

La fascinante Histoire des Nombres

Dr. Laurent ALDON

Institut Charles Gerhardt - Université Montpellier
Membre de la Société Chimique de France
Société Française d'Exobiologie
Astronome Amateur

15 Novembre 2016



Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1,2, 3... "Nature"

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1, 2, 3... "Nature"
- Entiers Relatifs : $\mathbb{Z}$, ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Zahl

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1, 2, 3... "Nature"
- Entiers Relatifs : $\mathbb{Z}$, ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Zahl
- Rationnels : $\mathbb{Q}$, $\frac{22}{7}$, $\frac{355}{113}$, Division Euclidienne

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénombrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1, 2, 3... "Nature"
- Entiers Relatifs : $\mathbb{Z}$, ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Zahl
- Rationnels : $\mathbb{Q}$, $\frac{22}{7}$, $\frac{355}{113}$, Division Euclidienne
- Irrationnels : $\sqrt{2}$, π , e , Pythagore

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénumbrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1, 2, 3... "Nature"
- Entiers Relatifs : $\mathbb{Z}$, ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Zahl
- Rationnels : $\mathbb{Q}$, $\frac{22}{7}$, $\frac{355}{113}$, Division Euclidienne
- Irrationnels : $\sqrt{2}$, π , e , Pythagore
- Réels : $\mathbb{R}$

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers

- Dénumbrer, Partager, Calculer, Etiqueter...
- Sécuriser (Digicode, Code secret...)

Les différentes familles de nombres

- Entiers Naturels : $\mathbb{N}$, 1, 2, 3... "Nature"
- Entiers Relatifs : $\mathbb{Z}$, ..., -2, -1, 0, 1, 2, ... Zahl
- Rationnels : $\mathbb{Q}$, $\frac{22}{7}$, $\frac{355}{113}$, Division Euclidienne
- Irrationnels : $\sqrt{2}$, π , e , Pythagore
- Réels : $\mathbb{R}$
- Imaginaires, complexes : $\mathbb{C}$, $1+2i$, Equations de Maxwell

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13...

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs
- 2, 3, 5, 7, 11, 13...

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs
- 2, 3, 5, 7, 11, 13... Premiers

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs
- 2, 3, 5, 7, 11, 13... Premiers
- 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13...

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs
- 2, 3, 5, 7, 11, 13... Premiers
- 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13... Fibonacci
- 2, 9, 3, 22, 23, 38, 49.....

Les nombres omniprésents

Dans notre quotidien

Les nombres entiers : $\mathbb{N}$

- 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13...100...
- 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13... Impairs
- 2, 3, 5, 7, 11, 13... Premiers
- 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13... Fibonacci
- 2, 9, 3, 22, 23, 38, 49..... Euromillion

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

Divisibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

Divibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

Divibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	5	7	9
11		13	15	17	19
21		23	25	27	29
31		33	35	37	39
41		43	45	47	49
51		53	55	57	59
61		63	65	67	69
71		73	75	77	79
81		83	85	87	89
91		93	95	97	99

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

Divibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	5	7	
11		13		17	19
		23	25		29
31			35	37	
41		43		47	49
		53	55		59
61			65	67	
71		73		77	79
		83	85		89
91			95	97	

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

Divibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	5	7	
11		13		17	19
		23			29
31				37	
41		43		47	49
		53			59
61				67	
71		73		77	79
		83			89
91				97	

Les nombres premiers

Le crible d'Eratosthène

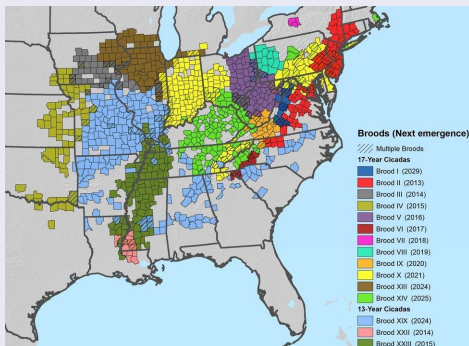
Divibles par 1 et eux-mêmes

	2	3	5	7	
$11 > \sqrt{100}$	13			17	19
	23				29
31				37	
41	43			47	
	53				59
61				67	
71	73				79
	83				89
				97	

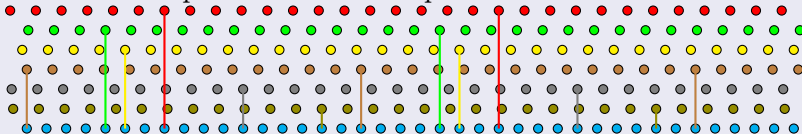
Les nombres premiers

Quand la Nature s'en mêle !

