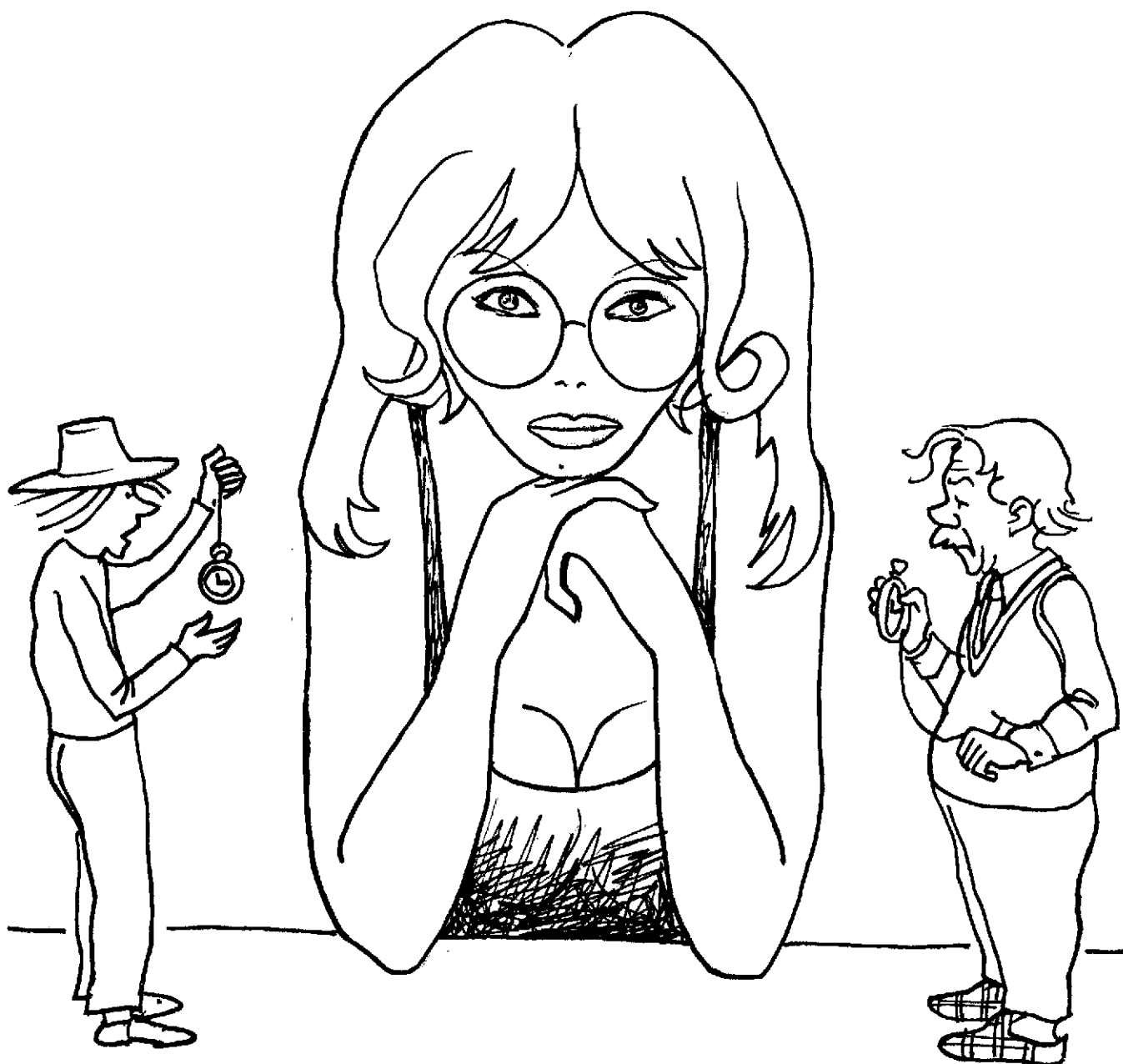


Les Aventures d'Anselme Lanturlu

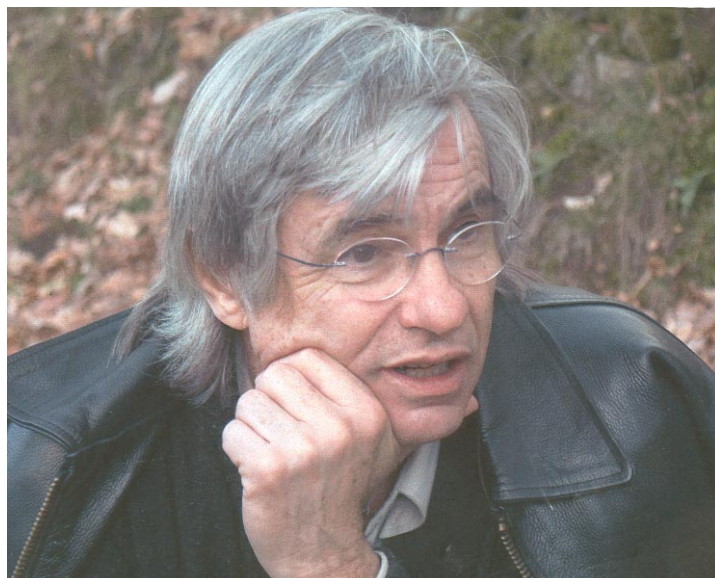
TOUT EST RELATIF

Jean-Pierre Petit



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.

Et en plus
c'est vrai !

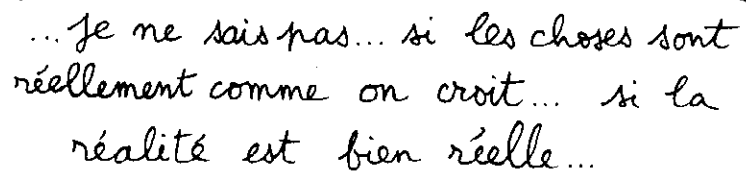





Sophie, parfois
je me demande...



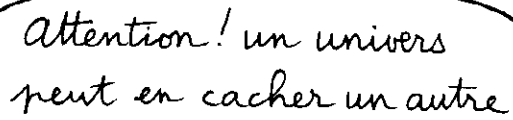
quoi, mon chéri?



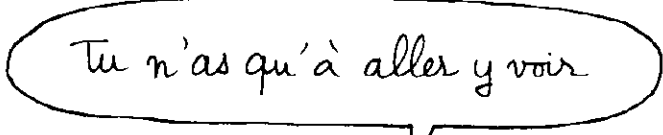

... Je ne sais pas... si les choses sont
réellement comme on croit... si la
réalité est bien réelle...



s'il n'y a pas
des choses derrière
les choses



Attention! un univers
peut en cacher un autre



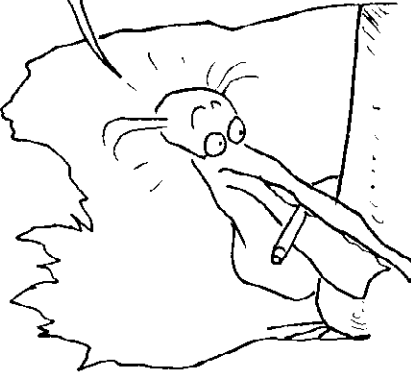
Tu n'as qu'à aller y voir



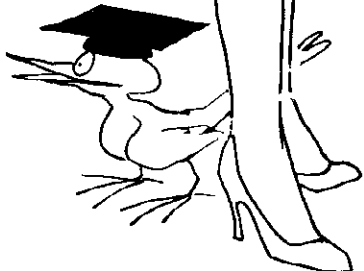
Il y a quelqu'un
qui joue du violon



Nous voilà dans les
catacombes de la physique



allez, viens!
on va apprendre
des trucs



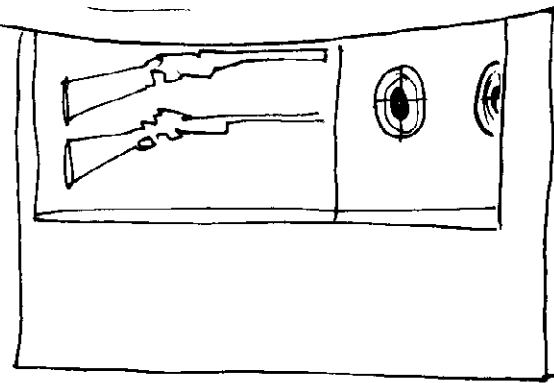
Cosmic PARK

MONSIEUR ALBERT

propriétaire - fondateur



ça vient
de par là



A small, stylized signature or mark.



Top!

Dites donc, votre horloge,
elle boucle la minute en
cinquante neuf secondes

Pas du tout! J'ai
une minute pile!

Et c'est une
CHRONOPERFECTA,
qui mesure le
temps avec une
précision absolue

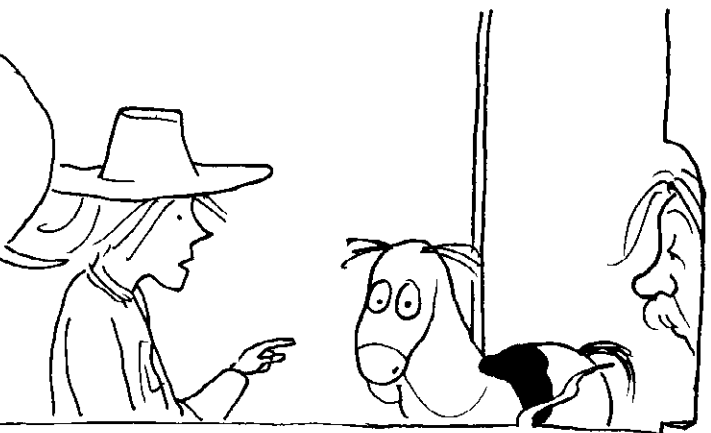
Moi aussi j'ai une
CHRONOPERFECTA. Bizarre...
une montre neuve!...
Peut être une
mauvaise série...

Enfin...
elle est sous
garantie...

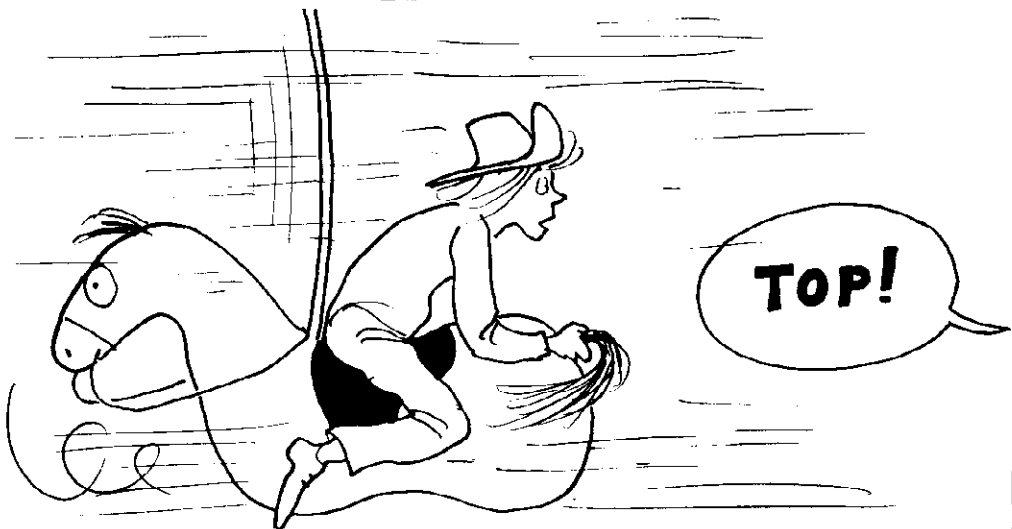
ta montre marche
très bien, Anselme.
Les CHRONOPERFECTA
sont indé réglables.

Donc, ça vient
du manège!...

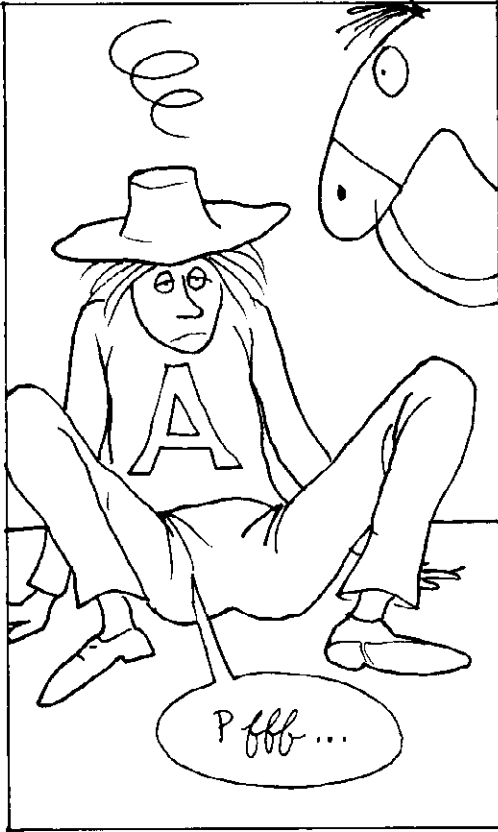
Dites, monsieur Albert, c'est possible de faire tourner le manège à l'envers ?



Pas de problème. C'est toujours un franc la minute.



TOP!



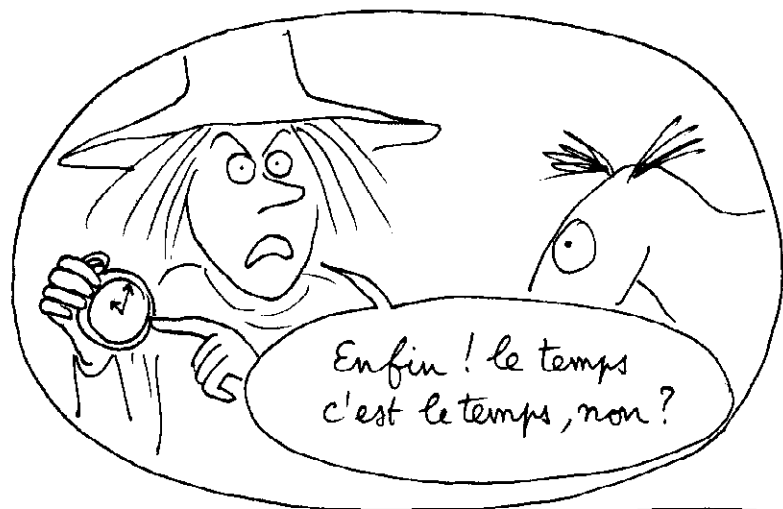
Pfff...



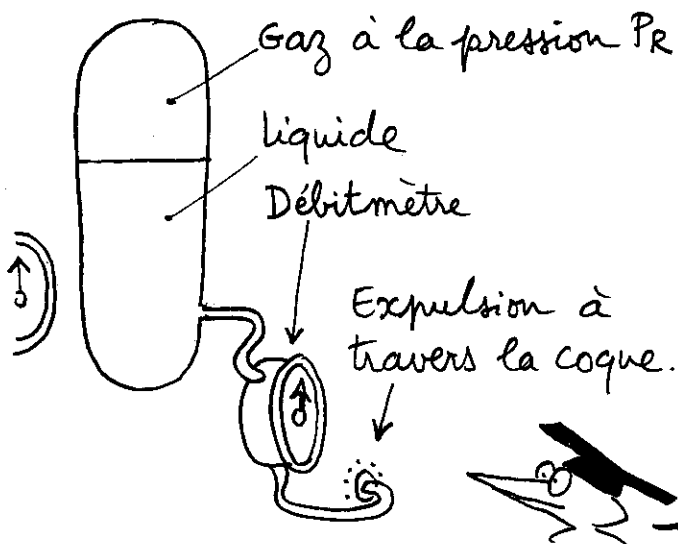
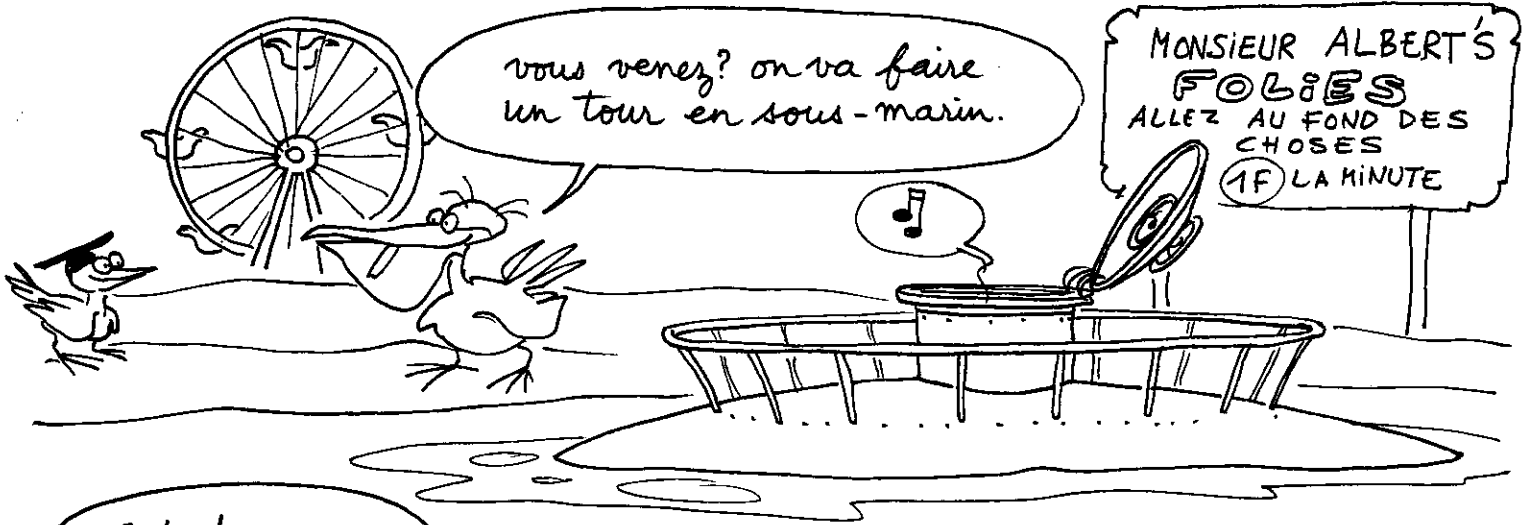
mmm...



Hé!?!

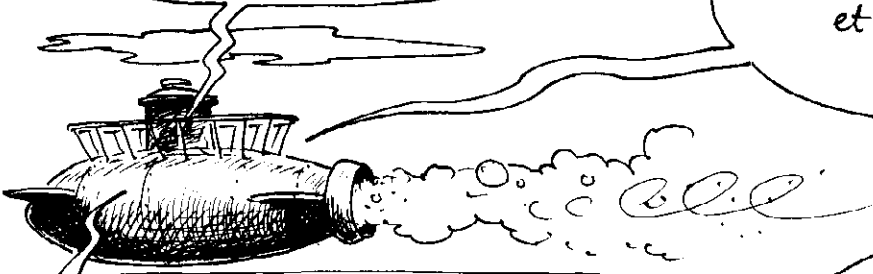


PENDANT CE TEMPS-LÀ...



C'est le temps qui s'écoule,
n'est-ce pas? le vieux
principe de la clepsydre.

Ah oui, et le débit
est proportionnel à l'écart
entre la pression du réservoir
et la pression qui règne
à l'extérieur.



Mon sous-marin est équipé de
barres de plongée qui font que, plus il
va vite et plus il s'enfonce.

