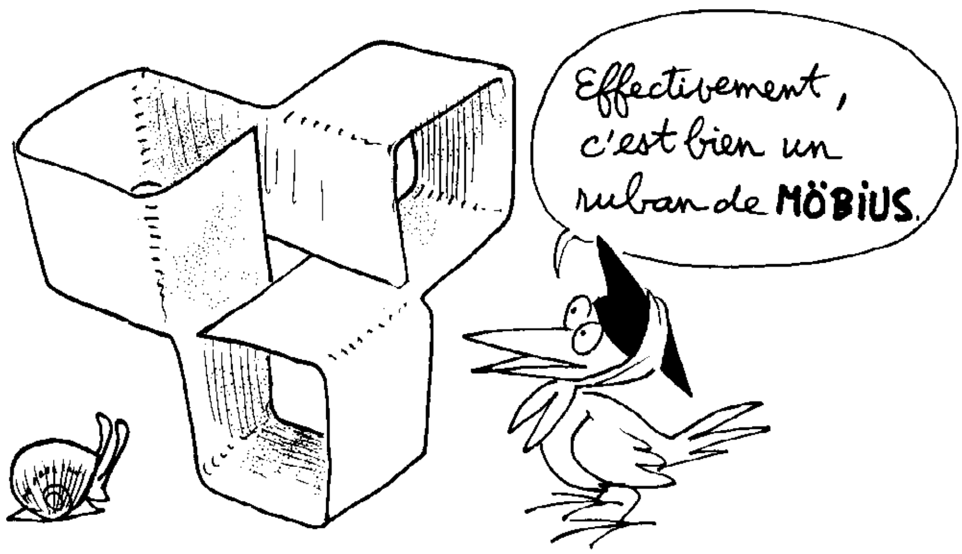
Les Aventures d'Anselme Lanturlu

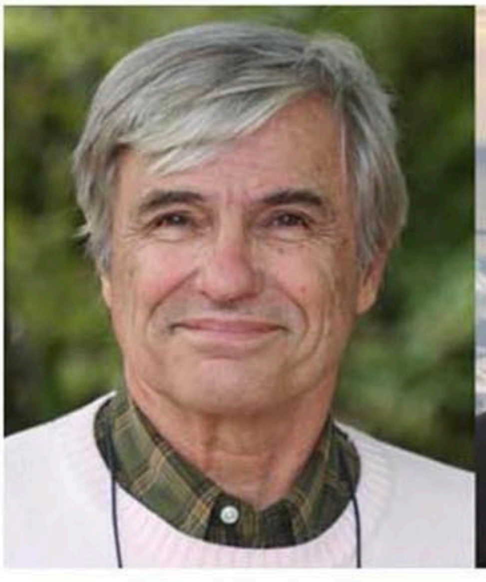
LE TOPOLOGICON

Jean-Pierre Petit



Savoir sans Frontières

Association à but non lucratif créée en 2005 et gérée par deux scientifiques français. But : diffuser des connaissances scientifiques en utillisant la bande dessinée à travers des pdf gratuitement téléchargeables. En 2020 : 565 traductions en 40 langues avaient ainsi été réalisées. avec plus de 500.000 téléchargements.



Jean-Pierre Petit

Gilles d'Agostini

L'association est totalement bénévole. L'argent des dons est intégralement reversé aux traducteurs.

Pour faire un don, utilisez le bouton Paypal sur la page d'accueil du site Internet

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

PayPal
FAIRE UN DON

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.

Avertissement au lecteur.

Il est déconseillé de lire cet album :

- le soir avant de s'endormir
- après un repas trop riche
- ou quand on est sûr de rien, car cela ne ferait qu'aggraver les choses.

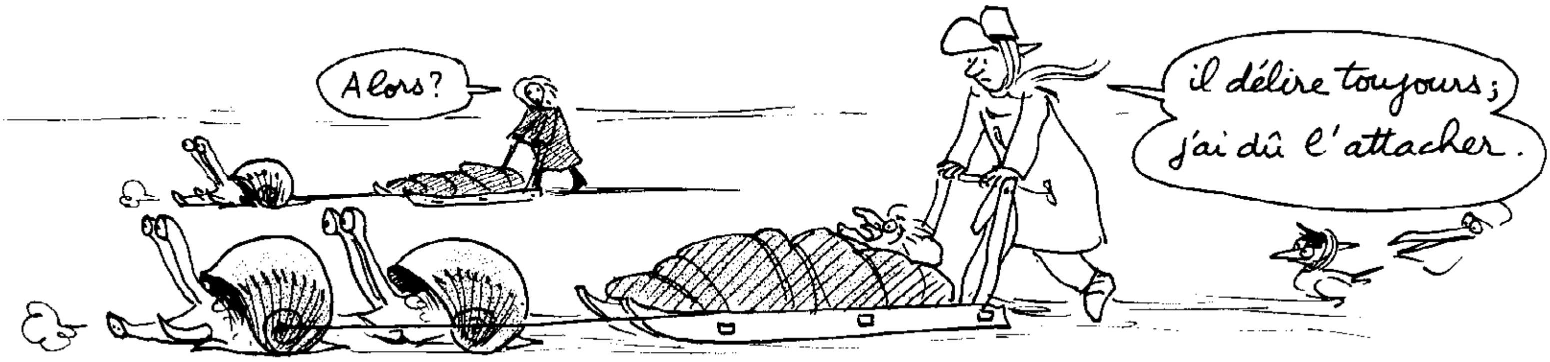
L'auteur

LA PLANÈTE SANS PÔLE SUD


Hum... c'est différent...
bien que je sois d'une modestie à toute épreuve, j'accepte
vous n'utilisez pas de chiens eskimos ?
Non, j'utilise des ESCARMOUTHS, un croisement ancien d'escargot et de mammouth. Des bêtes robustes, dressées à suivre les MÉRIDIENS.
En avant. Suivez-moi sur la LIGNE MÉRIDIENNE, c'est... TOUT DROIT!
Ah Ah, je suis une bête.
On dirait que nous franchissons déja l'ÉQUATEUR. Faut le suivre, celui-là...
Ahrrr... la gloire
En passant par la Norvège, avec mes sabots ♫
Allez! allez!
le pôle Sud est en vue MON pôle Sud!..
Argl...

Je suis le premier...
la GLOIRE!
Mais!? qu'est-ce c'est que ça??
qu'est-ce que c'est que cette plaisanterie!?!
Hein!?
ça alors!
PÔLE NORD
AHHRRRR!
KRAK
Voilà! quelqu'un a-t-il des remarques à faire?
Pôle Sud

Et pas un mot de cela à qui que ce soit!
Calmez-vous, monsieur Amundsen
Hep, regardez!
mon drapeau ! Il disparait !!!
PÔLE SUD
Hein !!?!
Dites, c'est bientôt fini vos âneries ?
curieux... on aurait dit la voix de monsieur Perry..
TONK
TONK
TONK
Allons, monsieur Amundsen, nous allons rentrer.
quel choc !
Nous allons essayer d'éclaircir tout cela.
ARGL..



les escarmouths glissent sans bruit sur les méridiens gelés.


c'est tout-à-fait clair si on estime que le VOISINAGE du méridien que nous avons suivi constitue une SURFACE UNILATÈRE(*), un RUBAN DE MÖBIUS, à un seul côté (VOIR LE GÉOMÉTRICON, éd. BELIN, page 54)
PÔLE
PÔLE
UN DEMI-TOUR
tu veux dire que le pôle Sud où nous étions tout à l'heure n'était que l'envers .... du pôle Nord ?
Mais, OÙ est le VRAI pôle Sud ?
tout ceci est troublant...
alors, que se passe-t-il ?
il paraît qu'on a perdu le pôle Sud
c'est la meilleure !
il faut réfléchir.
qu'est-ce qu'ils disent ?
D'après Sophie, nous pourrions être sur une sorte de sphère à un seul côté !..
c'est dénué de SENS !
alors, comment ça va chez toi ?
Oh, tu sais, c'est comme ici.
(*) une bande que l'on tord d'un demi-tour avant de la recoller, n'a plus qu'une seule face.

Si nous voulons tirer monsieur Amundsen de sa fâcheuse situation, il nous faut avant toute chose comprendre quelle est la **FORME** de cette étrange planète. Essayons d'utiliser quelques principes de base de la **TOPOLOGIE**. Pour ce faire, nous allons décomposer tout objet en :
CELLULES CONTRACTILES
L'objet indécomposable semble être le **POINT**...
mais, que faire d'un point ?
Un objet, considéré comme un ensemble de points, occuppe une certaine place dans l'espace. Il sera dit contractile s'il peut rétrécir jusqu'à n'être qu'un point, mais **EN SE PARCOURANT LUI-MÊME**.
Prends par escemple cet élément de courbe. C'est un **OBJET À UNE DIMENSION D'ESPACE**.
B
A
Ah, oui. La position d'un point sur cette courbe peut être repérée à l'aide d'une seule quantité : l'abscisse curviligne, ou la longueur de fil séparant le point d'un autre point pris comme origine


je peux mettre ce bout de courbe dans une espèce de nouille creuse, à l'intérieur de laquelle il pourra rétrécir, rétrécir ....
Comme le mercure dans un thermomètre.
A
B
En fait, toute courbe est CONTRACTILE ?
Non, pas les courbes FERMÉES
mais... il suffit de la couper !
Mais alors, la COURBE devient un SEGMENT. Elle n'est plus FERMÉE.
Si je prends par exemple un cercle, je peux le rétrécir selon un point comme ceci, non ?
ça ne marche pas, car, ce faisant, il ne se parcourt plus lui-même : Il évolue hors de l'espace qu'il occupait au début.
un CERCLE n'est donc pas CONTRACTILE et il en est de même pour toute courbe fermée, plane ou non.
En revanche, un DISQUE, élément de SURFACE, est, lui, contractile.

(*) Voir **LE GÉOMÈTRICON**, éditions BELIN

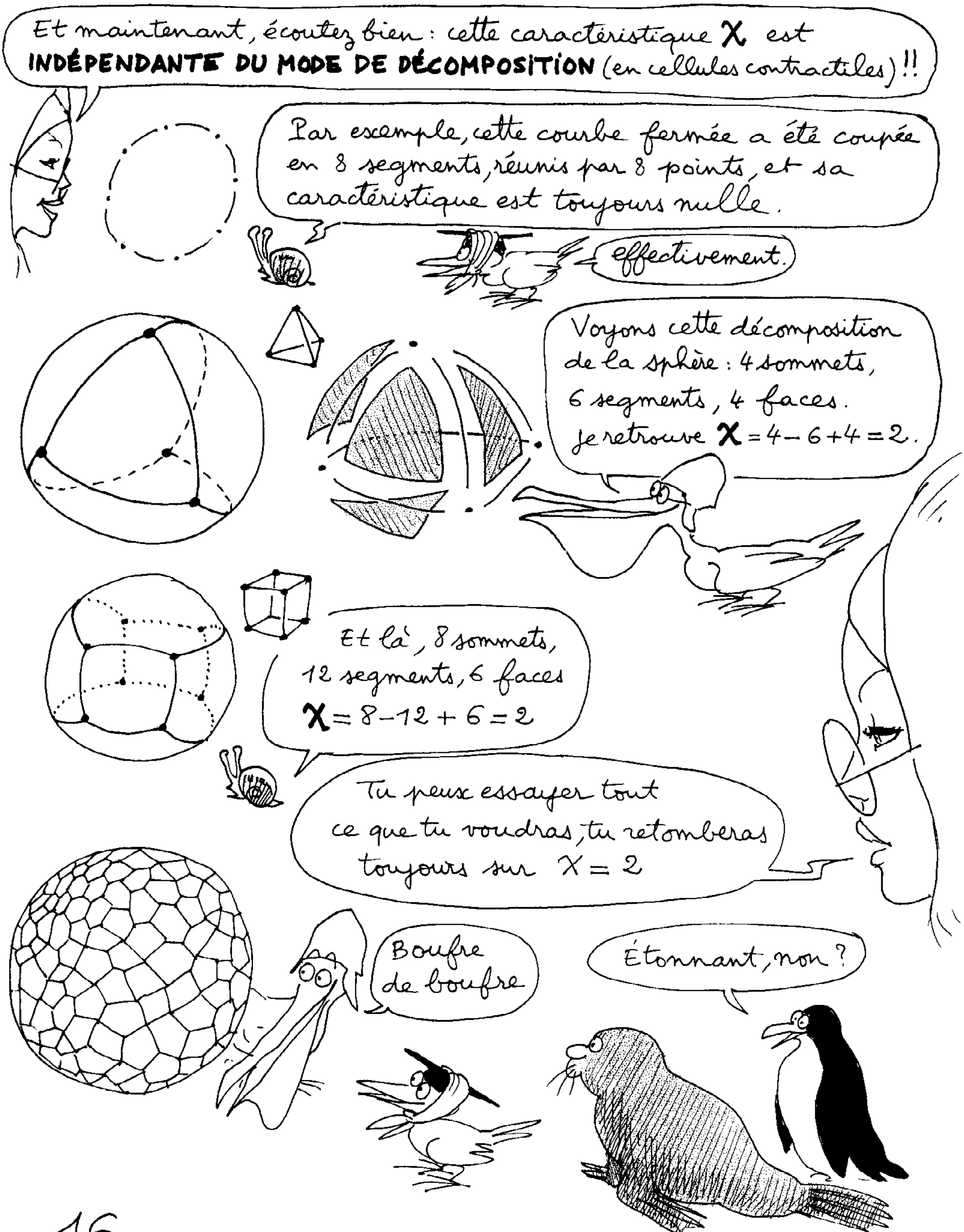

Existe-t-il des volumes non contractiles?
oui, par exemple le "TORE-Volume"
C'est clair. Si je ne le coupe pas, je peux tout au plus le contracter selon un cercle.
le "TORE-surface" n'est pas contractile non plus.
dites, vous jouez à quoi, au juste?
t'occupe
je ne sais pas si vous réalisez que nous avons un explorateur cataleptique sur les bras
croyez vous que c'est en coupant des nouilles en quatre que nous le sortirons de là?
Sa GÉONÉVROSE a une origine géométrique. Ce n'est qu'en approfondissant les concepts géométriques que nous trouverons, peut-être, le remède qui le guérira.
Tout son être était tendu vers cette découverte du PÔLE SUD, idée sur laquelle il s'était totalement investi, sur le plan personnel et social.


Effectivement, sa mésaventure l'a confronté à une situation qu'il ne pouvait plus assumer.
Eh oui, une remise en question brutale de son moi profond !
Bref, la seule solution est de trouver où est passé ce fichu pôle Sud
DÉCOMPOSITION CELLULAIRE
Tout objet géométrique sera décomposé en éléments, en cellules **CONTRACTILES** de toutes dimensions : POINTS, SEGMENTS, SURFACES, VOLUMES, ETC...
Et le POINT est de quelle dimension ?
Par extension, nous dirons que le POINT est de dimension **ZÉRO**.
D'autre part, pour décomposer un cercle, il suffit que je le considère comme un segment fermé sur lui-même en un **POINT**. Si je retire ce point, il reste donc le segment.

Une "SPHÈRE SURFACE" S2 peut être décomposée en deux calottes et un segment fermé sur un point.
Un "TORE-VOLUME" ? Voyons, je n'ai qu'à le découper à l'aide d'un disque
Et pour le "TORE-SURFACE" ? Voyons... je coupe par un cercle lui-même coupé en un point
Le Tore ainsi coupé va se contracter selon un cercle :
qu'il faudra à son tour décomposer selon un segment et un point.
Voici une autre solution avec un point, deux segments et une face unique, où tous les éléments sont d'emblée contractiles
Bon, et que va-t-on faire de tout cela ?
Comprendre le monde, paraît-il..
A

LA CARACTÉRISTIQUE D'EULER-POINCARÉ

(*) Ce qui s'étend immédiatement à un nombre de dimensions supérieur à trois (c'est une somme alternée).

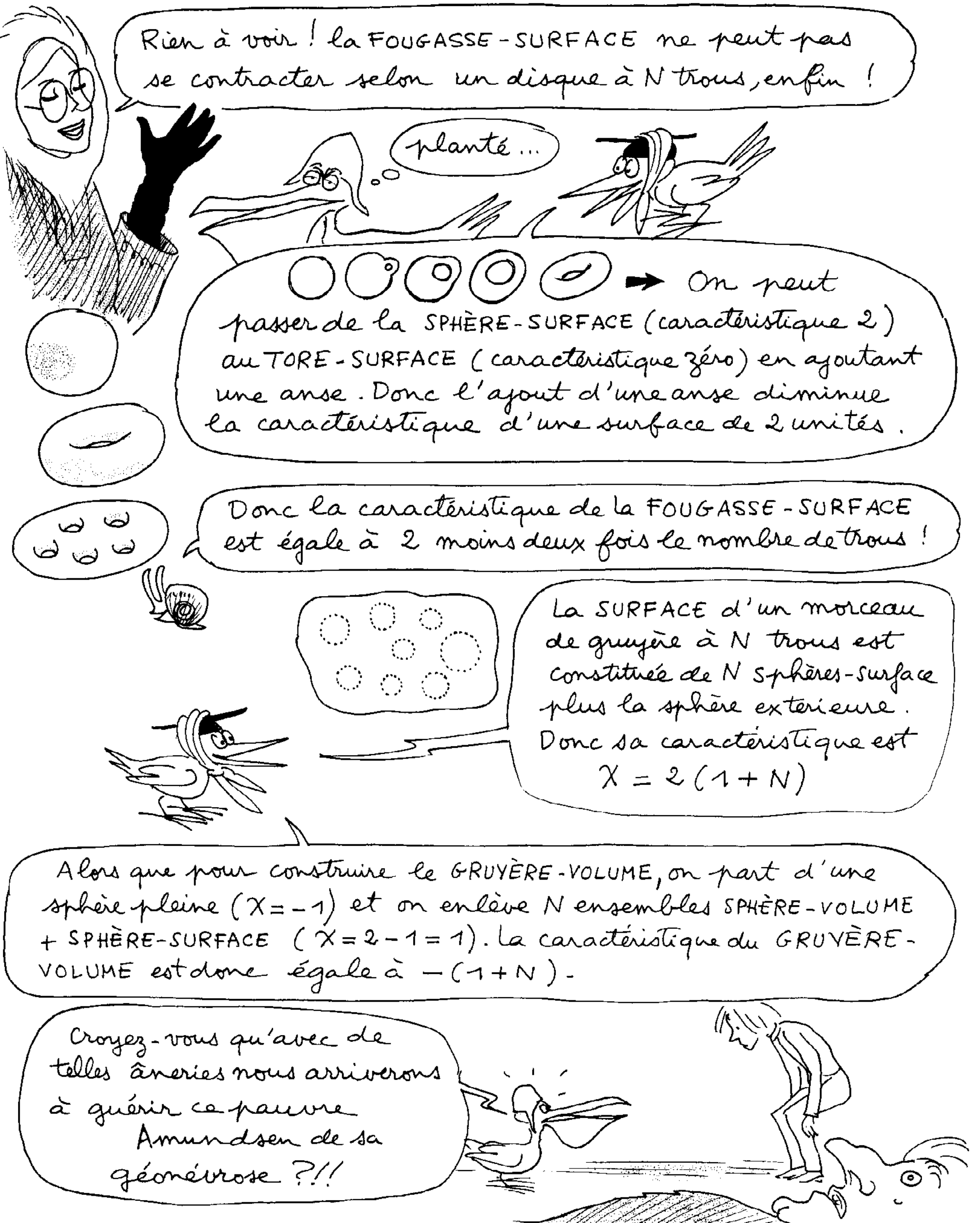


Et maintenant, écoutez bien : cette caractéristique χ est INDÉPENDANTE DU MODE DE DÉCOMPOSITION (en cellules contractiles) !!
Par exemple, cette courbe fermée a été coupée en 8 segments, réunis par 8 points, et sa caractéristique est toujours nulle.
effectivement.
Voyons cette décomposition de la sphère : 4 sommets, 6 segments, 4 faces. je retrouve χ = 4 − 6 + 4 = 2.
Et là, 8 sommets, 12 segments, 6 faces χ = 8 − 12 + 6 = 2
Tu peux essayer tout ce que tu voudras, tu retomberas toujours sur χ = 2
Boufre de boufre
Étonnant, non ?

Voici un Théorème utile : Si un objet est la réunion de deux objets sa caractéristique est la somme de celles des 2 objets le composant.