Une stratégie de survie chez les Cigales



Deux espèces sans contact pendant $13 \times 17 = 221$ ans



Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2,

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3,

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

$$\frac{144}{89} = 1,617977528$$

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

$$\frac{144}{89} = 1,617977528$$

$$\frac{377}{610} = 1,618037135$$

Des entiers vers les irrationnels

La suite de Fibonacci

Genèse du nombre d'Or

$$(0, 1) : U_n = U_{n-2} + U_{n-1}$$

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

$$\frac{144}{89} = 1,617977528$$

$$\frac{377}{610} = 1,618037135$$

$$\Phi_{\text{bonacci}} : \Phi = 1,618033989... = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$$

Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \frac{1}{\Phi} = \Phi - 1 = 0.618$$

Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \frac{1}{\Phi} = \Phi - 1 = 0.618$$

$$\Phi^2 = \Phi + 1 = 2.618$$

Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \frac{1}{\Phi} = \Phi - 1 = 0.618$$

$$\Phi^2 = \Phi + 1 = 2.618 = \frac{5\pi}{6}$$

Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

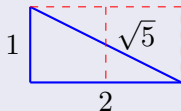
Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \frac{1}{\Phi} = \Phi - 1 = 0.618$$

$$\Phi^2 = \Phi + 1 = 2.618 = \frac{5\pi}{6}$$

Géométrie du nombre d'Or

$$L = 2 + 1 + \sqrt{5} = 2 + 2\Phi = 2\Phi^2$$



Les irrationnels et la géométrie

Carré, triangle, cercle...

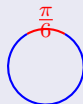
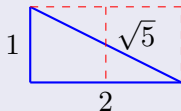
Propriétés du nombre d'Or

$$\Phi = 1.618 = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}, \quad \frac{1}{\Phi} = \Phi - 1 = 0.618$$

$$\Phi^2 = \Phi + 1 = 2.618 = \frac{5\pi}{6}$$

Géométrie du nombre d'Or

$$L = 2 + 1 + \sqrt{5} = 2 + 2\Phi = 2\Phi^2$$



$$\Phi^2 = \frac{5\pi}{6}$$

La Nature code les nombres dans son ADN

La suite de Fibonacci

1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34...



1-Arum



2-Euphorbe



3-Iris



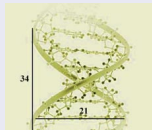
5-Bourrache



8-Dryade



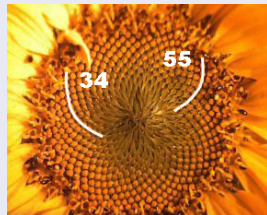
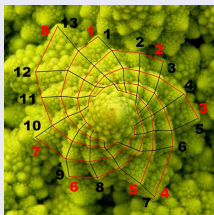
13-Gazania



Les nombres entiers

La suite de Fibonacci

Phyllotaxie - Croissance des plantes

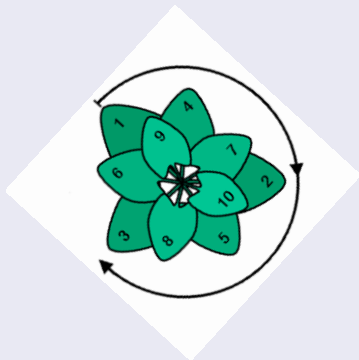


8, 13, 34, 55 : Fibonacci !