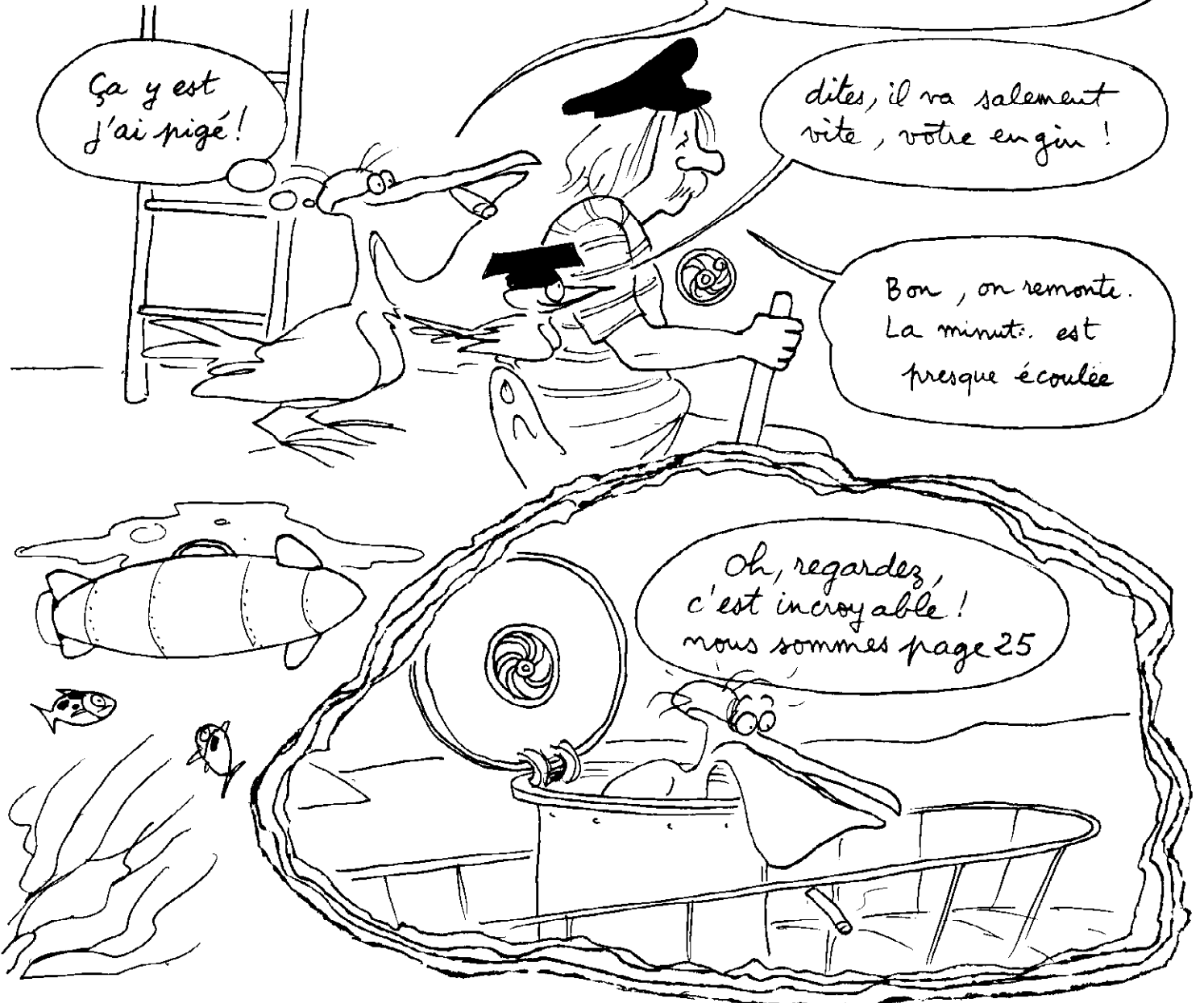
Ce qui fait que, pour
mesurer la vitesse, il vous
suffit d'un manomètre
mesurant la pression extérieure

Ça y est
j'ai pigé!

dites, il va salement
vite, votre engin!

Bon, on remonte.
La minute est
presque écoulée

Oh, regardez,
c'est incroyable!
nous sommes page 25



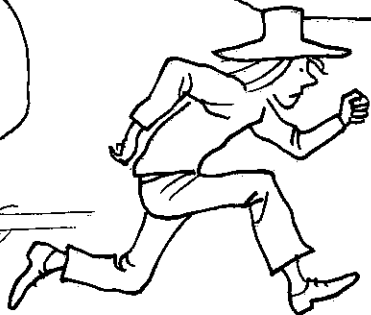
LAISSONS MAX ET LÉON TIRER LES CONSÉQUENCES DE LEUR AVENTURE SUBAQUATIQUE, ET REVENONS A ANSELME :



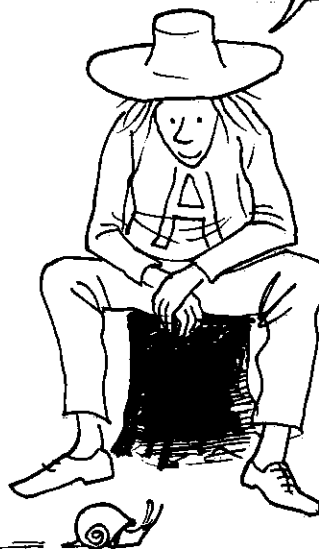
C'est drôle, quand on y pense. Dans l'espace, quelle que soit la direction choisie, il semble qu'on puisse toujours retourner sur ses pas, aller dans la direction opposée

Je peux aller beaucoup plus vite que Térésias, l'escargot, et le dépasser.

vaine agitation

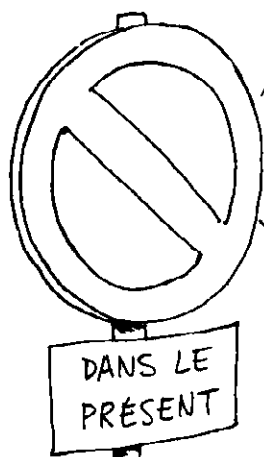


ou alors m'arrêter et le laisser me dépasser



mais quand il s'agit du temps tout semble si différent.



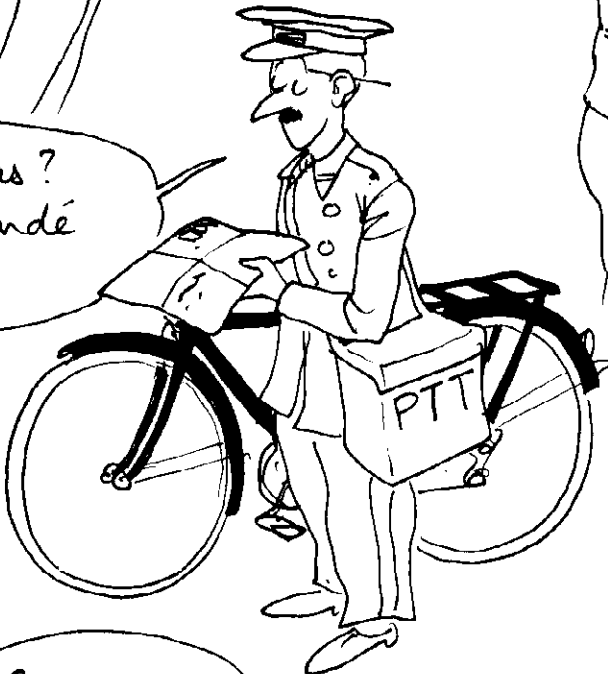


apparemment
il est interdit
d'y stationner

sous peine de ne plus
pouvoir repartir



monieur Tirésias ?
j'ai un recommandé
pour vous



monieur
ou madame ?

aucune
importance



Hum... c'est
un calendrier

Tu vois, Amelme, à chaque
fois que tu enlèves une feuille,
un jour s'écoule



Mais non, Tirésias, nous ne pouvons agir sur l'écoulement du temps. Pour enlever cette feuille, il faudra que tu attendes le lendemain.

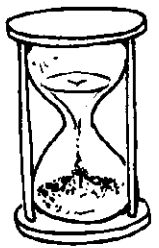
Ah...

L'ESPACE - TEMPS



Sophie, qu'est-ce que c'est que le TEMPS ?

c'est une dimension comme les autres. Mets-toi sur la balançoire, je vais t'expliquer.



Ils vont chercher de ces trucs !



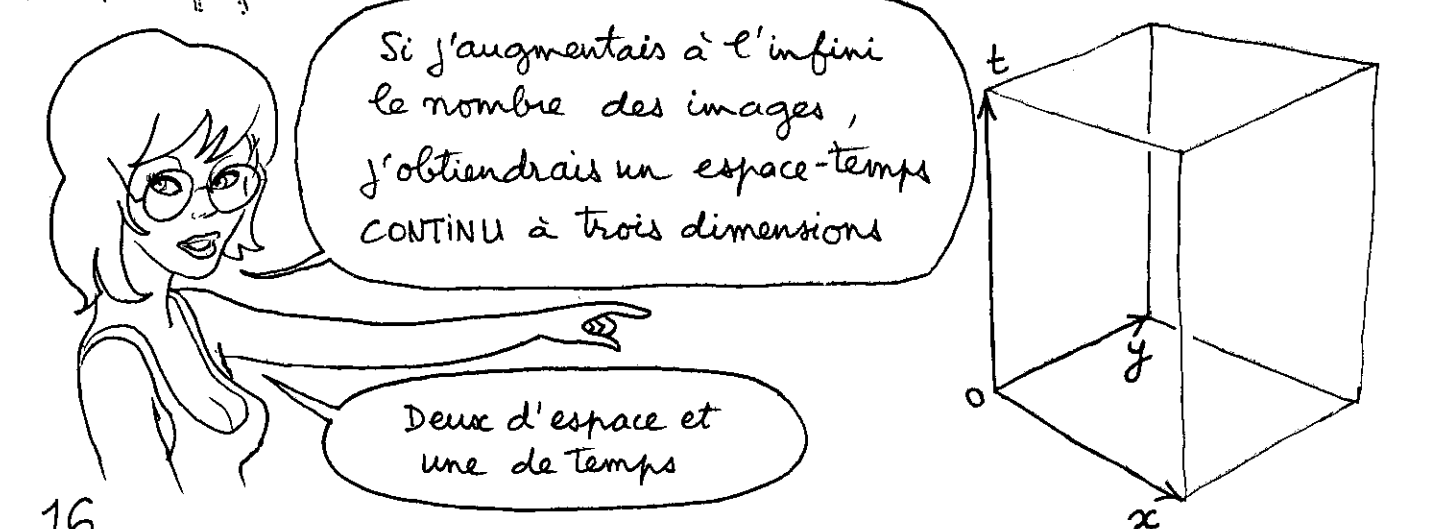
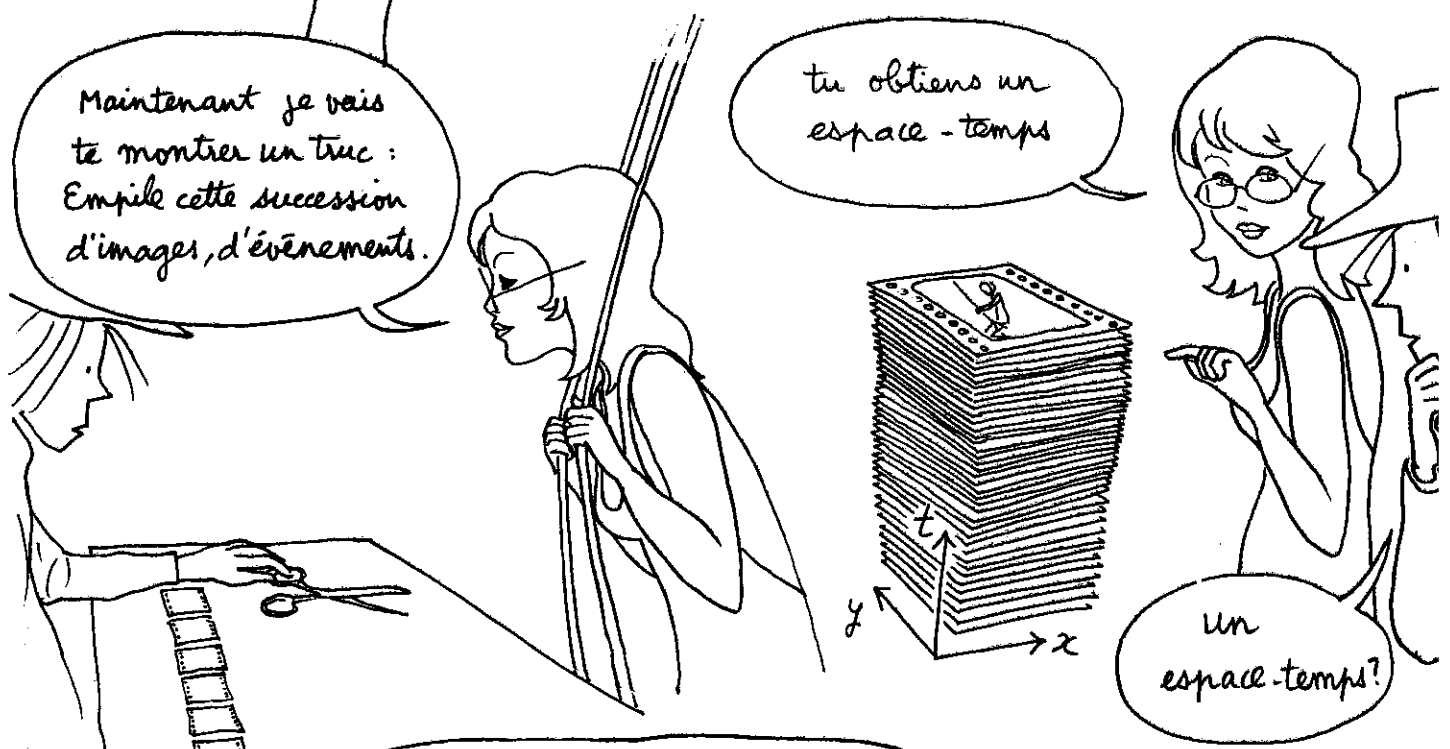
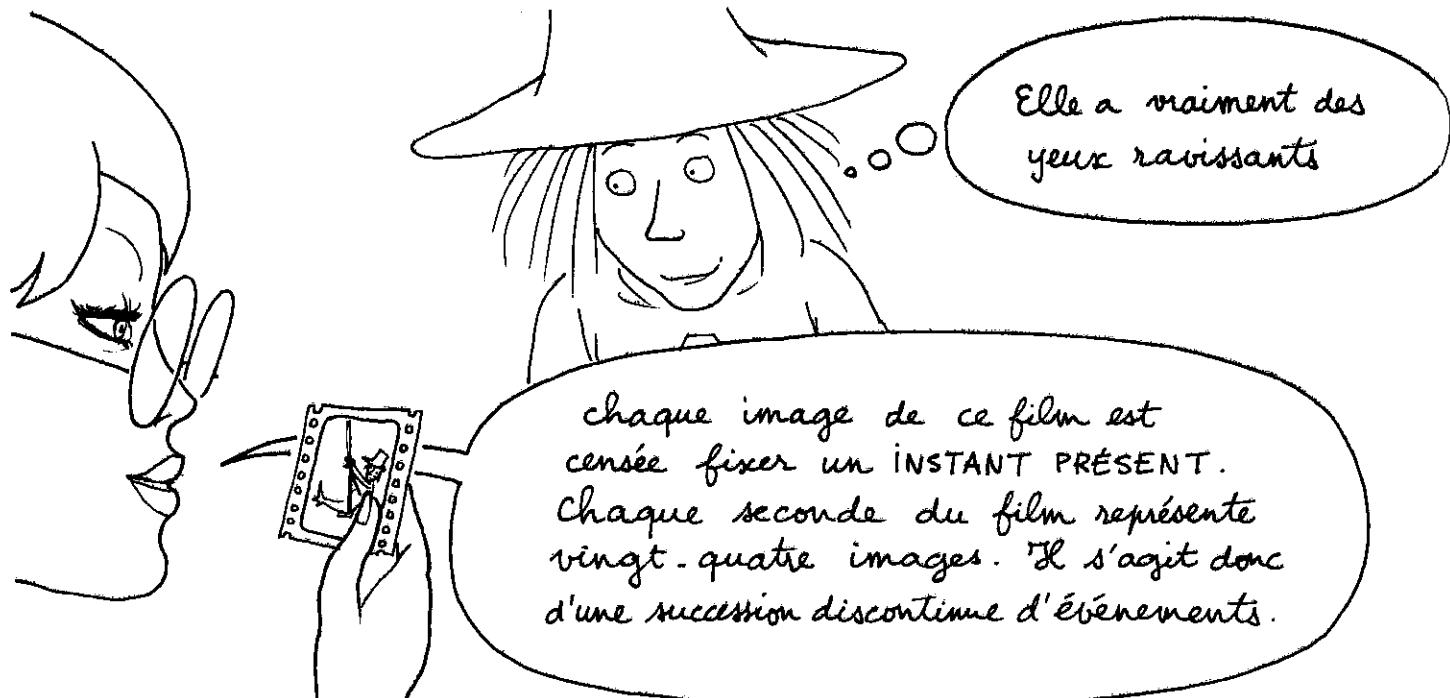


Tu vois, par exemple, pourquoi le temps va-t-il vers le futur et non vers le passé?

Attends, je te filme

Et alors?

Passe-moi des ciseaux





On rappelle que le nombre de DIMENSIONS d'un ESPACE est simplement le nombre de quantités qui suffisent à déterminer, à repérer la position d'un POINT de cet espace.

Nous vivons dans un espace-temps à QUATRE dimensions. En effet, il faut quatre quantités, quatre données, pour prendre rendez-vous avec quelqu'un, pour réaliser une rencontre en un même point de cet espace-temps.

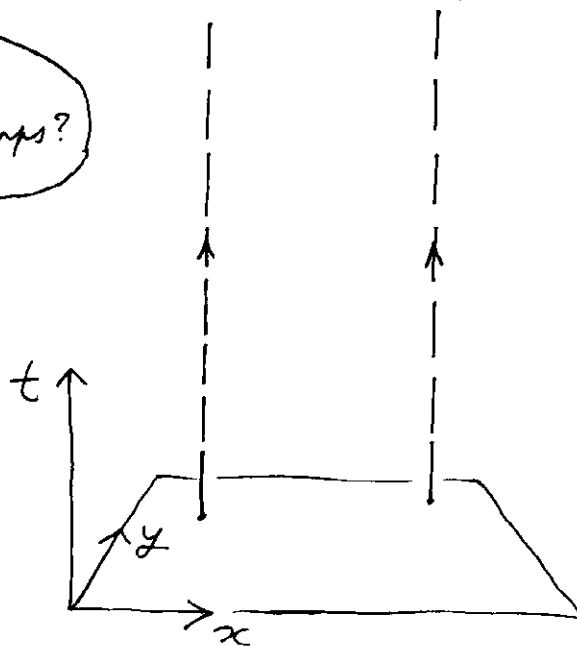
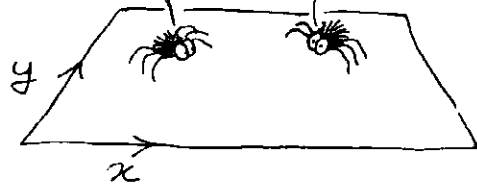
Tirésias m'a donné rendez-vous au numéro DOUZE de la QUATRIÈME rue, au TROISIÈME étage. Mais cet imbécile a oublié de me préciser l'heure. Je n'ai que trois données!



