

Croquons le zéro



1

Hervé Stève, herve.steve@hotmail.fr

Membre fondateur du KAFEMATH

Kafemath virtuel CIJM 2021 du 29 mai



<http://kafemath.fr/>

- ❖ **Origines**
- ❖ **Signe du zéro**
- ❖ **Zéro et infini**
- ❖ **Opérations avec 0**
- ❖ **Zéro en physique**
- ❖ **L'année zéro**
- ❖ **Art zéro**



Origines du zéro

3

Marqueur, chiffre et nombre



- **Babylonienne :**

marqueur de position sous la forme de 2 clous superposés



symbole qui signifie absence, il devient alors un chiffre

ex) 803 s'écrivait 8 \ 3 c'est-à-dire 8 centaines et 3 unités (sans dizaine)

- **Indienne :**

mot *sunya* qui veut dire le vide, symbole •

nombre entier ni positif, ni négatif : différence de 2 nombres $x - x = •$

Le mathématicien indien Bhaskara (12^{ème}) montre que $1 / • = \text{infini}$

- **Arabe :**

mot *sifr* au 9^{ème} siècle : vide, symbole •

- **Italien :**

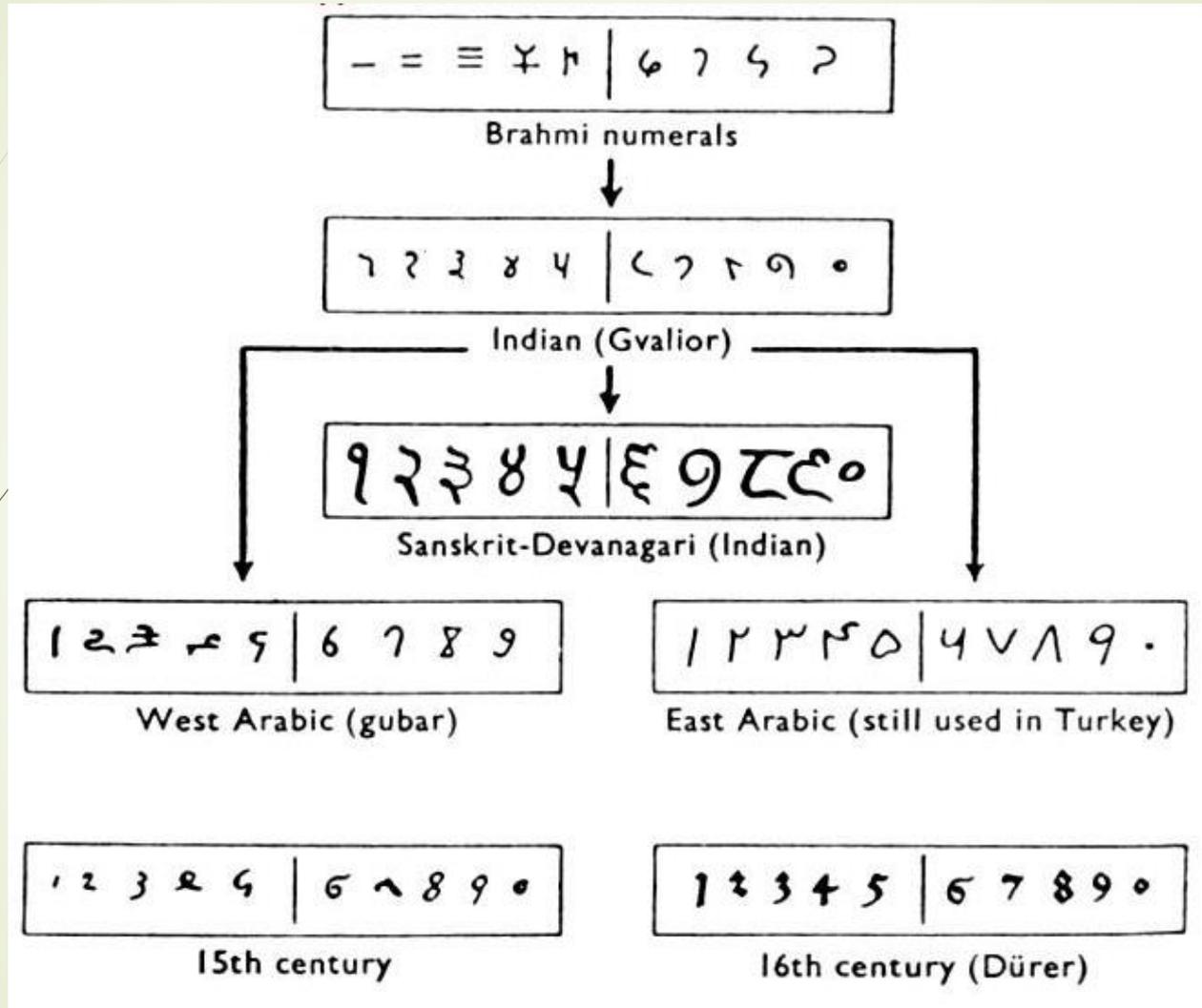
mot *zero* issu du latin médiéval *zephirum* (zephiro, zevero, zero)

symbole le cercle O (voûte céleste !)



