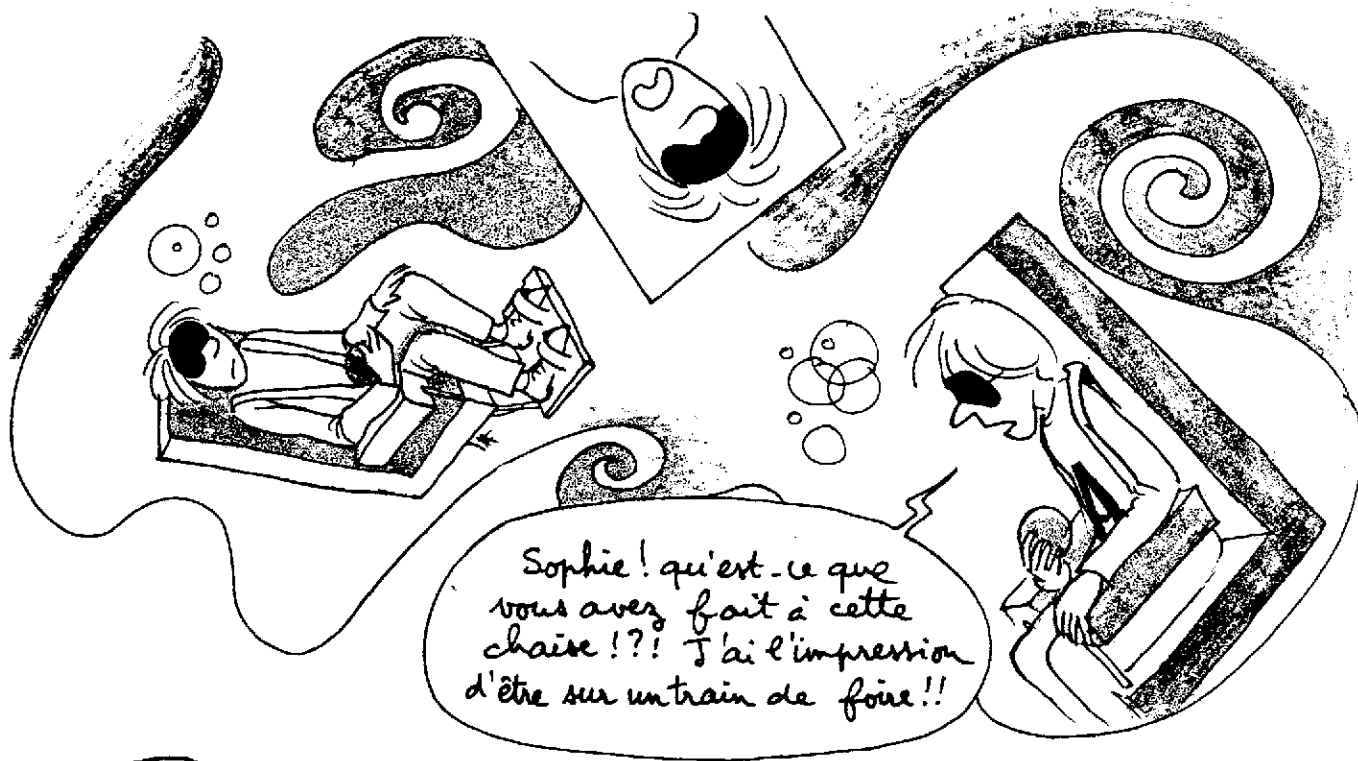
J'ai une mission **HERMÈS** le 15. Si tu veux, je t'emmène

formidable ! je vais devenir un homme de l'espace, un **SPATIEN**

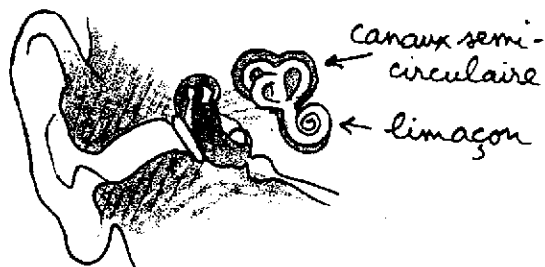
minute, il va falloir que tu t'entraînes très sérieusement

L'ENTRAÎNEMENT DE L'ASTRONAUTE

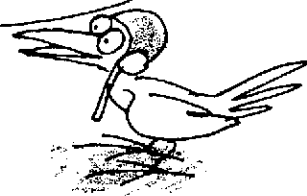




Quand tu as les yeux fermés, pour évaluer la position que tu occupes dans l'espace, tu utilises ton **SYSTÈME VESTIBULAIRE**, ton **OREILLE INTERNE**



imaginez une centrale à inertie qui serait composée de trois tubes remplis de liquide, situés dans trois plans perpendiculaires, l'intérieur des tubes étant tapissé de poils faisant office de capteurs. lorsqu'on tourne ce système sur lui-même, le liquide se déplace et ce flux fait plier les poils qui permettent la détection de toute **ACCÉLÉRATION ANGULAIRE**





quand on subit une accélération angulaire pendant un certain temps, on évalue la vitesse de rotation acquise et, lorsqu'il y a décélération, il reste une idée assez vague de l'amplitude du déplacement angulaire opéré. Mais ce système de mesure reste passablement imprécis

ce bête mouvement de rotation a été suffisant pour chahuter ce liquide dans mes tuyaux, au point que je ne savais absolument plus où étaient le haut et le bas



Tirénias, réponds!

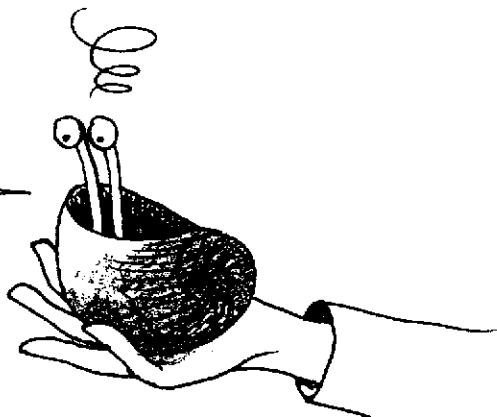
il a l'air complètement recroquevillé au fond de sa coquille



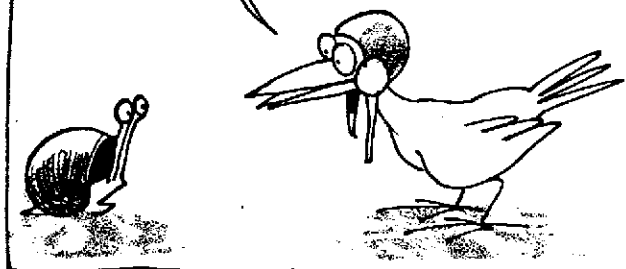
tu peux sortir, c'est fini ...

vous...êtes sûrs?

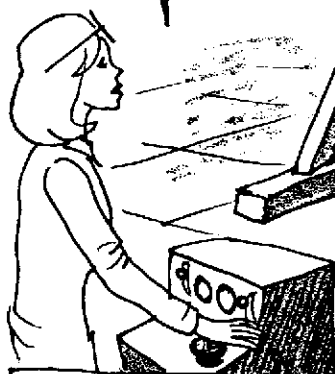
pourquoi avez-vous mis le centre d'entraînement à l'envers?



imagines que tu te retrouves un jour dans une capsule spatiale accidentellement déséquilibrée (*). ça m'est pas facile de conserver toute sa tête dans ces cas. là

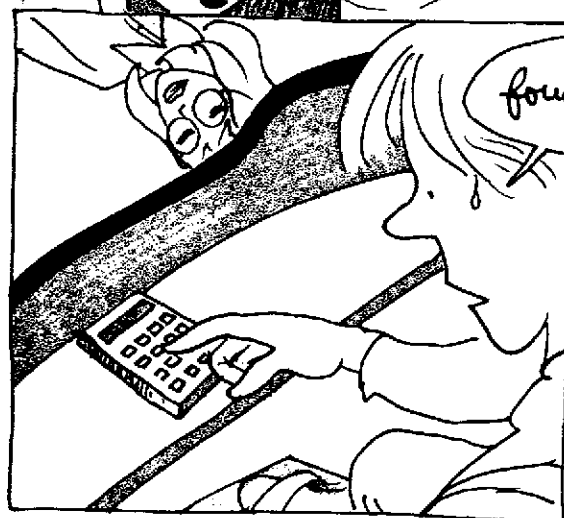


Anselme, 47 fois 38, ça fait quoi ?



