

BIBLIOGRAPHIE

B. Daugeron, *À la recherche de l'Espérance. Revisiter la rencontre des Aborigènes tasmaniens avec les Français 1772-1802*, Ars Apodemica, 2014.

M. Langton et R. Perkins (dir.), *Aborigènes et peuples insulaires*, Au vent des îles, 2012.

M. Jolly et al., *Oceanic Encounters: Exchange, Desire, Violence*, ANU Press, 2009.

J.-Ph. Beaulieu et al., *Un potager au bout du monde, Les Génies de la Science*, n° 26, pp. 18-23, 2006.

I. Clendinnen, *Dancing with Strangers*, Cambridge University Press, 2005.

point qu'une des femmes qui allaitait un enfant ne craignait pas de le confier à plusieurs d'entre eux», rapporte Labillardière. Dans le trio à gauche, selon un usage local, un Aborigène couvre de poudre de charbon le peintre Piron à sa demande.

Tout n'est pas dans l'image. Les armes sont absentes : les Aborigènes les ont laissées dans la forêt et les Français n'en ont pas pris. L'idée que chacun se fait de l'autre est donc pacifique. Les journaux de bord parlent de caresses échangées. Les uns donnent leurs habits, tandis que les autres dénudent leurs hôtes et découvrent à cette occasion que Louis est en fait une Louise. Il y a aussi les chants et les danses partagés. La confiance a aussi ses limites : les Aborigènes refusent de venir à bord ou de goûter les repas des marins.

Ainsi, une même humanité se découvre et s'explore à la veille d'une tragédie. La

colonisation britannique de l'île de Diémen en 1803 a transformé ces sociétés aborigènes de façon radicale. La Guerre noire de 1824-1831, ajoutée au choc microbien puis à la déportation de 210 survivants dans l'île Flinders, aurait voué les Aborigènes de Tasmanie à disparaître. Au cours du XIX^e siècle, la représentation du « sauvage » bascule vers celle, péjorative, du « primitif » – le degré zéro de la civilisation.

Le déroulement tragique de l'histoire n'est en rien annoncé dans l'expression de Ventenat « nos bons amis les sauvages ». Les Européens impliqués dans ces premières rencontres ont laissé des aperçus d'une société effondrée depuis. Ce sont parmi les quelques traces dont dispose l'actuelle communauté aborigène, issue d'une dizaine de femmes et d'Anglais et coupée en partie de la tradition et de la langue, pour se réapproprier son héritage.

france culture

LA MARCHE DES SCIENCES

Découvertes, inventions, aventures savantes au fil de l'Histoire

Aurélie Luneau
14h-15h / chaque jeudi

franceculture.fr

SCIENCE

Actuellement
en kiosque

pourlascience.fr/dos
DOSSIER
POUR LA
SCIENCE

- La gravité, une illusion ?
- La matière noire : les preuves de son existence
- Les trous noirs indispensables à la vie !

On a détecté les ondes
gravitationnelles du Big Bang

Le magazine thématique de l'actualité scientifique

N° 83 Avril-Juin 2014

Les mystères du
cosmos
du Big Bang
aux trous noirs

DOSSIER HORS-SÉRIE

M 01930 - 83 - F: 6,95 € - RD



Belgique : 8,25 € - Canada : 11,50 CAD - Guadeloupe / St Martin / St : 8,25 € - Guyane : 8,25 € - Luxembourg : 7,40 € - Maroc : 90,00 Dirhams - Martinique : 8,25 € -
Nlle Calédonie Wallis : 2120 F.CFP - Nlle Calédonie Wallis : 1170 F.CFP - Polynésie Française : 2120 F.CFP - Polynésie Française : 1170 F.CFP - Portugal : 7,90 € - Roumanie : 8,25 € - Suisse : 15 CHF.

n° 83 - 120 pages - prix de vente : 6,95 €

www.pourlascience.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique internationale



Disponible sur



LOGIQUE & CALCUL

Les Spidrons, pliables à l'infini

Il est étonnant que l'on invente encore de nouvelles formes géométriques simples. Pourtant, les Spidrons conçus par le designer hongrois Dániel Erdély sont faciles à construire et s'emboîtent miraculeusement.