Les nombres entiers

La suite de Fibonacci

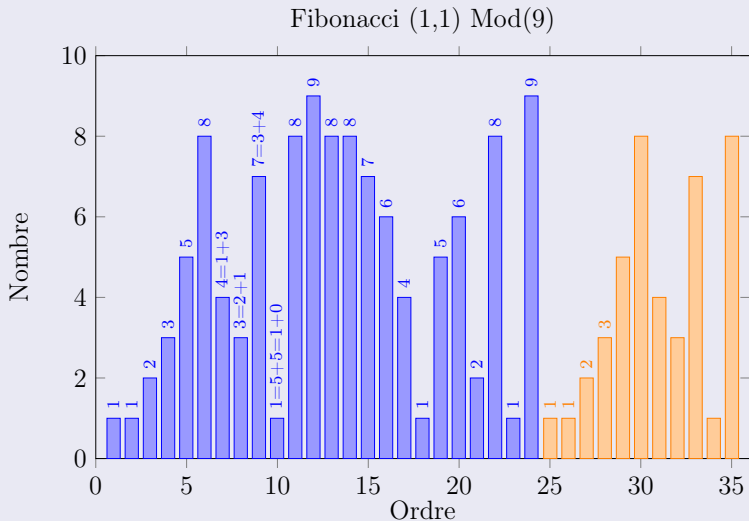
Phyllotaxie - Croissance des plantes - Ensoleillement maximal



$$\alpha = \frac{360}{\Phi^2} = 137.5^\circ$$

La suite de Fibonacci

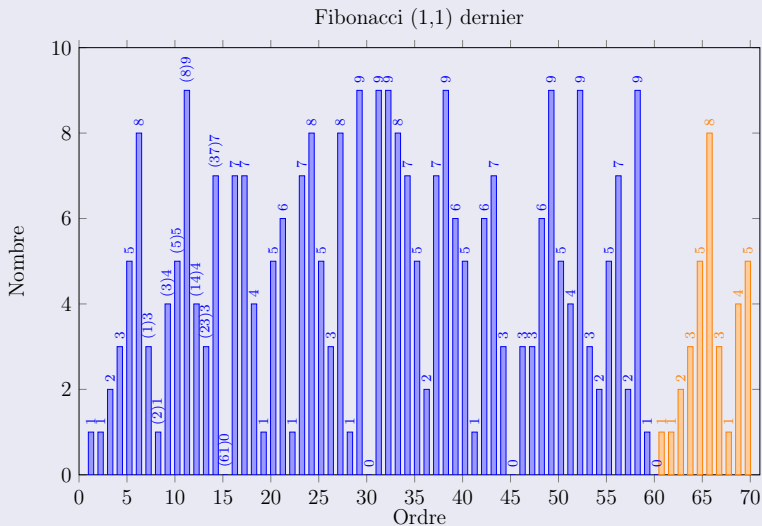
Cycle secret du temps ? Période de 24



Les nombres entiers

La suite de Fibonacci

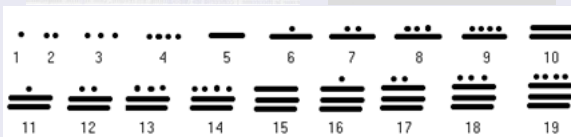
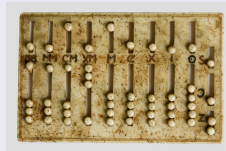
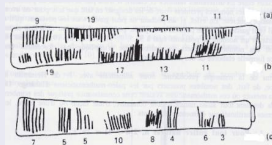
Cycle secret du temps ? Période de 60



L'écriture des nombres

De l'os gravé à la calligraphie

Représentation des nombres



一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	百	千	萬
一	=	≡	≡	⌘	人 ou 合 ou 人	十 ou 十	八 ou 八	九 ou 九	十 ou 十	百 ou 百	千 ou 千	萬
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100	1000	10000

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

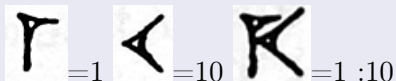
Base 60, l'héritage des Sumériens (6000 av. JC, commerce)

 =1  =10  =1 :10

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens (6000 av. JC, commerce)



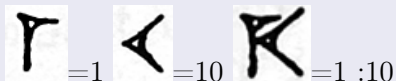
de nos jours on écrit encore :

$$1\text{h } 10' = 1 \times 60' + 10' =$$

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens (6000 av. JC, commerce)