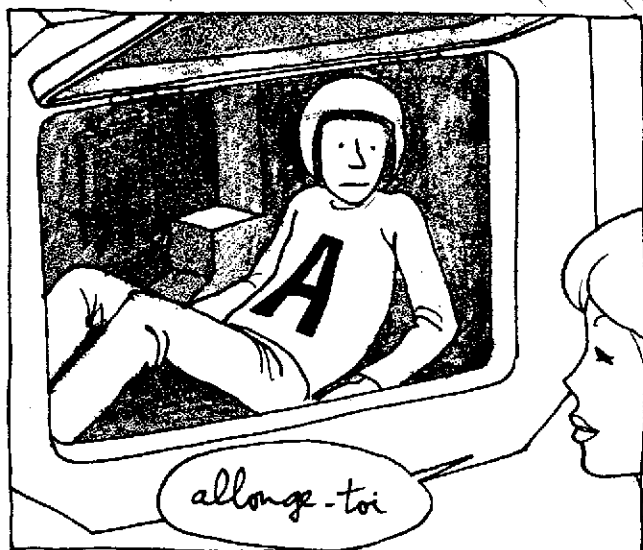
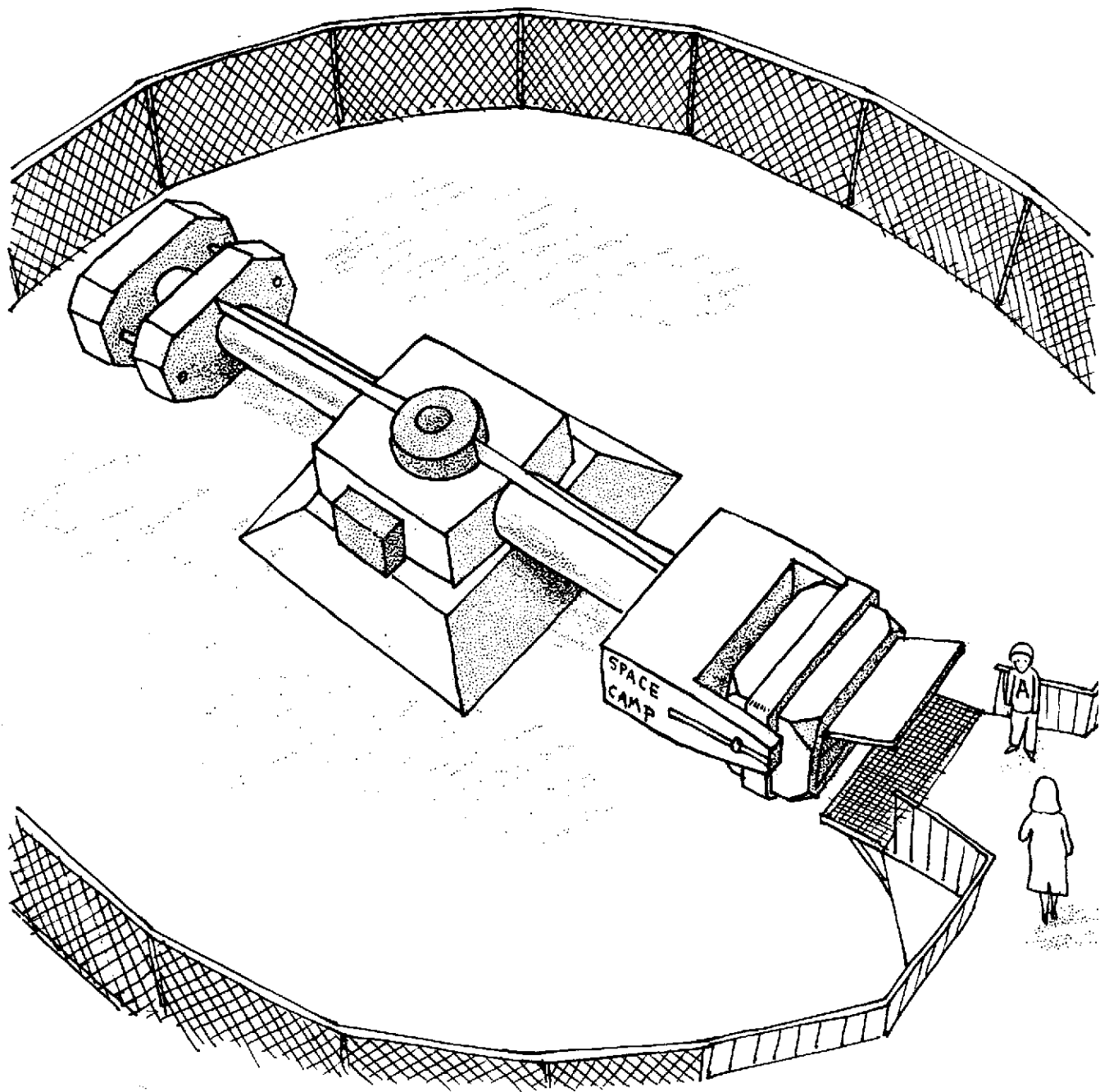
un instant, jete calcule cela

fouctre, pas facile...



allons maintenant à la centrifugeuse

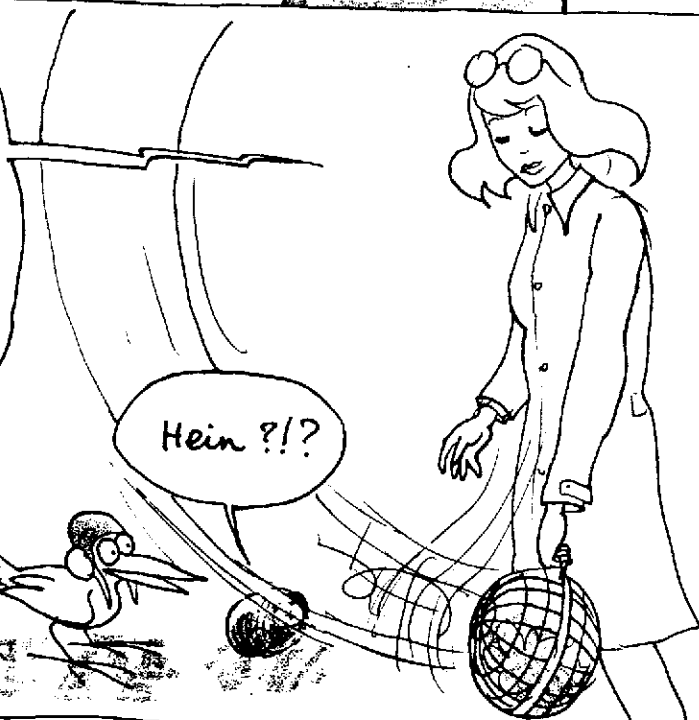




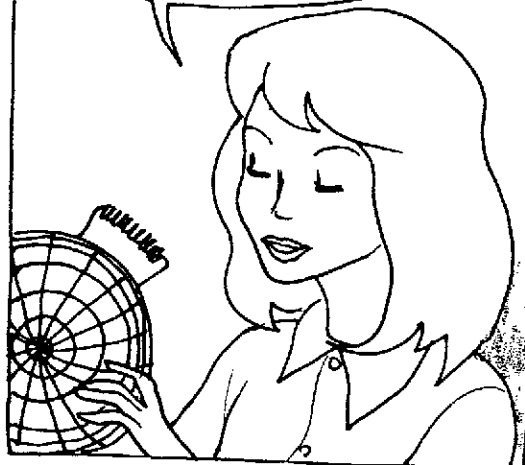


Anselme, en ce moment, pèse trois fois son poids. Si tu veux, trois g c'est l'accélération subie par la salade quand je manie ce sèche-salade à bout de bras

vous vous imaginez, Tirésias, dans un sèche-salade, sous 3 g ?



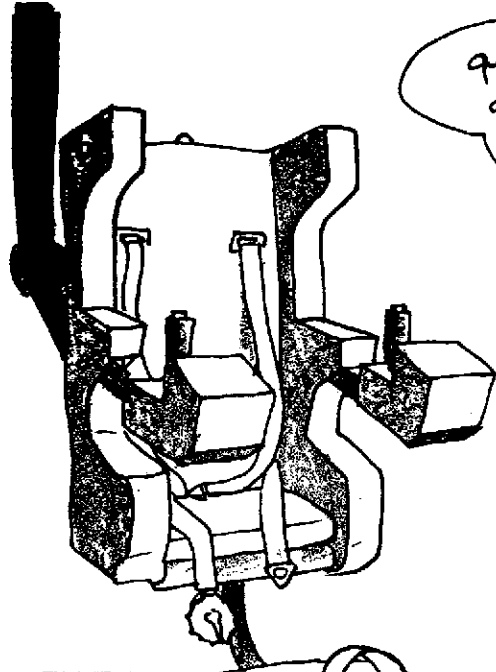
c'est la valeur maximale de l'accélération subie lors d'une mission



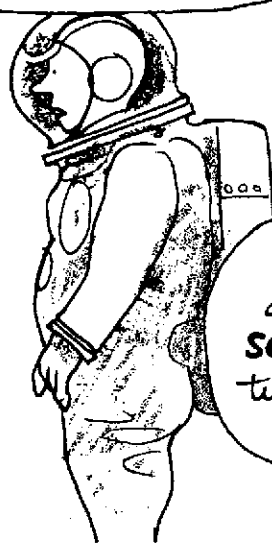
Pendant les semaines qui suivirent Anselme se familiarisa avec toutes les phases de la mission, toutes les procédures et consignes de sécurité

... puis contrôler la température d'ambiance





qu'est-ce que c'est
que ce truc-là ?

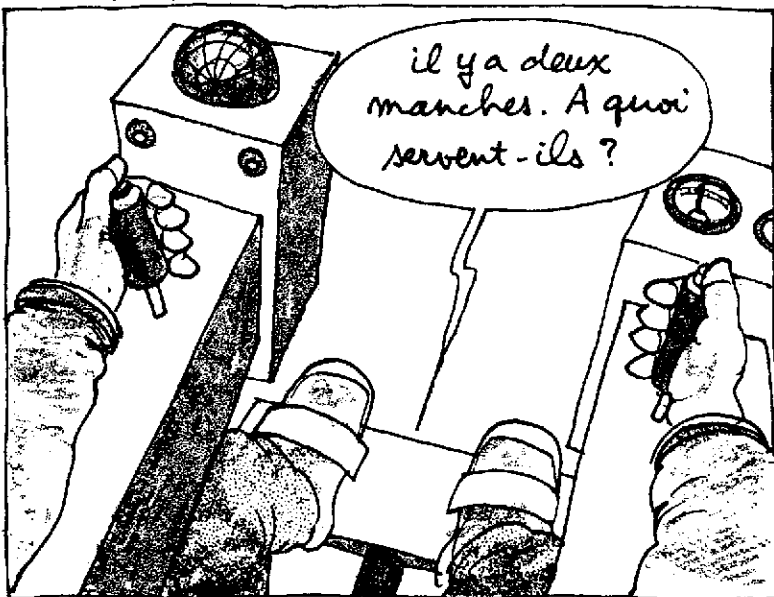


c'est une représentation
à l'échelle 1/1 du
SCOOTER SPATIAL que
tu auras à manoeuvrer
lors de la mission



on l'emportera
dans la navette ?

non, il est
déjà là-haut.
On se contentera
de le recharger
en propulsif



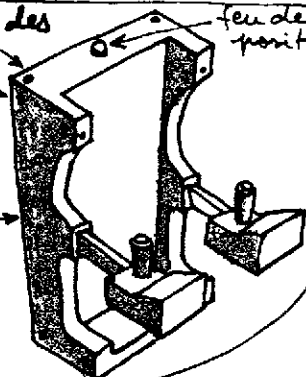
il y a deux
manches. A quoi
servent-ils ?