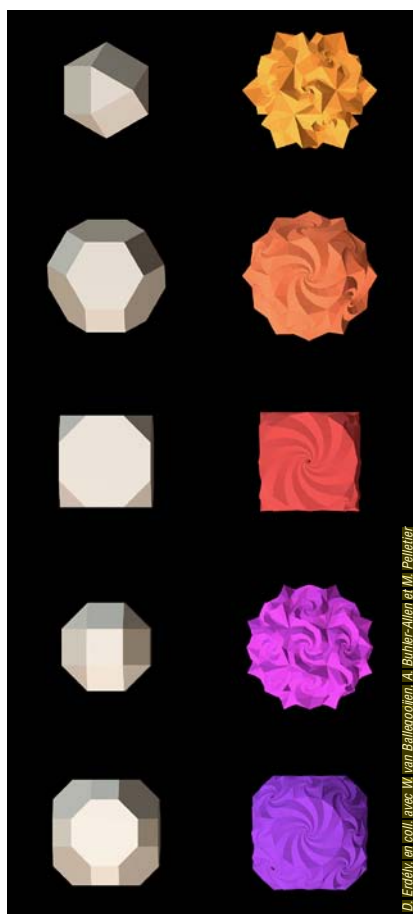
Jean-Paul DELAHAYE

Au cours des années 1970, Dániel Erdély, un artiste hongrois spécialisé dans le design industriel, a imaginé, perfectionné et étudié une catégorie nouvelle de formes géométriques. Celles-ci ont depuis suscité une multitude de travaux et de créations artistiques où se mêlent de délicates considérations de géométrie et la volonté de créer de belles figures et de beaux objets.

D. Erdély les a nommés Spidrons, terme qui résulte d'un mélange des mots « spider » (araignée en anglais) et spirale. La figure d'où est issue cette forme est en effet un hexagone où une infinité de tracés ont été dessinés, le tout ressemblant à une toile d'araignée (voir l'encadré page ci-contre). Soigneusement colorié, on y voit un crochet, décomposé à l'infini, répété six fois et ressemblant à la queue d'un hippocampe : le demi-Spidron.

Cette structure est composée d'une succession illimitée de triangles de deux types : le triangle équilatéral et le triangle isocèle d'angles égaux à 120° , 30° et 30° . Ces triangles, reproduits selon des tailles décroissantes, sont accolés les uns aux autres de manière à ce que leur jonction fasse coïncider deux côtés exactement. Le crochet alterne les deux types de triangles qui s'enroulent en une spirale logarithmique. Accolée à elle-même, cette spirale donne le Spidron à deux branches, ou Spidron complet (voir l'encadré, c).

La première propriété remarquable du Spidron complet est qu'il pave le plan par-



D. Erdély, en coll. avec W. van Ballegoijen, A. Bühler-Alien et M. Peilletier

1. DES VERSIONS « SPIDRONISÉES »

(à droite) de cinq des 13 polyèdres archimédiens. Les polyèdres archimédiens sont les polyèdres ayant une seule sorte de sommets, et qui ne sont ni réguliers (mêmes sommets, mêmes faces) ni des prismes.

faitement, ce qui donne de jolis tableaux (voir l'encadré, d).

Comme c'est le cas pour de nombreuses molécules du monde vivant, on remarque qu'il existe deux versions du double crochet, selon que l'on fait tourner ses spirales dans un sens ou dans un autre : on passe de l'une à l'autre en regardant à travers une glace.

Tout tient dans un triangle

D. Erdély remarqua que si l'on considère un triangle équilatéral E dans l'une des spirales, son aire est égale à la somme des aires des triangles qui le suivent dans l'enroulement. Autrement dit, tous les triangles succédant à un triangle équilatéral peuvent s'entasser en lui (pour réaliser ce remplissage, un découpage adéquat est nécessaire).