La Direction

* sorte de pain du midi de la France



Rien à voir ! la FOUGASSE-SURFACE ne peut pas se contracter selon un disque à N trous, enfin !
planté...
On peut passer de la SPHÈRE-SURFACE (caractéristique 2) au TORE-SURFACE (caractéristique zéro) en ajoutant une anse. Donc l'ajout d'une anse diminue la caractéristique d'une surface de 2 unités.
Donc la caractéristique de la FOUGASSE-SURFACE est égale à 2 moins deux fois le nombre de trous !
La SURFACE d'un morceau de gruyère à N trous est constituée de N sphères-surface plus la sphère extérieure. Donc sa caractéristique est $\chi = 2(1+N)$
Alors que pour construire le GRUYÈRE-VOLUME, on part d'une sphère pleine ($\chi = -1$) et on enlève N ensembles SPHÈRE-VOLUME + SPHÈRE-SURFACE ($\chi = 2 - 1 = 1$). La caractéristique du GRUYÈRE-VOLUME est donc égale à $-(1+N)$.
Croyez-vous qu'avec de telles âneries nous arriverons à guérir ce pauvre Amundsen de sa géonévrose ?!!

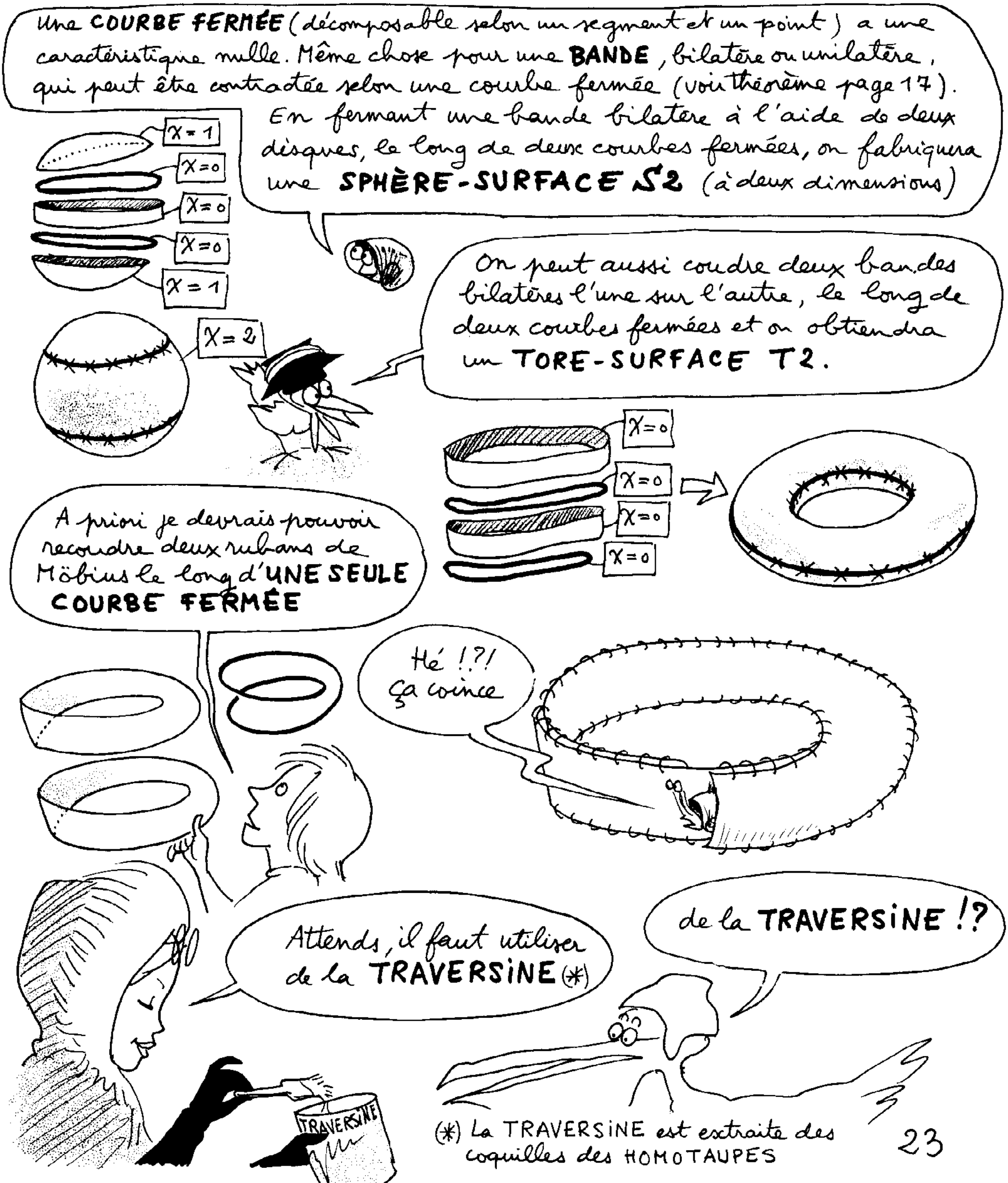
CE MONDE OÙ NOUS ViVONS

(*) Voir **BIG BANG** (BELIN) et les modèles de FRIEDMANN page 64

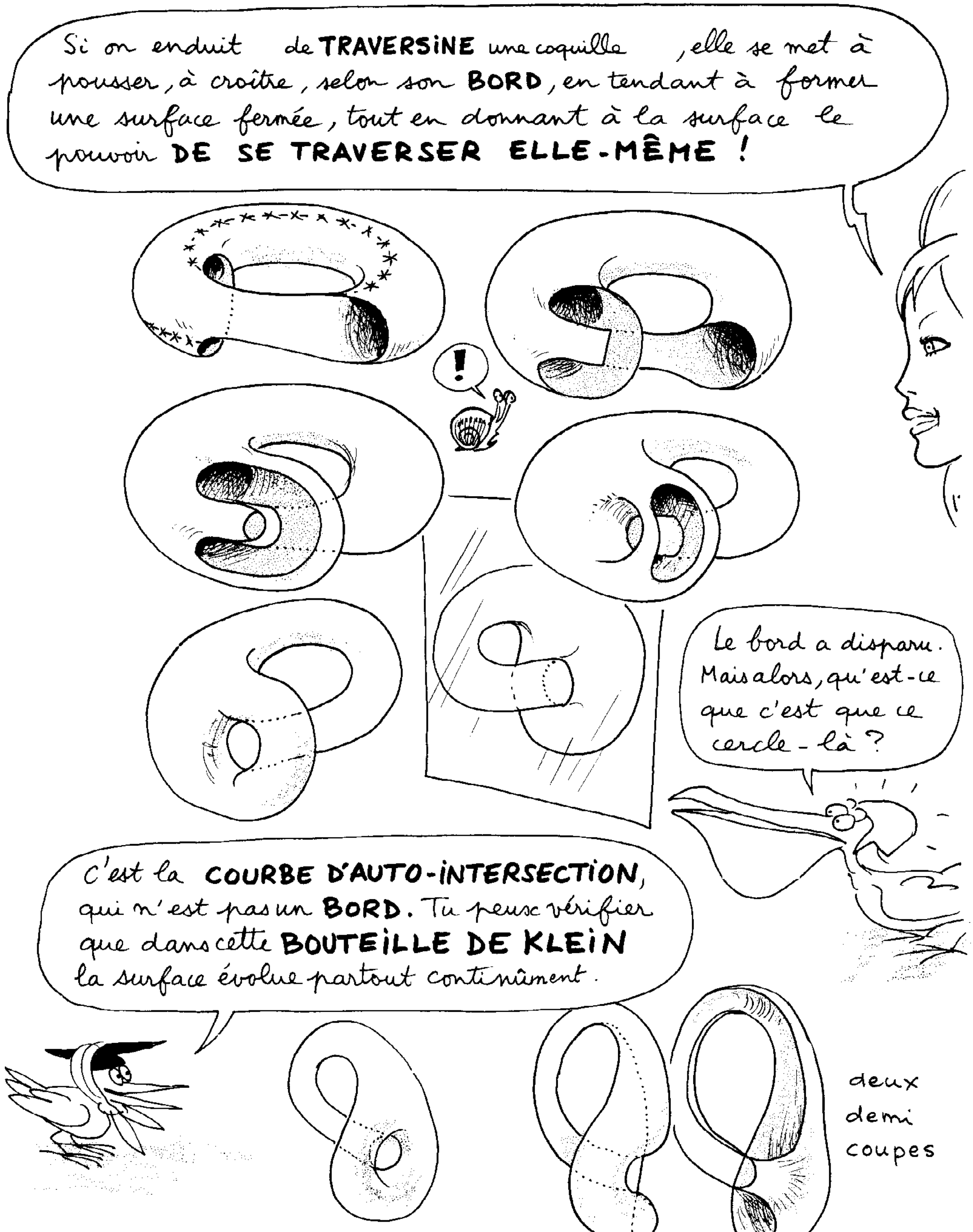

Bon, cette caractéristique d'Euler-Poincaré nous a permis de mettre un peu d'ordre dans cette jungle des objets géométriques.
Ainsi ce bout de cylindre est topologiquement identique à un disque percé d'un trou, et sa caractéristique est nulle.
Mais, que penses-tu de cet objet-là ?
C'est le RUBAN DE MÖBIUS, qui n'a qu'un seul côté. Comme on ne peut lui assigner ni RECTO, ni VERSO, on dit qu'il est INORIENTABLE.
En fait, tous les rubans qui présentent un nombre IMPAIR de DEMI-TOURS sont des rubans de MÖBIUS, INORIENTABLES. Mais ces deux rubans ont l'air différents...

(*) Voir le GÉOMÉTRICON page 59

BORD SUR BORD



(*) La TRAVERSINE est extraite des coquilles des HOMOTAUPES

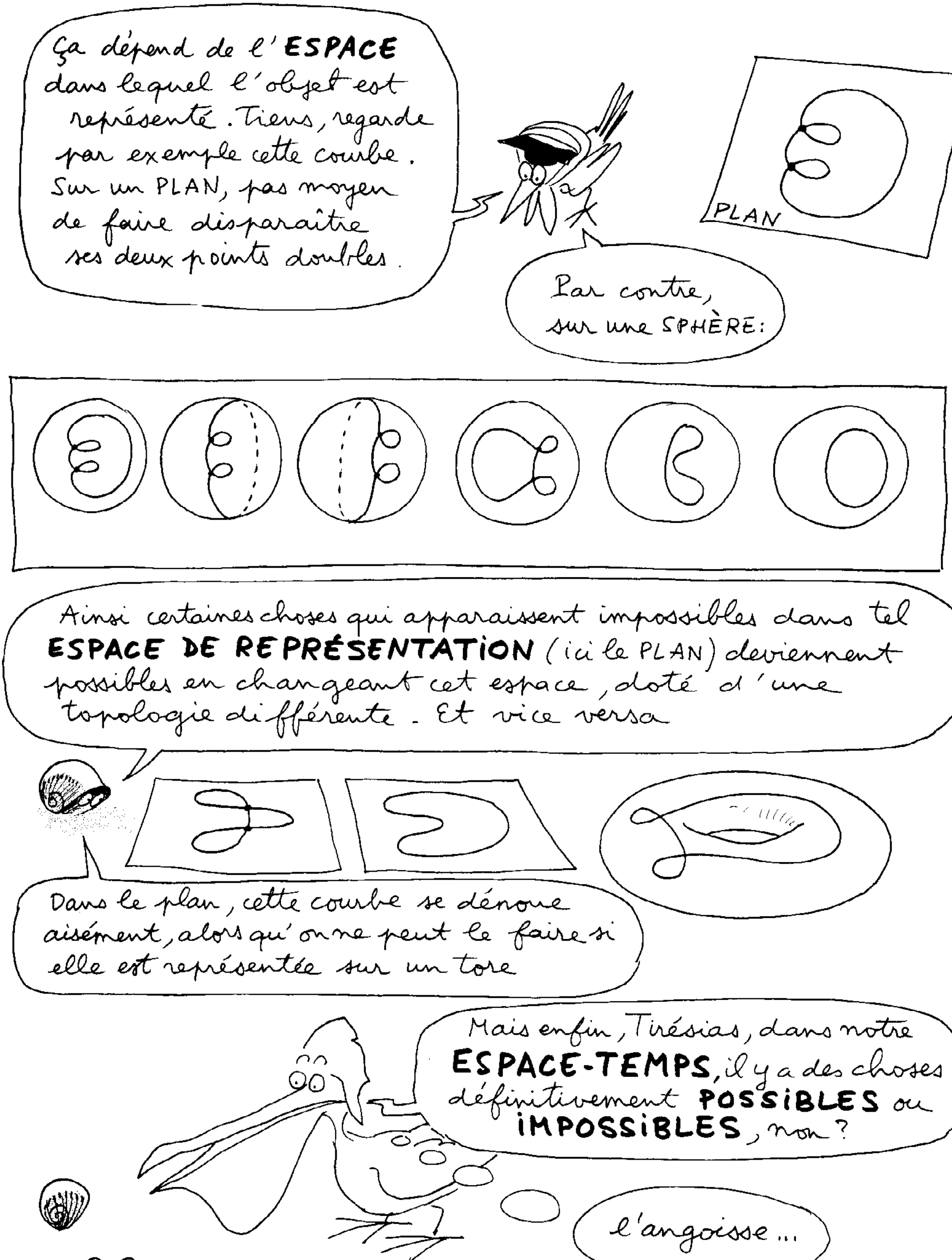

Si on enduit de TRAVERSINE une coquille , elle se met à pousser, à croître, selon son BORD, en tendant à former une surface fermée, tout en donnant à la surface le pouvoir DE SE TRAVERSER ELLE-MÊME !
!
Le bord a disparu. Mais alors, qu'est-ce que c'est que ce cercle-là ?
C'est la COURBE D'AUTO-INTERSECTION, qui n'est pas un BORD. Tu peux vérifier que dans cette BOUTEILLE DE KLEIN la surface évolue partout continûment.
deux demi coupes


Sa caractéristique est nulle puisqu'elle a été fabriquée à partir de deux rubans de Möbius ($\chi = 0$) et d'une courbe fermée ($\chi = 0$). On n'a d'ailleurs aucun mal à y retrouver l'un de ces rubans.
Bien sûr, dès qu'on peut trouver un ruban de Möbius sur une surface, c'est qu'elle n'a qu'un côté.
Au fait, Tirésias, est-ce qu'on ne pourrait pas trouver un ruban de Möbius sur votre coquille, par hasard ?
Mi !
Ah, vous deux ne commencez pas !
Quand même, c'est une drôle de surface, ça...
Jusqu'ici, tu n'avais connu que des surfaces qui ne se recoupaient pas, comme la SPHÈRE, ou le TORE, sous leur forme standard. Les surfaces qui se recoupent dans notre espace sont appelées des **IMMERSIONS**.
des... immersions ?

PLONGEMENTS ET IMMERSIONS

(*) un plongement étant un cas particulier d'immersion


I
II
III
Par déformation régulière (sans lignes brisées), dans le PLAN, je peux passer de la courbe I à la courbe III. Ce faisant, nous avons conservé la rotation totale de la flèche (360°) lors du parcours de chaque courbe
Ceci est une HOMOTOPIE RÉGULIÈRE dans un PLAN. Elle conserve ce nombre de tours de la flèche tangente à la courbe.
J'ai beau tout essayer, je n'arrive pas à transformer ce HUIT en CERCLE !..
c'est normal. La flèche n'y fait pas le même nombre de tours. Sur le HUIT, la somme algébrique des rotations est nulle !
Compte tenu de cette règle de déformation de courbes fermées (continuité, régularité), dans une surface, il y a des choses qui sont POSSIBLES et d'autres à jamais IMPOSSIBLES.
Pas si simple !


Ça dépend de l'ESPACE dans lequel l'objet est représenté. Tiens, regarde par exemple cette courbe. Sur un PLAN, pas moyen de faire disparaître ses deux points doubles.
PLAN
Par contre, sur une SPHÈRE:
Ainsi certaines choses qui apparaissent impossibles dans tel ESPACE DE REPRÉSENTATION (ici le PLAN) deviennent possibles en changeant cet espace, doté d'une topologie différente. Et vice versa
Dans le plan, cette courbe se dénoue aisément, alors qu'on ne peut le faire si elle est représentée sur un tore
Mais enfin, Tirésias, dans notre ESPACE-TEMPS, il y a des choses définitivement POSSIBLES ou IMPOSSIBLES, non?
l'angoisse...


Tu connais, toi, la topologie de notre espace-temps ?
Euh ... non ...
Nous ne vivons que d'apparences ..
... et encore !
Les points d'intersection de la courbe fermée ne tiennent qu'au mode de représentation dans une surface. L'image bidimensionnelle n'étant qu'une projection
Il n'y a fondamentalement dans tout ceci qu'un seul objet : LA COURBE FERMÉE
ÊTRE UNIDIMENSIONNEL
Dans un espace de représentation à 4 dimensions, la bouteille de KLEIN ne se recoupe plus !
Mais alors, en changeant d'espace de représentation, je peux TOUT faire. Par exemple changer une bouteille de Klein en sphère ?
Non, il y a des caractéristiques qui restent INDÉPENDANTES DE L'ESPACE DE REPRÉSENTATION