COMMANDES DU SCOOTER

orifices des
tuyères

feu de
position

Propulsif :
12 Kg
d'Azote
comprimé



boutons

mouvement
du manche

mouvement de roulis



mouvement de lacet



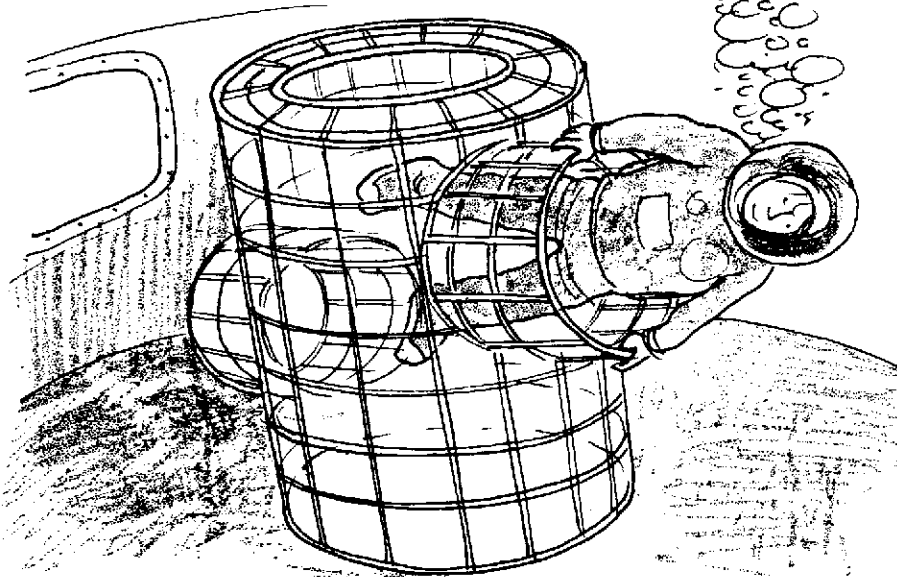
mouvement de translation
verticale



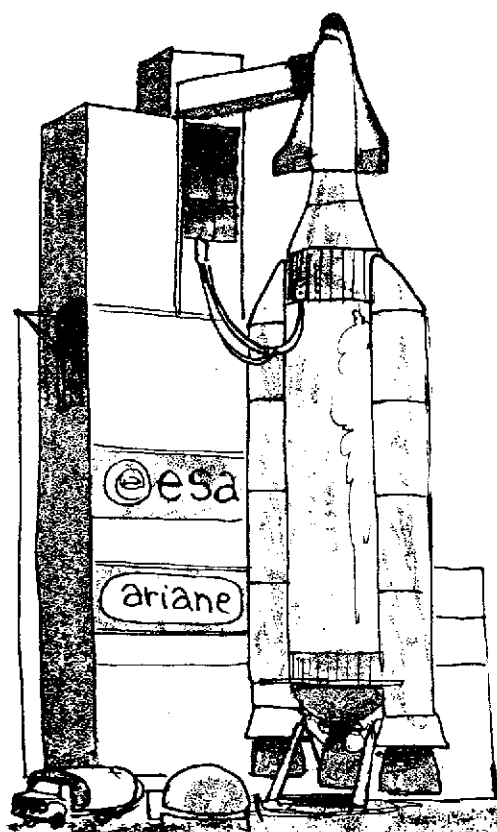
translations avant-arrière
translations gauche-droite

* de l'azote sous pression

Anseline complète son entraînement en passant de nombreuses heures dans le bassin de simulation d'IMPESANTEUR, répétant les gestes de sa future mission dans l'espace.

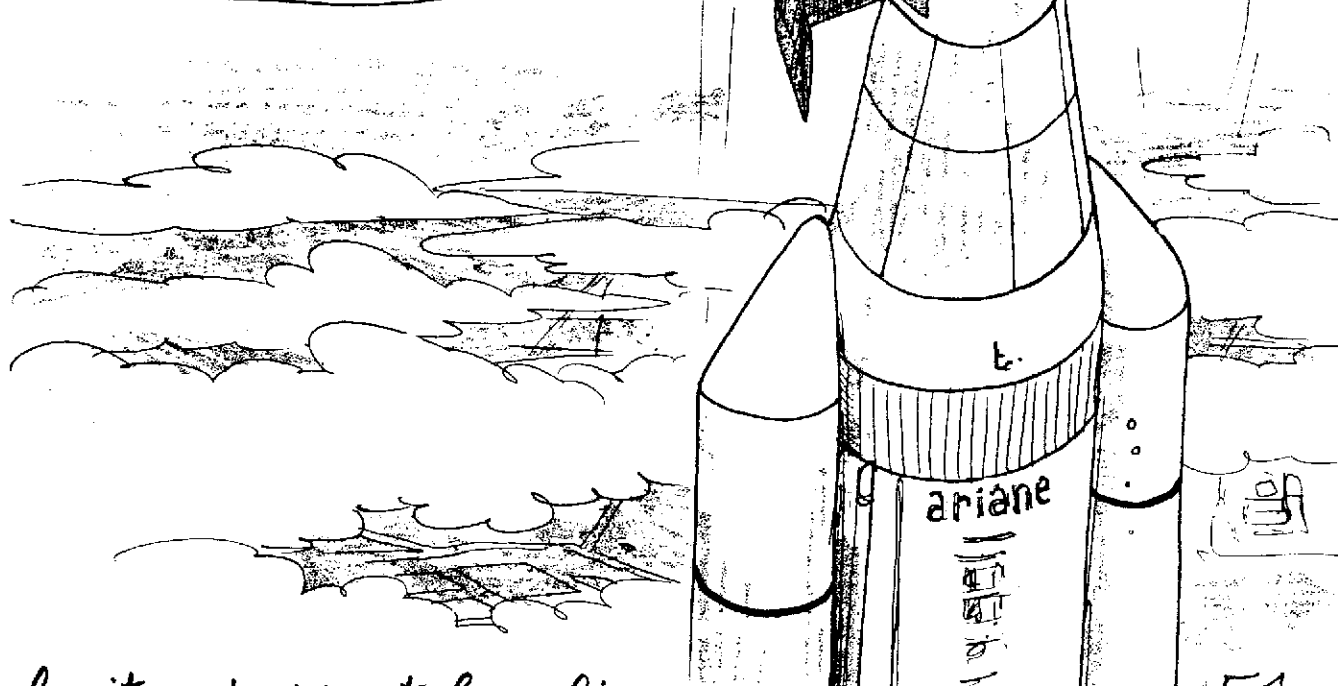
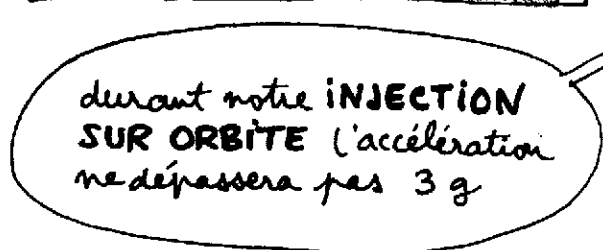
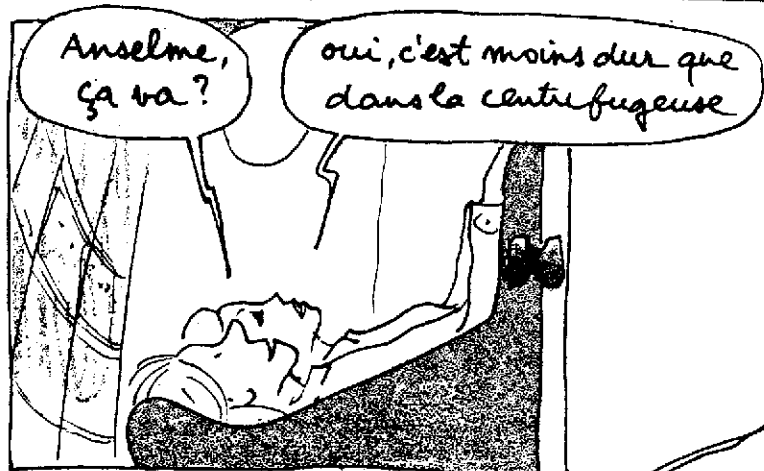
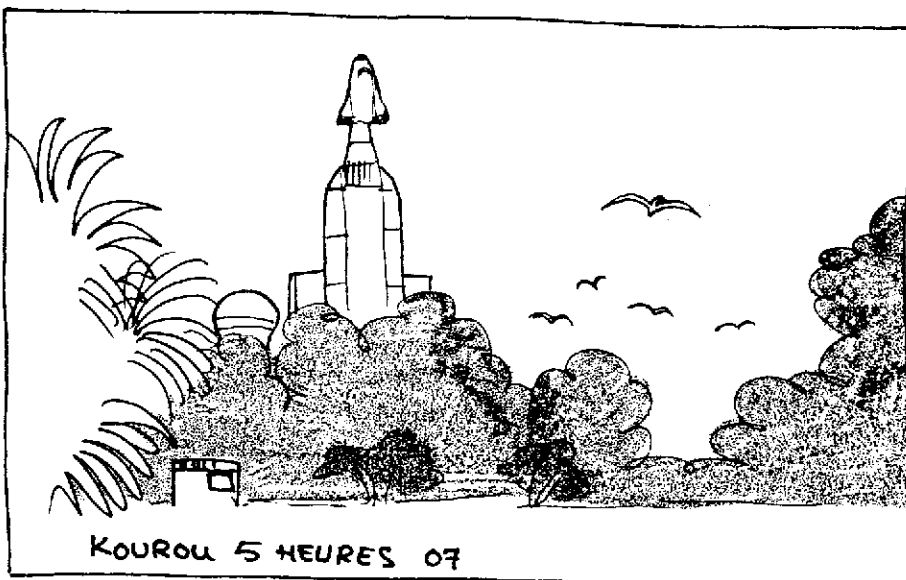
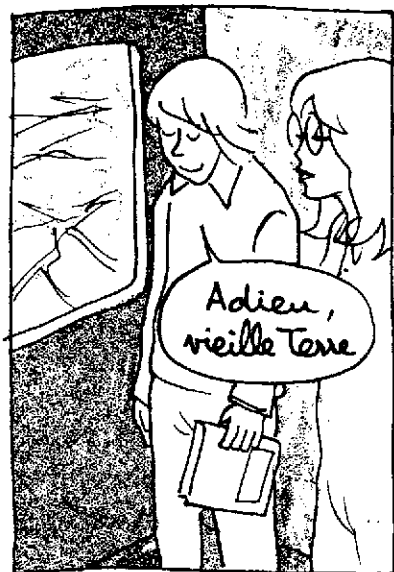


LA NAVETTE



Voici la navette, juchée sur le lanceur Ariane 5. L'ensemble fait une cinquantaine de mètres de hauteur. Le lanceur est constitué de deux BOOSTERS(*) à poudre développant chacun une poussée de 600 tonnes. Ils flanquent un propulseur à hydrogène et oxygène liquides, doté d'une tuyère orientable qui permet de piloter tout l'ensemble. Il développe une poussée de 110 tonnes ce qui fait un total de 1310 tonnes. L'ensemble du lanceur et de la navette pèse 750 tonnes.