Mais revenons, pour des commodités de dessin, à des espaces-temps à trois dimensions (deux d'espace, une de temps)

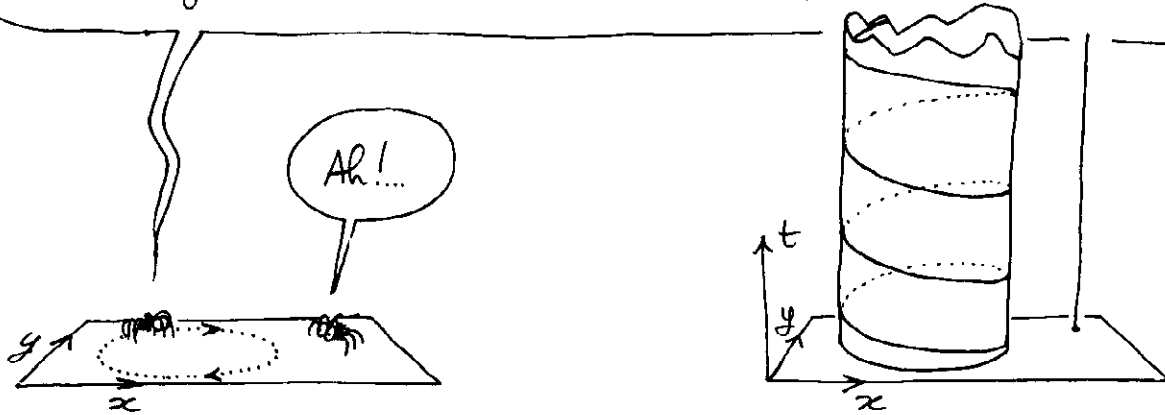
Savez-vous, chère amie, que nous nous déplaçons dans le temps?

Mais... nous sommes immobiles!

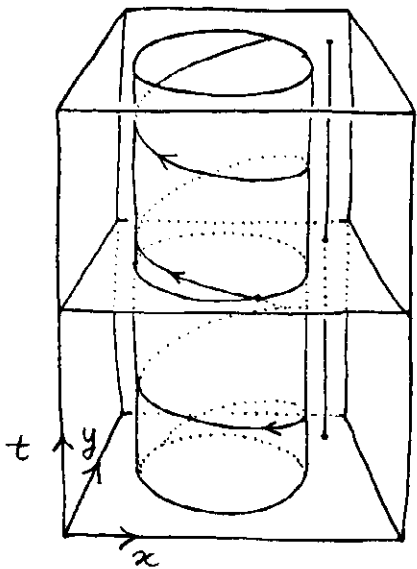


Le déplacement des deux araignées dans cet espace-temps a été représenté sur la figure de droite.

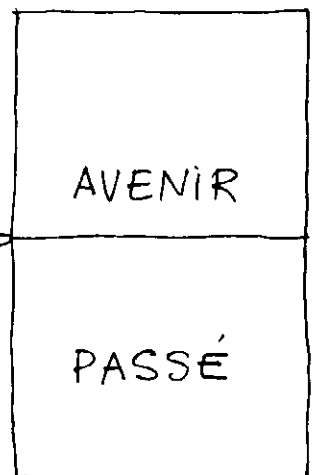
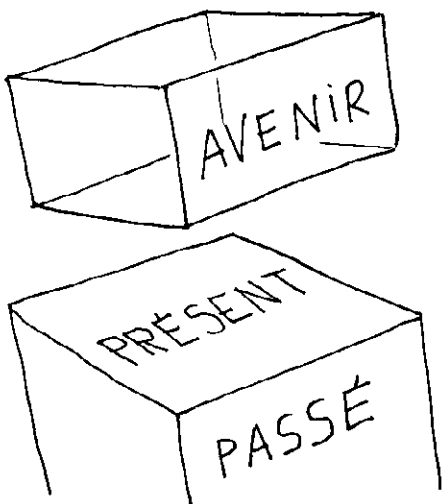
si par exemple je me déplace selon un cercle, ma trajectoire, dans cet espace-temps à trois dimensions, aura la forme d'un ressort à boudin :



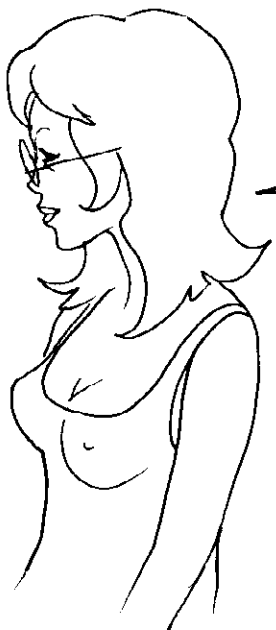
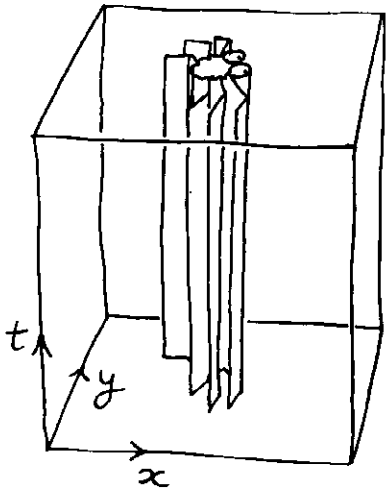
En somme, le PRÉSENT ABSOLU est une coupe plane effectuée dans cet espace-temps



Ce qui est au dessus s'appelle l'AVENIR. Ce qui est au dessous s'appelle le PASSÉ

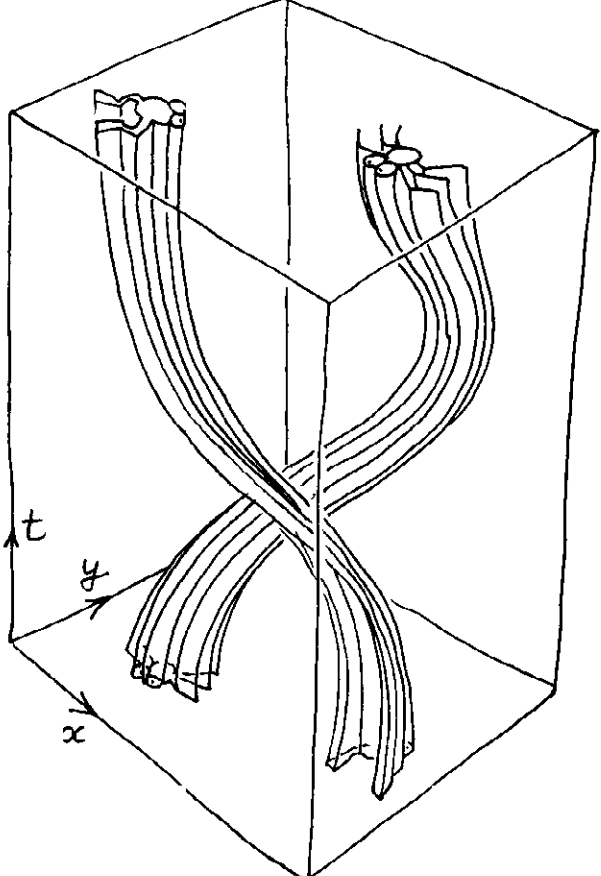


Aristote émit le premier l'idée que le PRÉSENT puisse avoir une épaisseur nulle.



En toute rigueur c'est ainsi que nous devions représenter l'araignée dans cet espace-temps à trois dimensions

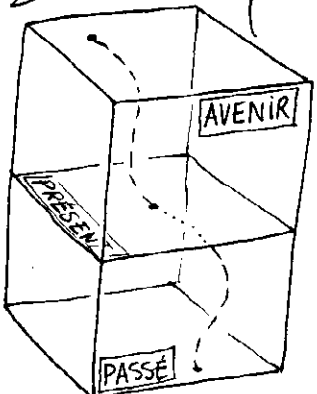
La survie de l'araignée est liée à la non intersection, dans l'espace-temps, de sa trajectoire avec celle de la grenouille



Mais pourquoi est-ce que nous ne percevons pas ces trajectoires d'espace-temps ?



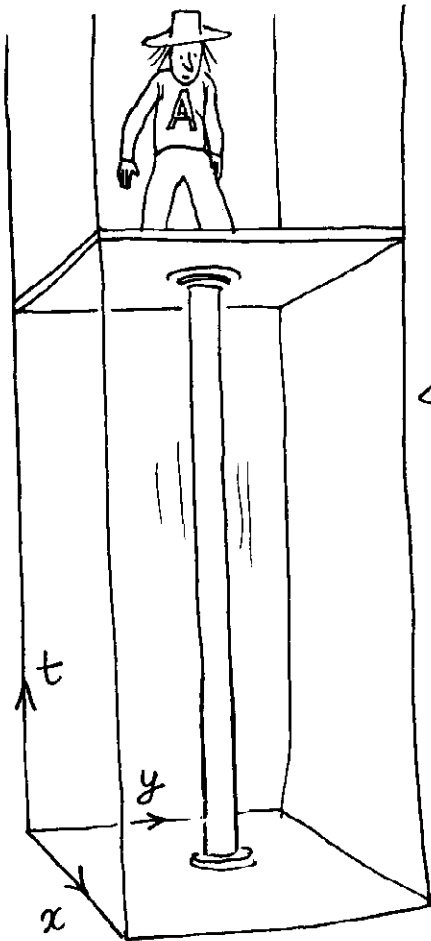
Breve rencontre dans l'espace-temps



Tout simplement parce que nous ne percevons que le PRÉSENT !



Dans l'ascenseur du temps, nous sommes inexorablement entraînés. Il ne s'arrête ni ne redescend.



Lu Ma Me Jeu Ven Sa Di



Un ascenseur sans porte...

... sans boutons...
... quelle angoisse...

Heureusement qu'il y a Sophie



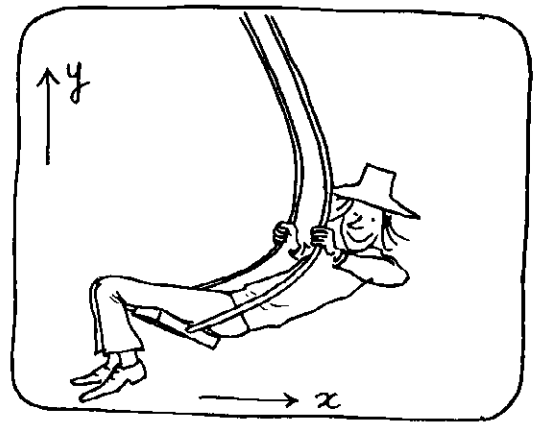
Sophie, regarde, j'ai fait une coupe oblique dans l'espace-temps!



J'arrive



c'est un truc couramment utilisé en dessin animé



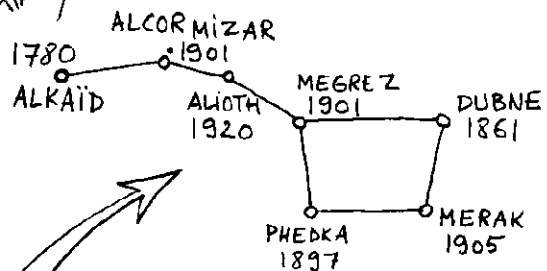
LE CÔNE DE LUMIÈRE



En fait nous jetons toujours un regard oblique sur la réalité.



Qu'est-ce que tu veux dire par là ?



La lumière met un certain temps à nous parvenir des objets. Ici, on a indiqué l'époque à laquelle elle a été émise en provenance de chacune des étoiles de la Grande Ourse.



En somme, les étoiles voisines pourraient très bien s'être volatilisées et je ne le saurai que dans des années!

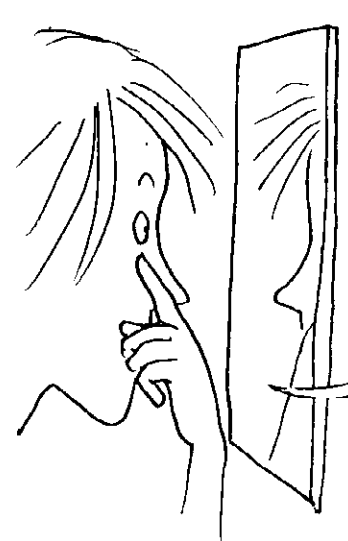
on n'est pas informé

Nous recevons sur les plaques des télescopes l'image d'Andromède telle qu'elle était il y a deux millions d'années.



Nous voyons le Soleil tel qu'il était il y a huit minutes

et mes pieds sont plus vieux que mon nez!

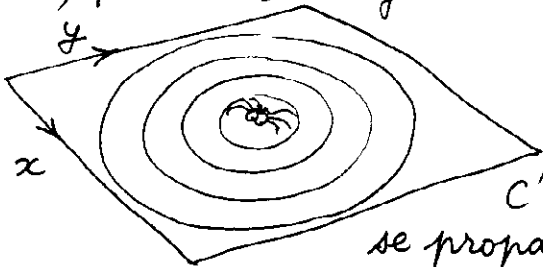


En somme, rien de plus difficile à percevoir que le PRÉSENT. Peut-être qu'un objet situé contre ma rétine?...

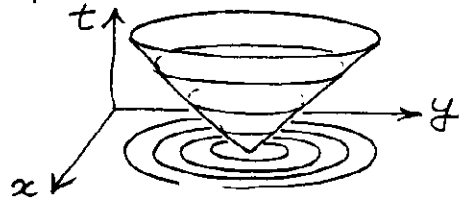
Non, Anselme, on ne peut voir que dans le passé. Cette perception s'appelle le PRÉSENT RELATIF; tout à l'heure il s'agissait du PRÉSENT ABSOLU. Le présent, c'est une chose strictement personnelle, ça ne se partage pas.



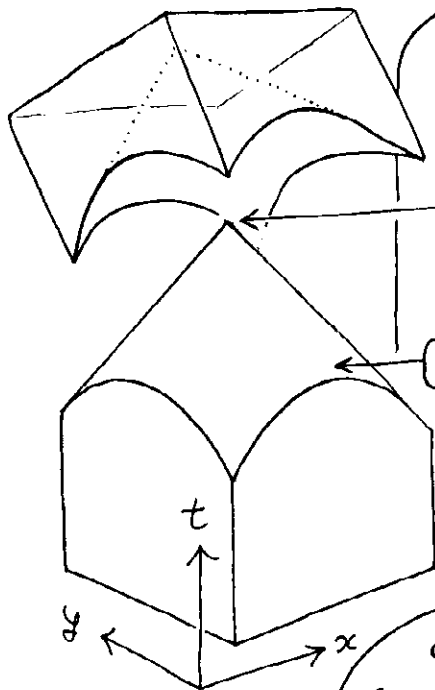
Les vagues se propagent à la surface de l'eau à vitesse constante. Ici, on a représenté une araignée tombée dans l'eau, qui émet des vagues concentriques



Dans l'espace-temps, ce message s'épanouit suivant un cône



C'est exactement pareil pour la lumière, qui se propage à une vitesse constante de 300000 km/s



Inversement, les signaux lumineux reçus à chaque instant par un **OBSERVATEUR** proviennent de points situés sur un **CÔNE** de l'espace-temps: le **CÔNE DE LUMIÈRE**

celui-ci constitue le **PRÉSENT RELATIF** de cet **OBSERVATEUR**

Alors... le ciel est un cône ?

Oui, Anselme, c'est une coupe conique à trois dimensions, effectuée dans notre espace-temps à 4 dimensions.

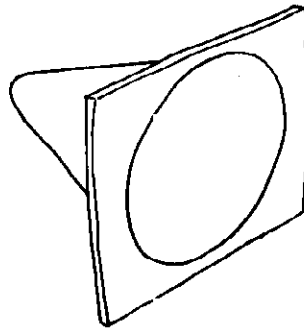
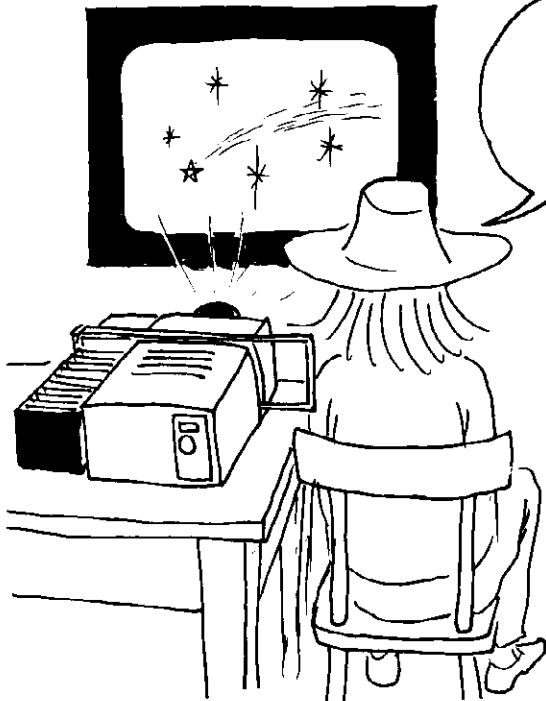


un cône à trois dimensions ?...

Hum....

Concept que le cerveau humain est mal préparé à accueillir. Nous percevons, mais aussi nous PENSONS en trois dimensions, et non 4. Aussi, revenons bien vite à notre image d'un espace-temps à trois dimensions.

C'est chouette d'observer l'espace-temps. Mais, pour bien faire, il faut utiliser des diapositives coniques, brevet Lanturle.



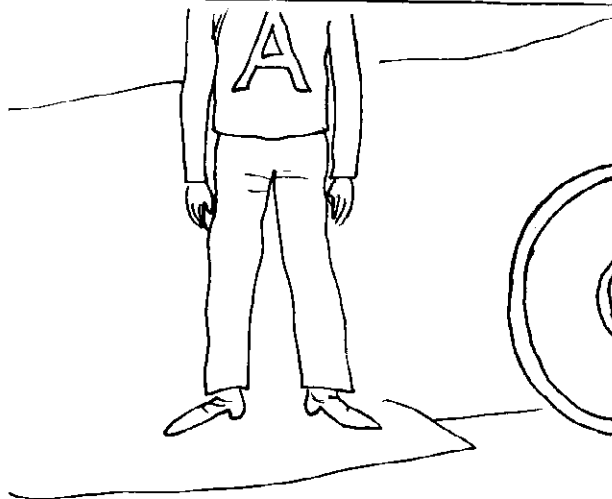
Mais, au fait, qu'est-ce que fabriquent Léon et Max? Cela fait quinze pages qu'ils ont disparu



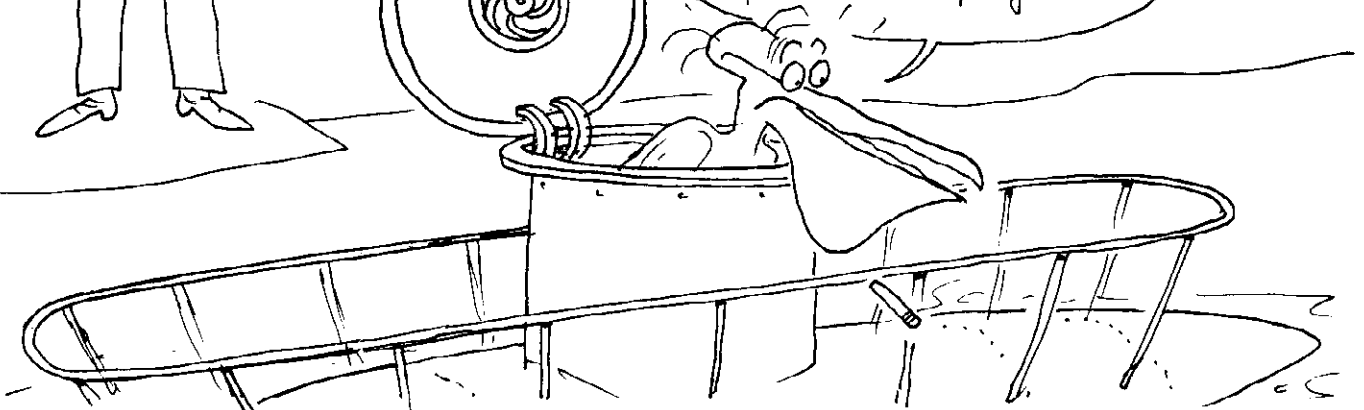
Je les ai vu s'embarquer tout à l'heure dans le sous-marin, pour une plongée d'une minute. Mais cela fait beaucoup plus de temps que ça qu'ils sont parties!