Origines des chiffres

4



<https://courses.lumenlearning.com/waymakermath4libarts/chapter/the-hindu-arabic-number-system/>



Signe du zéro ?



5

- Selon l'académie française, le nombre zéro est **exclu** des nombres positifs et négatifs
- Et la valeur du zéro est **nulle**
- En maths, il y a 2 conventions d'où **ambiguïté** :
 - 0 est à la fois positif et négatif (selon Bourbaki en France)
 - 0 est ni négatif ni positif (en anglais, en allemand ...)
l'anglais *positive* exclus le 0, mais *nonnegative* inclus le 0
- Aujourd'hui pour lever l'ambiguïté :
 - Nombre positif ou nul, donc incluant le 0 : $x \geq 0$
 - Nombre strictement positif, donc excluant le 0 : $x > 0$
- Les entiers naturels (positifs) : ensemble noté **N**
Les entiers naturels strictement positifs : ensemble noté **N***

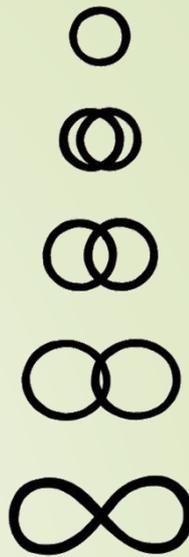
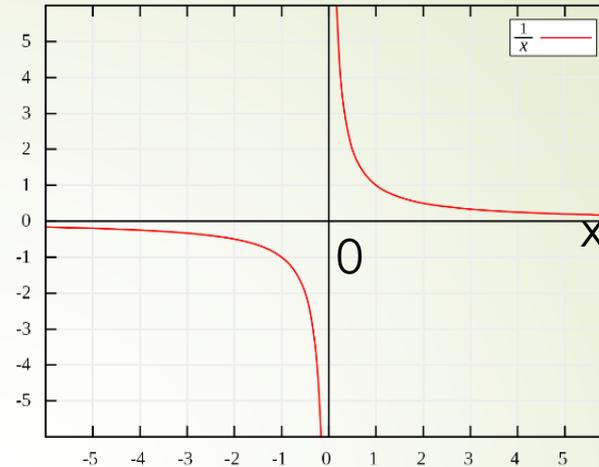


Lien avec l'infini ∞

6

- **Origine indienne (12^{ème} siècle) :**
 $1 / 0 = \infty$ ou $1 / \infty = 0$
en algèbre $1 / 0$ est impossible !
mais se justifie en analyse par passage à la limite :

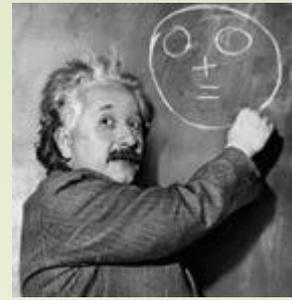
$$\lim_{x \rightarrow 0} \left| \frac{1}{x} \right| = \infty$$



- **Construction des entiers (J. Von Neumann) :**
0 est l'ensemble vide noté \emptyset ou $\{\}$
1 est l'ensemble des parties du vide $\{0\} = \{\emptyset\}$
 $2 = 1 + 1 = 1 \cup \{1\} = \{0, 1\} = \{\emptyset, \{\emptyset\}\}$
par récurrence $n+1 = n \cup \{n\} = \{0, 1, 2, \dots, n-1, n\}$
d'où l'infini $\infty = \{0, 1, 2, \dots, n, n+1, \dots\}$
- « **Le zéro et l'infini** » de A. Koestler (1940) :
le zéro est l'individu qui n'est rien sans la
collectivité qui est le tout, l'infini