(*) Booster en anglais veut dire PUSSEUR



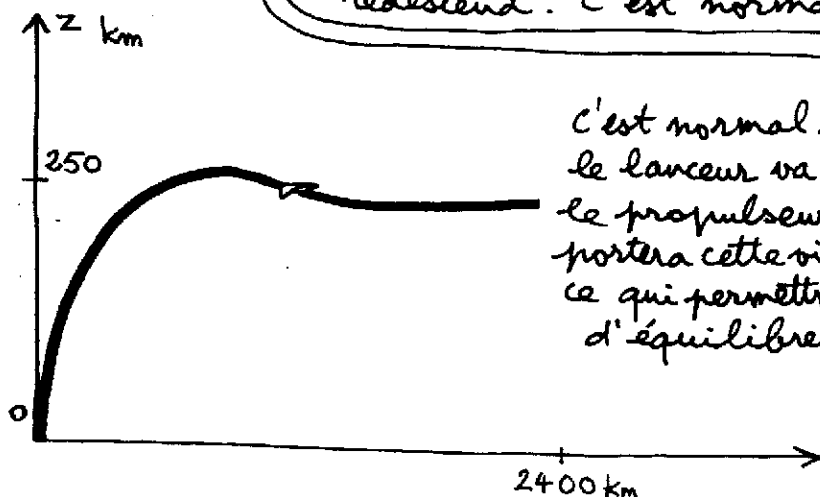
la vitesse du son est franchie
en cinquante secondes

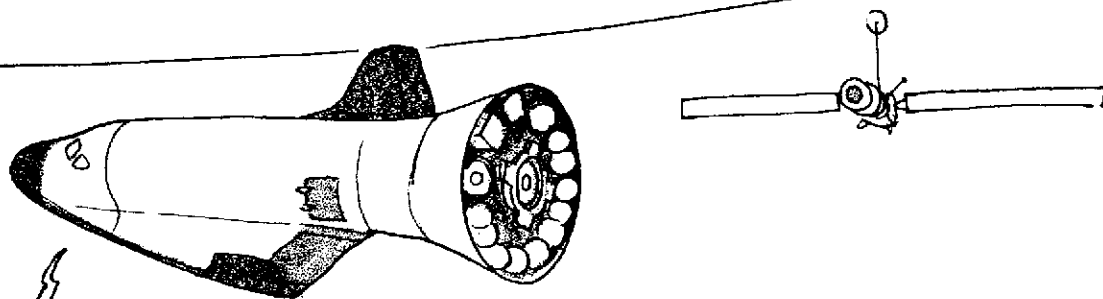
120 secondes

altitude 40 km
Nous larguons nos
deux boosters qui
nous ont aidé à
sortir de la partie
dense de l'atmosphère

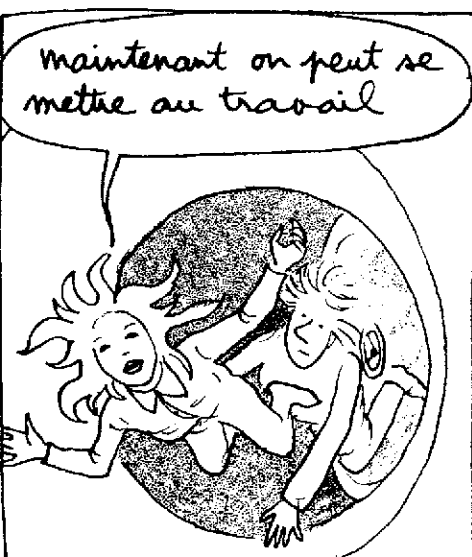
secondes. On est presque à l'horizontale
maintenant. J'ai même l'impression qu'on
redescend. C'est normal ?

C'est normal. Dans quelques secondes
le lanceur va se détacher et
le propulseur de la navette
portera cette vitesse à $7,8 \text{ km/s}$,
ce qui permettra à la force centrifuge
d'équilibrer notre poids