Ah, les voilà qui remontent. Ils en ont mis un temps!



oh, regardez c'est incroyable! nous sommes page 25





Quoi!?!


C'est comme pour le manège, tout à l'heure

Le temps, Anselme, n'est pas une chose ABSOLUE.


Voilà autre chose!?!

La petite a raison, Anselme. Plus on va vite, moins on vieillit


on dit: partir c'est mourir un peu. alors ce serait l'inverse?!?



Attendez, la clepsydre de monsieur Albert, le machin hydraulique, ça donnait VRAIMENT le temps qui s'écoulait dans le sous-marin ?



Pardi ! comme je vous l'ai dit, cette clepsydre est alimentée par un réservoir à pression constante P_R . Elle débite à l'extérieur du sous-marin où règne la pression P_E . Le débit est proportionnel à l'écart de pression ($P_R - P_E$)



Plus le sous-marin va vite et plus il s'enfonce, plus la pression P_E croit, donc moins la clepsydre débite. Ainsi, plus on va vite et moins le temps s'écoule.

Attendez! qu'est-ce que c'est que ces salades?
comment s'écoule le temps quand on est immobile?

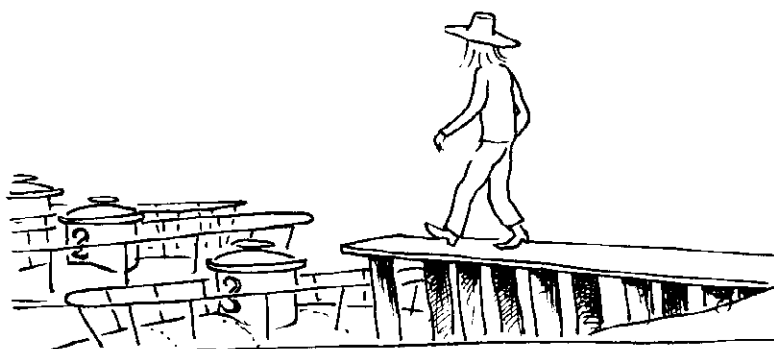


Immobile par rapport à QUOI?!

C'est le débit d'une clepsydre témoin placée dans un sous-marin qui, lui, reste à l'ancre, immobile, donc en surface



je veux tirer tout cela au clair!

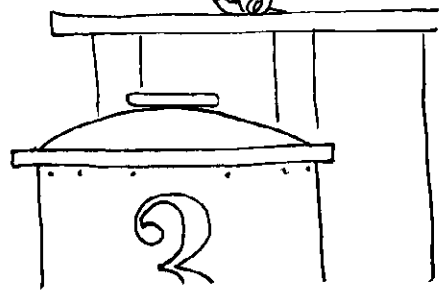


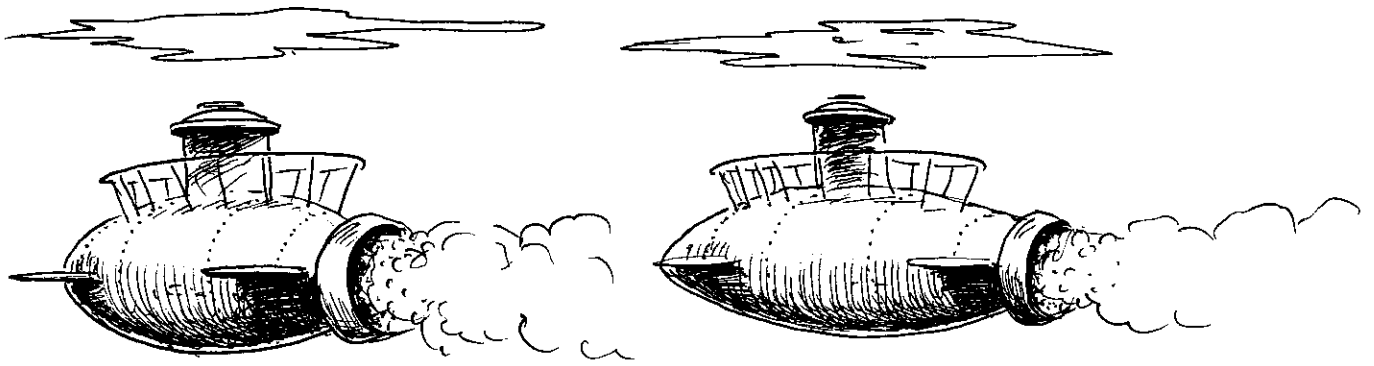
qu'est-ce que c'est qu'être IMMOBILE?



Sophie, tu prends le numéro 2, moi le numéro 1
Le numéro 3 restera à l'appontement, et on naviguera tous les deux à la même vitesse \vec{V}

Et se déplacer alors!?!



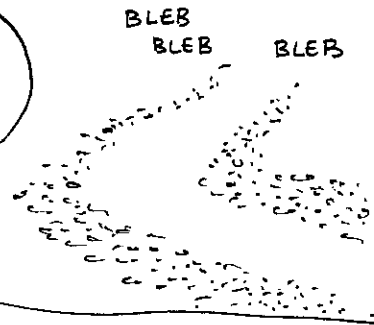


Ils naviguent de conserve: même vitesse V , même direction et même profondeur.

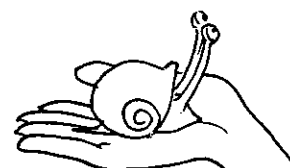
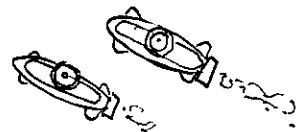


Quand on fait des expériences c'est qu'on est pas vraiment sûr de soi

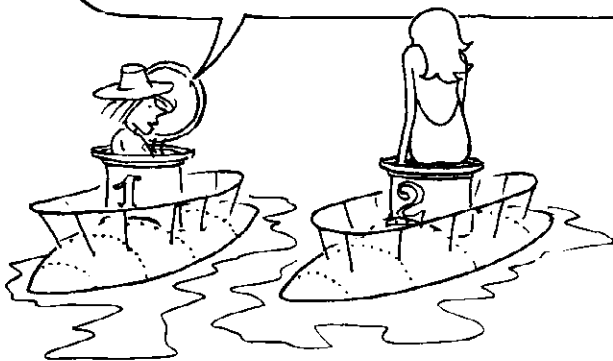
Dites, monsieur Albert, c'est quoi le mouvement?



Bonne question, Tiréxias. Ce qui existe, ce sont les VITESSES RELATIVES des objets les uns par rapport aux autres. Et c'est tout à fait arbitrairement que nous décidons qu'un objet, ou un groupe d'objets: toi, moi, l'appontement, sont au repos, immobiles. Tout mouvement est RELATIF. Ainsi par exemple, en ce moment Sophie et Anselme, qui se déplacent PAR RAPPORT A NOUS sont "IMMOBILES" l'un par rapport à l'autre.



Nous voilà revenus au point de départ, et nos clepsydes ont débité la même quantité d'eau, elles donnent le même temps t' .



Deux systèmes qui sont immobiles l'un par rapport à l'autre sont SYNCHRONES

Il n'en est pas de même pour la clepsyde témoin, celle du numéro 3, qui est restée au repos, immobile, donc en surface. Elle indique un laps de temps plus long t .

Attendez, monsieur Albert, il y a quelque chose qui cloche dans votre affaire

Hum...

Quoi, fils?

De la surface, vous avez pu mesurer notre déplacement D , et notre temps d'immersion t à l'aide de la clepsyde du sous-marin numéro 3. Ce qui vous a donné une vitesse $V = \frac{D}{t}$

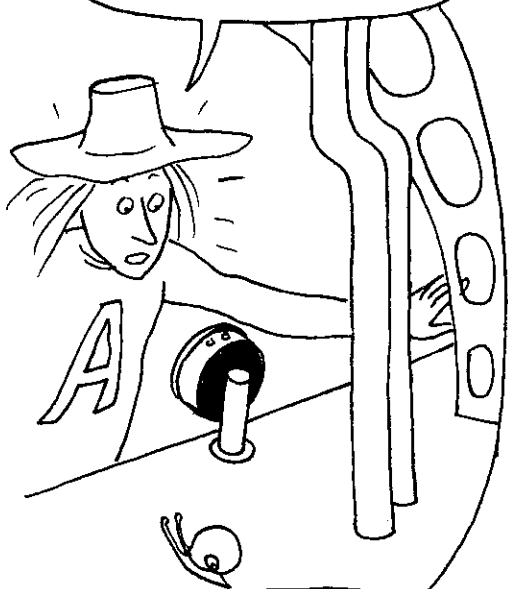
Ce sont des MESURES effectuées par un observateur au repos

Dans les sous-marins 1 et 2, le temps s'est écoulé plus lentement. Si nous avions fait une mesure de vitesse, nous aurions dû trouver une vitesse $V' = \frac{D}{t'}$ plus élevée que $V = \frac{D}{t}$

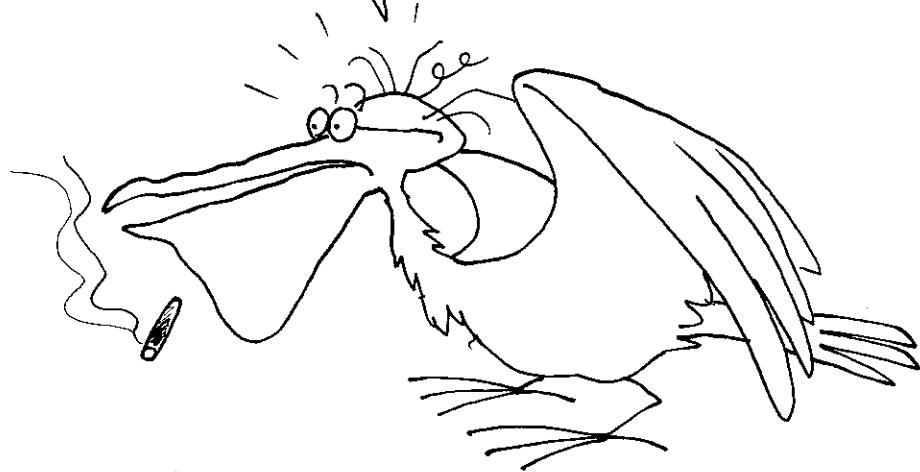


Tu n'as qu'à consulter le LOCH (*) de ton sous-marin. Il te donnera la mesure de la distance D' que tu as parcourue.

ça alors!?!
 $D' < D$



ça vire à l'histoire
de fou !!!



(*) Le LOCH est un instrument de navigation qui fournit la distance que l'on a parcourue.

LA CONTRACTION DES LONGUEURS



$\frac{D}{t} = \frac{D'}{t'}$ je retrouve
la même vitesse V !

Mais!... ça veut dire
que l'espace s'est
contracté comme un
accordéon, non !?!

Temps, longueurs
ne sont plus qu'APPARENCES.
Pas plus que de TEMPS ABSOLU
il n'y a d'ESPACE ABSOLU

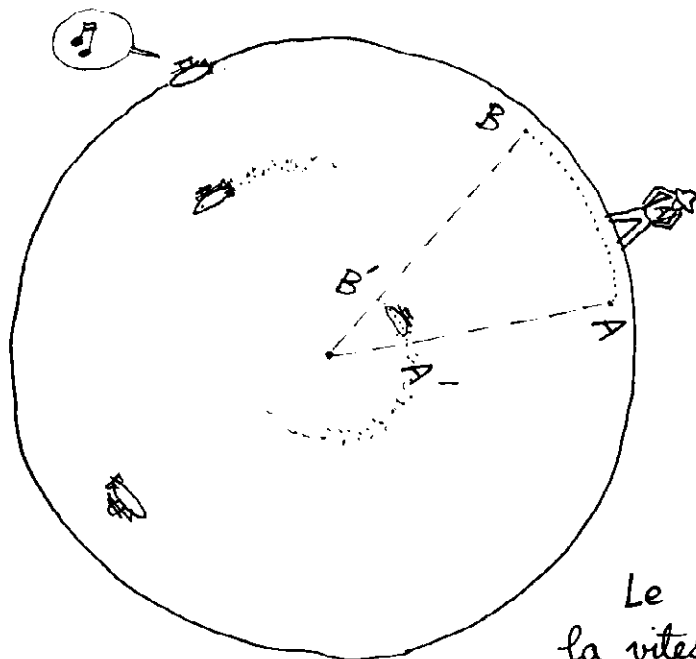
l'angoisse...



mais revenons au COSMIC PARK
et à son océan, le CHRONOS,
qui ne sont bien entendu que
des MODÈLES, destinés à faire
comprendre l'étrange structure
de notre espace-temps



Pour donner une idée de cette contraction des longueurs, ou CONTRACTION DE LORENTZ, le Cosmic Park doit être une sorte de sphère liquide



Le sous-marin d'Anselme, animé de la vitesse V , navigue en plongée et parcourt l'arc $\widehat{A'B'} = D'$ en un TEMPS PROPRE, mesuré à bord, égal à t' .

Pour un observateur resté à la surface, ce déplacement est perçu comme l'arc $\widehat{AB} = D$, pendant un temps t .

Et on a :

$$\frac{D'}{t'} = \frac{D}{t} = V$$

C'est drôle, suivant ce modèle, le déplacement est ANGULAIRE et c'est la PERCEPTION qui transforme cela en DISTANCE.



Mais pourquoi avoir imaginé quelque chose d'aussi compliqué ? ces temps qui dérapent, ces distances qui raccourcissent !!!

C'est à cause de la vitesse de la lumière, fils. Tu verras plus loin.

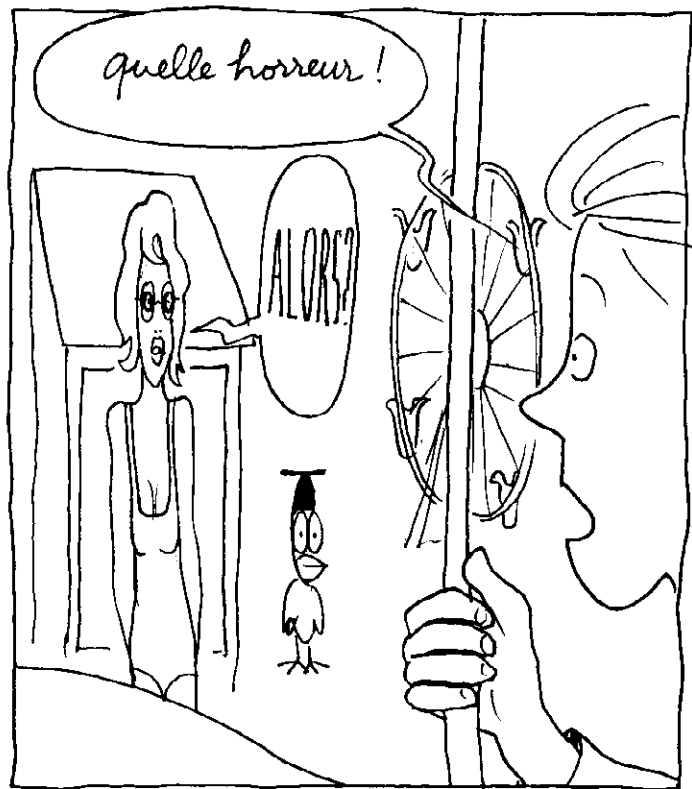
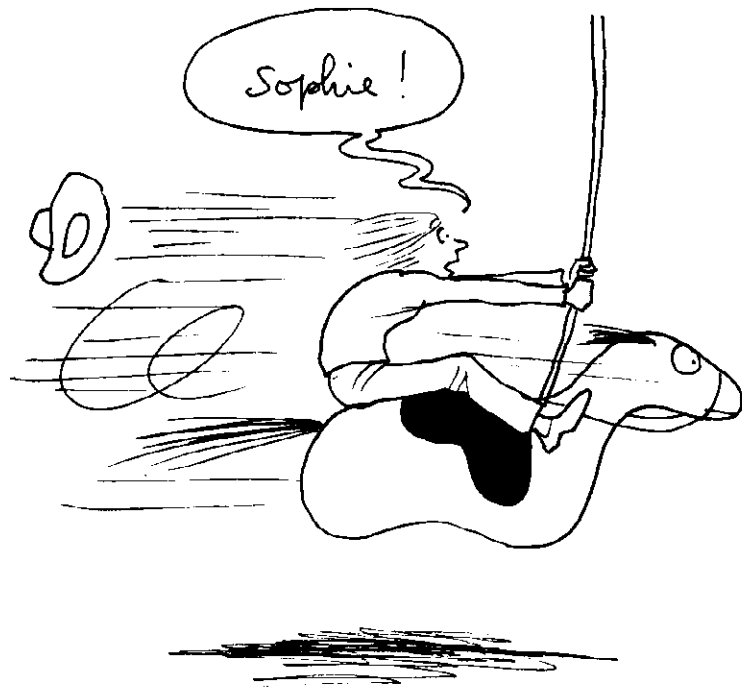
Je suppose qu'alors tout deviendra ... lumineux ?

Bon, tout ça c'est très joli, ces histoires de goutte d'eau, de sous-marin, de contraction des longueurs. Mais, physiquement, ça se traduit par quoi ?

Remonte sur le manège, savanturier de mon cœur !

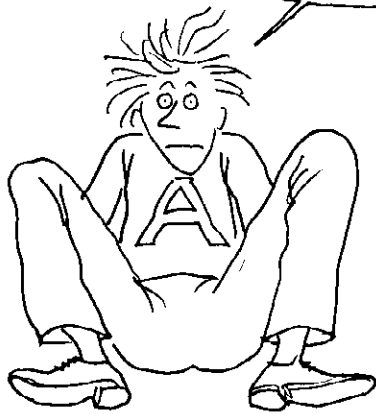
Je suis prêt...

TU VAS VOIR CE QUE TU VAS VOIR

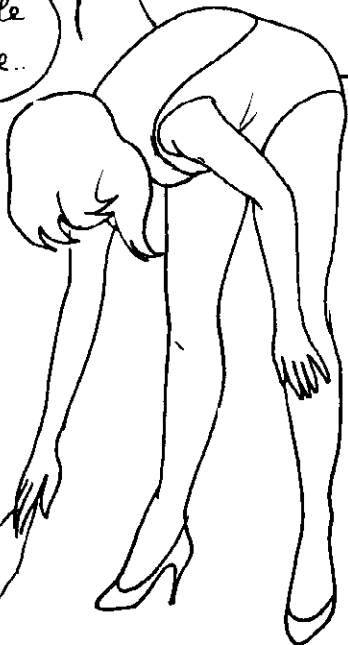


mon chéri,
allons, remets-toi,
c'est fini...

c'est terrible
la physique...