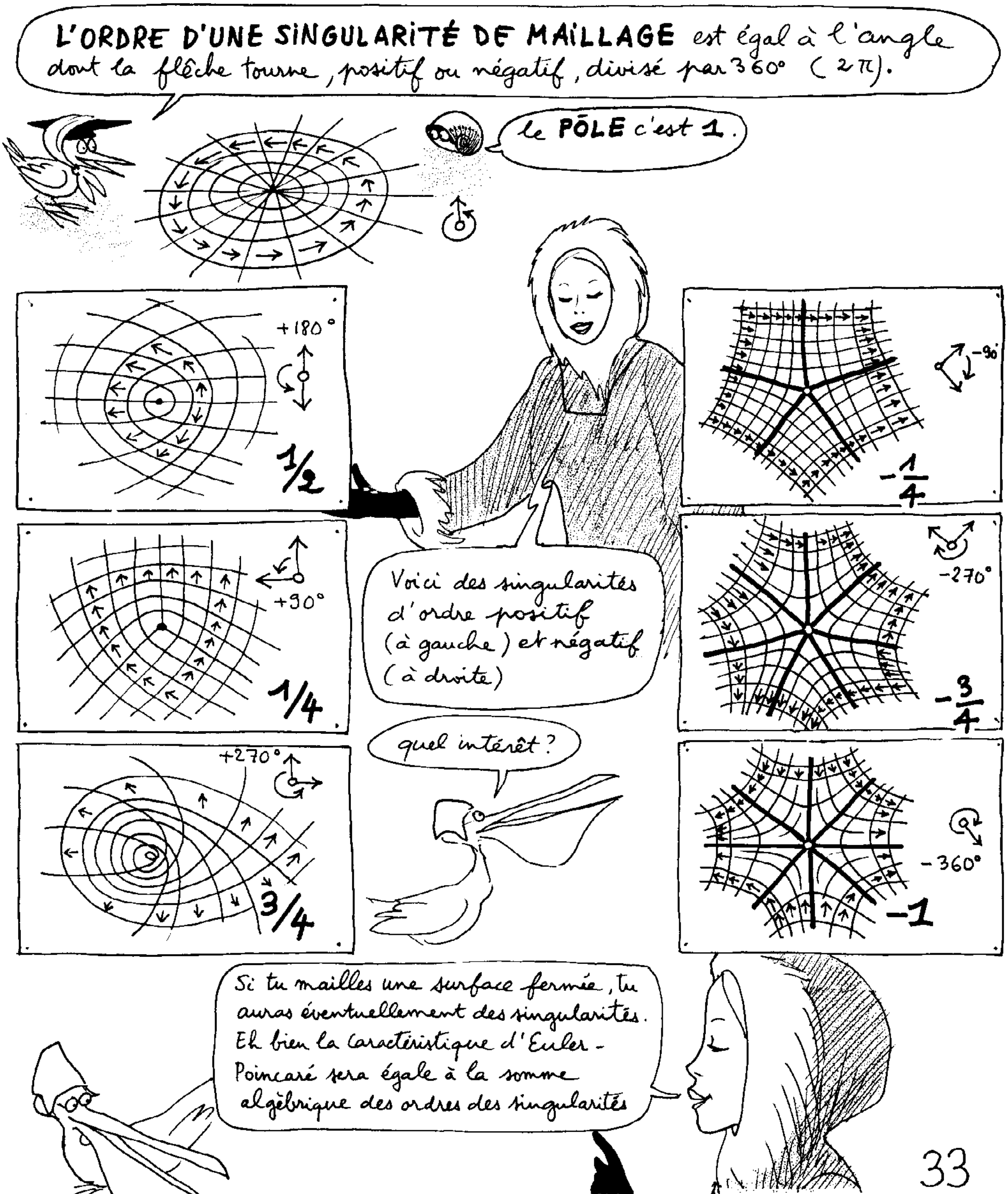
LA TOPOLOGiE

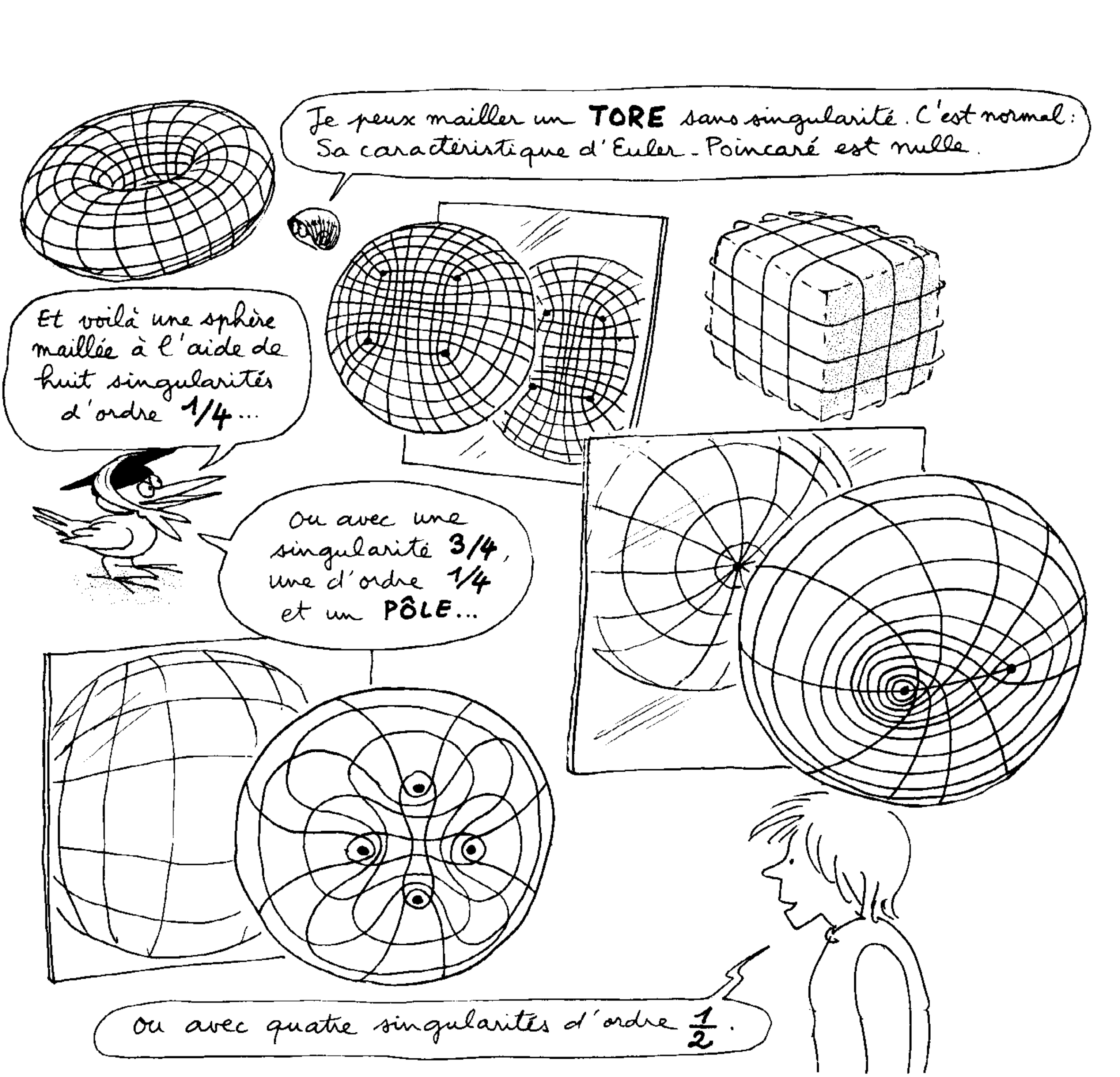
MAiLLAGES

J'ai trouvé une autre façon de représenter commodément les surfaces : **LA VANNERiE**
ça, par exemple, c'est un cylindre :
Pour la Sphère j'ai des ennuis...
Et un TORE :
une bouteille de **KLEiN** :
Pour la SPHÈRE, tu dois introduire **2 PÔLES**
Mais... je ne comprends pas. Pour le TORE ou la bouteille de KLEiN, je n'en ai pas eu besoin...
La caractéristique d'Euler-Poincaré te donne le nombre de **PÔLES** nécessaires pour **MAiLLER** ta surface. Pour le TORE ou la bouteille de KLEiN, c'est zéro. Mais pour la SPHÈRE c'est **2**.

(*) VOIR BIG BANG (Éditions BELIN).

SINGULARITÉS

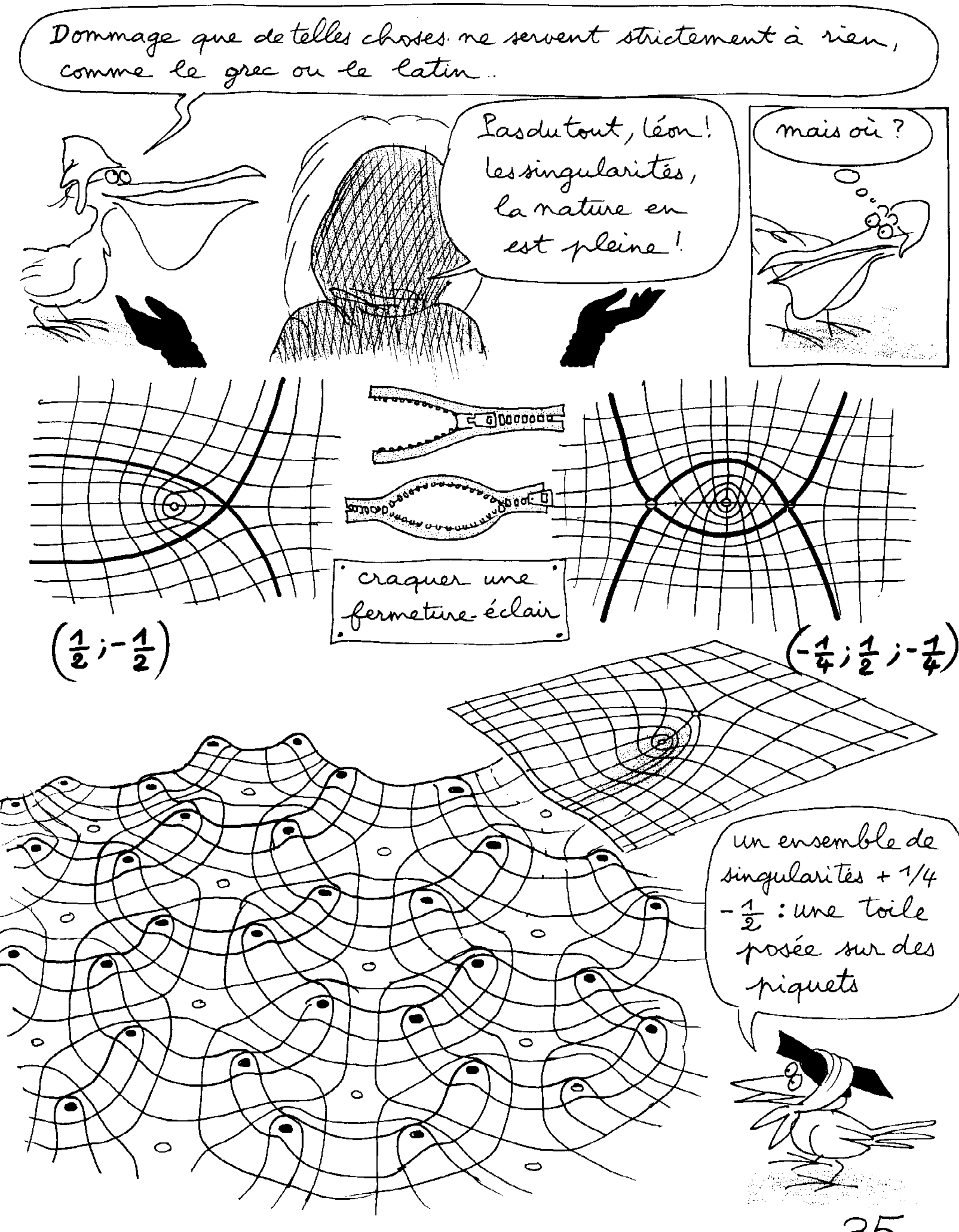


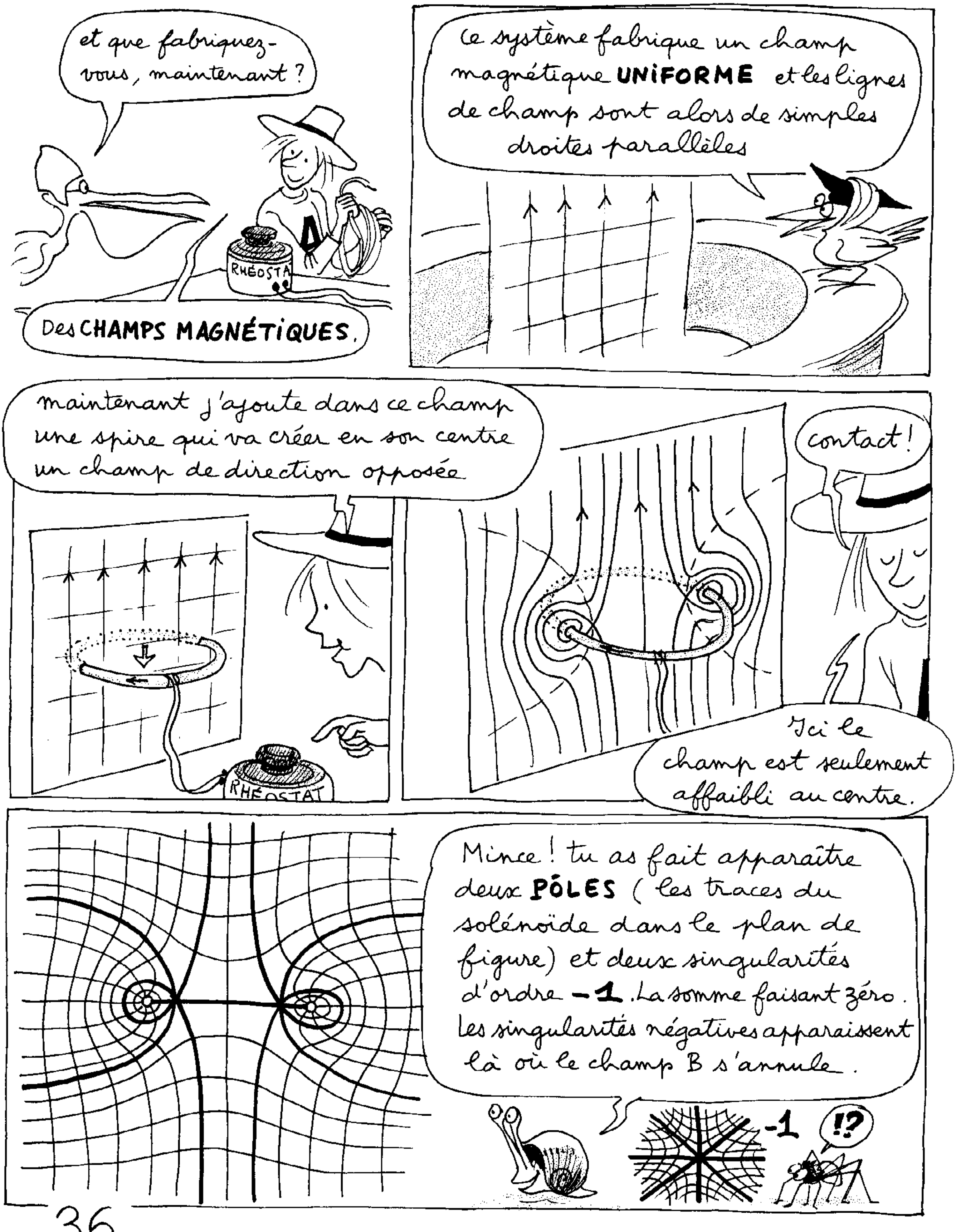


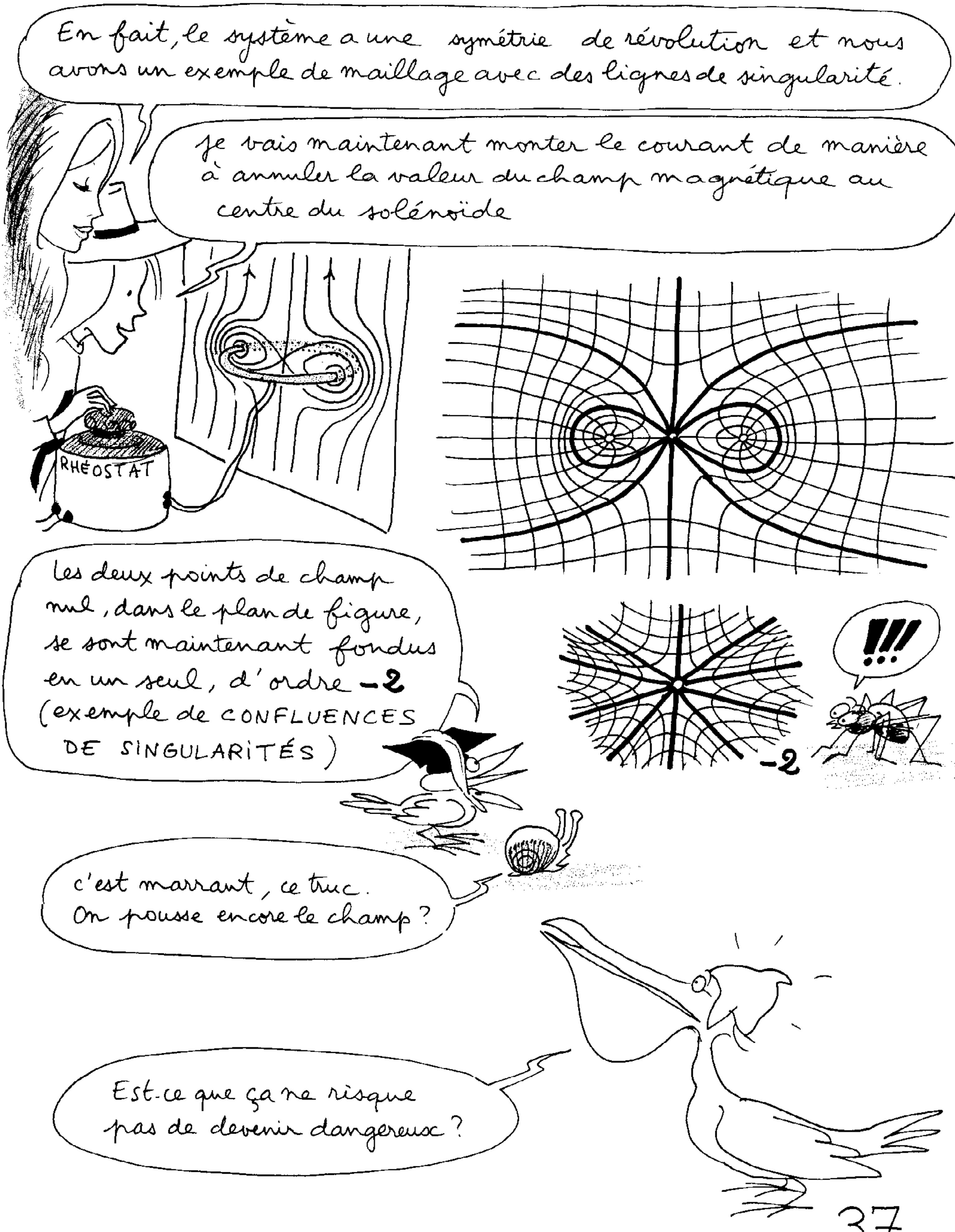
Remarque :

Le lecteur qui aura lu **LE TROU NOIR** (éditions BELIN), pages 14 à 36 aura sans doute remarqué la similitude entre les dessins des singularités de maillage et ce qui se rapportait, dans cet ouvrage, aux POSICÔNES, aux NÉGACÔNES et à la courbure. Toutes ces notions, essentiellement **ANGULAIRES** sont étroitement liées. La COURBURE TOTALE d'une surface, représentée dans notre espace à trois dimensions, est précisément égale à la caractéristique d'Euler-Poincaré, multipliée par 360° (ou par 2π).