nous rejoignons maintenant le laboratoire orbital à 250 km d'altitude

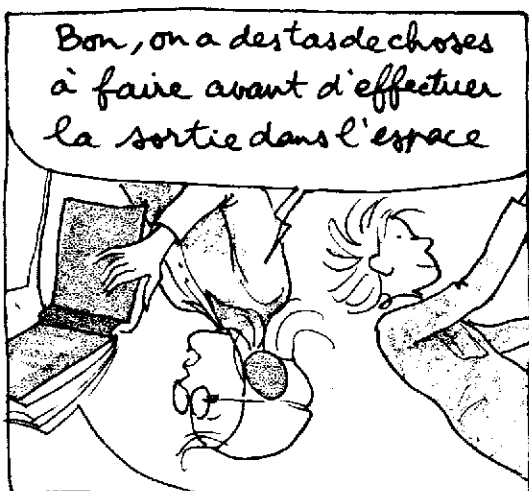


maintenant on peut se mettre au travail

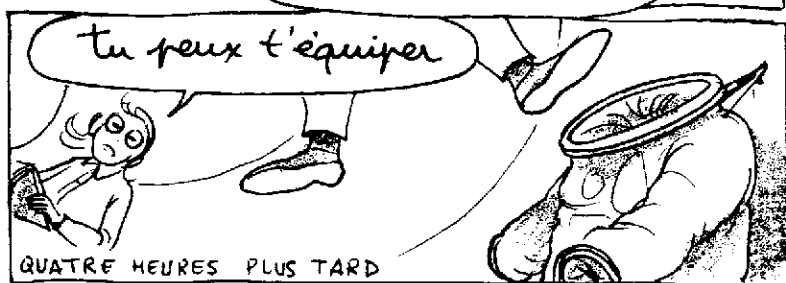


Ouh là là, j'ai le sang qui me monte à la tête

c'est un des effets de l'IMPESANTEUR
Ne t'inquiète pas. Ça va bientôt passer

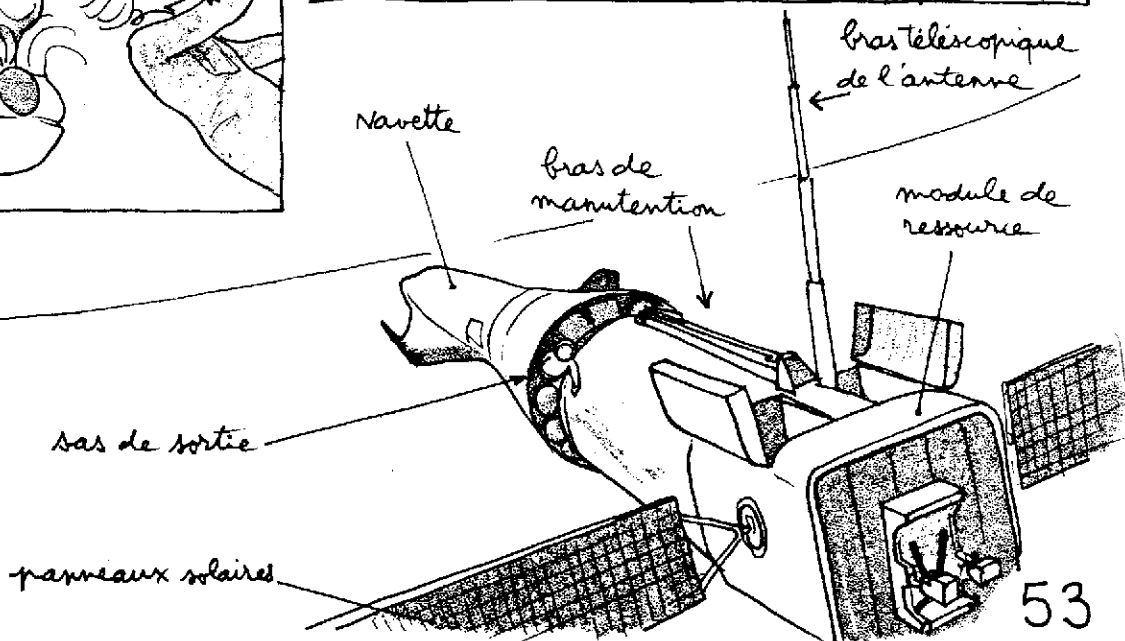


Bon, on a des tas de choses à faire avant d'effectuer la sortie dans l'espace



tu peux t'équiper

QUATRE HEURES PLUS TARD



Navette

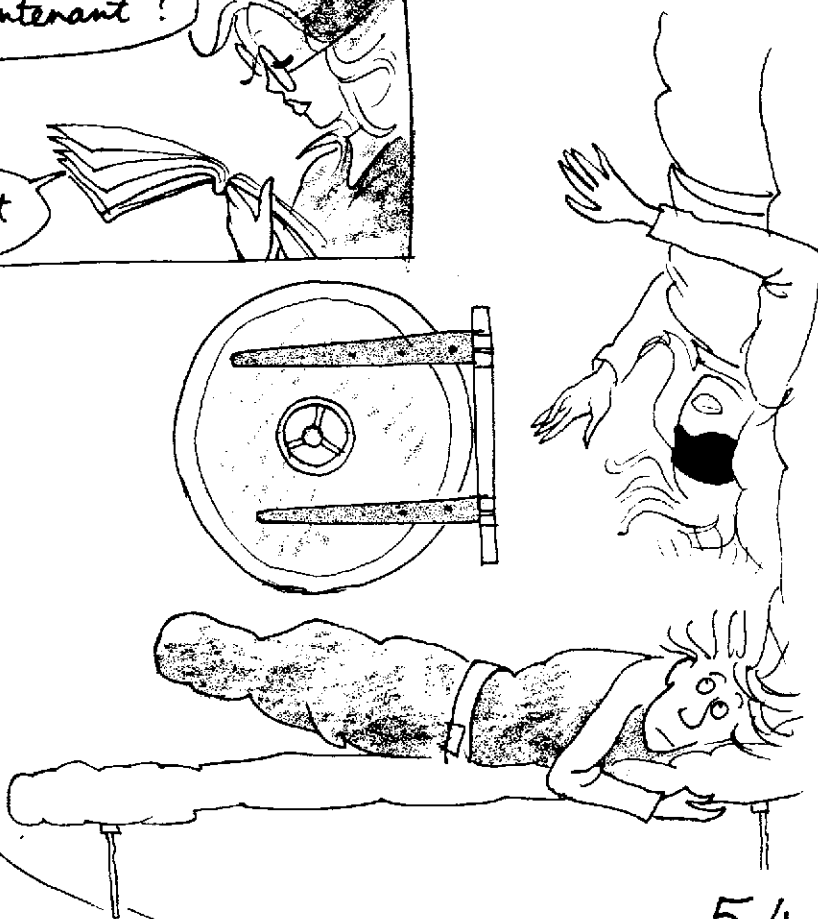
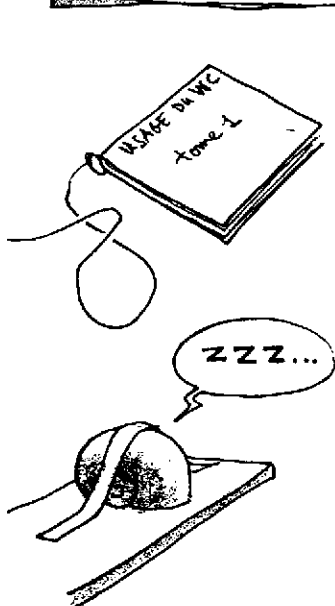
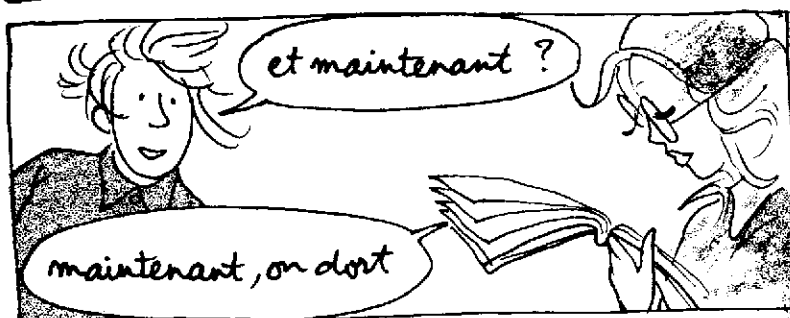
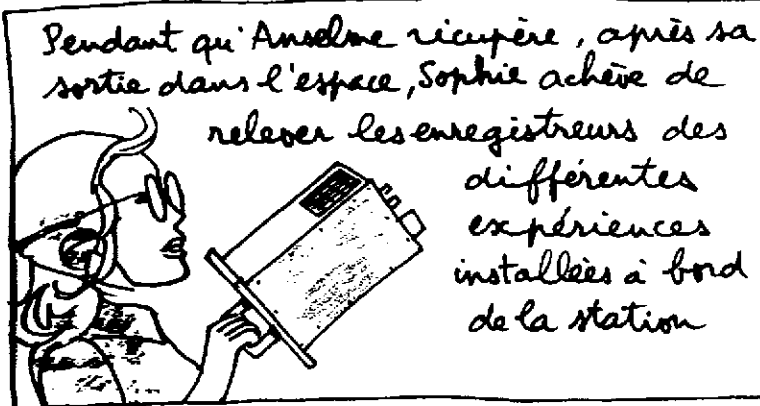
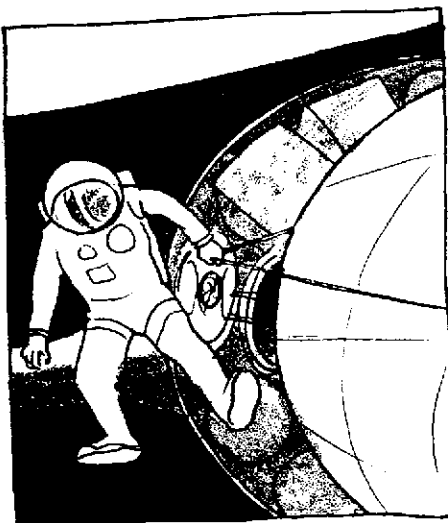
bras de maintenance