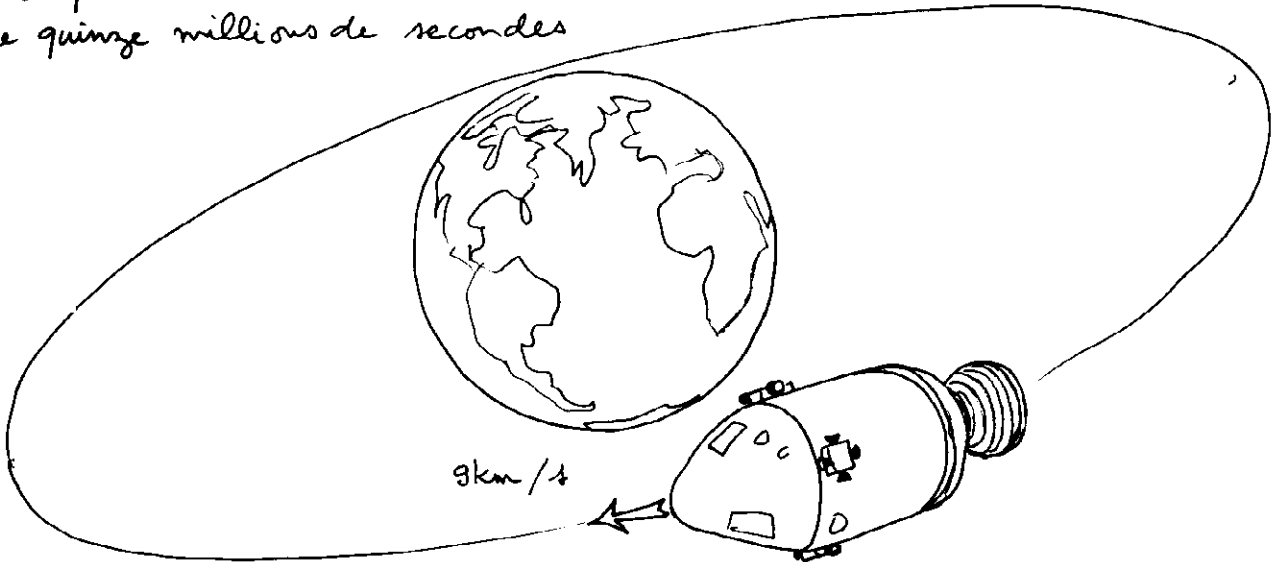


Heureusement pour nous, ces
phénomènes n'apparaissent que lorsque
la vitesse s'approche sensiblement
de la vitesse de la lumière
qui est de 300 000 km/s

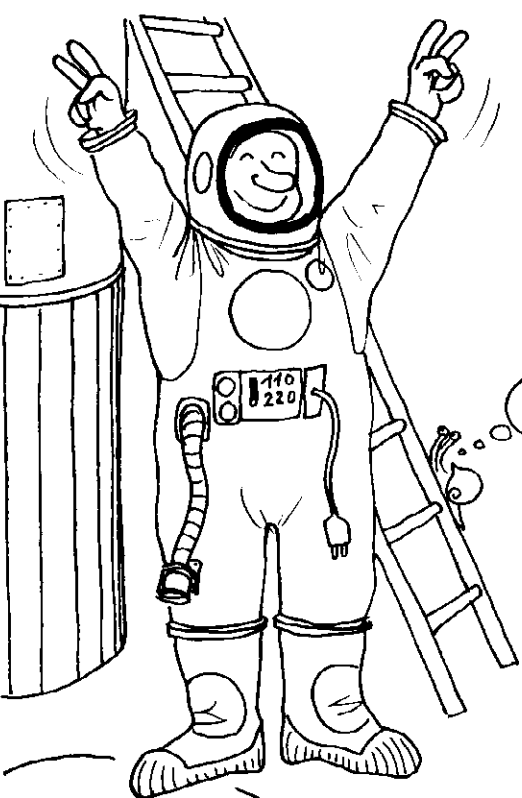


si celle-ci était de quelques mètres
par seconde, la vie serait absolument
impossible... Hi..hi..hi!..

Lorsque les cosmonautes restent 6 mois sur orbite, c'est à dire plus de quinze millions de secondes



leur vieillissement est ralenti de 1,4 centième de seconde.



quand ils reviennent, c'est pas écrit sur leur figure

L'aventure...



Hum...

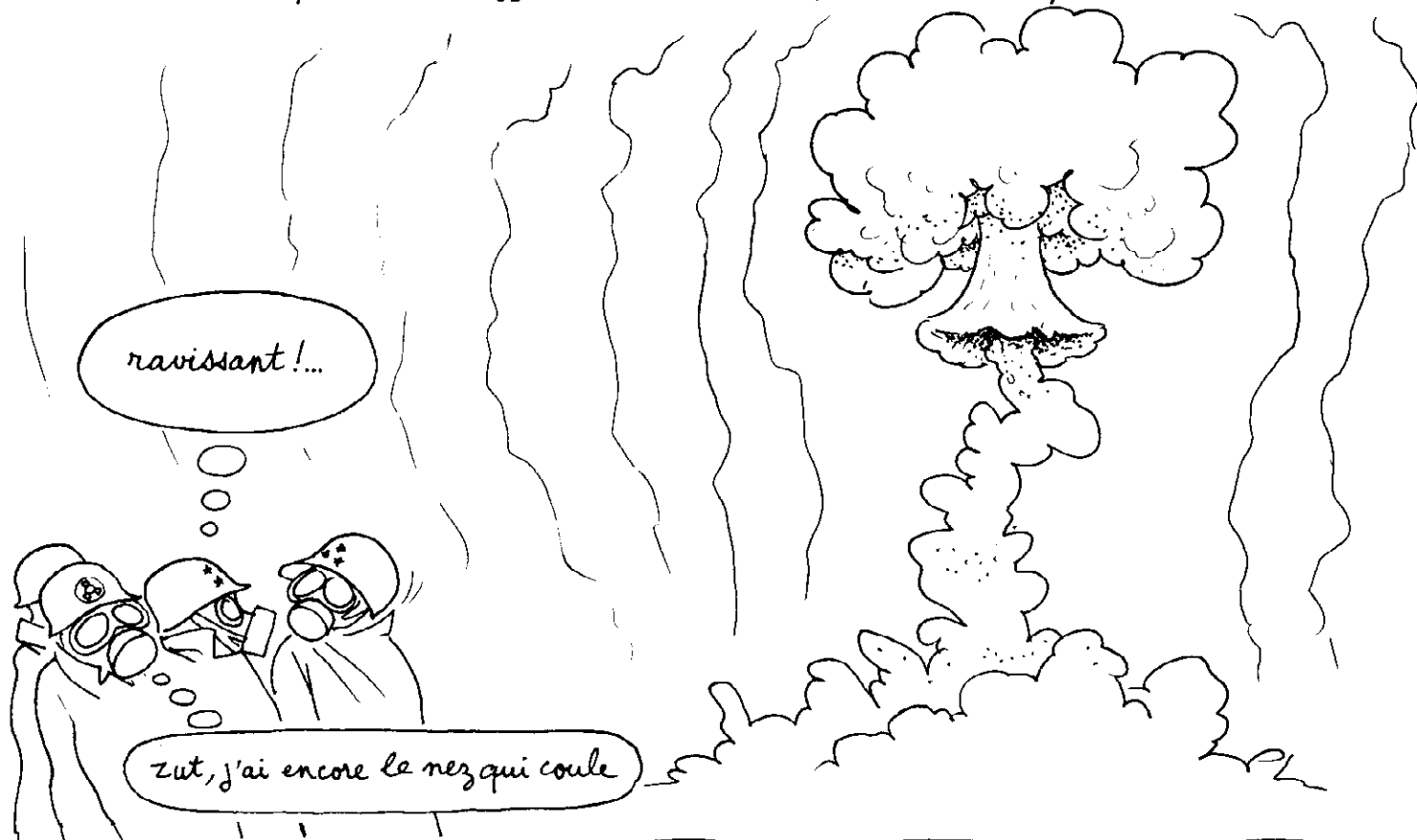


Le monde de la relativité nous semble bien loin de notre vie de tous les jours

Pour l'instant il n'intéresse que les spécialistes de la physique des hautes énergies (*)



Ou certaines personnes affectionnant les expériences en plein air



(*) Aussi appelée **PLOUTOPHYSIQUE** parce que c'est une physique chère...

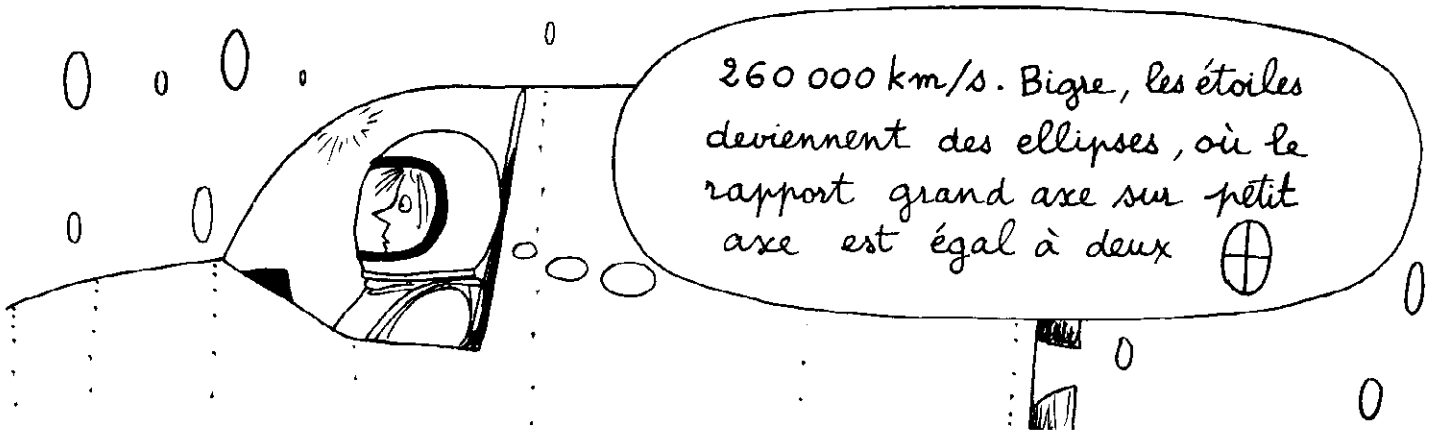
quand j'accrois ma vitesse, est-ce que
l'Univers rétrécit vraiment?!?

sottises!...

BANZAI!

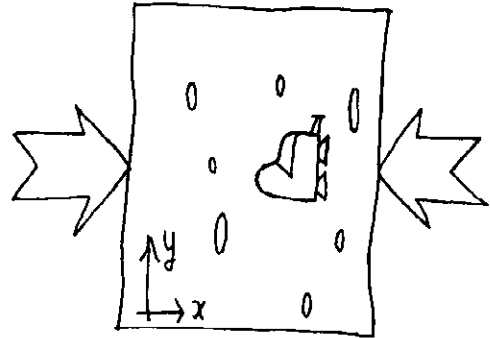
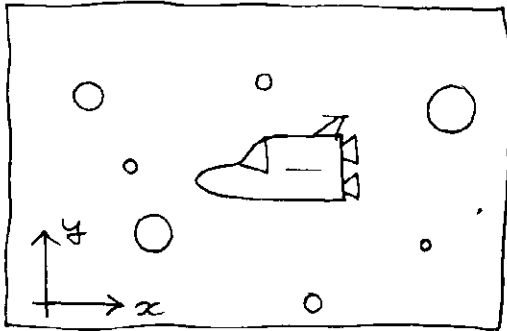
ça consomme
beaucoup?

Dix mille kilomètres
par seconde. Tout
à l'air normal
j'accélère!....

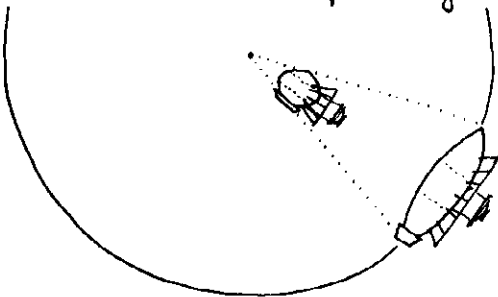


Note de service :

En fait Lanturlu ne pourrait pas observer cette CONTRACTION DE LORENTZ, pour la bonne raison que TOUT SE CONTRACTE : l'Univers, Anselme et son vaisseau !



De même : les passagers du sous-marin du Cosmic Park ne perçoivent pas son raccourcissement.



La Direction

Ainsi si j'accélère, moi, Tirésias, je tasse tout l'univers en accordéon dans la direction de mon déplacement.



quel pouvoir !

C'est absurde! un escargot ne peut pas contracter l'Univers!



mi!



Il ne s'agit pas de contracter l'Univers, ou de freiner l'écoulement du temps. Distances et temps ne sont que des apparences. Tout est illusion rien n'est absolu. C'est le monde de la **RELATIVITÉ**

Mais, l'Univers, ça ressemble à QUOI?

Tout dépend de la vitesse de celui qui l'observe

Vitesse par rapport à QUOI?

L'idée essentielle est que deux personnes allant à la même vitesse V dans la même direction, voient et vivent l'Univers de la même manière.

Mais revenons au modèle du Cosmic Park. Tu vas voir que pour certains êtres, l'Univers peut prendre une allure singulière.

QUAND LE TEMPS SUSPEND SON VOL

OU LES
ÉTATS D'ÂME
DU PHOTON



Il doit bien exister une vitesse
qui mène le sous-marin à une profondeur
où la pression extérieure est égale
à la pression dans le réservoir ?

que se passe-t-il
alors ?!!??...

Logiquement, le temps
doit s'arrêter !?!



On est en
plein MATHOS

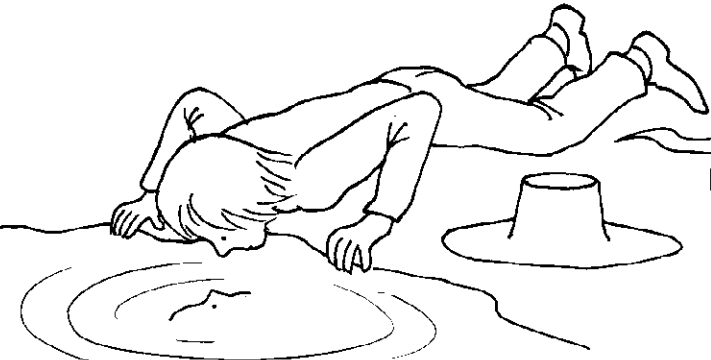
Mais dans le Comic Parlé de monsieur Albert,
ceci se produira lorsque l'on sera au centre
de la planète goutte d'eau.



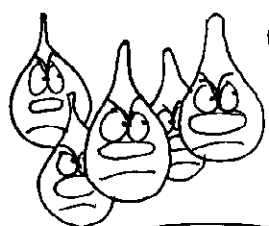
Profondeur que l'on atteindra
lorsque la vitesse sera égale
à 300 000 km par seconde

Et c'est le fond des
choses. On ne peut pas
aller plus profond





Mais qui vit au fond de ce Chronos, au centre des choses, là où règne ce zéro absolu du temps?...




Le temps, c'est l'affaire des autres

les PHOTONS

qui sont les petits grains constituant la lumière


Pour nous c'est pas une vie!



Mais enfin, ces photons, je peux mesurer leur vitesse. Ils se déplacent sur une distance D , pendant un temps t , et leur vitesse est $D/t = 300\,000\text{ km/s}$!

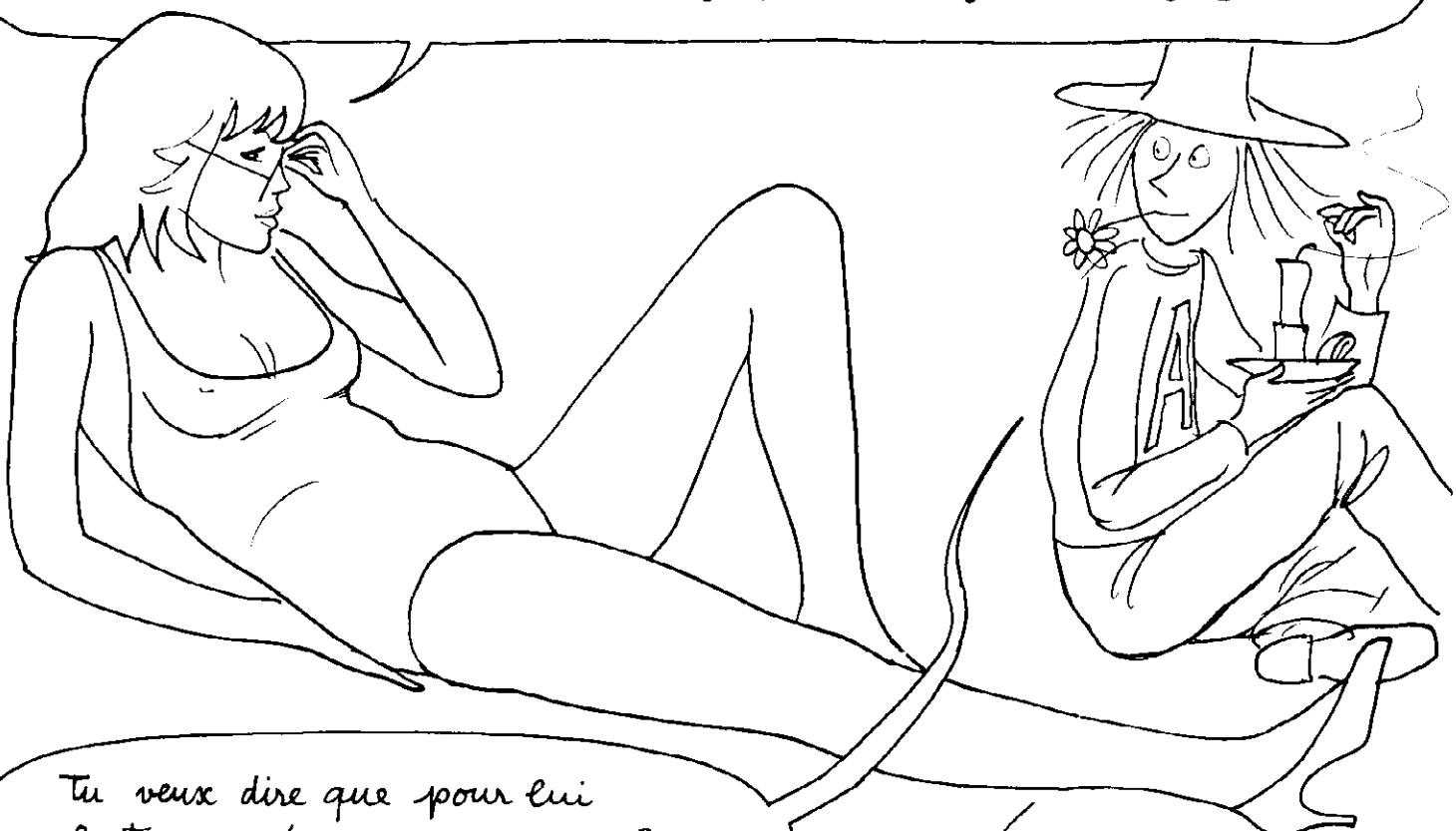
Ils naissent, ils meurent, sapristi!