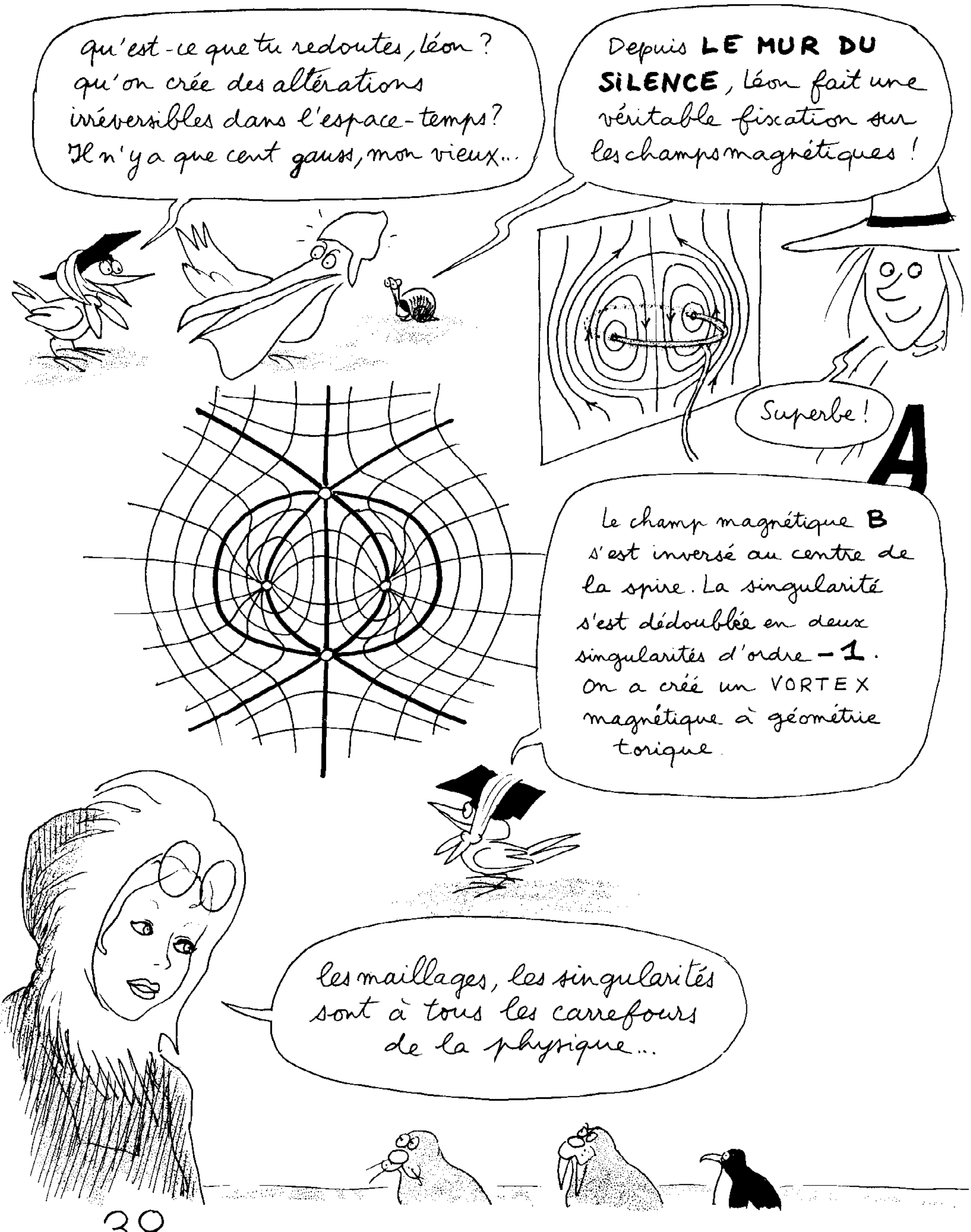
La Direction

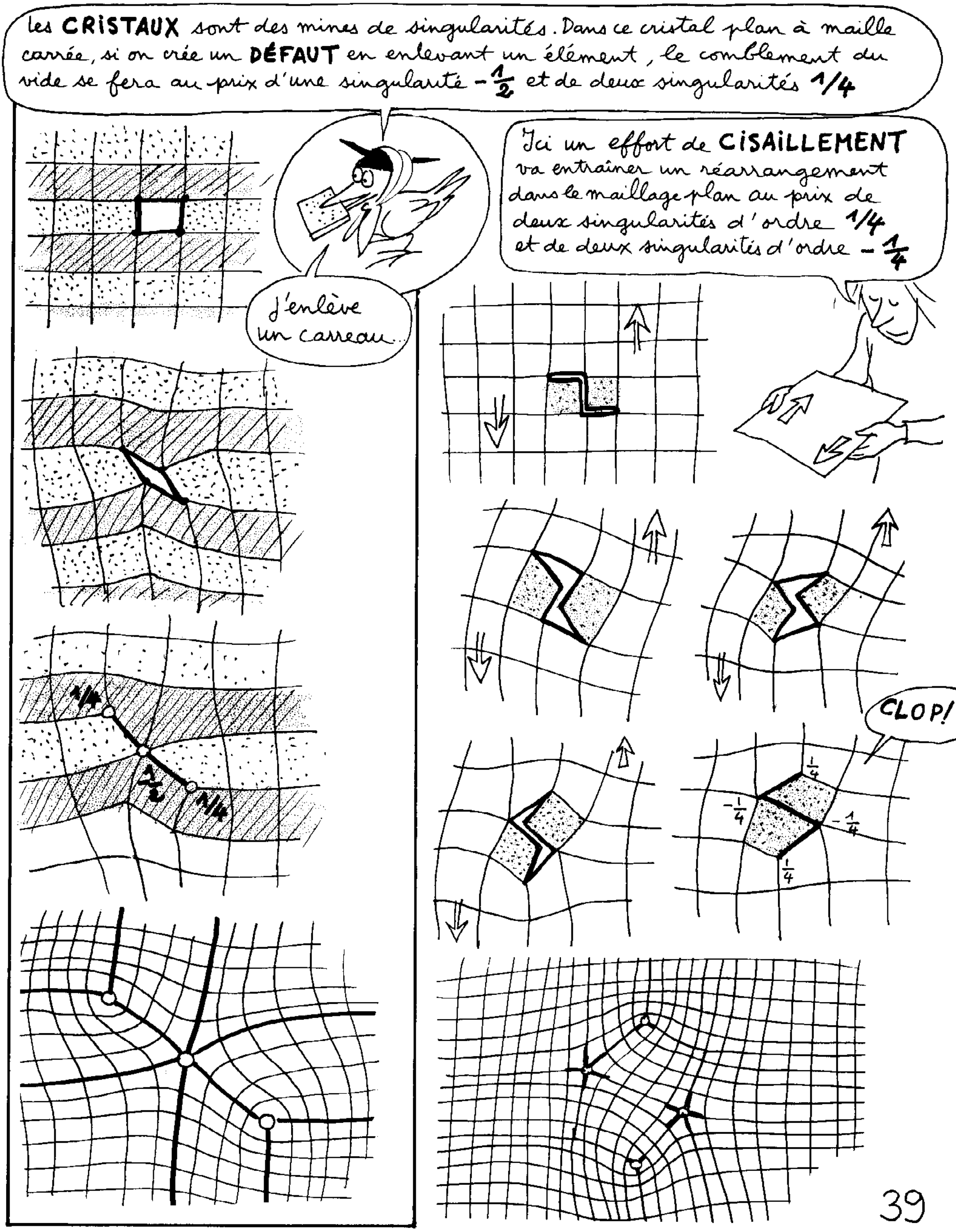

Dommage que de telles choses ne servent strictement à rien, comme le grec ou le latin..
Pas du tout, Léon ! les singularités, la nature en est pleine !
mais où ?
craquer une fermeture-éclair
$\left(\frac{1}{2};-\frac{1}{2}\right)$
$\left(-\frac{1}{4};\frac{1}{2};-\frac{1}{4}\right)$
un ensemble de singularités + 1/4 $-\frac{1}{2}$: une toile posée sur des piquets


et que fabriquez-vous, maintenant ?
Des CHAMPS MAGNÉTIQUES.
RHÉOSTA
ce système fabrique un champ magnétique UNIFORME et les lignes de champ sont alors de simples droites parallèles
maintenant j'ajoute dans ce champ une spire qui va créer en son centre un champ de direction opposée
RHÉOSTAT
contact !
Ici le champ est seulement affaibli au centre.
Mince ! tu as fait apparaître deux PÔLES (les traces du solénoïde dans le plan de figure) et deux singularités d'ordre -1. La somme faisant zéro. Les singularités négatives apparaissent là où le champ B s'annule.
-1
!?



En fait, le système a une symétrie de révolution et nous avons un exemple de maillage avec des lignes de singularité.
je vais maintenant monter le courant de manière à annuler la valeur du champ magnétique au centre du solénoïde
RHÉOSTAT
les deux points de champ nul, dans le plan de figure, se sont maintenant fondus en un seul, d'ordre **-2** (exemple de CONFLUENCES DE SINGULARITÉS)
!!!
-2
c'est marrant, ce truc. On pousse encore le champ?
Est-ce que ça ne risque pas de devenir dangereux?


qu'est-ce que tu redoutes, léon ? qu'on crée des altérations irréversibles dans l'espace-temps ? Il n'y a que cent gauss, mon vieux...
Depuis LE MUR DU SILENCE, léon fait une véritable fixation sur les champs magnétiques !
Superbe !
A
le champ magnétique B s'est inversé au centre de la spire. La singularité s'est dédoublée en deux singularités d'ordre -1. On a créé un VORTEX magnétique à géométrie torique.
les maillages, les singularités sont à tous les carrefours de la physique...



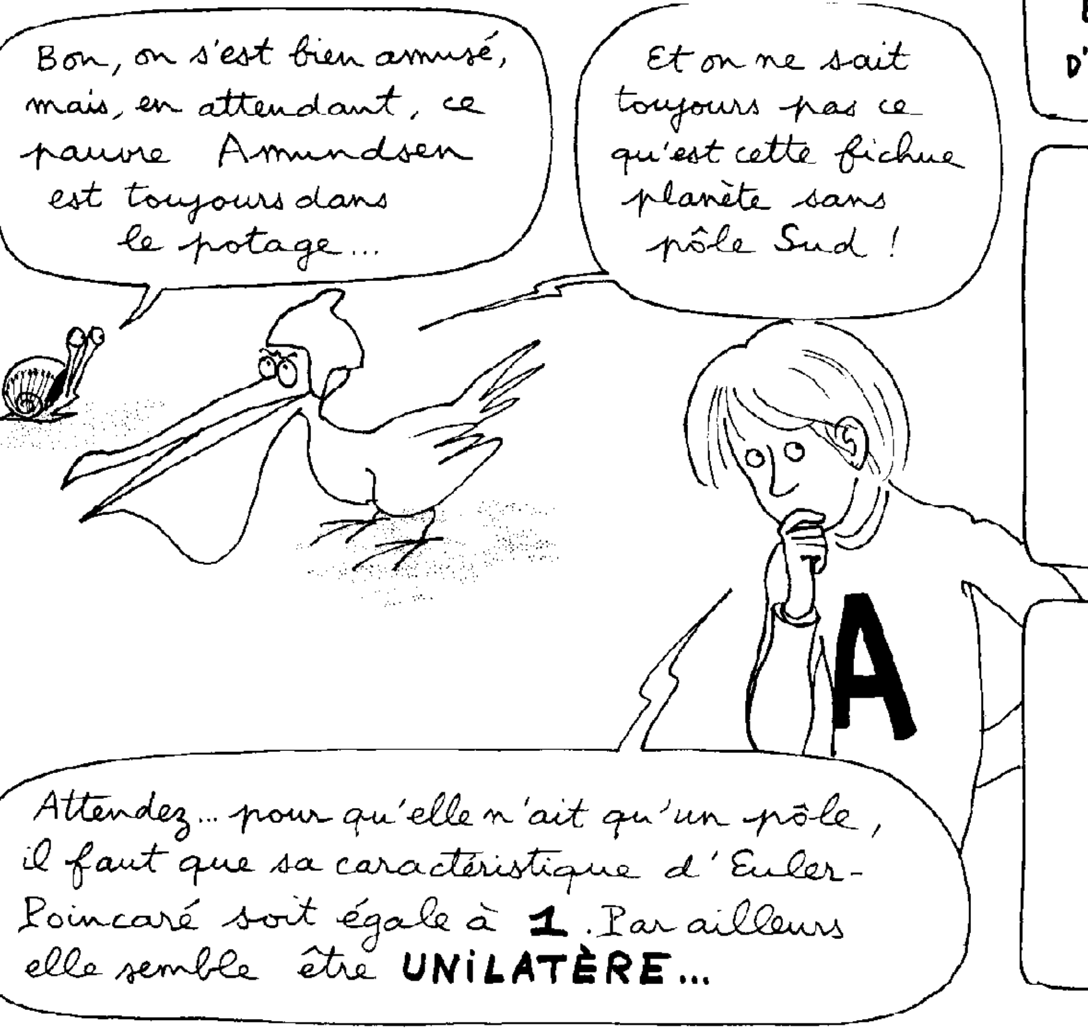
les CRISTAUX sont des mines de singularités. Dans ce cristal plan à maille carrée, si on crée un DÉFAUT en enlevant un élément, le comblement du vide se fera au prix d'une singularité -1/2 et de deux singularités 1/4
j'enlève un carreau
Ici un effort de CISAILLEMENT va entraîner un réarrangement dans le maillage plan au prix de deux singularités d'ordre 1/4 et de deux singularités d'ordre -1/4
1/4
1/2
1/4
CLOP!
1/4
-1/4
-1/4
1/4

(*) le **MAILLAGE** se réfère aux objets à 2 dimensions. Le **PAVAGE** en est l'équivalent, mais pour un nombre de dimensions supérieur

Tout ce qui va suivre va être maintenant illustré à l'aide de **DESSINS ANIMÉS FEUILLETABLES** repérés par les lettres **A, B, C, D.**

La Direction

LA SURFACE DE BOY



A

TRANSFORMATION DU RUBAN DE MÖBIUS EN SURFACE DE BOY

B

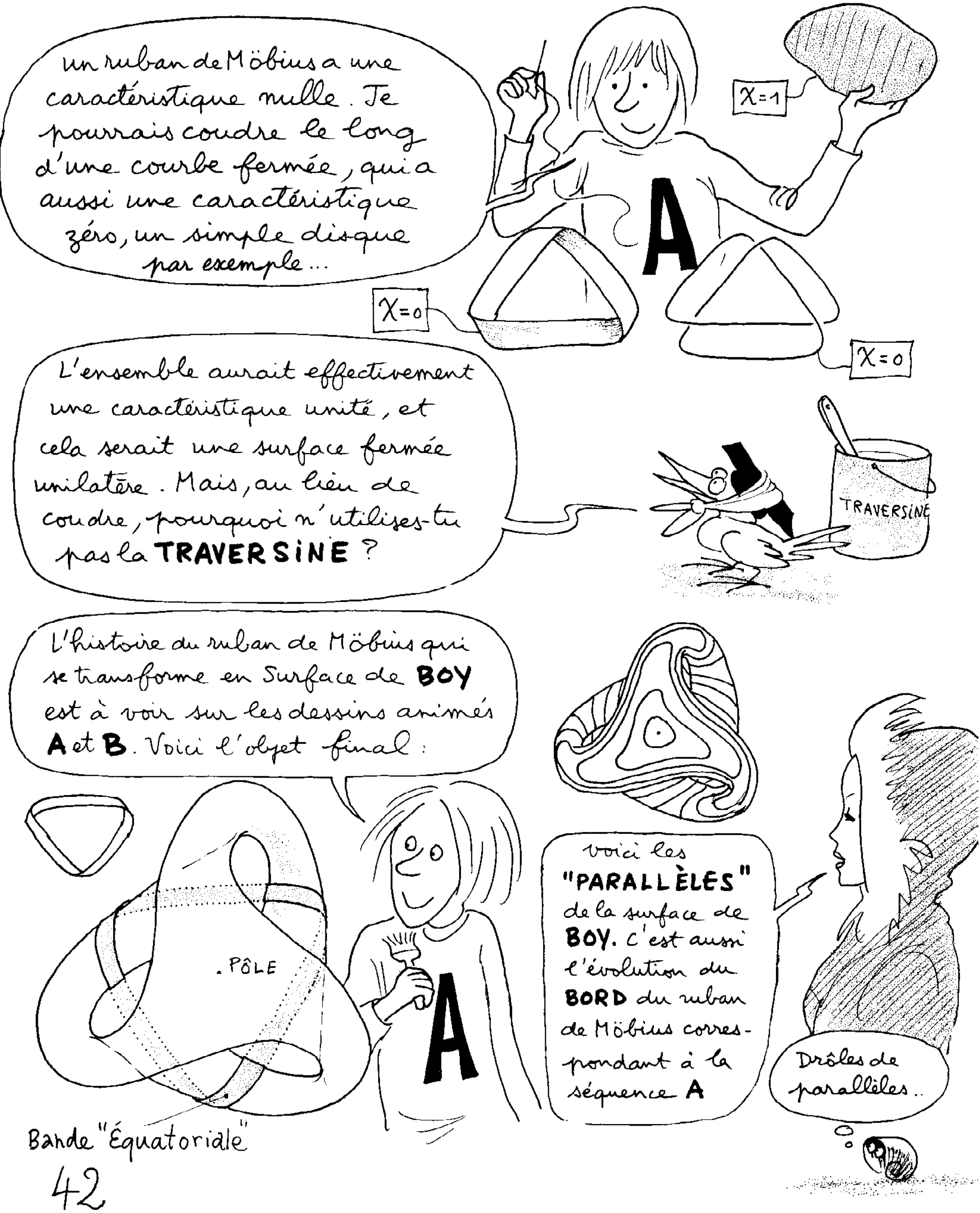
IDEM : COURBE-BORD ET ENSEMBLE D'AUTO-INTERSECTION

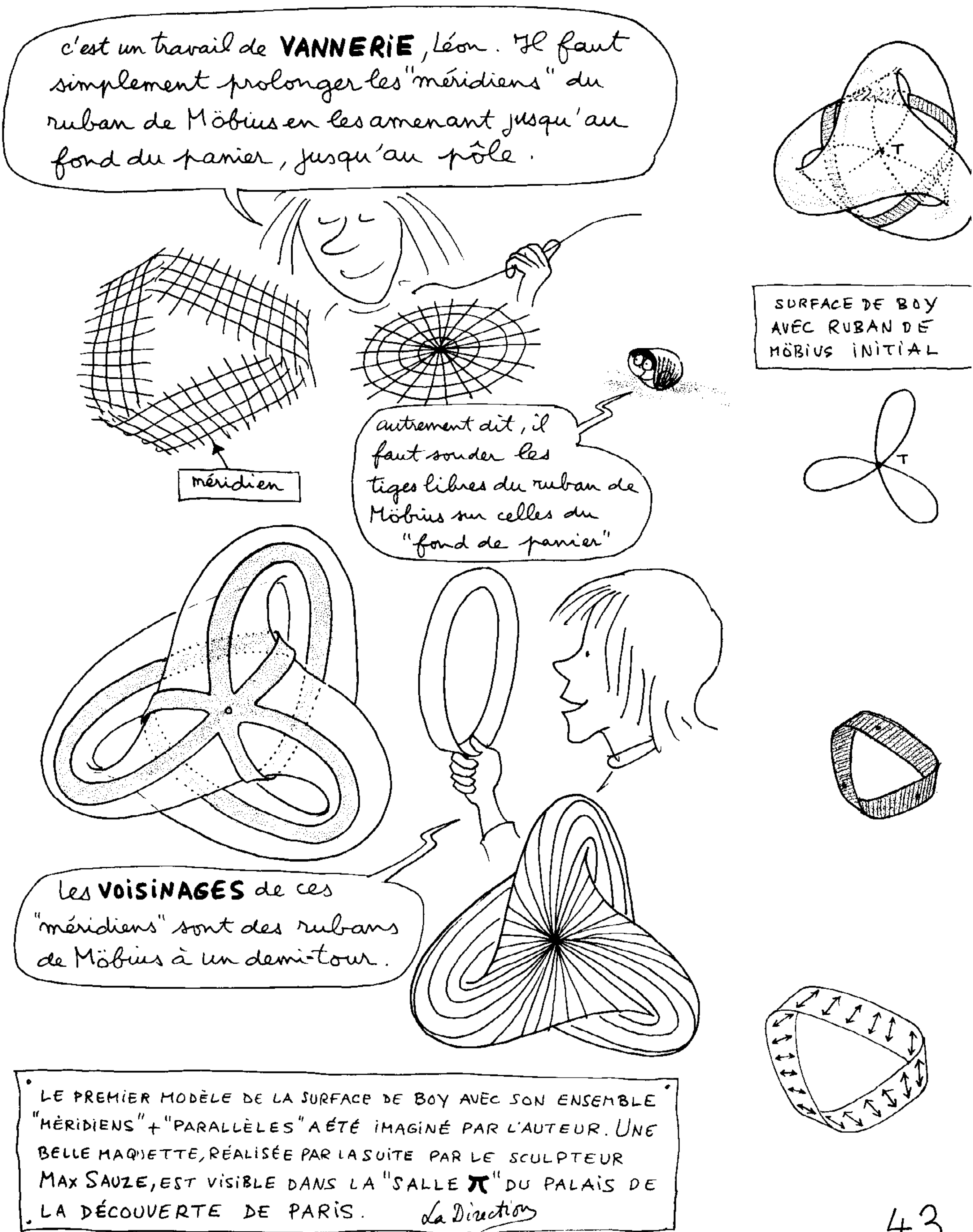
C

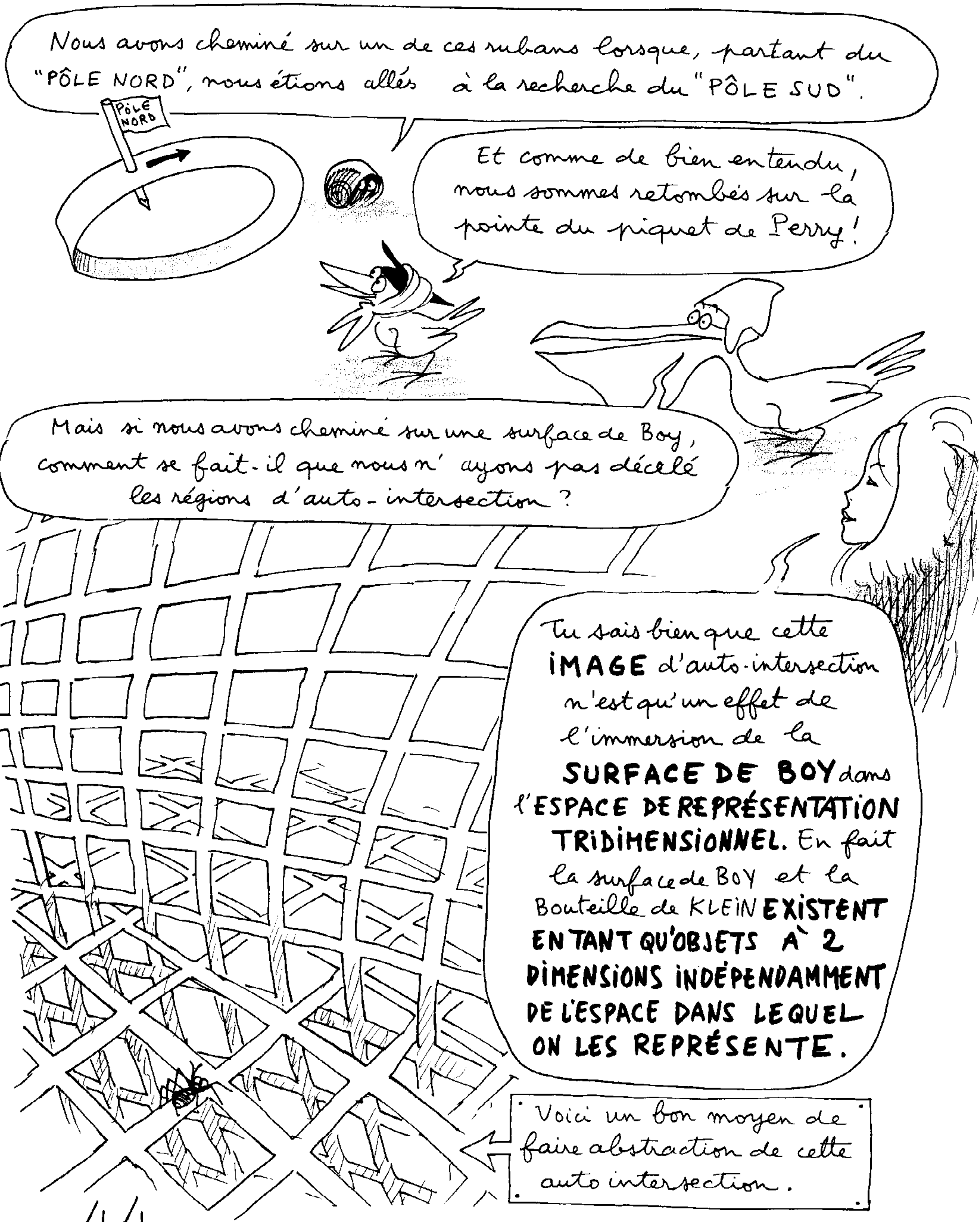
MISE EN CONJONCTION DES POINTS ANTIPODAUX