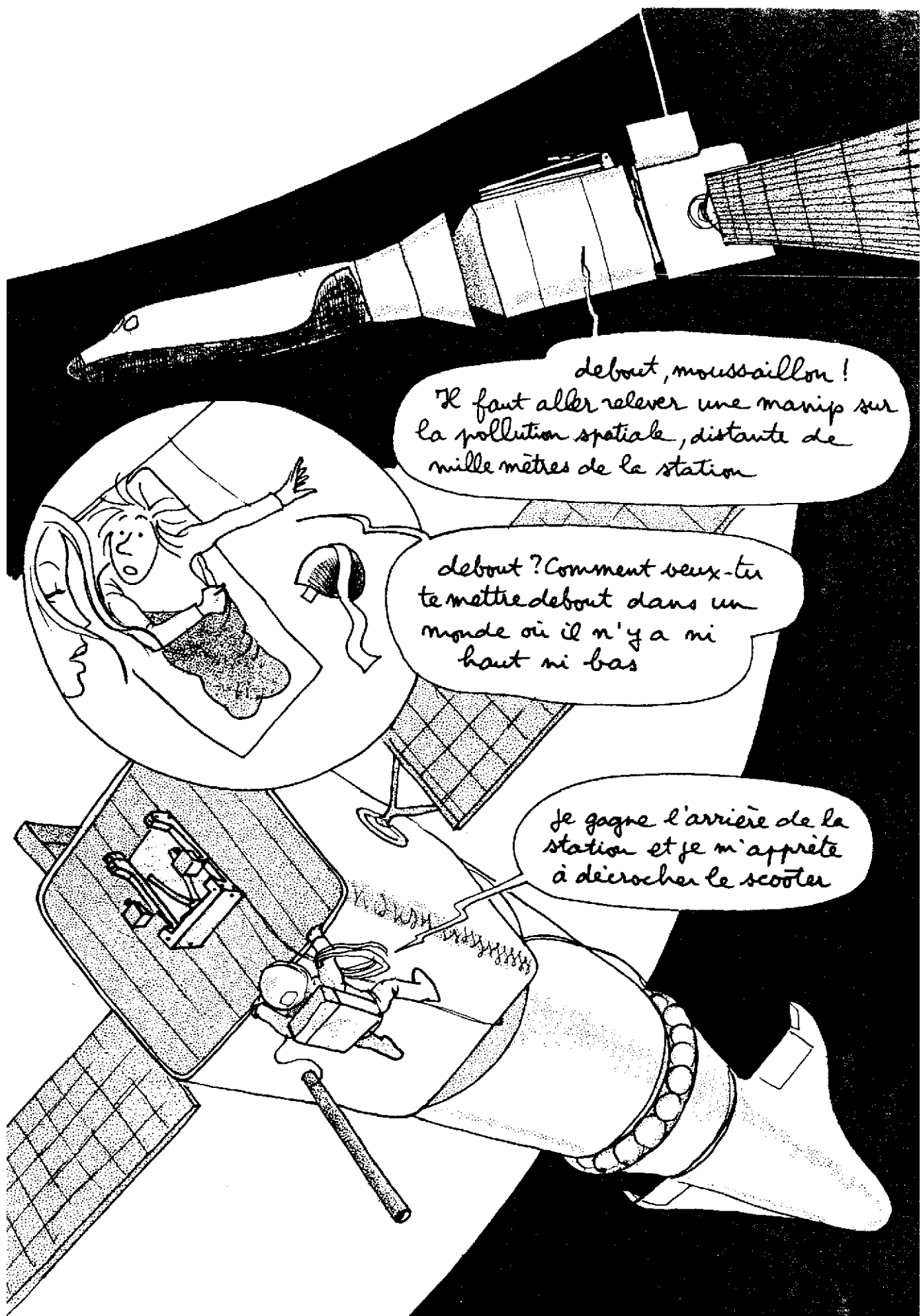
bras télescopique de l'antenne

module de ressource

sac de sortie

panneaux solaires

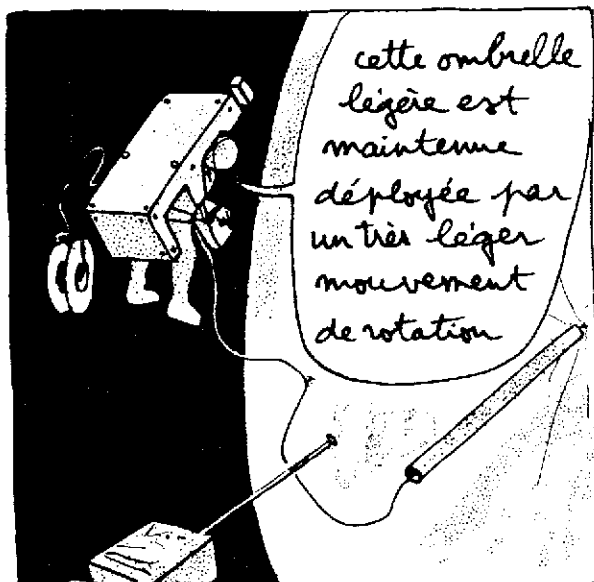
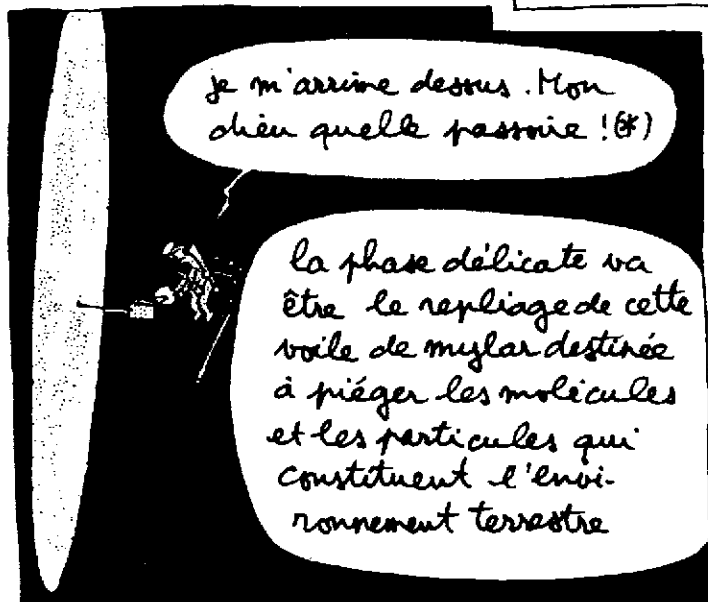
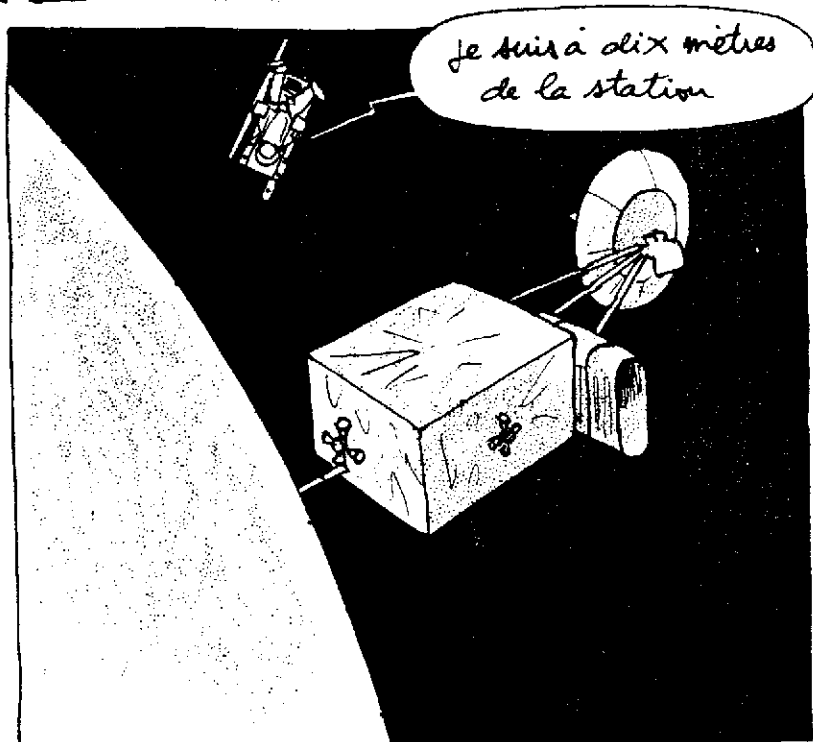
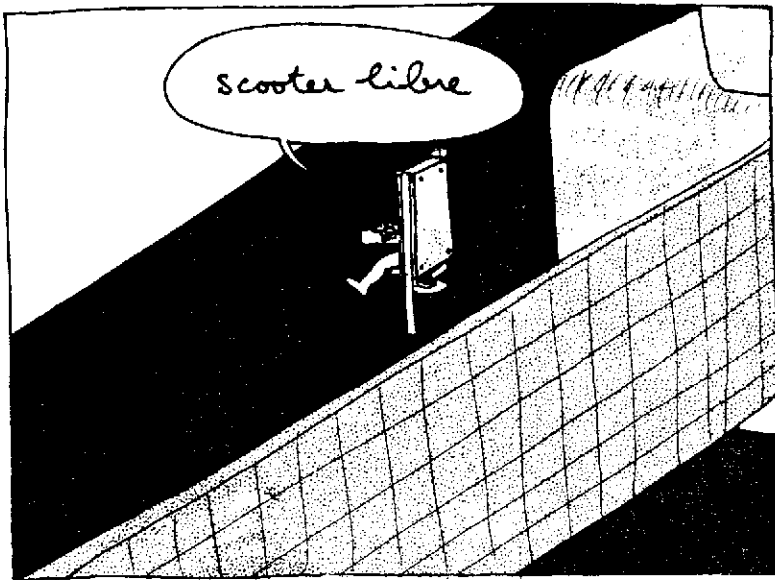




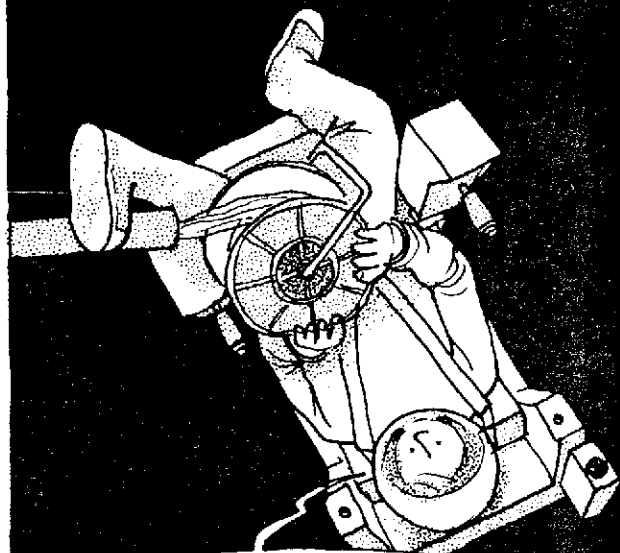
debout, moussaillon !
Il faut aller relever une manip sur
la pollution spatiale, distante de
mille mètres de la station

debout ? Comment veux-tu
te mettre debout dans un
monde où il n'y a ni
haut ni bas

Je gagne l'arrière de la
station et je m'apprete
à décrocher le scooter

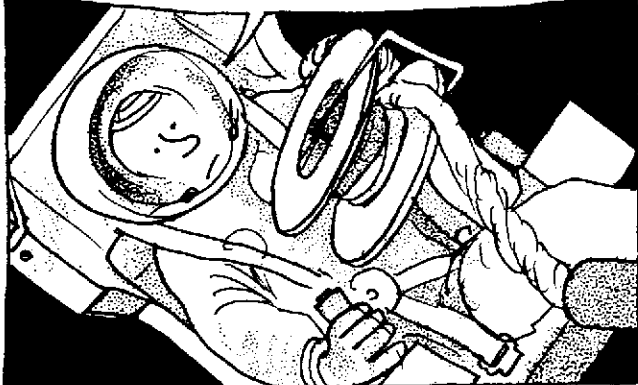


Sophie, je commence à
replier l'ombrelle en me
servant du tube-guide



mais...que se passe-t-il ?

voilà que je commence à tourner
comme une toupie. Vite, il
faut que je stabilise



Zut, je me suis
trompé de commande !?!

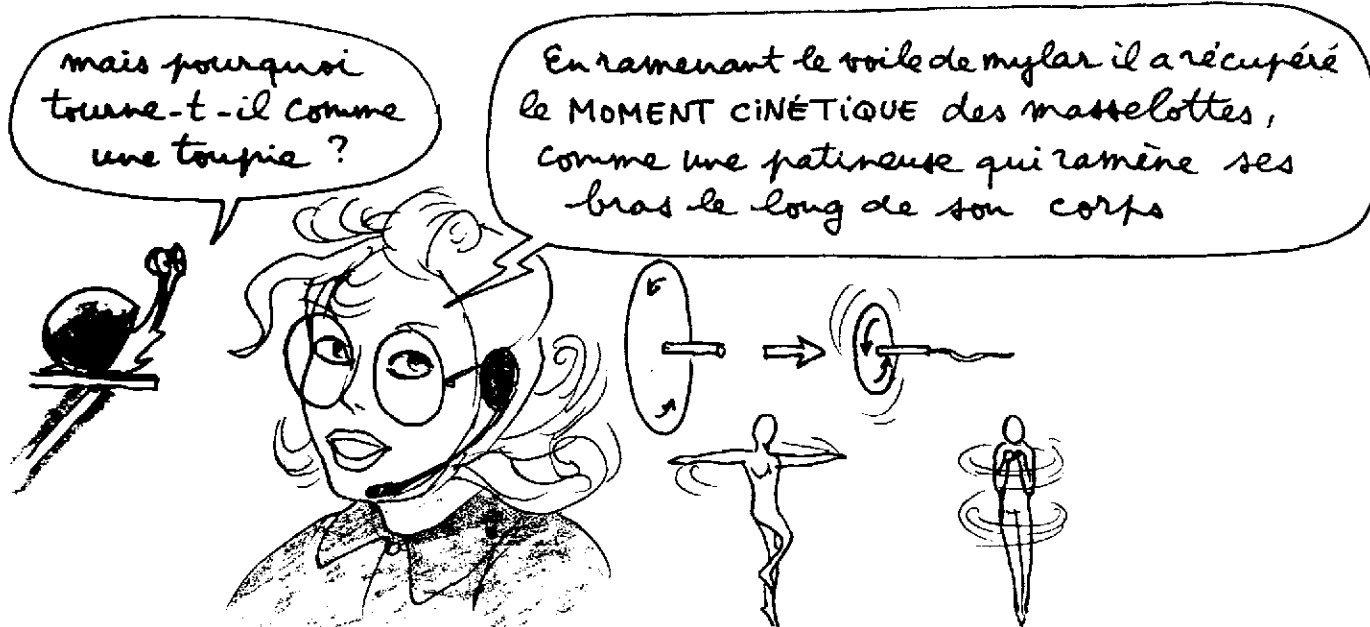
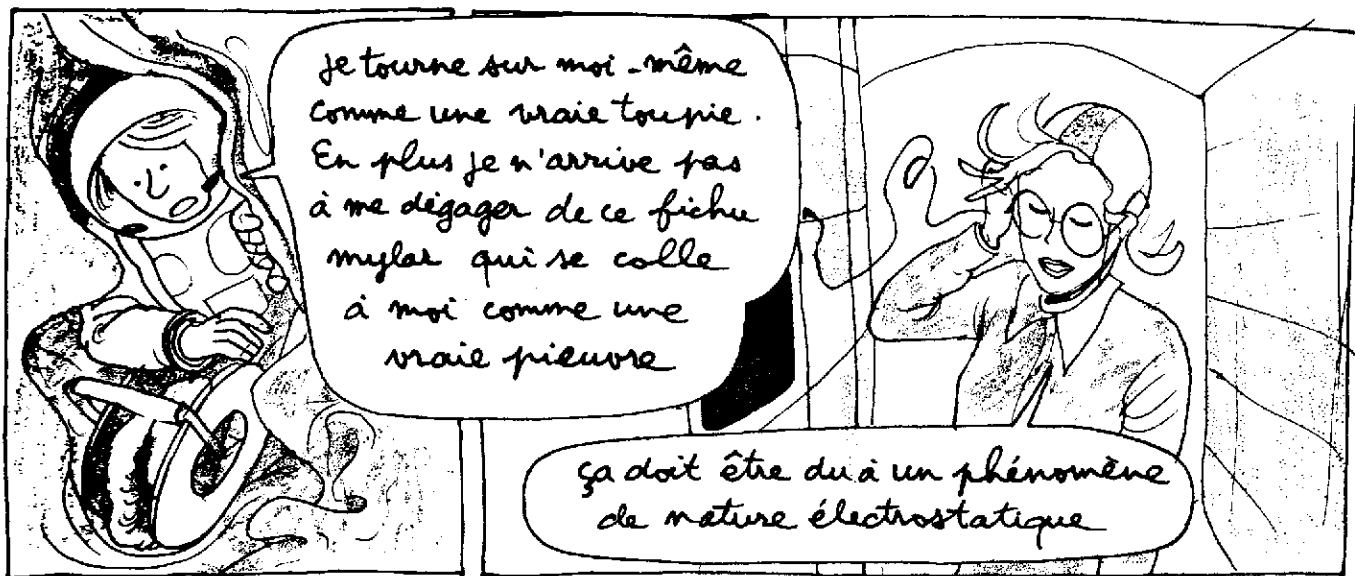
Ausselme, que se passe-t-il
l'image vient de disparaître