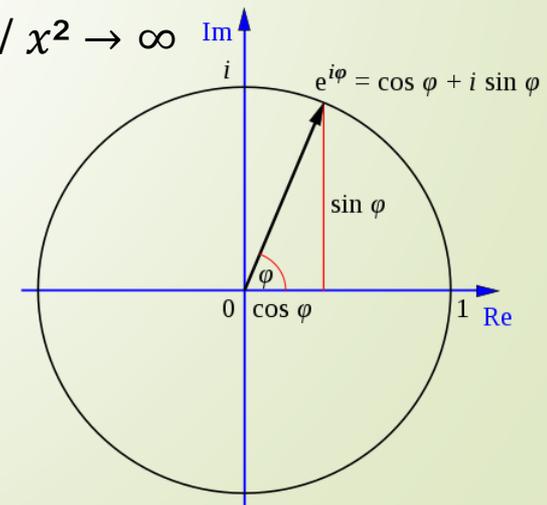


Opérations avec 0



7

- **Addition** : $0 + x = x + 0 = x$; 0 élément neutre
 $0 + 0 = 0$; $0 + \infty = \infty + 0 = \infty$
- **Soustraction** : $0 - x = -x$ et $x - 0 = x$
- **Multiplication** : $0 \times x = x \times 0 = 0$; 0 élément absorbant
 $0 \times 0 = 0$; $0 \times \infty = \infty \times 0 = 0$
- **Division** : $0 / x = 0$ si $x \neq 0$;
 $1 / 0 = \infty$; $1 / \infty = 0$; $\infty / 0 = \infty$ (passage à la limite)
mais $0 / 0$ indéterminé !
ex) quand $x \rightarrow 0$: $x / x = 1$, mais $x^2 / x \rightarrow 0$ et $x / x^2 \rightarrow \infty$
- **Puissance** : $x^0 = 1$; vient du produit vide
 $0! = 1$ (factorielle 0)
 $0^0 = \infty^0 = 1$, mais $0^\infty = 0$
- **Formule d'Euler** : $e^{i\pi} + 1 = 0$ ou $\cos(\pi) + 1 = 0$
avec $i^2 = -1$



Zéro en physique



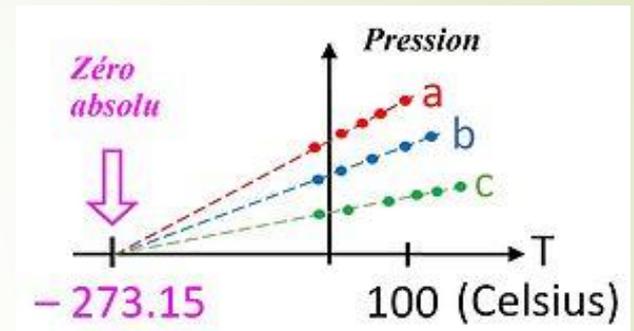
8

- **Le 0 absolu** : température nulle = 0 kelvin = $-273,15^{\circ}$ C.
Le 3^{ème} principe de thermodynamique dit que l'on ne peut pas l'atteindre ...

Ordre parfait : entropie $S=0$

En pratique on atteint 0,21 K

Température moyenne de l'Univers 2,73 K



- **Le temps Zéro** : Big Bang, paradoxe de la finitude du temps (bord temporel) et de la singularité physique (courbure et densité infinies).
Le temps peut être décrit à partir de l'ère de Planck $t > 10^{-43}$ sec ...
- **Particules de masse nulle** : photon, gluon et graviton ... mais pourtant déviées par les astres : relativité générale avec $E=mc^2$.
En fait masse nulle = masse au repos (masse relative)



L'année Zéro !



9

D'après le site <http://villemin.gerard.free.fr/>

- **N'existe pas !** car lorsque l'on a créé le calendrier, le nombre 0 n'existait pas encore : Avec Denys le Petit, l'année en cours devient +525 année Jésus Christ mais avec 2 erreurs :
- **1^{ère} erreur** : Il nomme l'année de la naissance du Christ l'année 1 et donc le 1^{er} siècle comprend 99 années au lieu de 100. L'année 1 correspondant à l'an 754 date de la fondation de Rome.
- **2nde erreur** : la date de naissance de JC serait au moins en -4, erreur reconnue en 2012 par le pape Benoît XVI !
Hérode meurt en 750 année romaine, or les parents de Jésus ont fui avant les menaces, donc Jésus doit être né un peu avant 750 (entre -4 et -6 AJC).

Romaine	748	749	750	751	752	753	754	755	756
actuelle	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3
corrigée			0	1	2	3	4	5	6

Nous devrions donc être en 2018 !