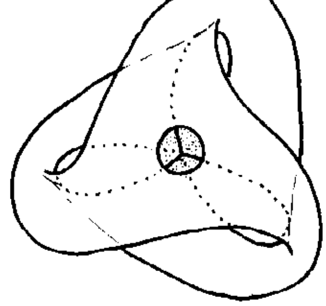
D

INVERSION APPARENTE DU TEMPS

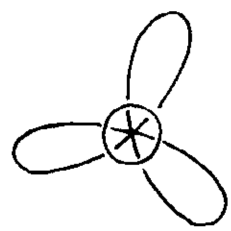

un ruban de Möbius a une caractéristique nulle. Je pourrais coudre le long d'une courbe fermée, qui a aussi une caractéristique zéro, un simple disque par exemple...
χ=1
χ=0
χ=0
L'ensemble aurait effectivement une caractéristique unité, et cela serait une surface fermée unilatère. Mais, au lieu de coudre, pourquoi n'utilises-tu pas la TRAVERSINE ?
TRAVERSINE
L'histoire du ruban de Möbius qui se transforme en Surface de BOY est à voir sur les dessins animés A et B. Voici l'objet final :
.PÔLE
voici les "PARALLÈLES" de la surface de BOY. C'est aussi l'évolution du BORD du ruban de Möbius correspondant à la séquence A
Drôles de parallèles..
Bande "Équatoriale"


c'est un travail de **VANNERIE**, Léon. Il faut simplement prolonger les "méridiens" du ruban de Möbius en les amenant jusqu'au fond du panier, jusqu'au pôle.
SURFACE DE BOY AVEC RUBAN DE MÖBIUS INITIAL
T
T
méridien
autrement dit, il faut souder les tiges libres du ruban de Möbius sur celles du "fond de panier"
Les **VOISINAGES** de ces "méridiens" sont des rubans de Möbius à un demi-tour.
LE PREMIER MODÈLE DE LA SURFACE DE BOY AVEC SON ENSEMBLE "MÉRIDIENS" + "PARALLÈLES" A ÉTÉ IMAGINÉ PAR L'AUTEUR. UNE BELLE MAQUETTE, RÉALISÉE PAR LA SUITE PAR LE SCULPTEUR MAX SAUZE, EST VISIBLE DANS LA "SALLE π" DU PALAIS DE LA DÉCOUVERTE DE PARIS. La Direction

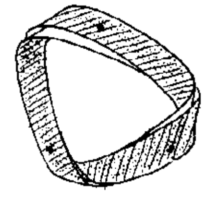

Nous avons cheminé sur un de ces rubans lorsque, partant du "PÔLE NORD", nous étions allés à la recherche du "PÔLE SUD".
PÔLE NORD
Et comme de bien entendu, nous sommes retombés sur la pointe du piquet de Perry!
Mais si nous avons cheminé sur une surface de Boy, comment se fait-il que nous n' ayons pas décelé les régions d'auto-intersection ?
Tu sais bien que cette IMAGE d'auto-intersection n'est qu'un effet de l'immersion de la SURFACE DE BOY dans l'ESPACE DE REPRÉSENTATION TRIDIMENSIONNEL. En fait la surface de BOY et la Bouteille de KLEIN EXISTENT EN TANT QU'OBJETS À 2 DIMENSIONS INDÉPENDAMMENT DE L'ESPACE DANS LEQUEL ON LES REPRÉSENTE.
Voici un bon moyen de faire abstraction de cette auto intersection.

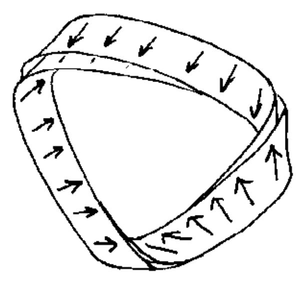


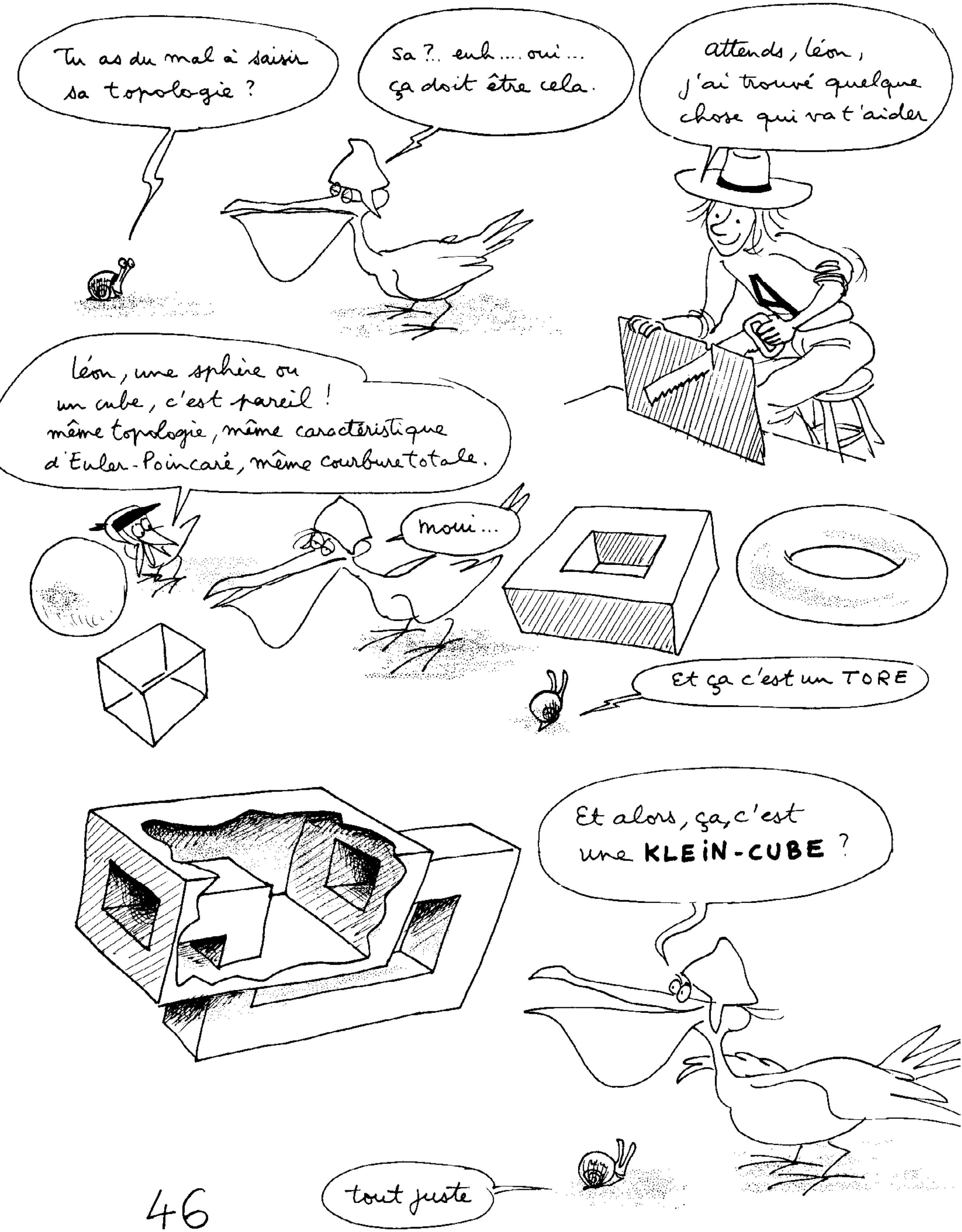
RUBAN DE MÖBIUS À BORD CIRCULAIRE

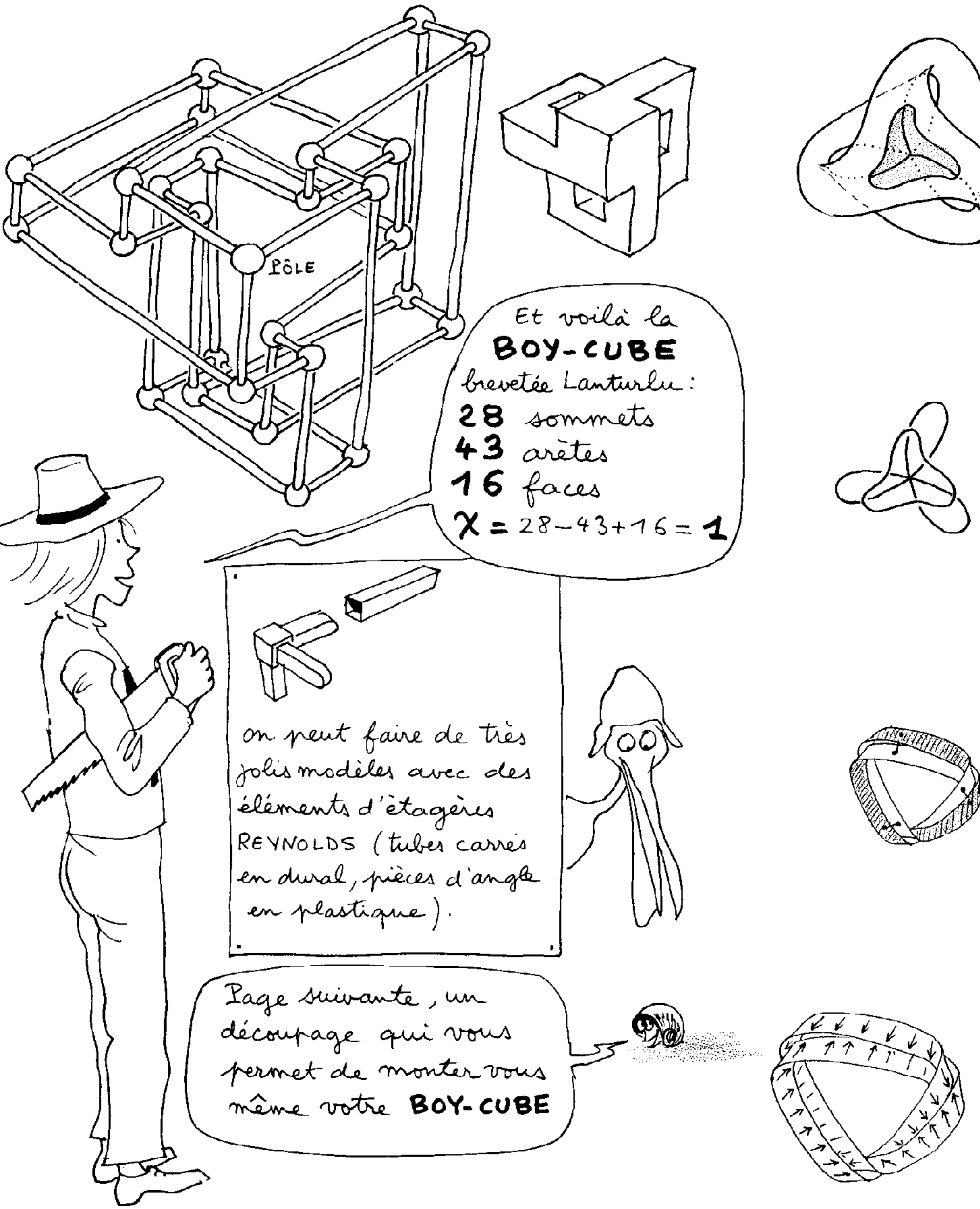


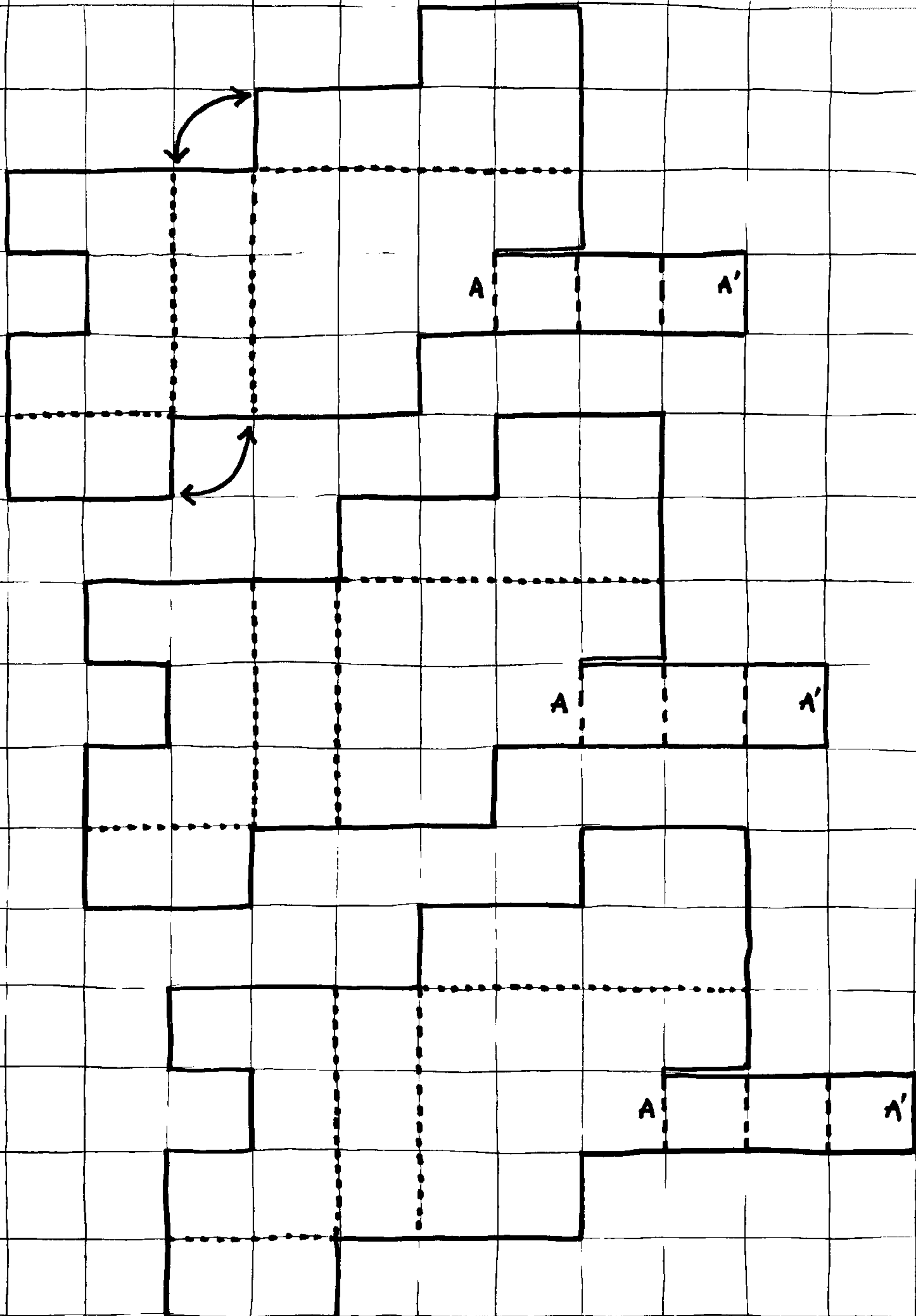
LA BOY CUBE

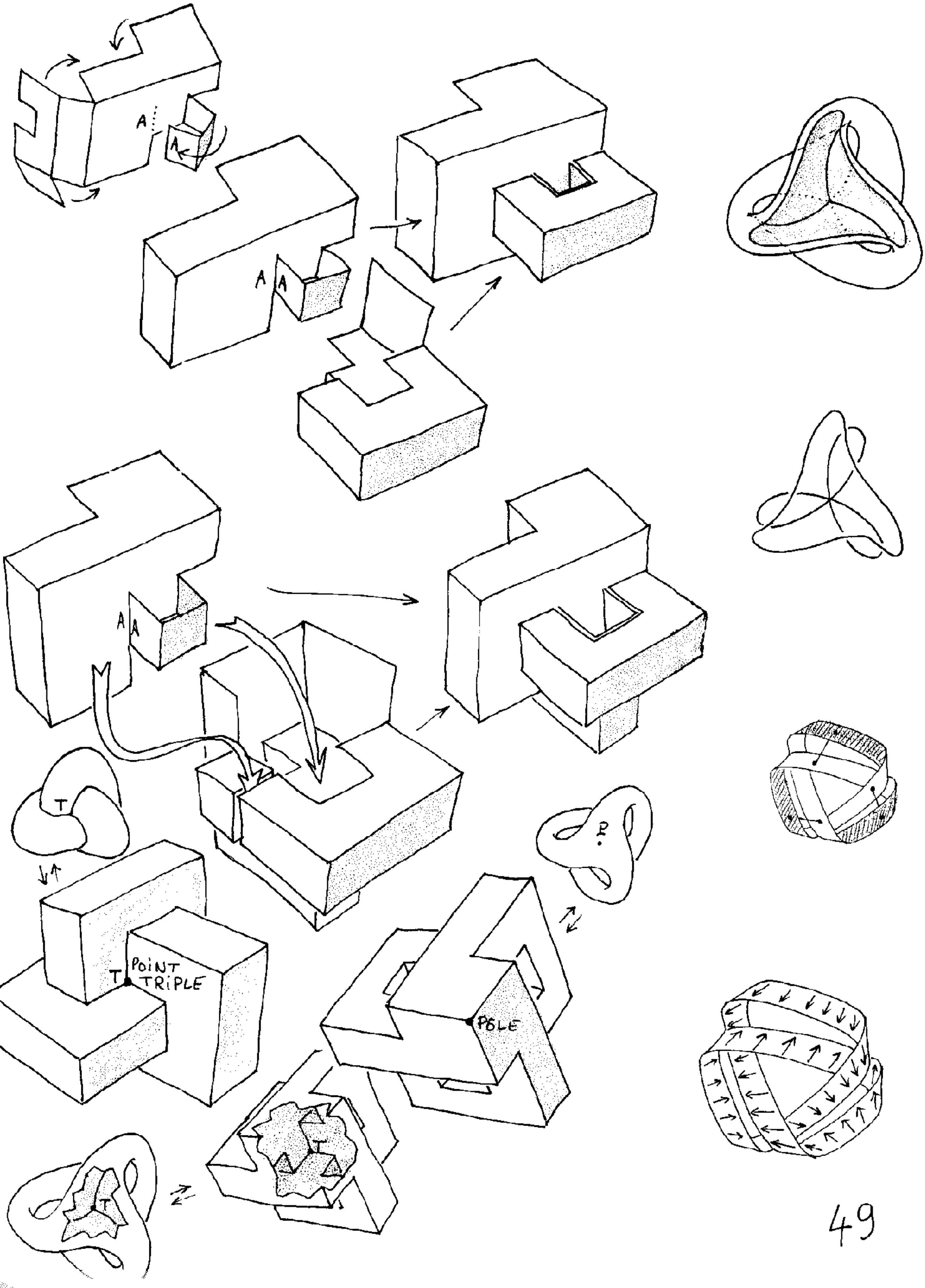





Tu as du mal à saisir sa topologie ?
Sa ?.. euh.... oui... ça doit être cela.
attends, léon, j'ai trouvé quelque chose qui va t'aider
léon, une sphère ou un cube, c'est pareil ! même topologie, même caractéristique d'Euler-Poincaré, même courbure totale.
moui...
Et ça c'est un TORE
Et alors, ça, c'est une **KLEIN-CUBE** ?
tout juste