BLEB
BLEB



Mais, Anselme, tu sais bien que le temps, ça se conjugue au pluriel

C'est TA façon à toi de vivre le temps. Pour le photon, tout cela est bien différent. Dans son système à lui, la naissance et la mort sont deux événements collés l'un contre l'autre.

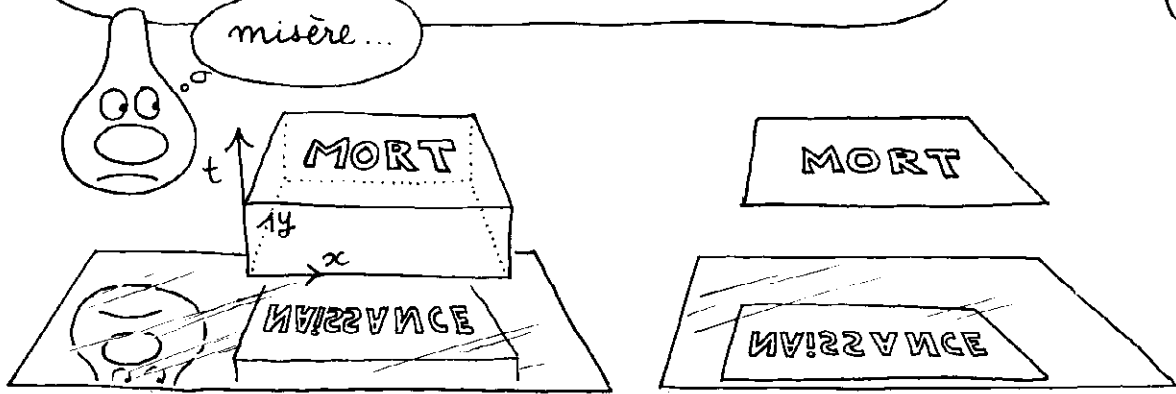


Tu veux dire que pour lui le temps n'a pas de SENS?

Le TEMPS PROPRE du photon se résume à un présent infiniment mince, coincé entre l'instant de sa naissance et l'instant de sa mort. Prends un espace-temps à 3 dimensions (x, y, t) . Si tu l'écrases dans la direction du temps il reste une surface possédant un recto et un verso. C'est cette distinction entre le recto et le verso qui oriente le temps du photon.



misère...



Tu vois, Anselme, tout est relatif. A voir certains êtres courir, on pourrait croire qu'ils vivent. Et en fait ils ne vivent pas!

Moi j'aimerais bien qu'on me dise un jour pourquoi le temps va du passé vers le futur, et non l'inverse!

BLEB
BLEB

Est-ce si important?
Dans le train du temps, nous sommes toujours assis dans le sens de la marche

Je me suis laissé dire que si on inversait d'un coup le sens du temps, personne ne s'en apercevrait!

Dites, vous êtes devenus fous, ou quoi?

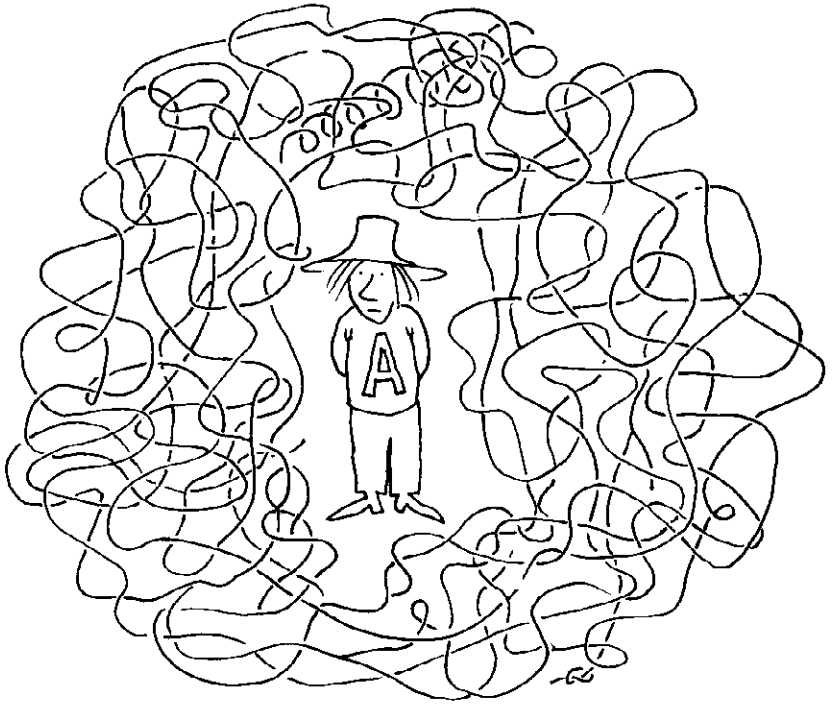
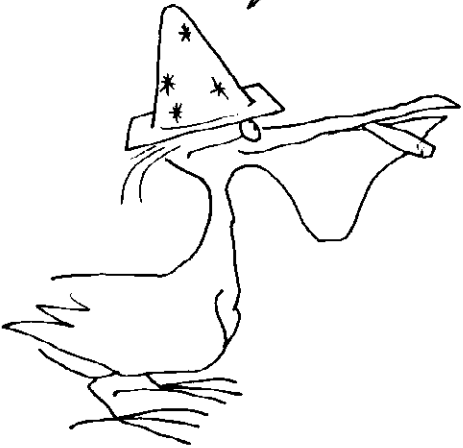



Ben, moi, j'aimerais bien, ne serait-ce qu'un instant, être à la place d'un photon, pour savoir l'idée qu'il peut se faire de l'univers



Il n'est pas possible de dessiner un espace-temps à quatre dimensions. Mais on peut, dans un espace à trois dimensions, figurer les trajectoires entremêlées de tous les objets de l'univers, de toutes les particules, telles que pourrait les percevoir, pendant la durée de sa vie, un observateur supposé (arbitrairement) immobile :

Une espèce de photo en pose, à trois dimensions....

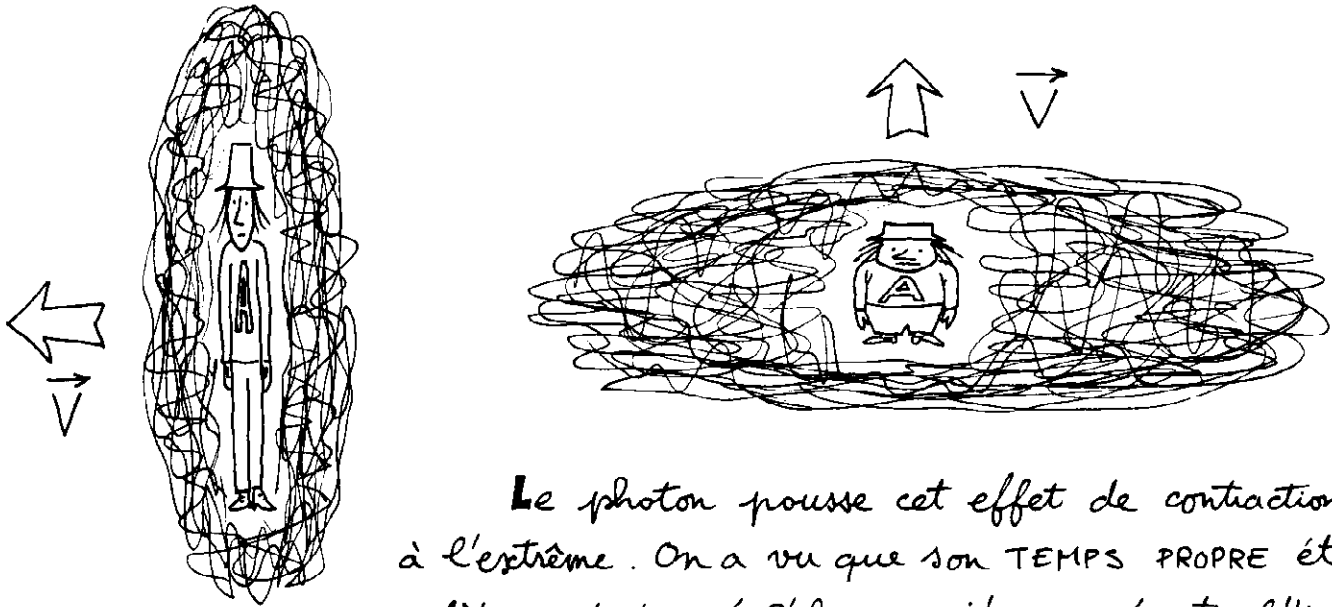


Un vrai sac de nouilles! 

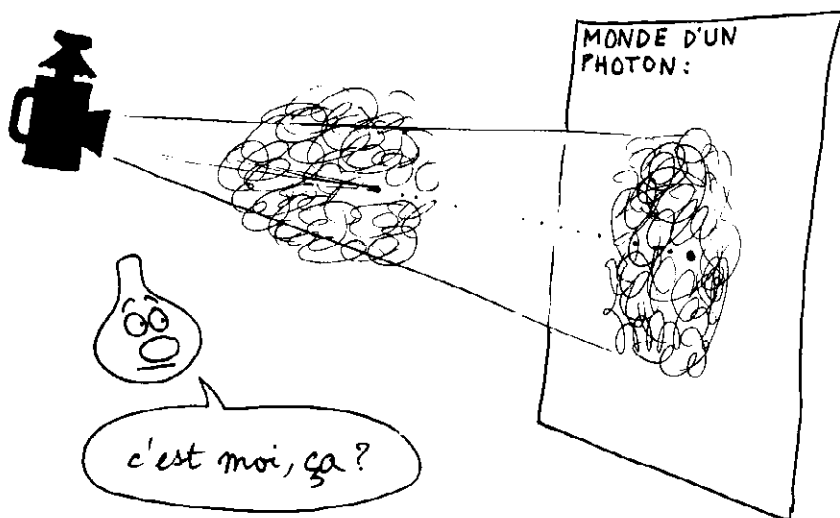


On obtiendrait un machin évoquant un tampon JEX ou une paille de fer

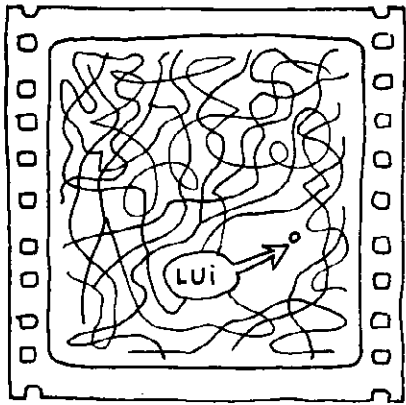
Du point de vue des LONGUEURS, cet Univers est élastique : Si un autre observateur se déplace à une vitesse \vec{V} dans une direction quelconque, tout se passe comme s'il y avait un tassement de l'Univers (et de l'observateur) selon cette direction.



Le photon pousse cet effet de contraction à l'extrême. On a vu que son TEMPS PROPRE était complètement écrasé. S'il pouvait se représenter l'Univers, ce serait complètement aplati selon sa direction de propagation. Ainsi le monde du photon est BIDIMENSIONNEL. Et lui-même se situerait dans ce monde étrange comme un petit confetti, plat :

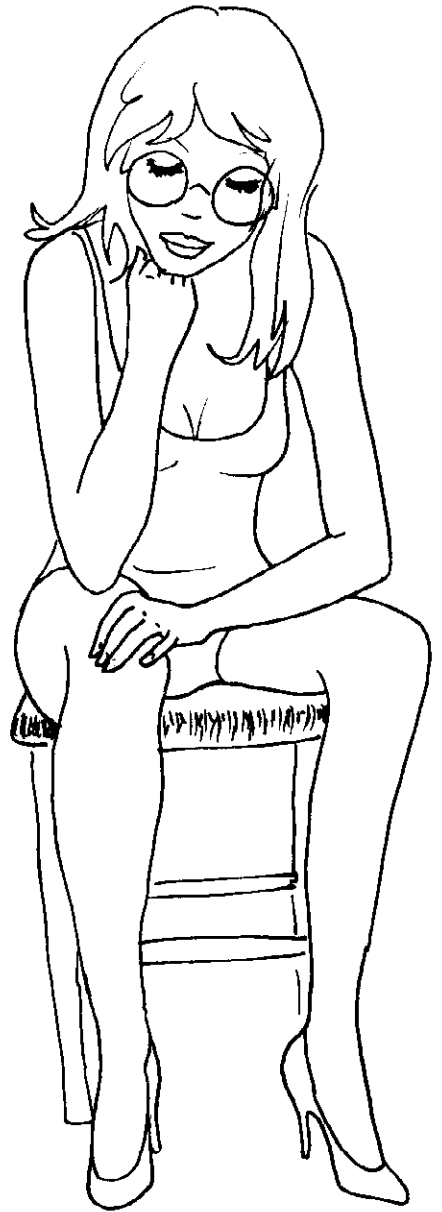


C'est un peu ce que l'on obtiendrait en projetant sur un écran l'image du tampon TEX (observateur immobile) à l'aide d'une lampe dont l'axe serait orienté suivant la direction de propagation du photon.

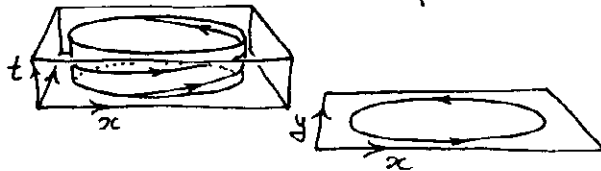
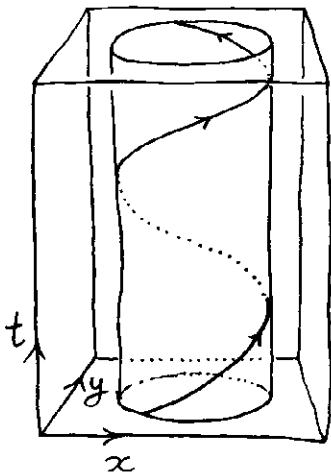


Pour comprendre le monde du photon il faudrait prendre un film en braquant la caméra dans la direction de son mouvement et en superposant toutes les images du film.

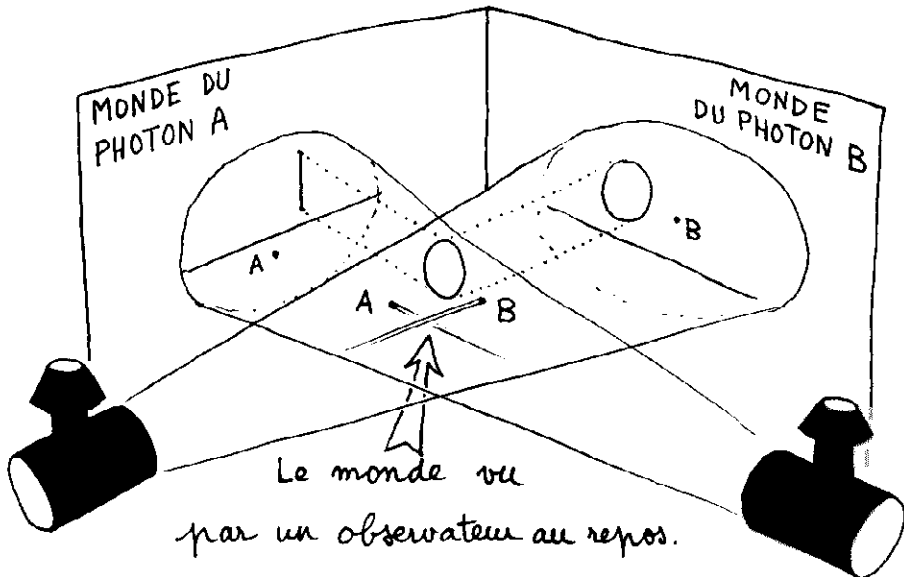
En première exclusivité :
Le monde d'un photon.



Comme ceci




Ecrasée selon l'axe du temps, la trajectoire de l'araignée redeviendrait un cercle !

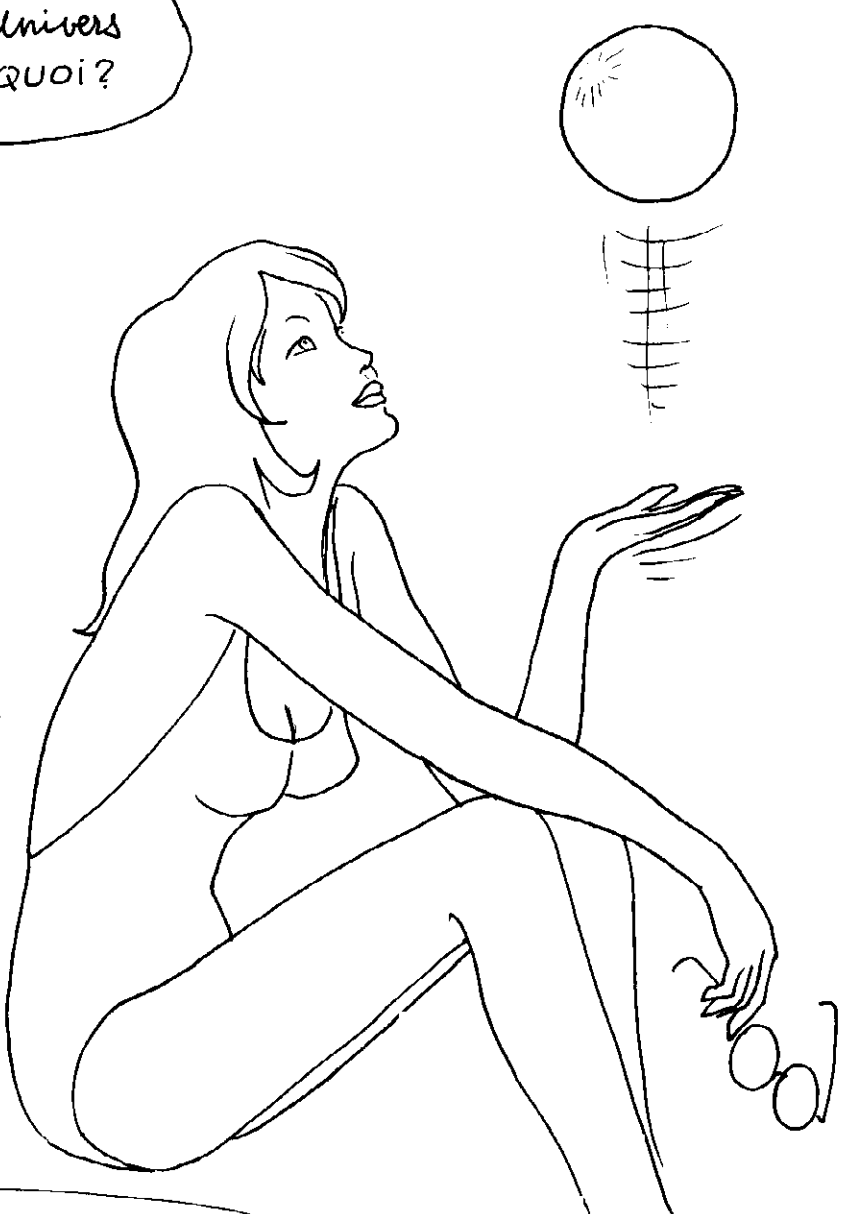


Deux photons ayant des directions de propagation différentes auraient des "conceptions du monde" différentes






Mais l'Univers
c'est QUOI?




c'est tout et rien
à la fois. Il y a
mille et une façons
différentes de le voir,
de le vivre.



les x , les y , les t , c'est
de la blague, tout ça!