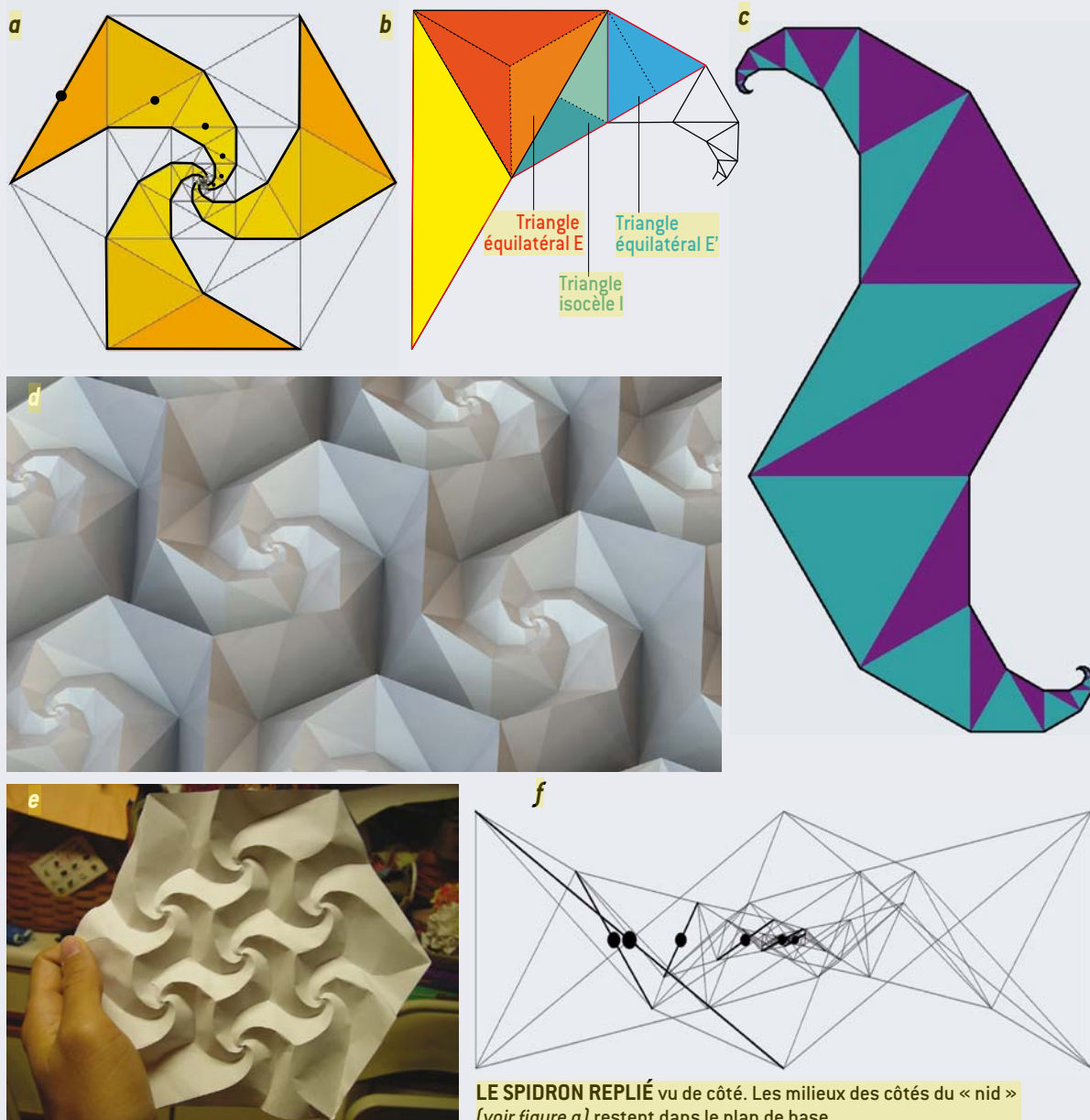
Voici le petit raisonnement qui établit la propriété des aires (voir l'encadré, b) :

- Le triangle isocèle I d'angles 120° , 30° , et 30° accolé à un triangle équilatéral E a une aire égale au tiers de l'aire de E, car le triangle I s'obtient par un découpage en trois de E.