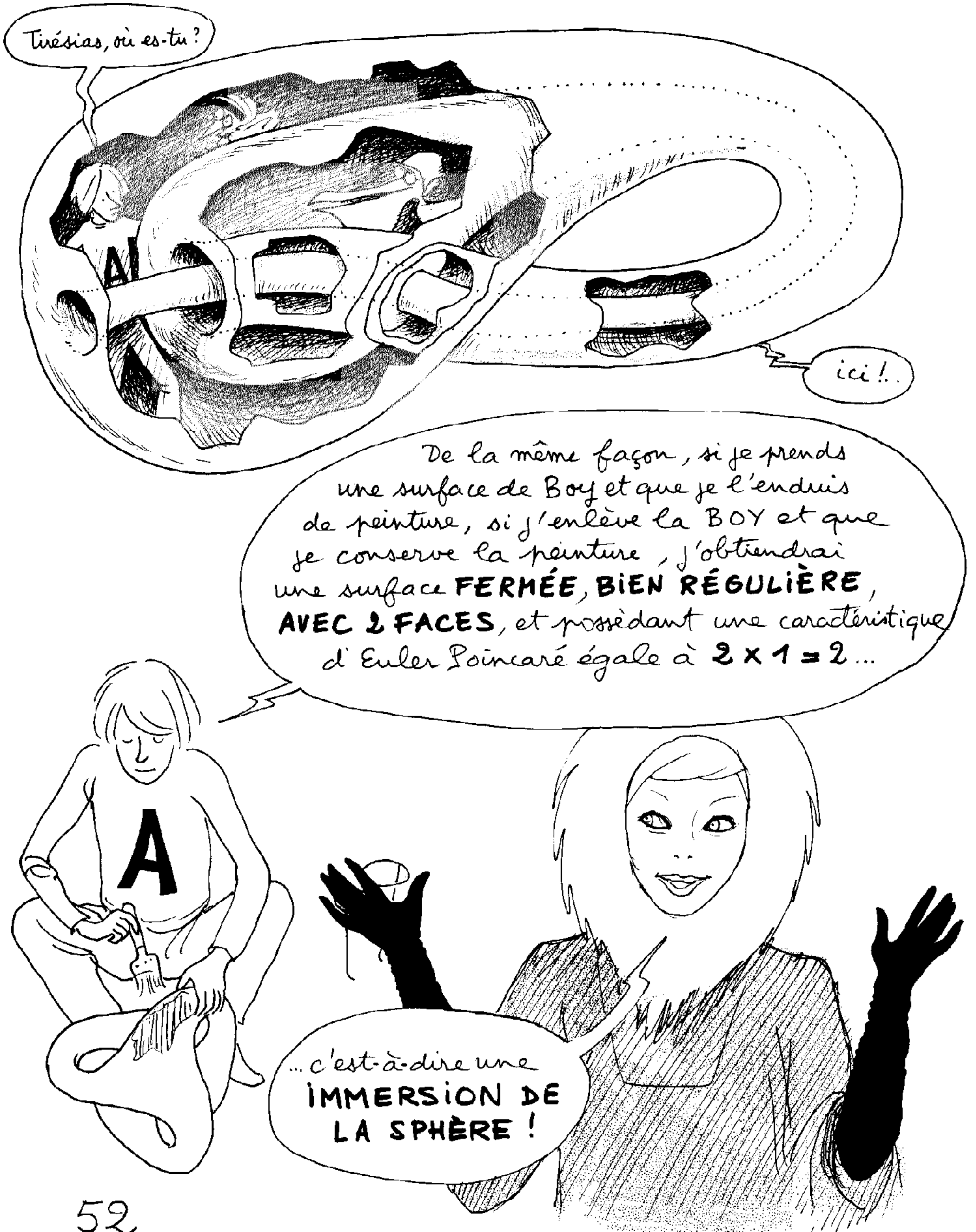

PÔLE
Et voilà la BOY-CUBE brevetée Lanturlu :
28 sommets
43 arêtes
16 faces
χ = 28−43+16 = 1
on peut faire de très jolis modèles avec des éléments d'étagères REYNOLDS (tubes carrés en dural, pièces d'angle en plastique).
Page suivante, un découpage qui vous permet de monter vous même votre BOY-CUBE


A
A'
A
A'
A
A'


A
A
A
A
A
A
T
T
POINT TRIPLE
POLE
T
T

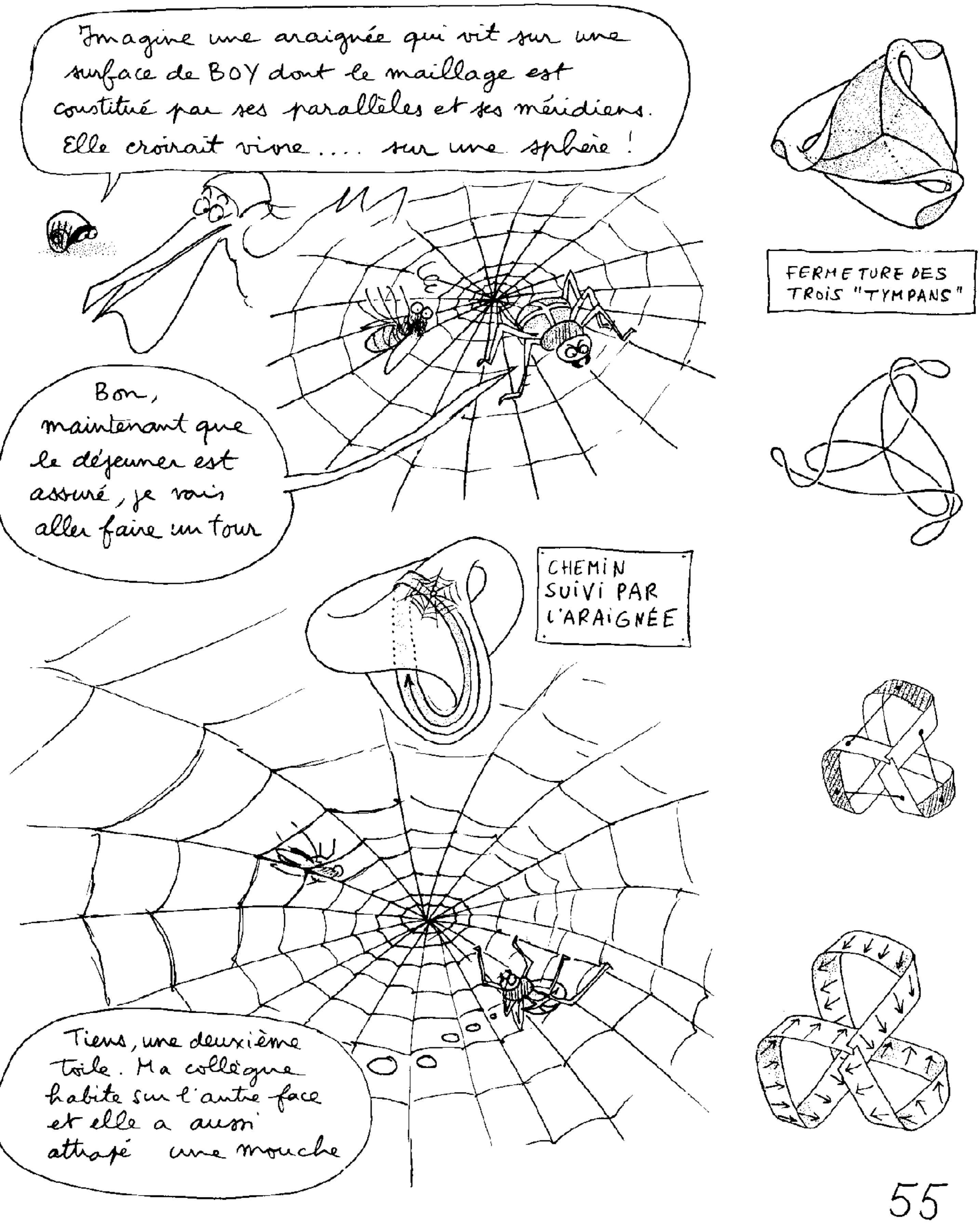
REVÊTEMENTS

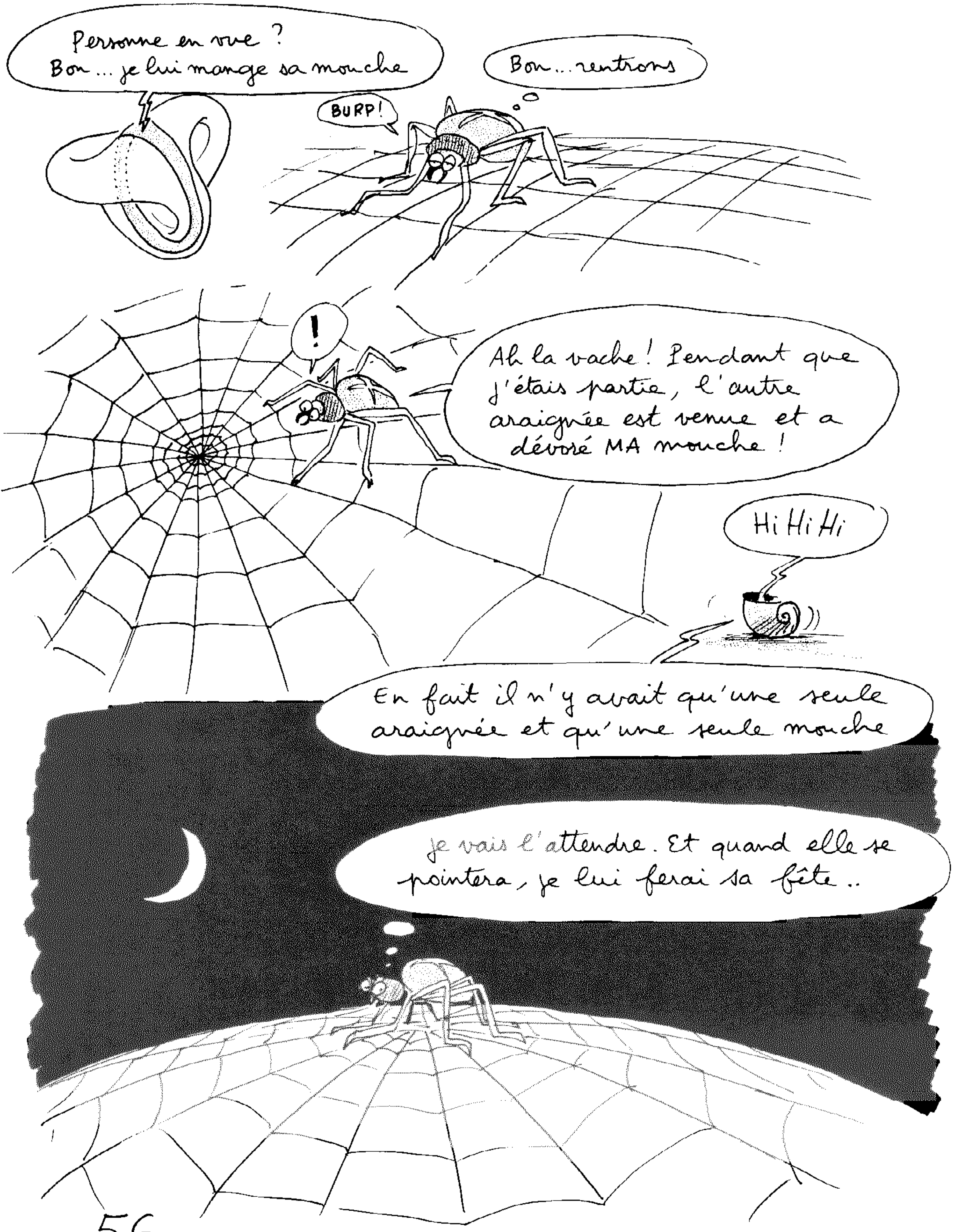

Cette nouvelle bande, fermée sur elle-même, a deux faces, puisque l'une d'elle était en contact avec le ruban de Möbius. Mais tu peux aussi explorer la séquence d'images :
= + segment
= + segment
= + segment
Sa caractéristique et celle du ruban de Möbius sont nulles.
Attends voir ... si je peins ... une BOUTEILLE DE KLEIN sur son UNIQUE FACE et que j'enlève la bouteille en conservant la peinture, j'obtiens une surface FERMÉE, BIEN RÉGULIÈRE, avec DEUX FACES et possédant une caractéristique d'Euler-Poincaré égale à 2 x 0 = ZÉRO.
c'est-à-dire une immersion du TORE !


Tirésias, où es-tu ?
ici !..
De la même façon, si je prends une surface de Boy et que je l'enduis de peinture, si j'enlève la BOY et que je conserve la peinture, j'obtiendrai une surface FERMÉE, BIEN RÉGULIÈRE, AVEC 2 FACES, et possédant une caractéristique d'Euler Poincaré égale à 2 x 1 = 2...
...c'est-à-dire une IMMERSION DE LA SPHÈRE !

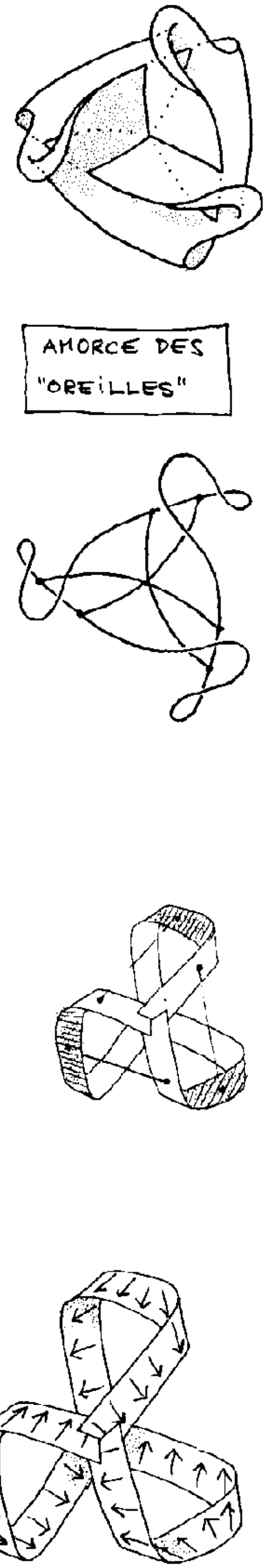

Est-ce que je peux RÉELLEMENT "déplier" cette bizarre sphère et la transformer en sphère "ordinaire" ?
Avec de la TRAVERSINE, pas de problème et c'est la même chose pour le TORE
Procédons inversement. Supposons que je veuille "replier" une sphère sans faire de pli !
CROISEMENT DES NAPPES TERMINÉ
Il faut utiliser du RÉTRÉCISSOL


On commence par relier chaque point de la sphère avec son ANTIPODE à l'aide de fils trempés dans du RÉTRÉCISSOL.
Ces fils se contractent jusqu'à devenir de longueur nulle, tandis que la surface de la sphère reste constante. On amène ainsi chaque point en CONJONCTION avec son ANTIPODAL.
Mais vous verrez cela dans un autre album, consacré au RETOURNEMENT DE LA SPHÈRE. En attendant, la série d'images du film G montre comment l'ÉQUATEUR de la SPHÈRE se replie, en devenant l'ÉQUATEUR de la BOY. Le pôle NORD vient évidemment se mettre contre le pôle SUD.
La Direction
Tous les méridiens et les parallèles de la sphère viennent se recouvrir les uns les autres.

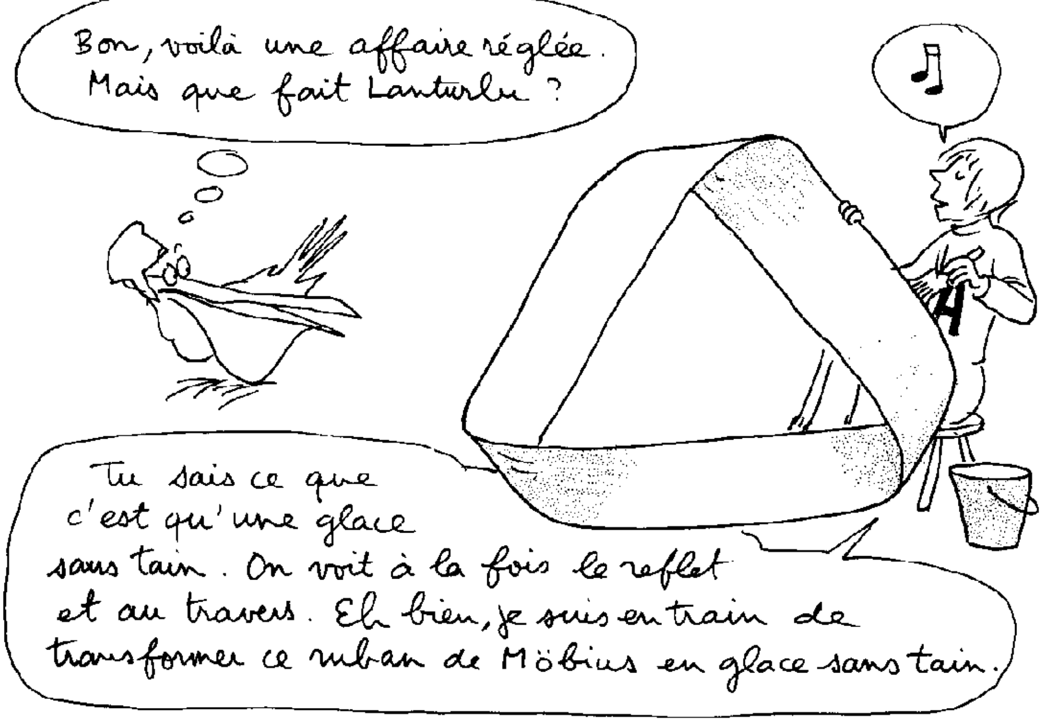

Imagine une araignée qui vit sur une surface de BOY dont le maillage est constitué par ses parallèles et ses méridiens. Elle croirait vivre.... sur une sphère !
FERMETURE DES TROIS "TYMPANS"
Bon, maintenant que le déjeuner est assuré, je vais aller faire un tour
CHEMIN SUIVI PAR L'ARAIGNÉE
Tiens, une deuxième toile. Ma collègue habite sur l'autre face et elle a aussi attrapé une mouche

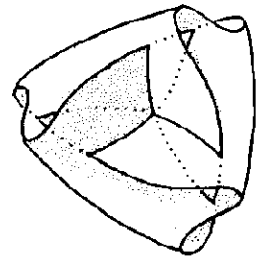

Personne en vue ?
Bon ... je lui mange sa mouche
Bon... rentrons
BURP!
!
Ah la vache ! Pendant que j'étais partie, l'autre araignée est venue et a dévoré MA mouche !
HiHiHi
En fait il n'y avait qu'une seule araignée et qu'une seule mouche
je vais l'attendre. Et quand elle se pointera, je lui ferai sa fête ..

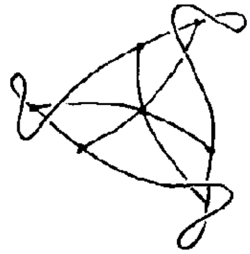

Mais... l'histoire de l'araignée... ça me donne une idée. Pour Amundsen, nous avons la solution
Comment cela ?
monsieur Amundsen, tout est arrangé ! on a retrouvé votre pôle Sud..
Ah...
Vous repartez mais avec ça...
PÔLE SUD
On a donné le même à Perry.
... et vous le POSEZ seulement !
ET TOUT RENTRA DANS L'ORDRE...
PÔLE NORD
PÔLE SUD


AMORCE DES "OREILLES"

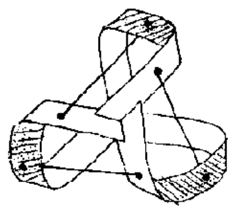

quel beau jour !
ça vous a quand même de la gueule
Monsieur Amundsen, la photo historique
Allez vousen, je veux être seul sur ma photo historique
PÔLE SUD
En science, c'est comme pour tout. Quelques fois, il vaut mieux ne pas trop creuser...
...chaque pôle à sa place et les vaches seront bien gardées...
Et d'ailleurs, si on creusait, sous le pôle Nord, on aurait peut être des surprises.
Et il y en a qui déchanteraient, allez

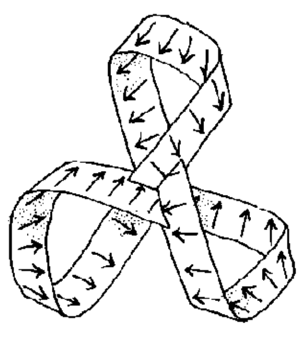




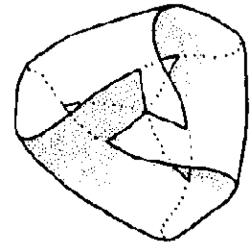


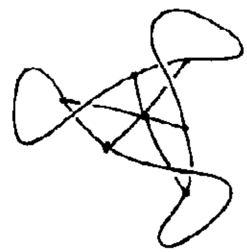
LE STADE DU MIROIR



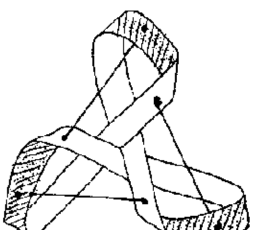


 (*) VOUS POUVEZ AUSSI FABRIQUER DE TELS MIROIRS À PARTIR DE VIEILLES BOUTEILLES DE KLEIN DE RÉCUPÉRATION.