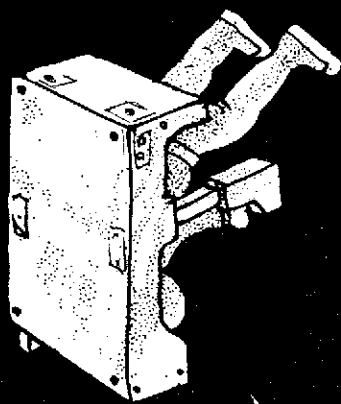


vérifie la caméra montée
sur le haut de ton scooter



à la suite d'une fausse manœuvre
je me suis complètement
emberlificoté dans la
voilure en mylar





J'ai réussi à annuler
le mouvement de
rotation. A l'aveuglette
ça n'a pas été facile

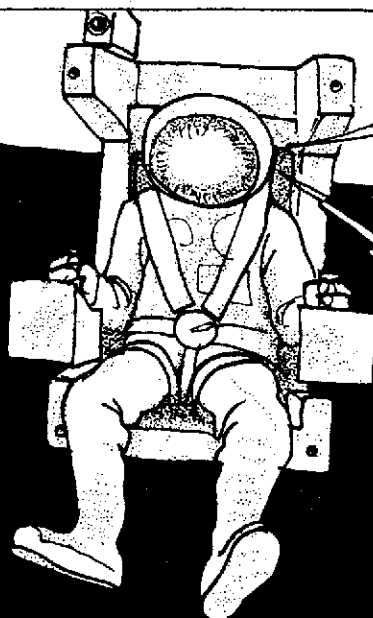
il est en train de consommer toutes ses
réserves. S'il continue à ce train-là, il ne
rentrera jamais à la station



En se plaquant contre ton
scaphandre, le voile de mylar
a dû perturber le système
de conditionnement d'air.
Calme-toi, ça va s'arranger

Sophie, ramène-moi à la station,
je n'y vois plus rien...

moi j'y vois pour toi.
J'ai le retour vidéo
du scooter et je te suis
au radar de bord

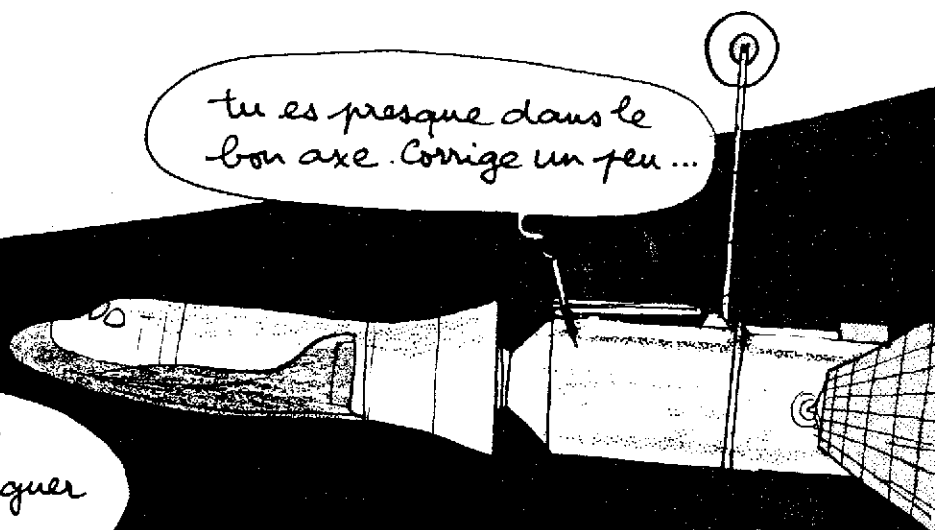


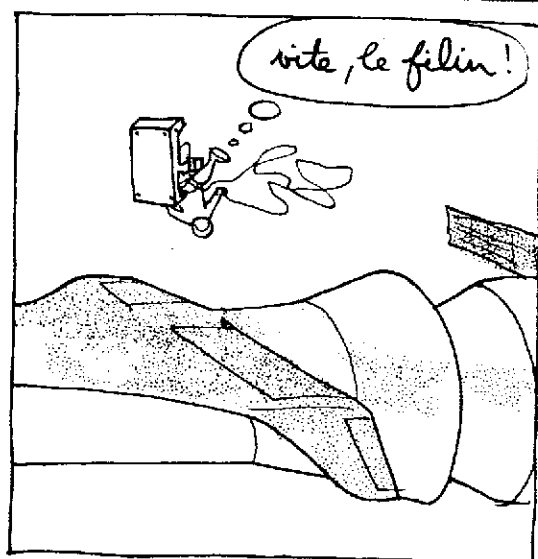
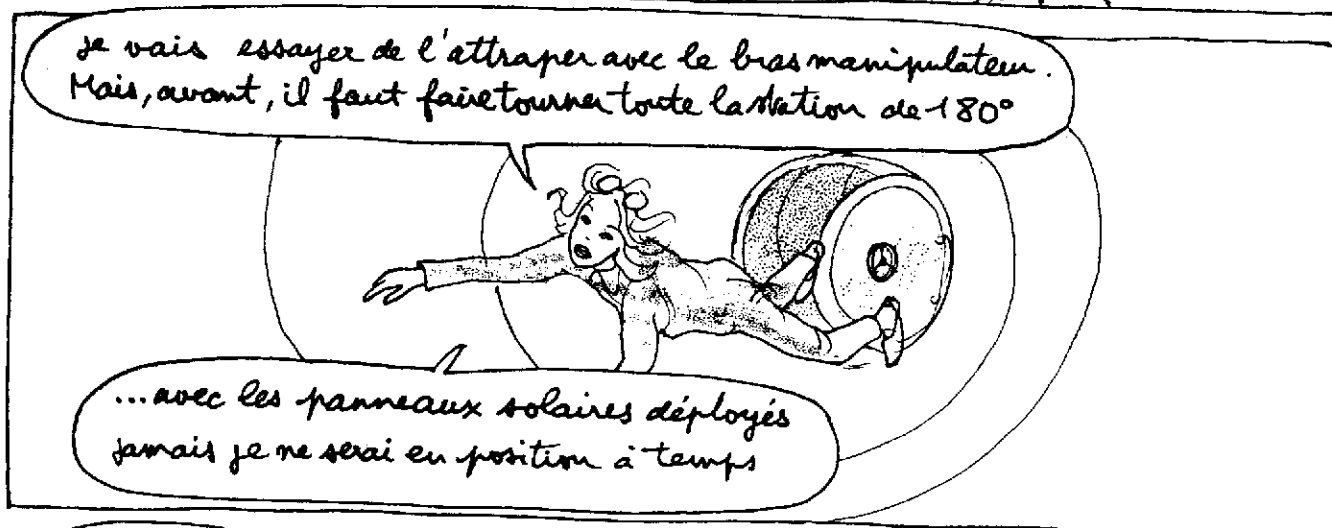
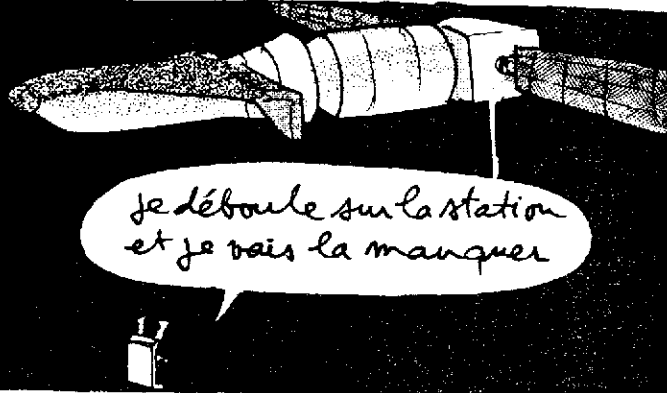
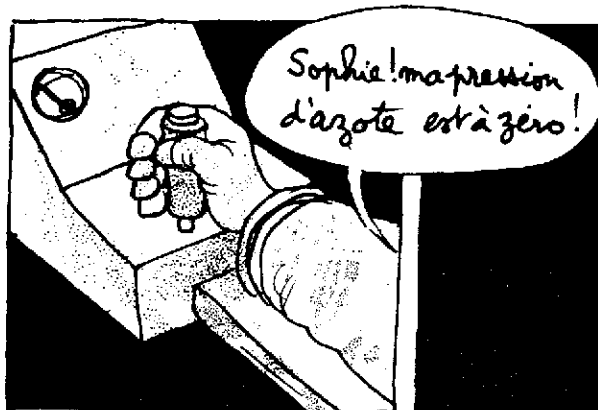
Je ne vois pas
la navette !