- Ce triangle isocèle I a la même aire que le triangle équilatéral E' suivant de la spirale décroissante. En effet, en le coupant en deux par la hauteur issue du sommet d'angle 120° , on obtient deux triangles qui, accolés, reconstituent E'.

- Il en résulte que d'un triangle équilatéral E au suivant, E', l'aire est divisée par 3 (le côté est donc divisé par $\sqrt{3}$).

Les Spidrons déployés et pliés



La figure a montre le découpage d'un hexagone en six formes identiques obtenues par un réseau en toile d'araignée (*spider* en anglais). Chacune de ces formes constitue un demi-Spidron et est un assemblage de deux sortes de triangles : des triangles équilatéraux et des

triangles isocèles d'angles 120° , 30° et 30° . La propriété des aires du demi-Spidron est illustrée en b. Accolée à elle-même, cette forme donne le Spidron (c). Le plan peut être pavé avec des Spidrons (voir www.flickr.com/photos/eskimoblood/2754529838/in/photostream/).

Plus généralement, on nomme Spidron toute forme obtenue en alternant deux sortes de triangles isocèles de taille décroissante et formant une spirale logarithmique.

Le plan pavé par des Spidrons (où chaque triangle est rigide et attaché à ses voisins par des char-

nières) peut se plier (d, e, f). Sans qu'aucune torsion ne s'exerce sur les triangles et sans qu'aucune déchirure ne soit nécessaire, l'ensemble de la surface se contracte comme un accordéon infini étendu dans toutes les directions (voir www.youtube.com/watch?v=rdwts5jSjmo).

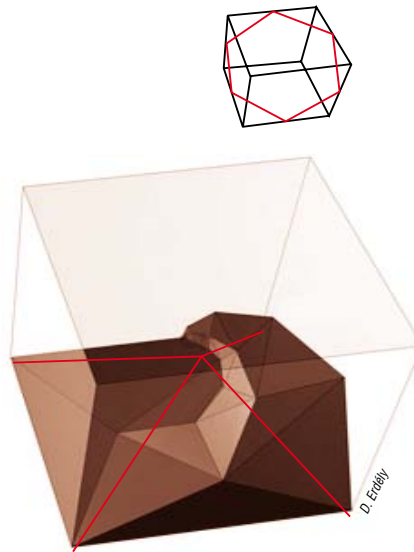
— La somme des aires des triangles qui suivent un triangle équilatéral (supposé d'aire unité) est donc $2/3 + 2/9 + 2/27 + 2/81 + \dots$, quivaut 1. En effet, si l'on note s cette somme infinie, elle vérifie $s - s/3 = 2/3$ (tous les termes se simplifient, sauf le premier), ce qui donne $2s/3 = 2/3$, donc $s = 1$.

Un miraculeux pliage en accordéon infini

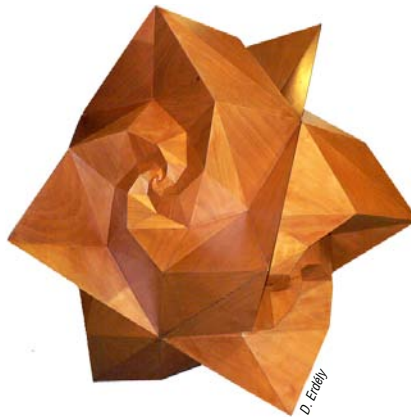
Cette remarque sur les aires est amusante, mais la propriété la plus étonnante du Spidron est qu'il est pliable. En effet, si l'on pave le plan avec des exemplaires du double crochet en carton léger dont on s'est arrangé pour qu'il se plie suivant les dessins des triangles, alors le pavage du plan se contracte continuellement en une forme régulièrement bosselée. Chaque triangle pivote et s'écarte du plan de départ, tout en restant attaché à ses voisins. Cette contraction, semblable à celle d'un accordéon infini, est mathématiquement parfaite : les triangles restent plats et solidaires, sans aucune déchirure ou torsion. Ce mouvement continu de contraction s'étend à toute la surface, ce qui bien sûr rapproche les centres des hexagones, un peu comme dans le mouvement inverse de celui de l'expansion de l'Univers chère aux physiciens (voir l'encadré, e et f, et l'animation www.youtube.com/watch?v=rvCB09xChGA&NR=1).