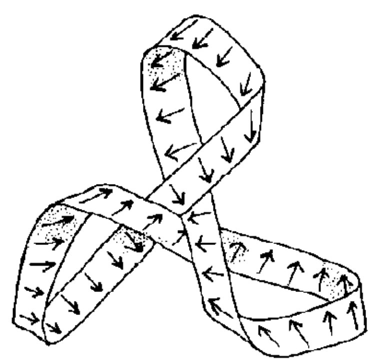




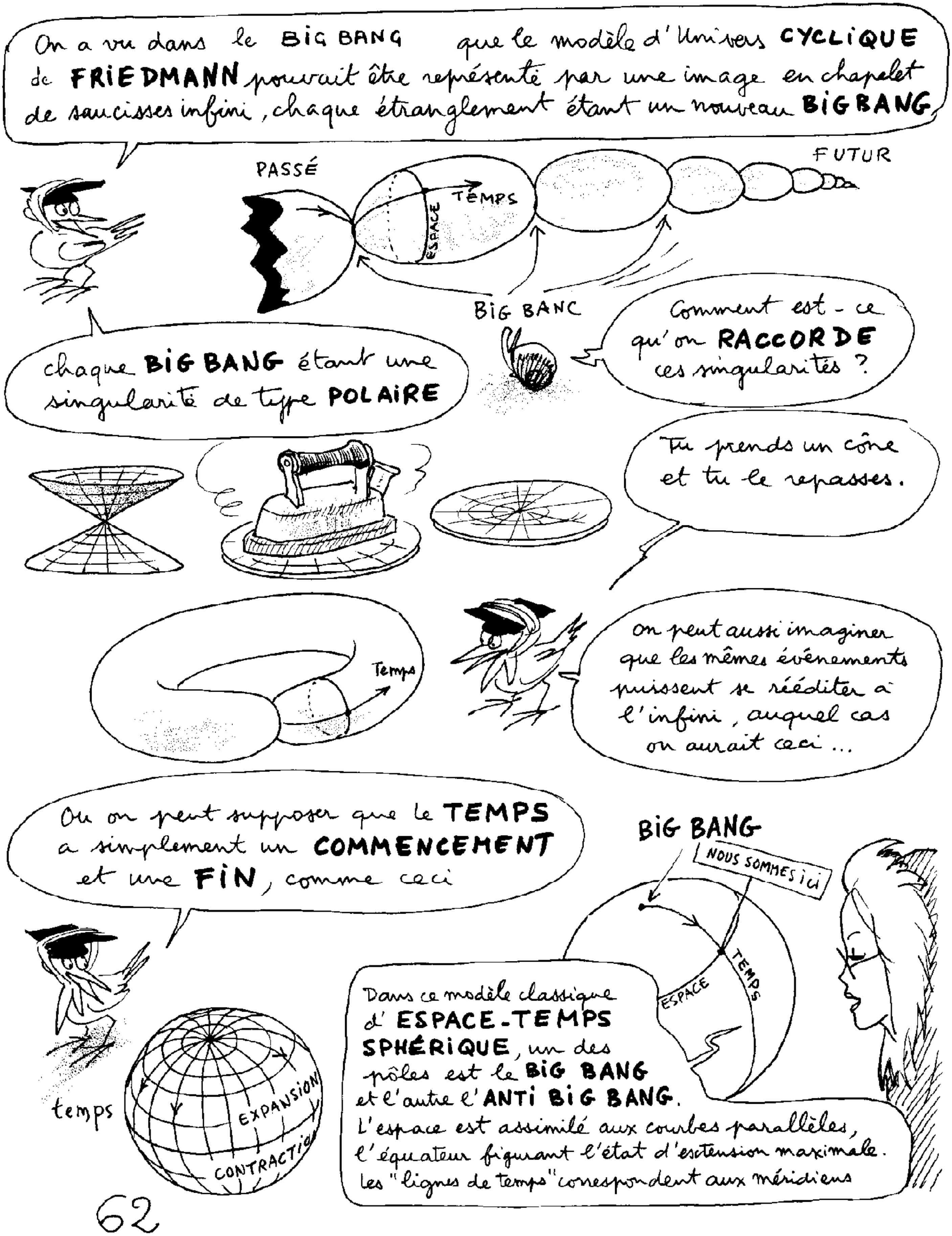
L'ESPACE-TEMPS EN FOLIE

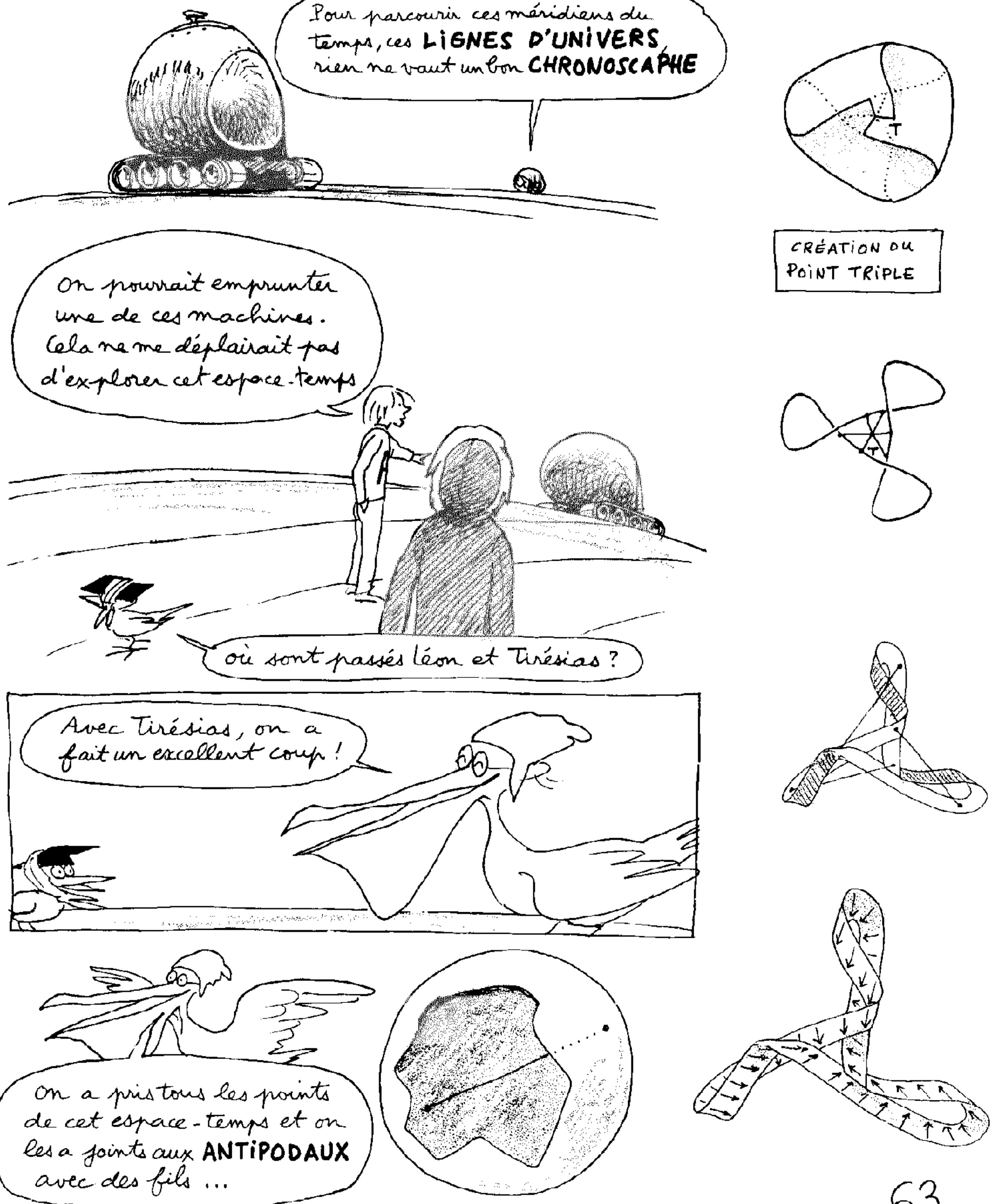


CRÉATION D'UN POINT TRIPLE

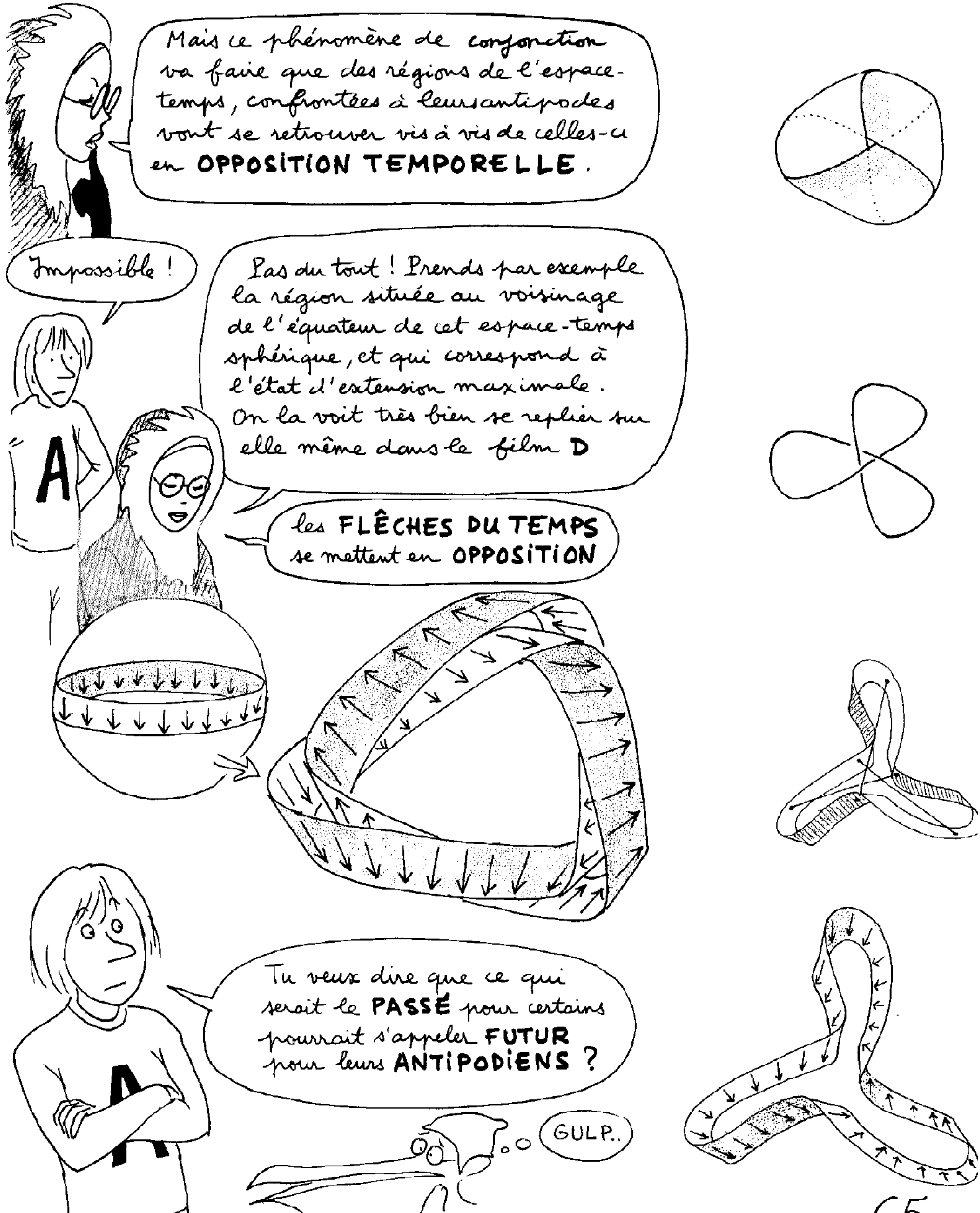


(*) L'EXPÉRIENCE N'A JAMAIS ÉTÉ TENTÉE


On a vu dans le BIG BANG que le modèle d'Univers CYCLIQUE de FRIEDMANN pouvait être représenté par une image en chapelet de saucisses infini, chaque étranglement étant un nouveau BIG BANG.
PASSÉ
TEMPS
ESPACE
FUTUR
BIG BANG
chaque BIG BANG étant une singularité de type POLAIRE
Comment est-ce qu'on RACCORDE ces singularités ?
Tu prends un cône et tu le repasses.
Temps
on peut aussi imaginer que les mêmes événements puissent se rééditer à l'infini, auquel cas on aurait ceci...
Ou on peut supposer que le TEMPS a simplement un COMMENCEMENT et une FIN, comme ceci
BIG BANG
NOUS SOMMES ICI
TEMPS
ESPACE
temps
EXPANSION
CONTRACTION
Dans ce modèle classique d'ESPACE-TEMPS SPHÉRIQUE, un des pôles est le BIG BANG et l'autre l'ANTI BIG BANG.
L'espace est assimilé aux courbes parallèles, l'équateur figurant l'état d'extension maximale.
les "lignes de temps" correspondent aux méridiens

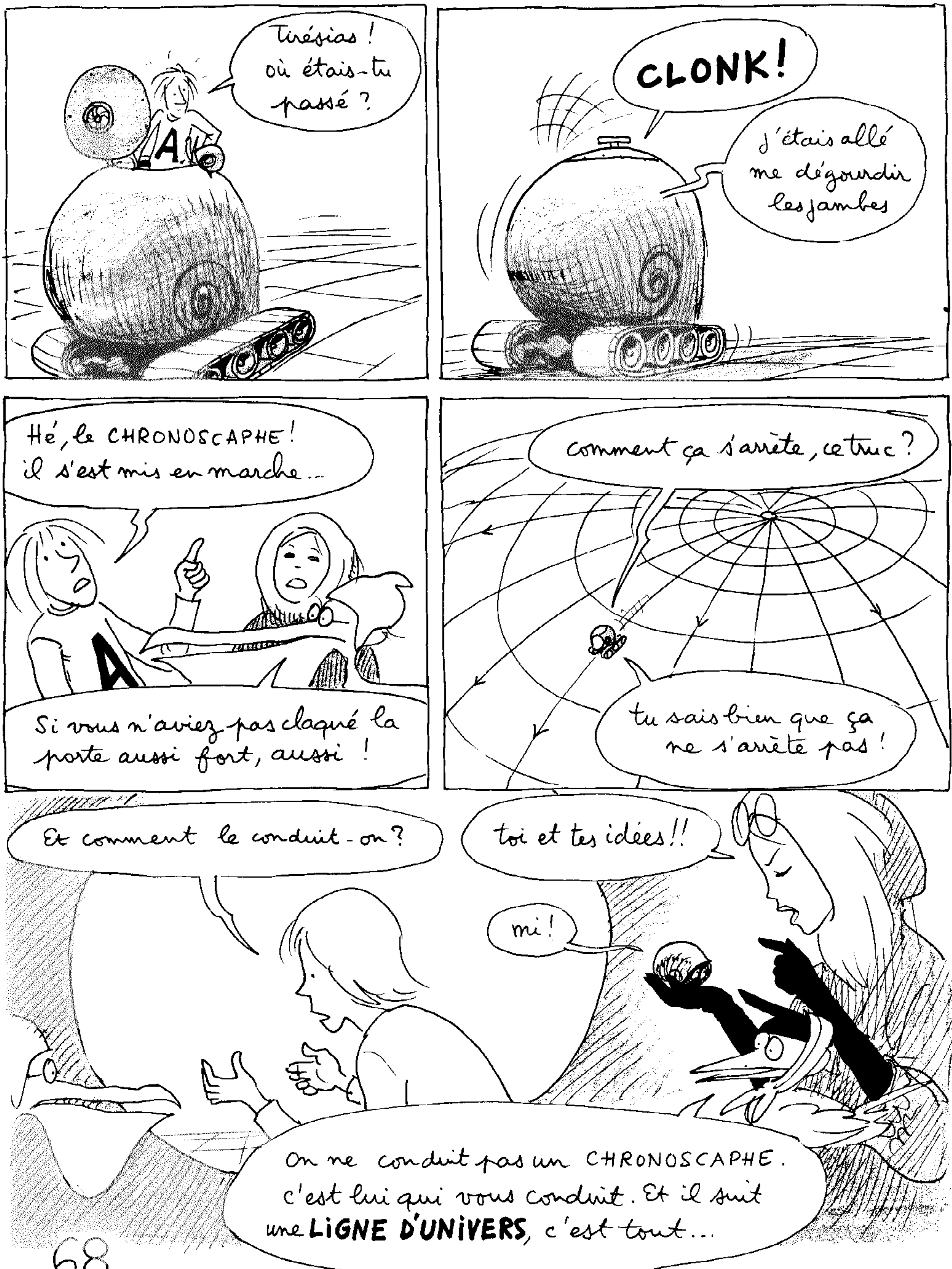

Pour parcourir ces méridiens du temps, ces LIGNES D'UNIVERS, rien ne vaut un bon CHRONOSCAPHE
CRÉATION DU POINT TRIPLE
On pourrait emprunter une de ces machines. Cela ne me déplairait pas d'explorer cet espace-temps
où sont passés Léon et Tirésias ?
Avec Tirésias, on a fait un excellent coup !
On a pris tous les points de cet espace-temps et on les a joints aux ANTIPODAUX avec des fils ...

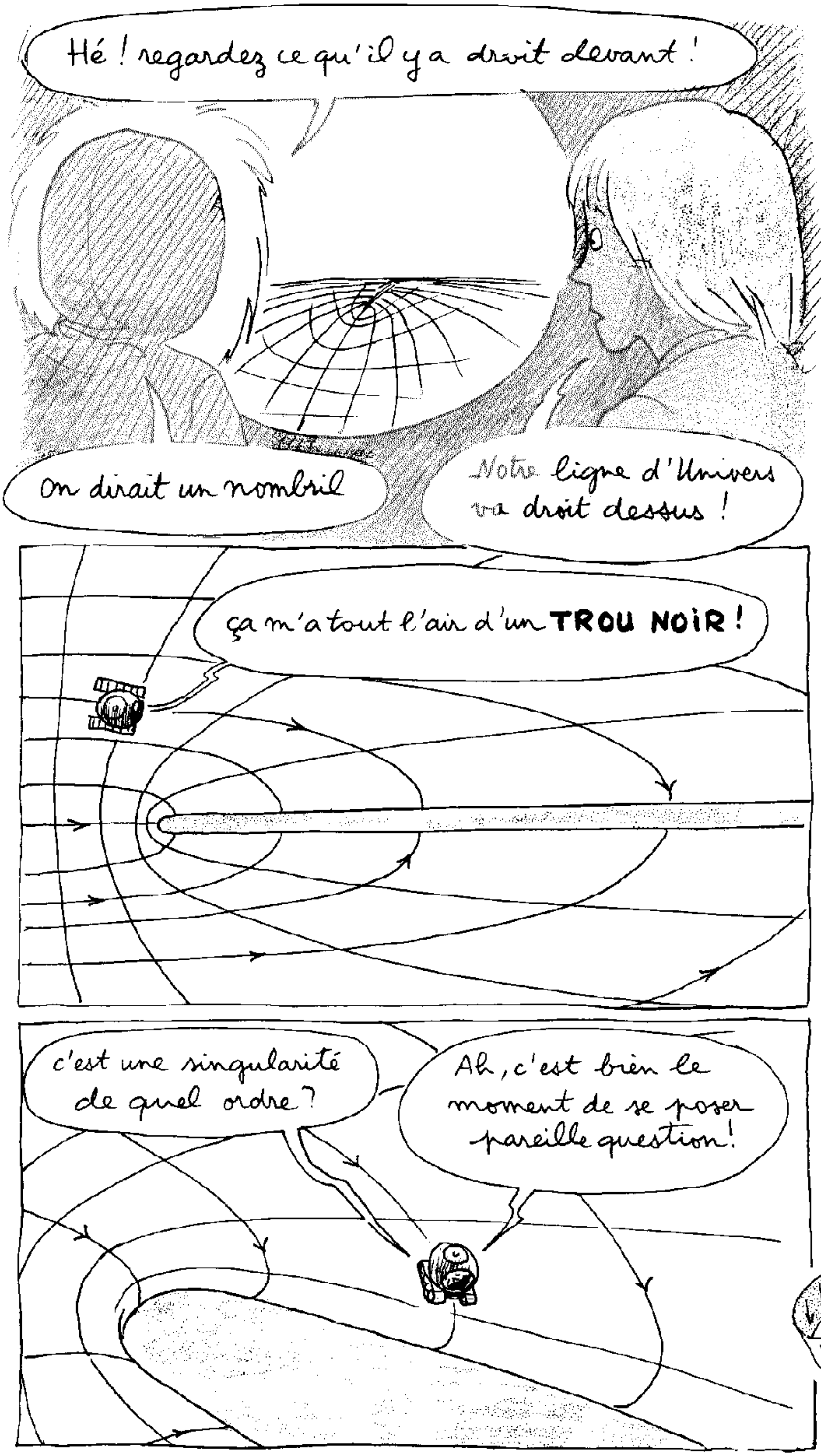
(*) par HOYLE et SAKHAROV

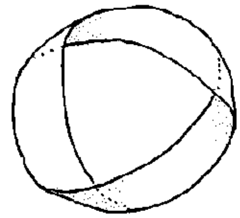

Mais ce phénomène de conjonction va faire que des régions de l'espace-temps, confrontées à leurs antipodes vont se retrouver vis à vis de celles-ci en OPPOSITION TEMPORELLE.
Impossible !
Pas du tout ! Prends par exemple la région située au voisinage de l'équateur de cet espace-temps sphérique, et qui correspond à l'état d'extension maximale. On la voit très bien se replier sur elle même dans le film D
les FLÊCHES DU TEMPS se mettent en OPPOSITION
Tu veux dire que ce qui serait le PASSÉ pour certains pourrait s'appeler FUTUR pour leurs ANTIPODIENS ?
GULP..