Bah, dans la vie de
tous les jours, ça rend
des services...

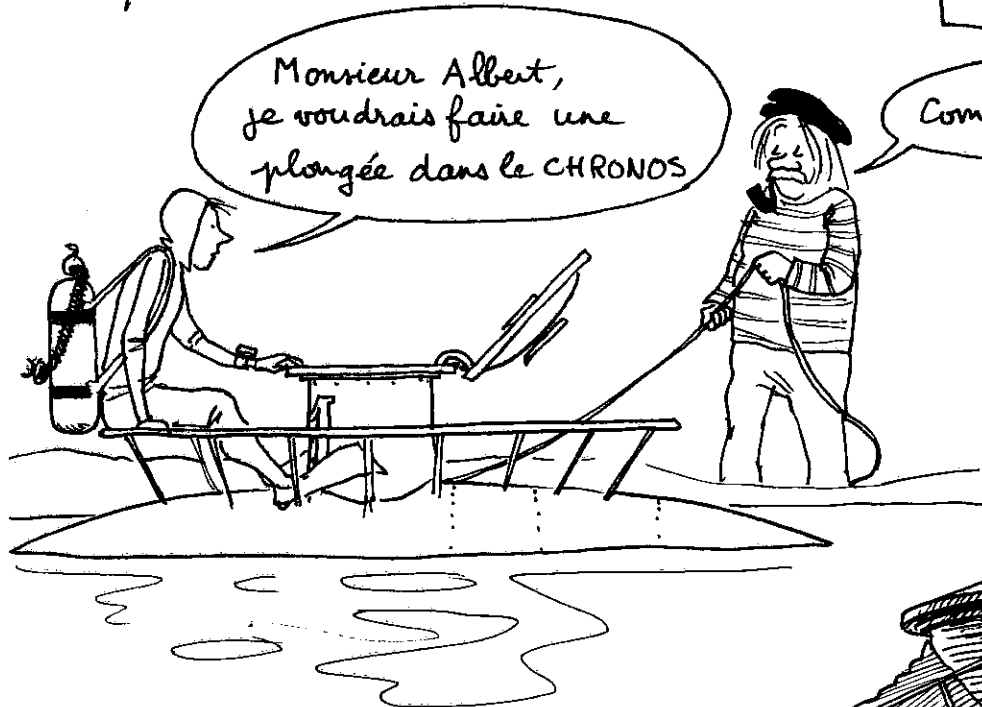


Impulsif,
ce jeune!

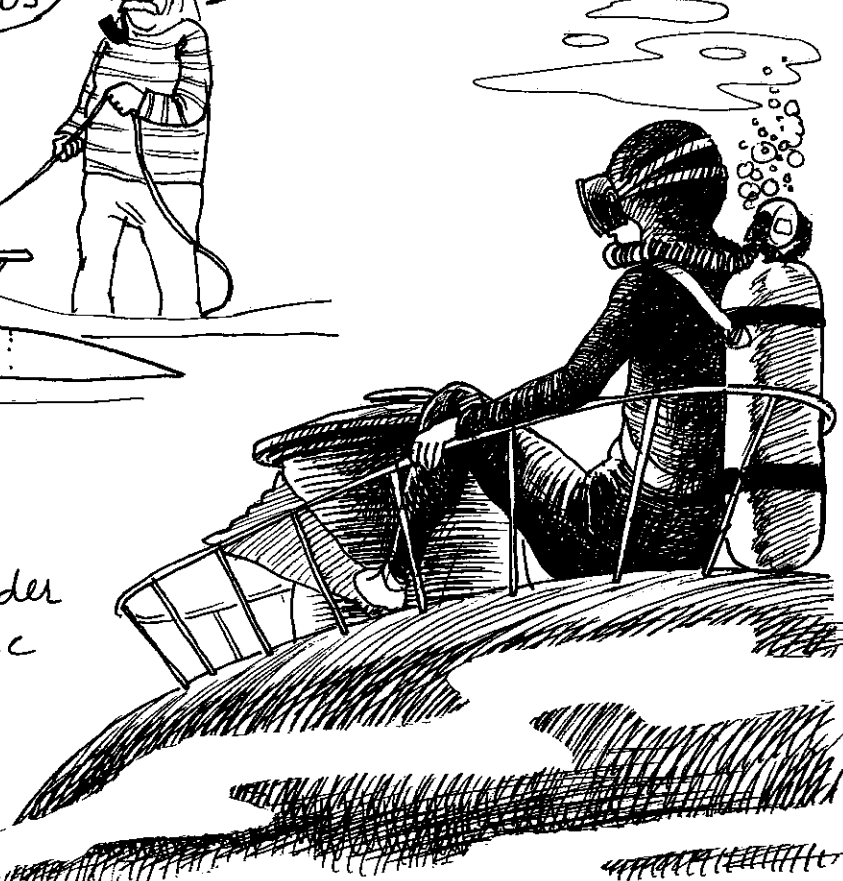
INVARIANCE DE LA VITESSE DE LA LUMIERE VARIATION DE LA MASSE



Sois prudent, chéri.



Comme tu voudras, Petit



Bien décidé à aller regarder les photons dans le blanc des yeux, Lanturlu s'est solidement attaché au pont du sous-marin de monsieur Albert.



les photons !
je les vois

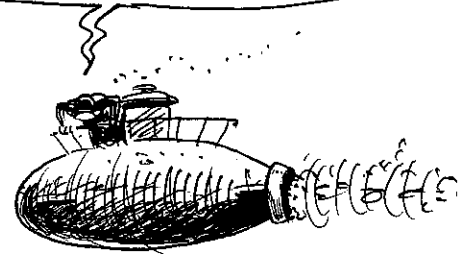
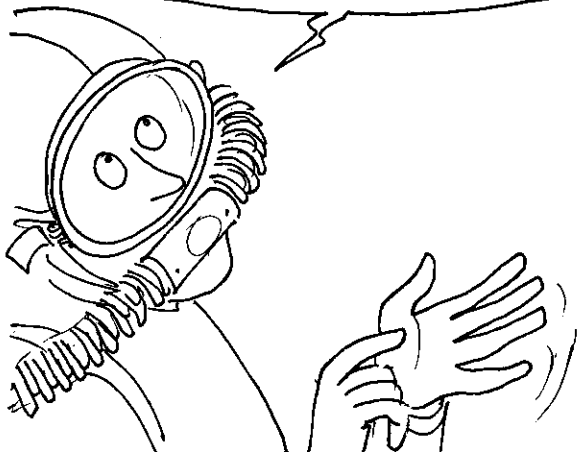
Comme le CHRONOS
est profond!

Mon profondimètre
indique une vitesse V_1

Ce photon parcourt une distance
 D_1 en un temps t_1

Je divise D_1 par t_1
j'obtiens $300\,000\text{ km/s}$

accélérez, Monsieur
Albert, accélérez !...



Ah, me voilà à une vitesse V_2 , supérieure à V_1 , je refais une mesure.

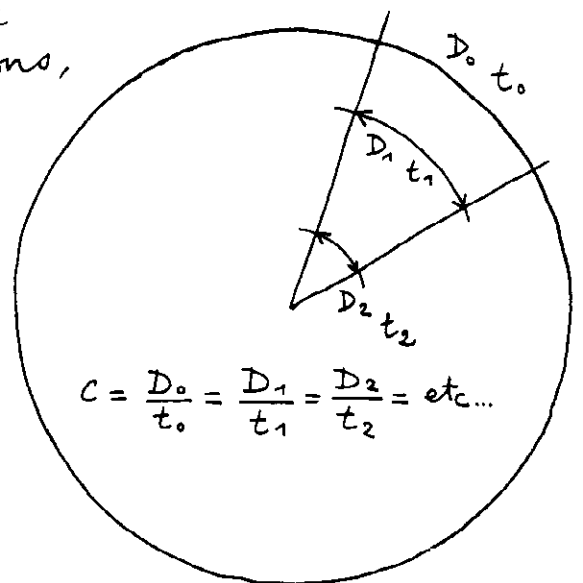
ce photon parcourt D_2 en un temps t_2

Sa vitesse est $D_2/t_2 = 300\ 000\ \text{km/s}$

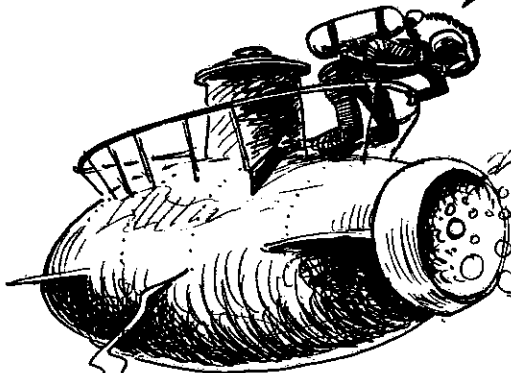
Etrange. Je trouve pareil!

Tous les observateurs, quelle que soit leur vitesse, mesurent la même vitesse c pour les photons, ces grains constituant la lumière. Ils jouissent vraiment d'une situation particulière dans le Cosmic Park. Tout se passe comme s'ils se comportaient comme des petits phares dont le "rayon" tournerait à vitesse angulaire constante, projetant ainsi leur image sur toutes les sphères concentriques constituant le CHRONOS. Par le double jeu de la variation de la distance et du temps propre, les observateurs obtiennent invariablement $c = \frac{D}{t} = 300\ 000\ \text{km/s}$

Cette constance absolue de la vitesse de la lumière, de la vitesse des photons, a été pour la première fois mise en évidence expérimentalement en 1881 par Michelson et Morley. Trente-quatre ans plus tard, en 1915 EINSTEIN jeta aux orties le modèle classique de l'espace-temps, incapable de rendre compte de cette invariance, et se mit à bâtir un nouvel espace-temps, dont le Cosmic Park donne une idée: l'espace-temps de la RELATIVITÉ.



Nous les rattrapons !
accélérez, monsieur Albert
accélérez encore !



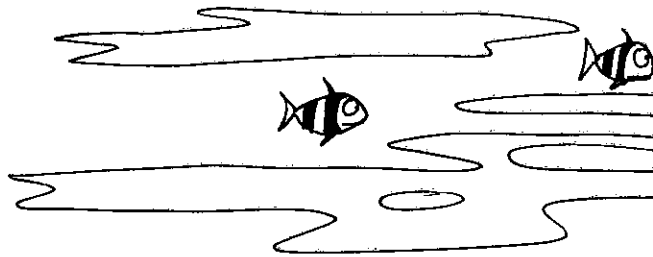
BLEB

BLEB

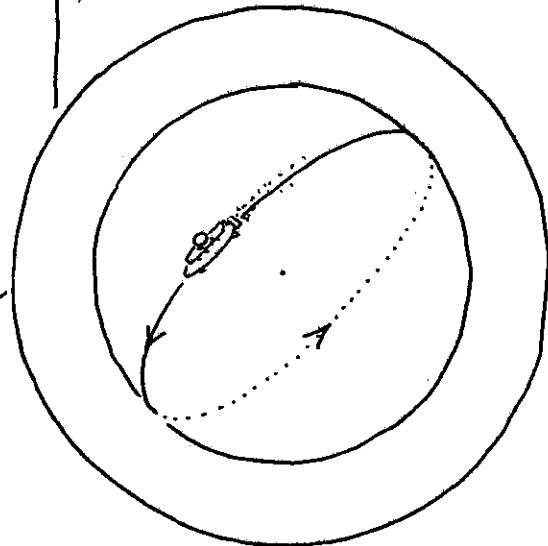
BLEB

Impossible, fils

Pourquoi?!?

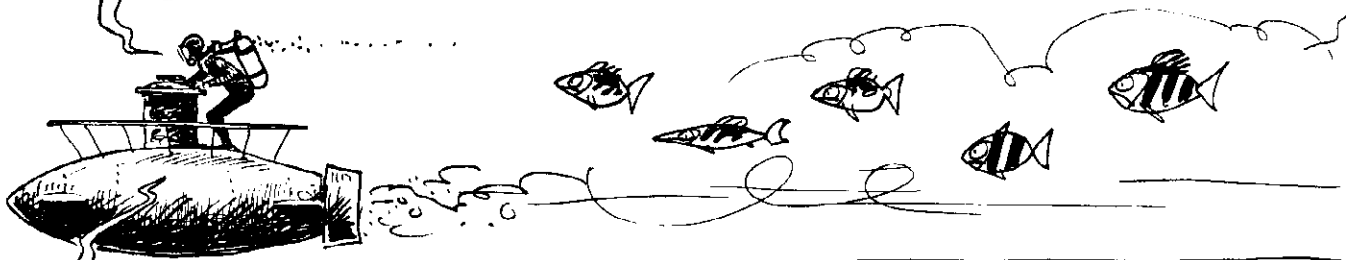


Mon sous-marin se propulse par réaction.
Le CHRONOS n'oppose aucune résistance à
son avancement. Je dois simplement vaincre
l'INERTIE. Quand j'ai atteint une vitesse V
et que je coupe le moteur, le sous-marin
suit un GRAND CERCLE de la sphère, qui
correspond à cette profondeur (*)



(*) c'est à dire une GÉODÉSIQUE de cette sphère.
Voir LE GÉOMÉTRICON,

Où est le problème ? Remettez le moteur en marche et continuez à accélérer, comme cela nous nous rapprocherons encore plus de ces fichus photons.



Hélas, plus nous allons profond et plus le CHRONOS devient dense. A mesure que l'on descend, il envahit nos ballasts et nous nous alourdissons terriblement. Notre masse croît.

Note de Service :

Nous voudrions dissiper une idée fautive : on dit que marcher fait maigrir. En fait, c'est l'inverse ! Le simple fait de quitter l'état de repos (masse m_0) accroît la masse dans le rapport $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$. Bien sûr, dès qu'on s'arrête

on retrouve la masse initiale m_0 .

La Direction

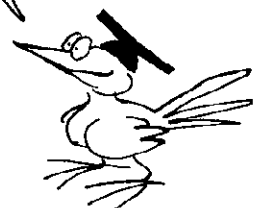


Mais... c'est insensé !
On y est presque....
Nous sommes à 0,995c
et j'ai l'impression que
je pourrais les toucher

Notre masse est déjà
dix fois plus élevée.
Nous n'accélérons
presque plus !



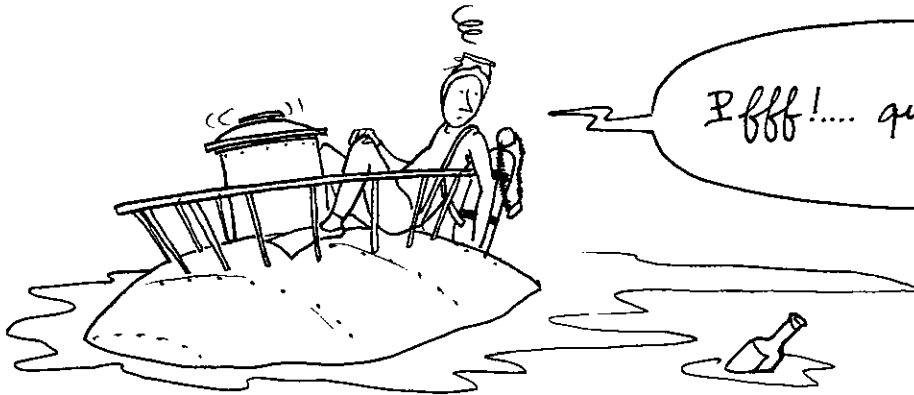
Pour $v = 0,99999c$
la masse serait 224 fois
plus élevée. Et ainsi
de suite...



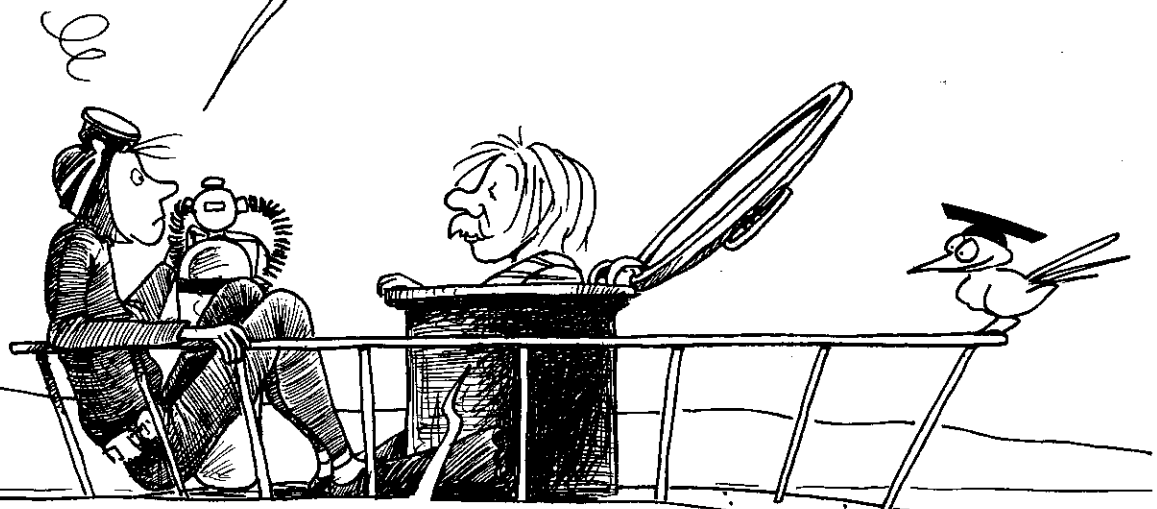
Inutile d'insister. Nous consommerions une énergie infinie à vouloir rattraper ces photons. Je ralentis, attention !...



Pfff!.... quelle aventure



Si je comprends bien, plus on communique de l'énergie à un corps et plus on accroît sa masse.



C'est normal puisque l'énergie et la masse, c'est la même chose : $E = m$



Enfin, à une constante près...
... qui est le carré de c . Dans ce cas
on écrira: $E = mc^2$

Hmmm... simple question d'unités.
Si notre unité de longueur valait
trois cents millions de mètres, ça

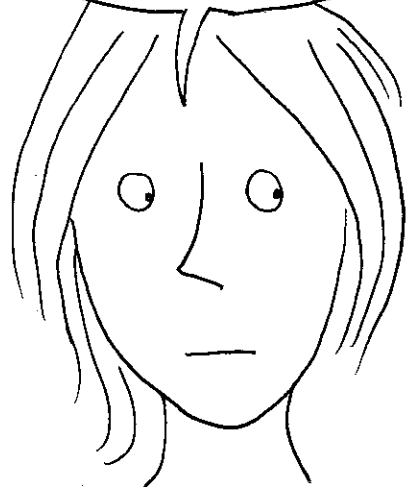
$$s'écrirait: E = m$$

Mais, d'où vient cette valeur de trois
cents millions de mètres par seconde?