En 1979, D. Erdély présenta sa découverte à Ernő Rubik, son professeur d'art appliqué, célèbre inventeur du cube de Rubik et d'une multitude d'autres fascinants casse-tête. D. Erdély fit la démonstration de sa surface contractile avec un pliage en carton. E. Rubik, émerveillé par cette forme dont il n'avait jamais rien vu d'équivalent, l'encouragea à en poursuivre l'étude et à en étudier les variantes et les applications.

Informé de l'existence de ce pavage pliable, le mathématicien Lajos Szilassi, à l'Université de Szeged, en Hongrie, fut pris d'un doute : est-il vrai que, lors du mouvement de contraction, les triangles du découpage restent plats et solidaires ? En supposant que chaque triangle est attaché à ses voisins rigide-ment par une charnière, est-il possible à l'ensemble des éléments du pavage de



2. UN CUBE SE DÉCOUPE en deux parties ayant un hexagone comme surface de contact (les sommets de l'hexagone sont sur le milieu de six arêtes du cube). Ce découpage en suggère un autre, en six parties pyramidales où le contact est une surface bosselée composée d'un Spidron.



3. L'OCTASPIDRON : cette sculpture de polyèdre spidronisé, conçue par Dániel Erdély et Walt van Ballegooijen, a été réalisée par l'ébéniste Istvan Sagi. D. Erdély indique : « L'Octaspiron est fait de huit morceaux séparés. Quatre sont identiques et les quatre autres en sont les symétriques. C'est la première forme remplissant l'espace que j'ai trouvée. »

pivoter de façon coordonnée en produisant la contraction en accordéon observée avec les modèles en carton souple ?

D. Erdély, qui n'est pas mathématicien, ne pouvait résoudre ce délicat problème de géométrie. L. Szilassi s'y attela. Posant le problème en termes rigoureux et s'aidant du logiciel de calcul formel *Maple*, il réussit à mener un raisonnement et des calculs établissant que le mouvement de la surface en contraction est continu et n'entraîne ni déchirure, ni torsion de ses éléments triangulaires. Le pliage miraculeux de l'artiste D. Erdély est bien la découverte mathématique d'une structure dynamique, pliable, infinie... et jusque-là ignorée !

Certes, la trouvaille est le fruit du hasard, sans que le découvreur ne produise la démonstration de la propriété principale du pavage des triangles. Mais il s'agit bien d'un type totalement inattendu de mouvement coordonné d'une structure géométrique doublement infinie : chaque centre de spirale est la limite d'une infinité de triangles, et les spirales se répètent indéfiniment pour recouvrir le plan mathématique.

Art, mathématiques, applications...

Cette aventure montre une fois encore que l'univers mathématique, malgré son apparente difficulté, est ouvert à tous et que même des amateurs peuvent y dénicher de petites merveilles que les professionnels ne voient pas ! L'article de Lajos Szilassi donnant le détail de sa preuve n'a été publié qu'en 2004, plus de 20 ans après la découverte expérimentale du pliage en accordéon du plan.

L'étude du double crochet et des hexagones contractiles a donné lieu à de nombreux travaux que nous allons présenter et qui se poursuivent. En 2009, un brevet d'antenne utilisant le demi-Spidron a été déposé par le Coréen Keum-Cheol. D. Erdély a évoqué d'autres applications possibles : plusieurs épaisseurs de surfaces pliables à base d'hexagones feraient d'intéressants amortisseurs de chocs ou donneraient de jolies zones de déformation dans les carrosseries automobiles. Les structures remplis-