Point zéro

10

- **Kilomètre zéro des routes :**

En France, au parvis Notre-Dame à Paris qui date de 1924 qui sert à mesurer les distances depuis Paris



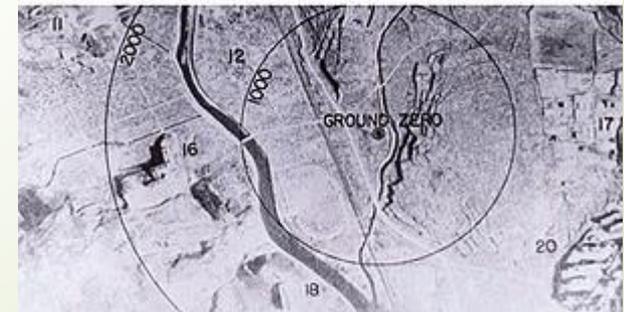
- **Altitude zéro :**

Au marégraphe de Marseille depuis 1897, pour calculer l'altitude du Mont-Blanc 4808,72 m (2018)



- **Ground zero (english) :**

Lieu d'une explosion (Nagasaki 1945, World Trade center New York 2001)



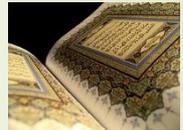
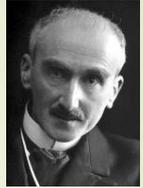
Nagasaki 9 août 1945

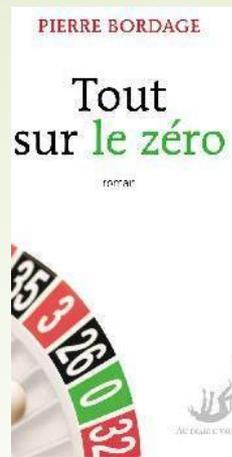


Quelques pensées ...

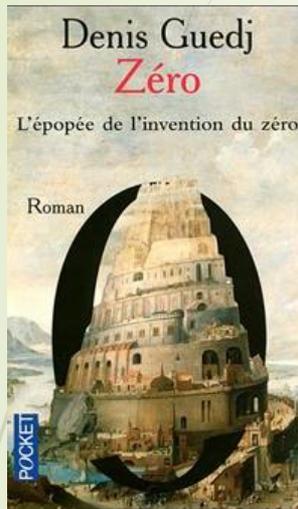
11

- Il n'a jamais été très honnête d'assimiler le rien au néant – **Henri Bergson**
- L'homme a-t-il oublié que nous l'avons créé à partir du vide ? **Le Coran**
- Savez-vous pourquoi le Big Bang ?
– C'est le jour où **Dieu** a divisé par zéro !
- Certains ont peur du vide; moi, vu le prix de l'essence, j'ai peur du plein – **Coluche**
- Si l'on peut trouver moins que rien, c'est que rien vaut déjà quelque chose - **Raymond Devos**

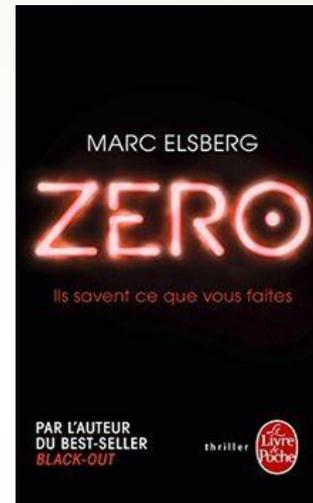




addiction au jeu
rassemble autour
de la roulette des
casinos



comment le
zéro est
devenu réalité

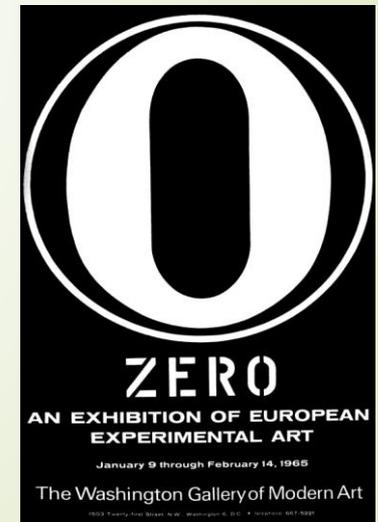


polar : Zero est un
activiste très recherché

...



Film d'amour indien :
Zero est un homme de petite taille ...
Budget le plus cher : 2 milliards de roupie !



L'art ZERO en peinture



Graphies du zéro

13

- **Un zéro comme un point**
- Un zéro comme la lettre O
- **Un zéro pas très rond**
- Un zéro digital
- **Un zéro 3D**
- Un zéro rigolo
- **Un zéro chinois**
- Un zéro pourcent
- **Un zéro industriel**
- Un zéro végétal



la tête à toto