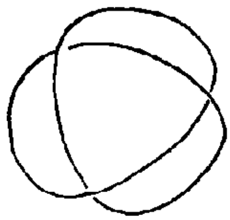

mon cher Léon, vous avez fait du beau travail
Vous voulez dire que ceci risque de plonger l'Univers dans une situation de contradiction insoutenable ?
Une sorte d'impasse logique
Lorsque le **RÉTRÉCISSOL** aura fait son effet, l'Univers va se téléscoper lui-même et nous allons prendre le temps à rebrousse-poil de plein fouet
Au fait, où est passé Tirésias ?
Montons dans le chronoscaphe. On peut essayer de lui lancer un appel.
un avis de recherche ?
A

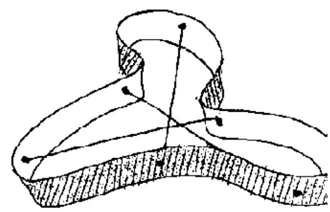
(*) VOIR **BIG BANG** (Ed. BELIN)

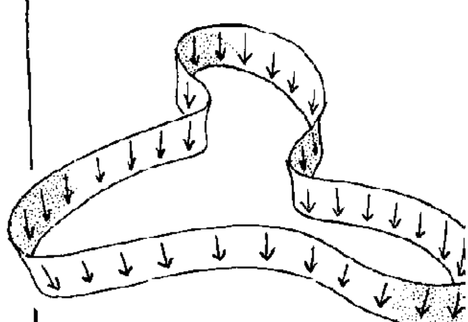

Tirésias ! où étais-tu passé ?
CLONK !
J'étais allé me dégourdir les jambes
Hé, le CHRONOSCAPHE ! il s'est mis en marche...
Si vous n'aviez pas claqué la porte aussi fort, aussi !
comment ça s'arrête, ce truc ?
tu sais bien que ça ne s'arrête pas !
Et comment le conduit-on ?
toi et tes idées !!
mi !
On ne conduit pas un CHRONOSCAPHE. c'est lui qui vous conduit. Et il suit une LIGNE D'UNIVERS, c'est tout...

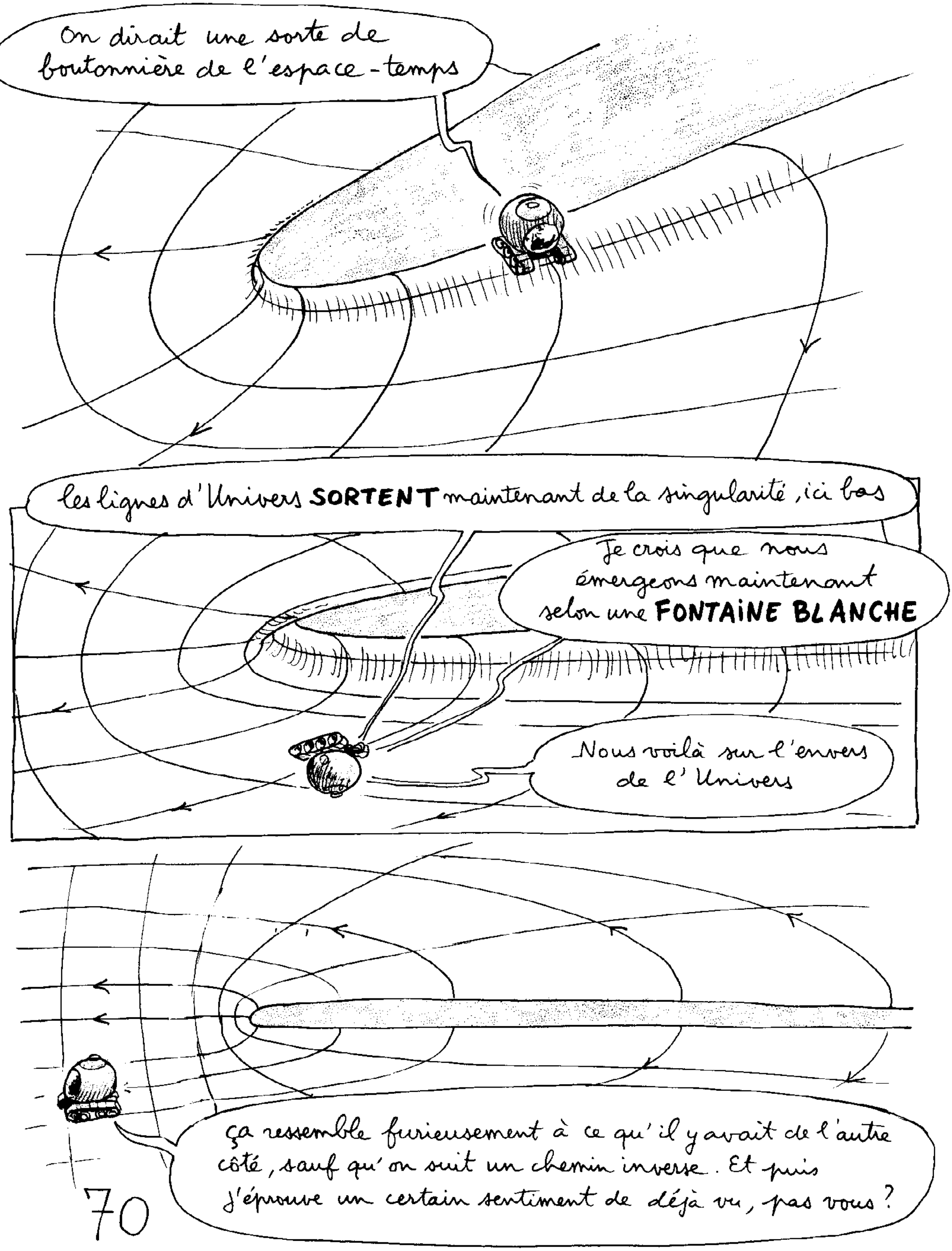

Hé ! regardez ce qu'il y a droit devant !
On dirait un nombril
Notre ligne d'Univers va droit dessus !
ça m'a tout l'air d'un TROU NOIR !
c'est une singularité de quel ordre ?
Ah, c'est bien le moment de se poser pareille question !

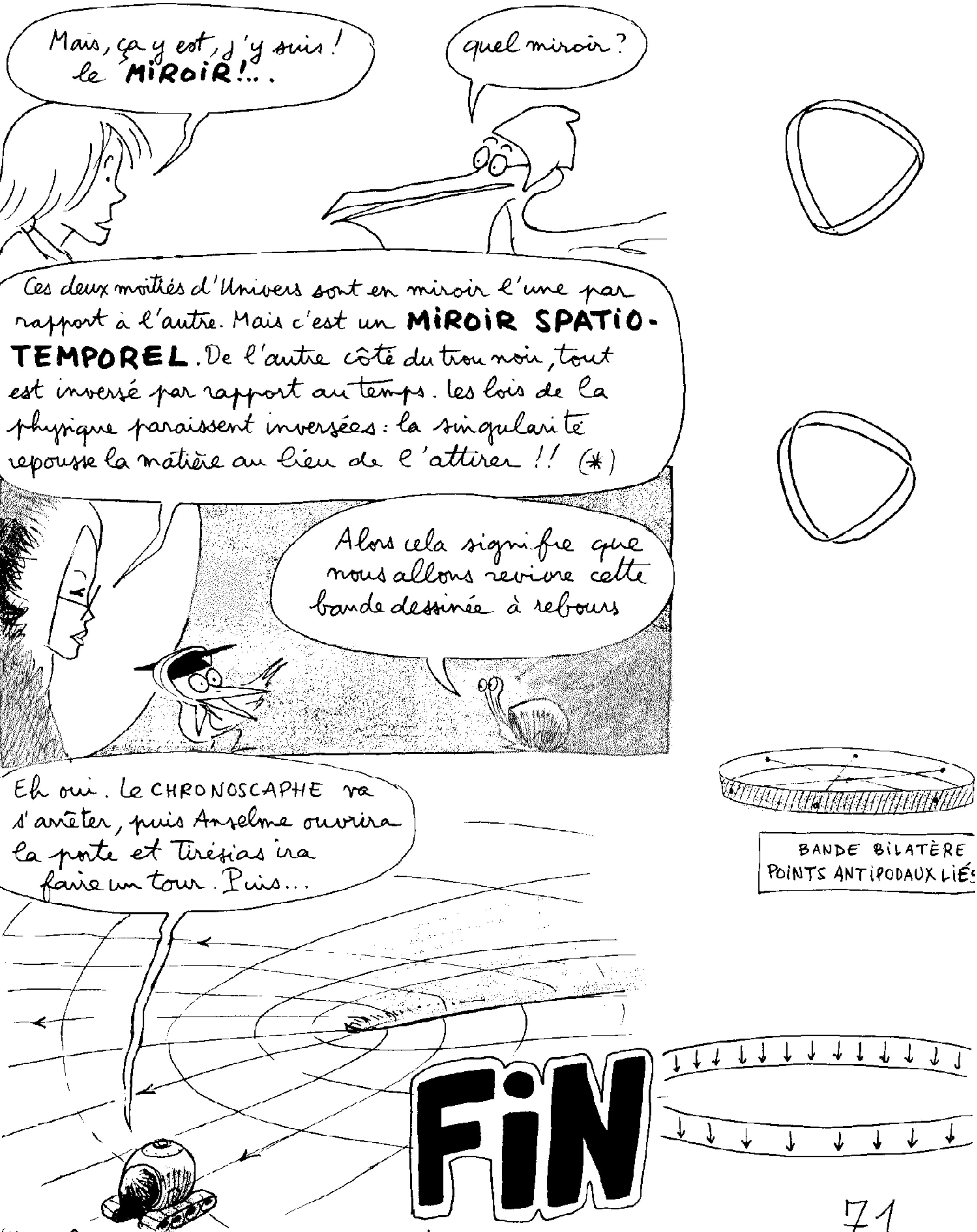









On dirait une sorte de boutonnière de l'espace-temps
les lignes d'Univers SORTENT maintenant de la singularité, ici bas
Je crois que nous émergeons maintenant selon une FONTAINE BLANCHE
Nous voilà sur l'envers de l'Univers
ça ressemble furieusement à ce qu'il y avait de l'autre côté, sauf qu'on suit un chemin inverse. Et puis j'éprouve un certain sentiment de déjà vu, pas vous ?



(*) LA MÊME STRUCTURE PEUT EXISTER À 4 DIMENSIONS

ANNEXE SCIENTIFIQUE

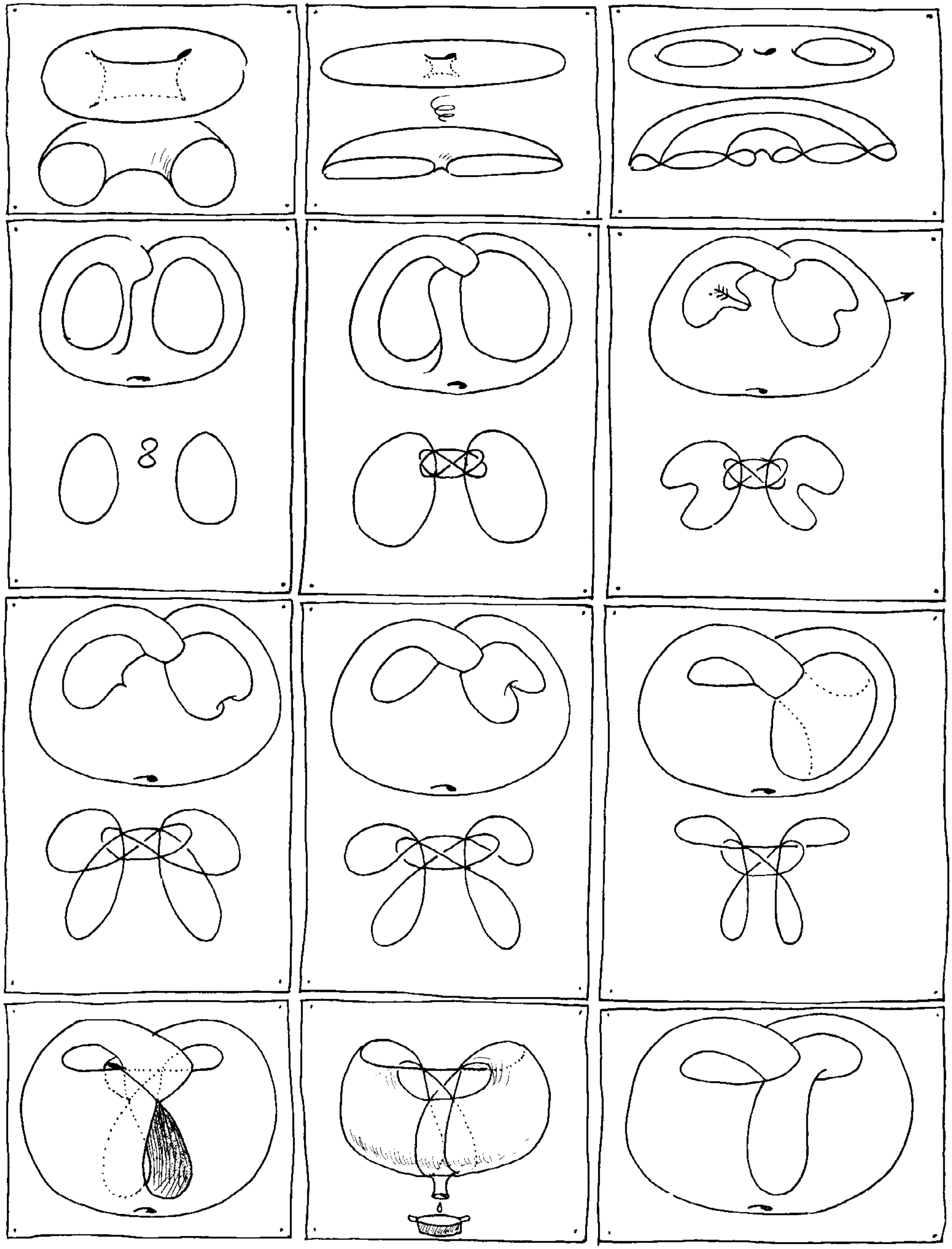
BOY, élève de Hilbert, découvrit sa surface en 1902.
La première représentation analytique en fut donnée en 1981 par Jérôme SOURIAU (fils du mathématicien J.M. SOURIAU) et l'auteur. La méthode, semi-empirique, consiste à assimiler les méridiens de la surface à des ellipses, qui sont ensuite paramétrées.
Le point courant est donné par :

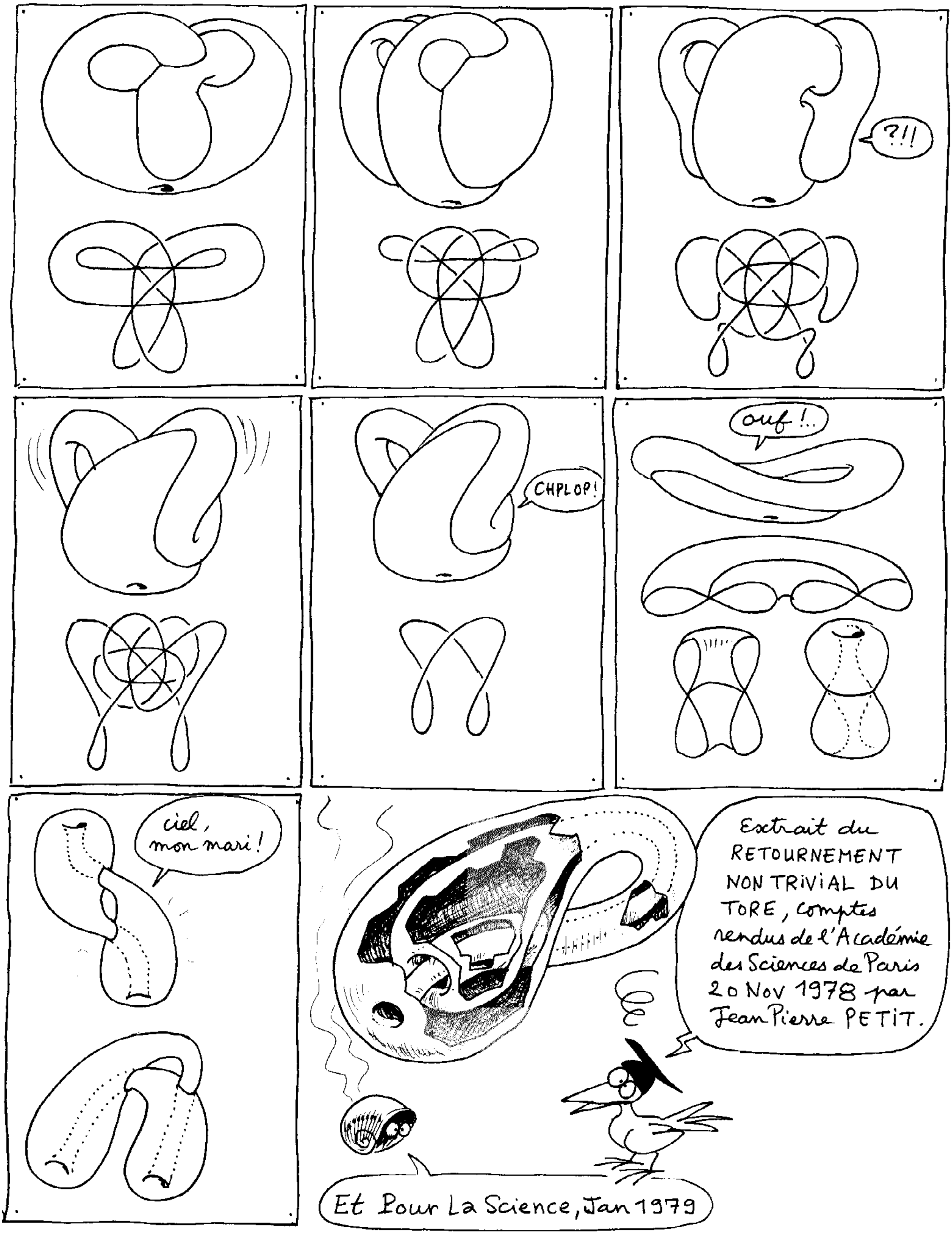
$$\begin{cases} x = X_1 \cos\mu - Z_1 \sin\alpha \sin\mu \\ y = X_1 \sin\mu + Z_1 \sin\alpha \cos\mu \\ z = Z_1 \cos\alpha \end{cases} \quad \text{avec :} \begin{cases} X_1 = \dfrac{A^2 - B^2}{\sqrt{A^2+B^2}} + A\cos\theta - B\sin\theta \\ Z_1 = \sqrt{A^2+B^2} + A\cos\theta + B\sin\theta \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}\sin 3\mu \quad \begin{cases} A(\mu) = 10 + 1{,}41\sin(6\mu - \pi/3) + 1{,}98\sin(3\mu - \pi/6) \\ B(\mu) = 10 + 1{,}41\sin(6\mu - \pi/3) - 1{,}98\sin(3\mu - \pi/6) \end{cases}$$

méridiens : courbes $\mu =$ cte ; θ variant de 0 à 2π, μ variant de 0 à π.
Le programme BASIC ci-après donne le tracé figuré sur les pages de garde :

```
1  REM  TRACE MERIDIENS DE LA SURFACE DE BOY
3  HOME : TEXT
50 PI = 3.141592:P3 = PI / 3:P6 = PI / 8:P8 = PI / 8
60  HGR : HCOLOR= 3
90  FOR MU = 0 TO PI STEP 0.1
95 P = P + 1
100 D = 34 + 4.794 *  SIN (6 * MU - P3)
110 E = 6.732 *  SIN (3 * MU - P6)
120 A = D + E:B = D - E
130 SA =  SIN (P8 *  SIN (3 * MU))
140 C2 =  SQR (A * A + B * B):C3 = (4 * D * E) / C2
160 CM =  COS (MU):SM =  SIN (MU)
180  FOR TE = 0 TO 6.288 STEP .06
190 TC = A *  COS (TE):TS = B *  SIN (TE)
200 X1 = C3 + TC - TS
210 Z1 = C2 + TC + TS
250  REM  VOICI LES 3 COORDONNEES
300 X = X1 * CM - Z1 * SA * SM
310 Y = X1 * SM + Z1 * SA * CM
350  REM  PROGRAMME DE DESSIN
360  HPLOT 130 + X,80 + Y
400  NEXT TE: NEXT MU
```




?!!
CHPLOP!
ouf!..
ciel, mon mari!
Extrait du RETOURNEMENT NON TRIVIAL DU TORE, comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris 20 Nov 1978 par Jean Pierre PETIT.
Et Pour La Science, Jan 1979