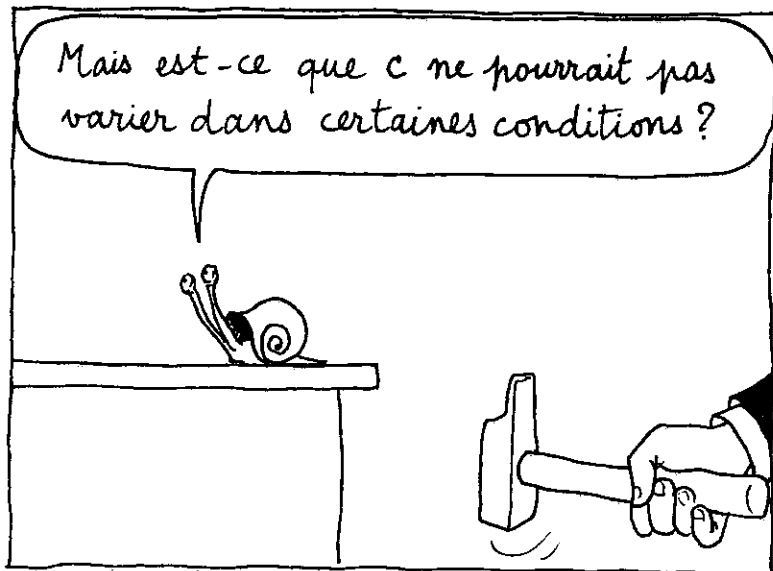


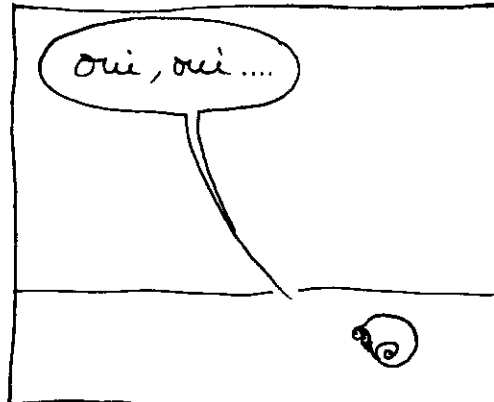
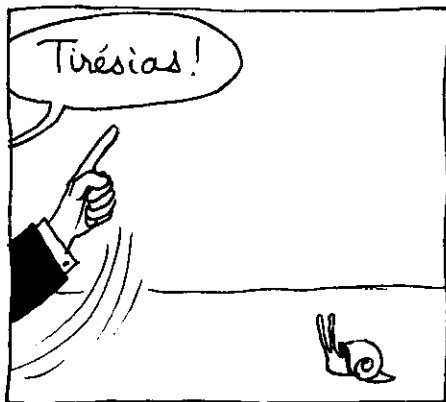
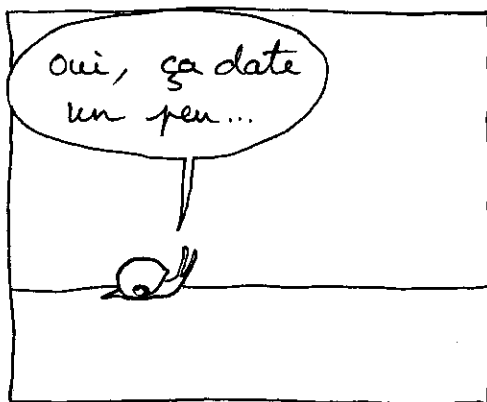
A ta place, j'inverserais la question:
d'où vient le mètre par seconde?

Je... euh... oui?

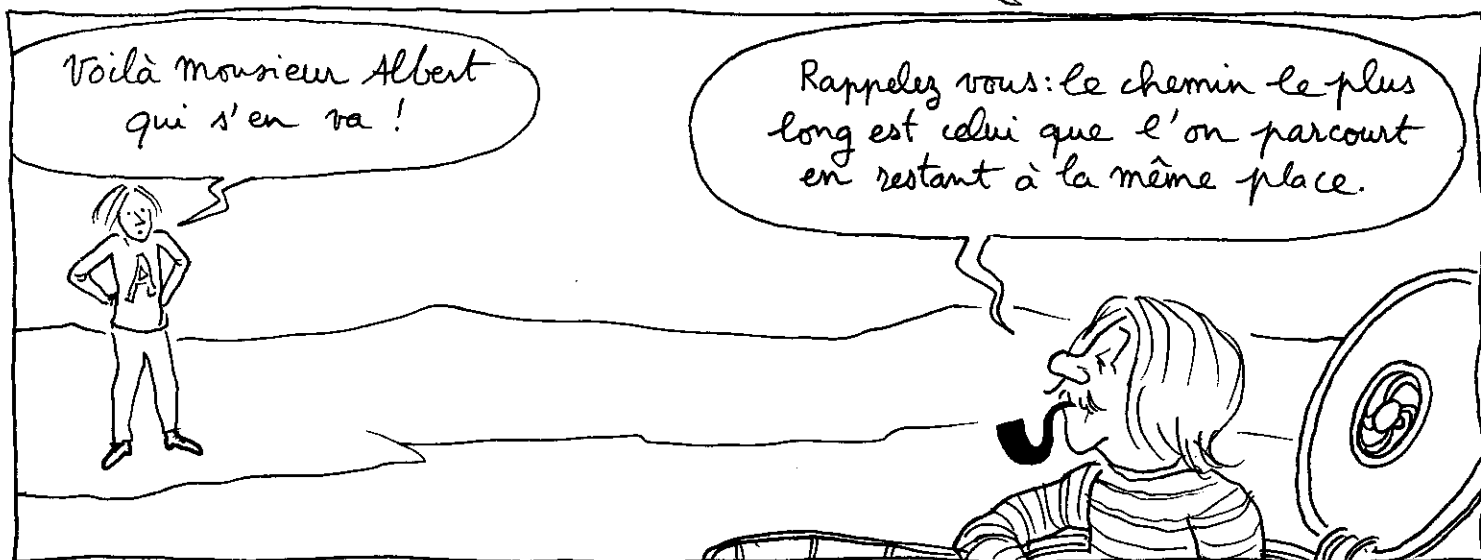
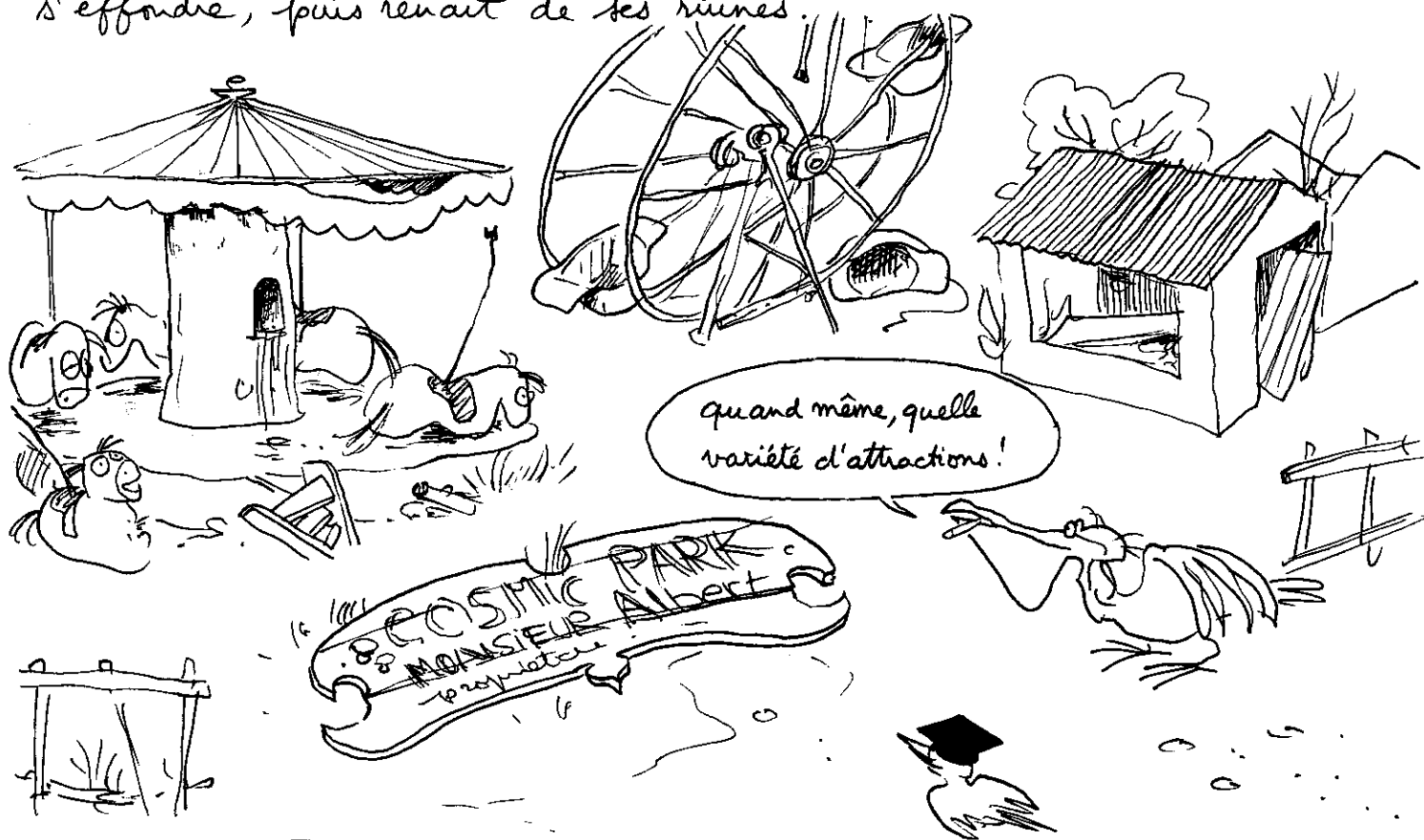


c est l'unité de vitesse par excellence,
l'étalon cosmique, universel. Et le mètre
par seconde n'est qu'un minable sous-multiple.

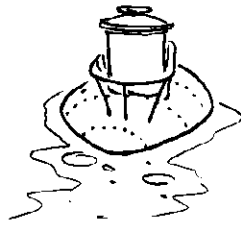




L'Epistémœdre est l'édifice de la science. Sans cesse il se fissure, s'effondre, puis renaît de ses ruines.



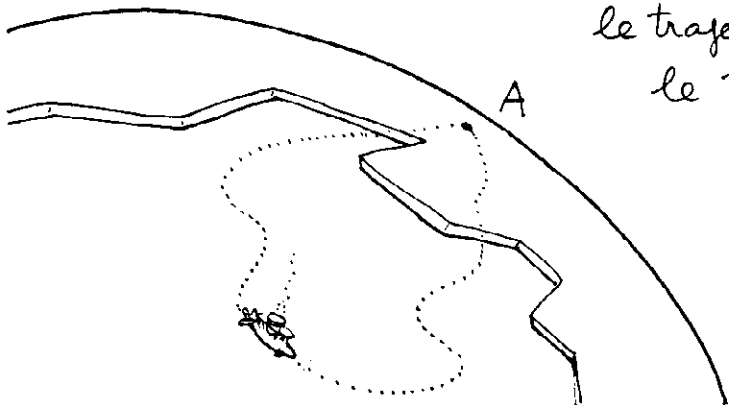
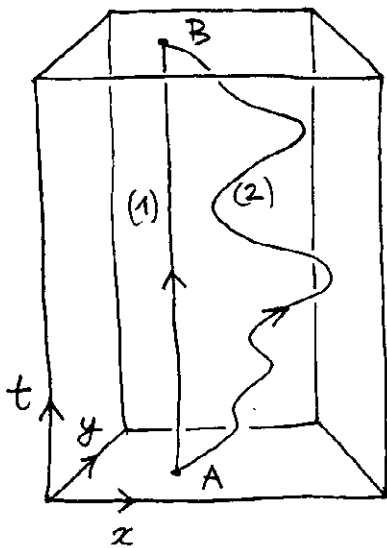
qu'est ce qu'il a voulu dire par là ?



Simplement que, dans notre espace-temps, la ligne droite est le plus long chemin d'un point à un autre.

Par exemple, le trajet rectiligne \overline{AB} est celui que l'on parcourt en restant immobile. Le trajet curviligne (2) met en jeu une VITESSE. On sait que, dans ces conditions, le TEMPS PROPRE, celui du voyageur (par opposition à celui de l'observateur immobile), s'écoulera plus lentement.

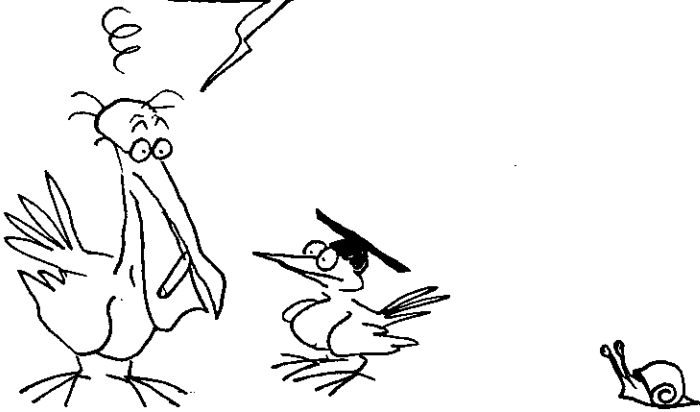
La véritable distance, dans notre espace-temps, est le temps propre écoulé. Dans cette optique, le trajet curviligne serait "plus court" que le trajet rectiligne.



Anselme!



C'est fou ce qu'il faut faire de chemin pour rester à la même place !



L'IMPOSSIBLE VOYAGE

La nuit est tombée sur le Cosmic Park.



Sophie, les étoiles c'est quoi ?

Ce sont des soleils comme le nôtre



oui, Anselme



Alors la Terre tourne autour de l'ÉTOILE SOLAIRE. Tu crois que ces autres soleils ont aussi des planètes, d'autres Terres ?

Et la plus proche étoile est à...?

La lumière met quatre ans à venir de notre plus proche voisine qui est Alpha du Centaure

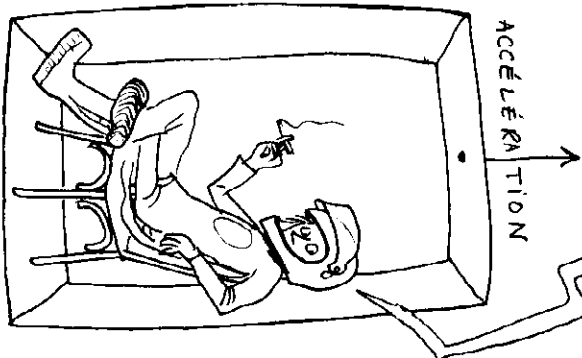
C'est à dire à quarante mille milliards de kilomètres!

alors que Pluton, aux frontières du système solaire, est à cinq milliards de kilomètres, soit un peu moins de cinq heures. lumière

C'est à peu près dix mille fois plus loin. Comme l'Univers est grand!

Monsieur Albert m'a expliqué qu'il fallait des quantités folles d'énergie pour s'approcher de la vitesse de la lumière. Disons, pour aller au delà de 100 000 km/s

Supposons que j'aie un moteur fusée qui assure à mon véhicule une accélération d'un "g"; c'est à dire que ma vitesse croisse à chaque seconde de dix mètres par seconde.



La pesanteur apparente correspond à mon poids, et je peux ainsi la supporter durant un temps aussi long que je le veux.

A ce train là il me faut quatre mois pour atteindre ma vitesse de croisière de 100 000 km/s. Et pendant ce temps, j'aurais parcouru le centième du chemin



Il me restera alors douze ans de voyage, sans compter quatre autres mois pour ralentir



J'ai le deux pièces cuisine salle de bains de la tourbe.

Et autant si j'ai envie de raconter ce que j'ai vu là-bas.

Il y a peu de chances que nous soyons les seuls êtres vivants dans l'Univers. Mais, s'il existe des planètes habitées, la première se situe peut-être beaucoup plus loin que ces quatre années-lumière !

Autrement dit, en voyageant selon les lois du Comic Book il faudrait y consacrer sa vie !

Alors, que faire ?

Le voyage est-il impossible ?

Le garçon ne s'arrête donc jamais ?..

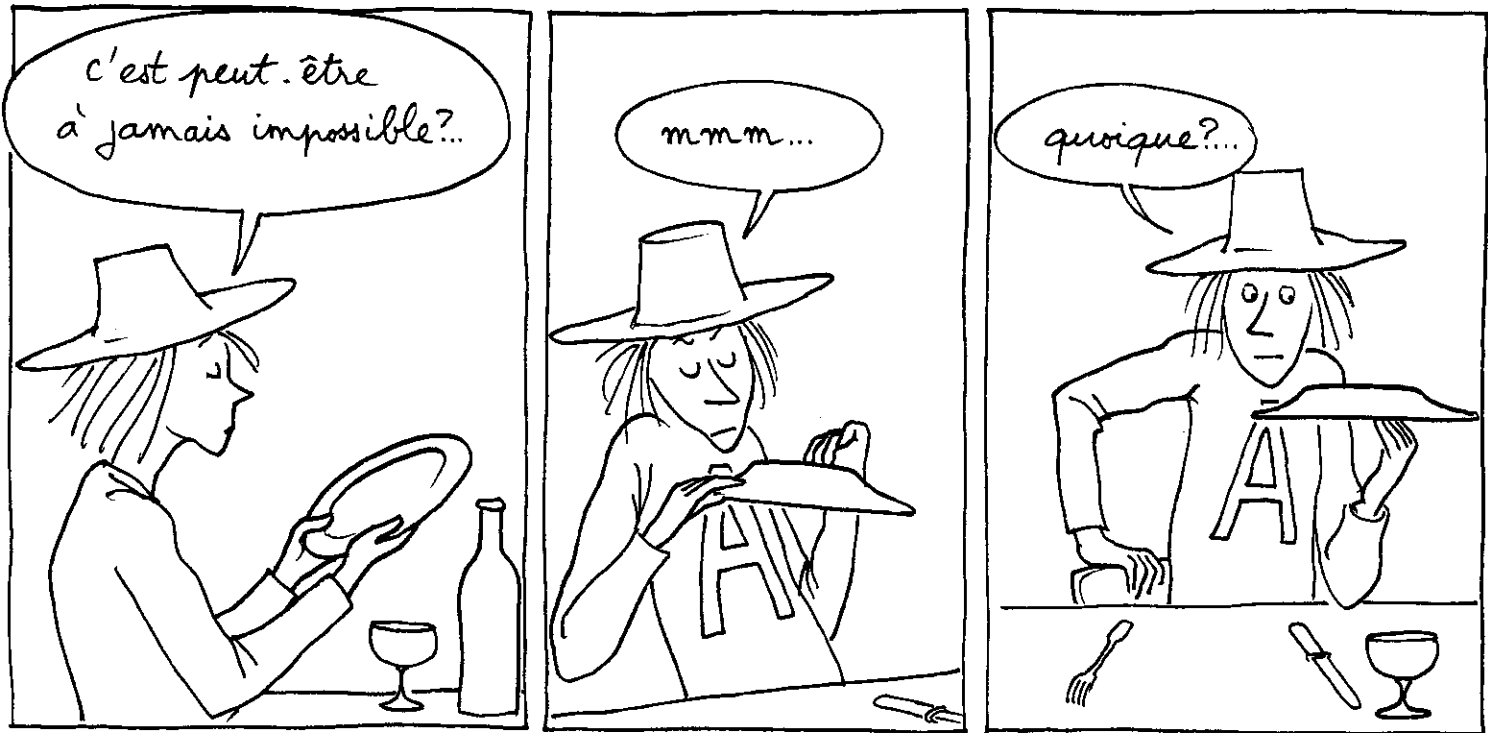
Aller plus vite que la vitesse de la lumière
ça n'a pas de sens. C'est comme vouloir aller
plus profond que le centre du Cosmic Park !



Le Cosmic Park
n'est peut-être pas
l'ultime modèle



C'est pas tout ça ! cela ne me dit
pas comment aller vers les étoiles
en un temps raisonnable



moi, je sais
comment on fait...



TIRÉSIAS!



FIN