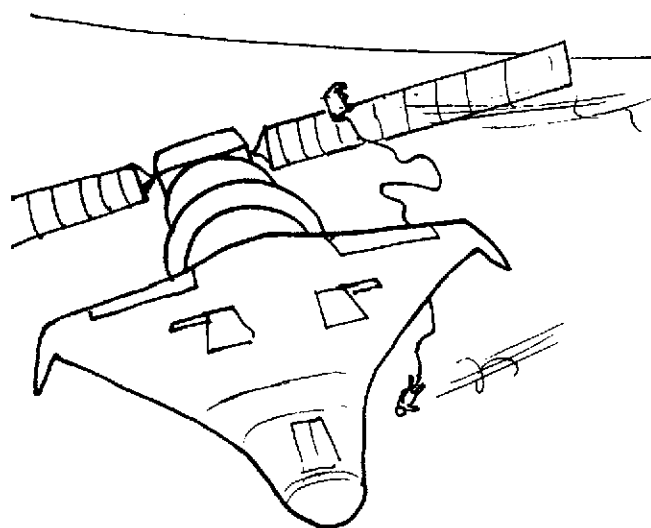
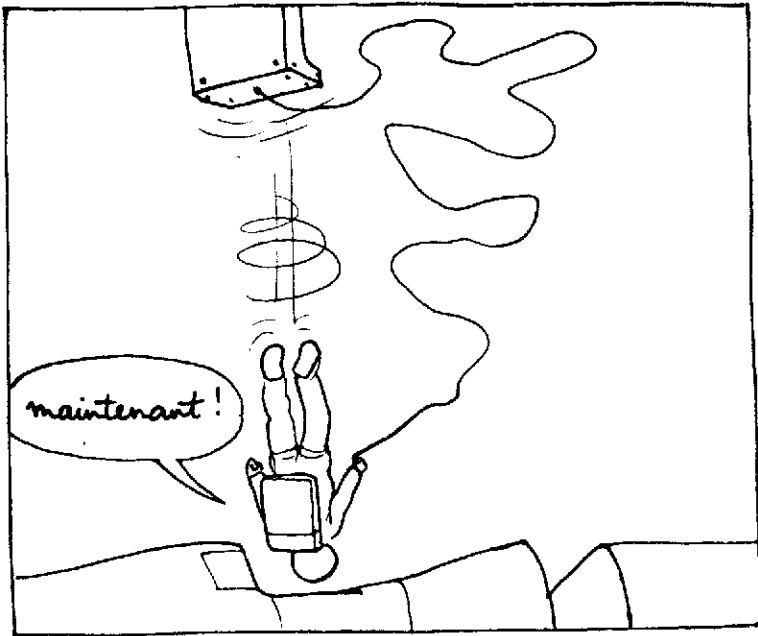
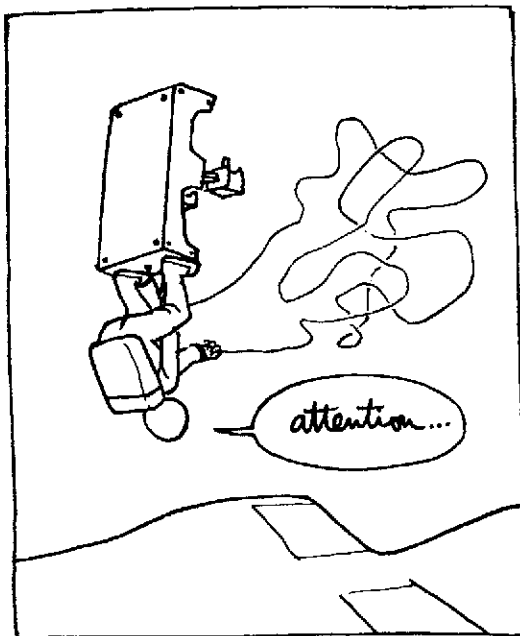
moi je la vois.
Continue comme ça

tu es presque dans le
bon axe. Corrige un peu...

la brume s'en va.
Je commence à distinguer
la station

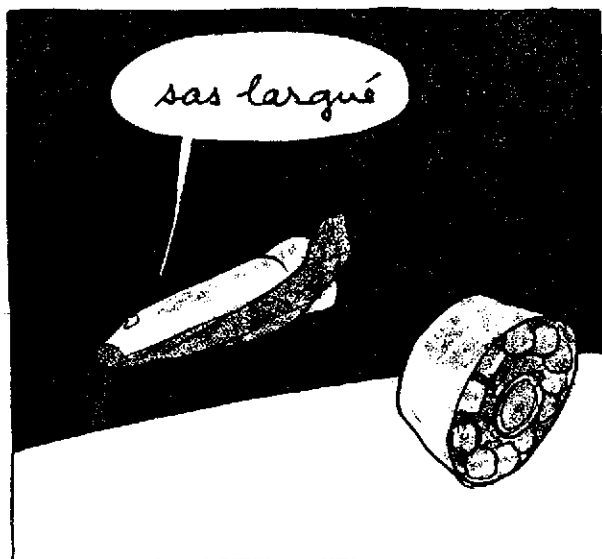
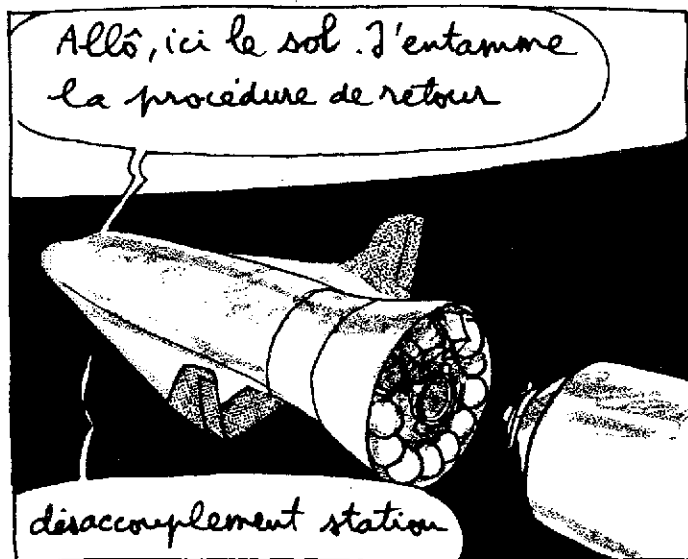
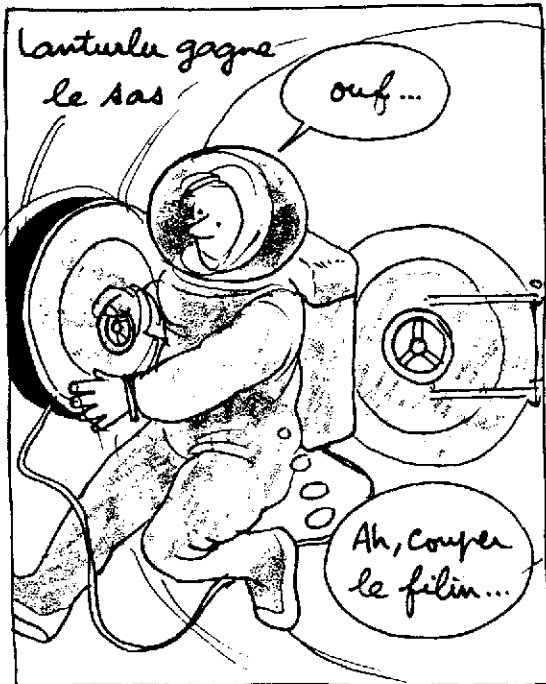




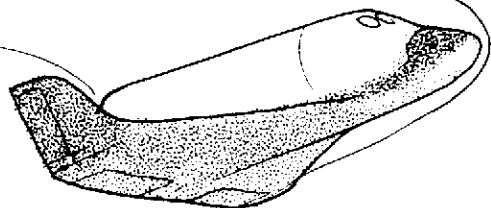


en utilisant le **PRINCIPE D'ACTION-RÉACTION**, Anselme, prenant appui sur le scooter, expédie celui-ci d'un côté de la station, en se propulsant du même coup dans la direction opposée



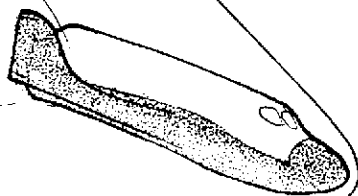


La navette



Hermès attaque aux grands angles l'atmosphère terrestre à 80 km d'altitude et à 2770 km/h. c'est là que les effets thermiques seront les plus importants.

Puis, lorsque sa vitesse a suffisamment baissé, vers 30 km d'altitude, la navette plonge vers le sol à Mach 3

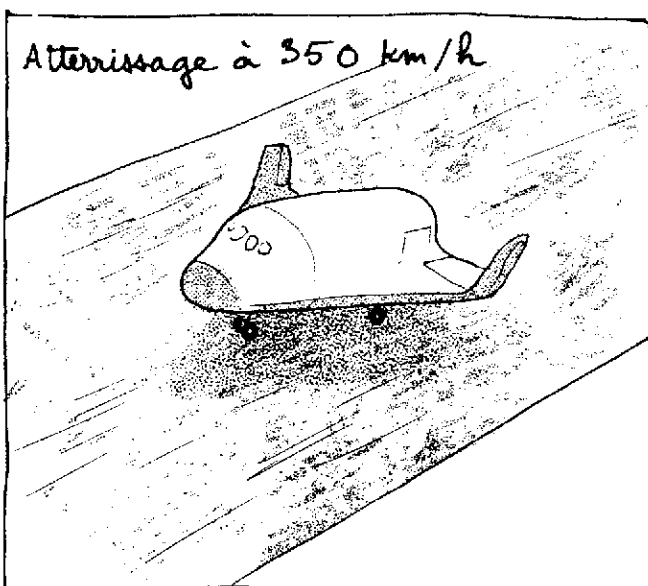


trente minutes plus tard

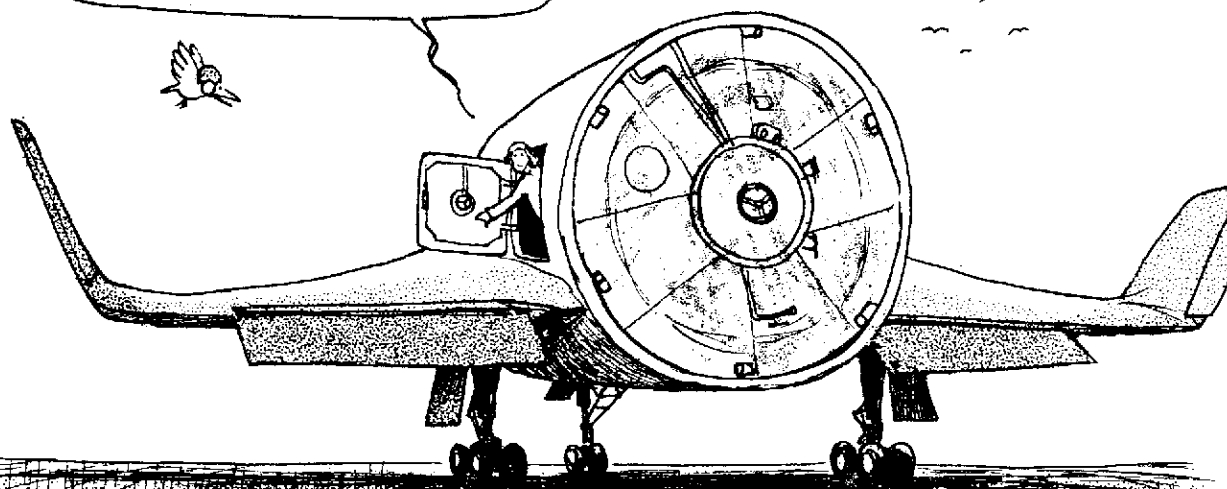


Allô, ici le sol. Corrigez de deux degrés et vous serez juste dans l'axe piste

Atterrissage à 350 km/h



Max! Content de te revoir!



FIN