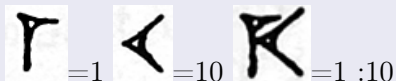
de nos jours on écrit encore :

$$1\text{h } 10' = 1 \times 60' + 10' = \text{'Soixante' 'dix' minutes} = 70'$$

L'écriture des nombres

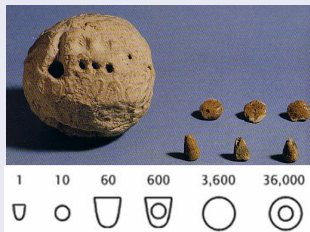
L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens (6000 av. JC, commerce)



de nos jours on écrit encore :

$$1\text{h } 10' = 1 \times 60' + 10' = \text{'Soixante' 'dix' minutes} = 70'$$

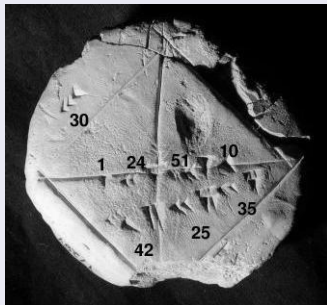


Calculi : Cailloux

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

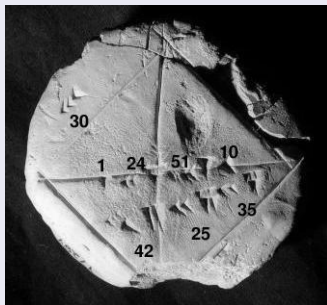
Base 60, l'héritage des Sumériens : Arpentage des champs



L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens : Arpentage des champs

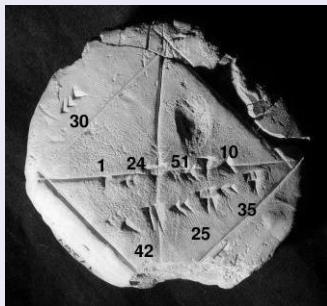


1 : 24 : 51 : 10

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens : Arpentage des champs



1 : 24 : 51 : 10

$$1 + \frac{24}{60} + \frac{51}{3600} + \frac{10}{216000} = 1,414212963 = \sqrt{2}$$

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens : Périmètre et Aire



L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens : Périmètre et Aire



$$P = 3 : A = 45 : P^2 = 9$$

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 60, l'héritage des Sumériens : Périmètre et Aire



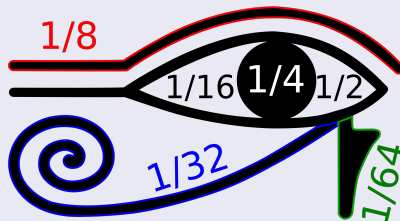
$$P = 3 : A = 45 : P^2 = 9$$

$$A = \frac{45}{60} = \frac{9 \times 5}{4 \times 3 \times 5} = \frac{P^2}{4\pi} = \frac{9}{4\pi}$$
$$\pi = 3$$

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 10, l'héritage des Egyptiens

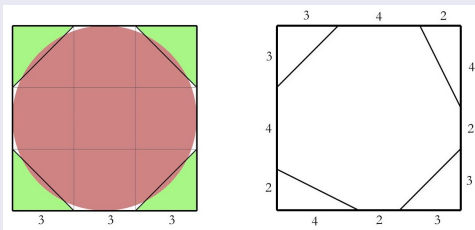


1	10	100	10 00	10 000	100 000	1 000 000

L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

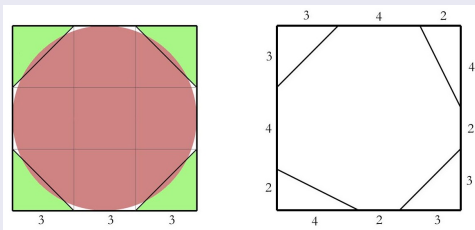
Base 10, l'héritage des Egyptiens



L'écriture des nombres

L'aube de l'humanité

Base 10, l'héritage des Egyptiens



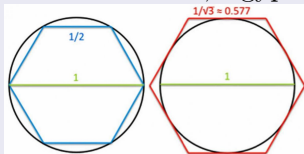
$$\pi = \frac{4A}{D^2} = \frac{4 \times (81 - 17)}{9^2} = \left(\frac{16}{9}\right)^2 = 3.16$$

La fascination de π

Une course aux décimales

$$P = 2\pi r, A = \pi r^2$$

Sumériens : **3**, Egyptiens : **3.16**



Archimèdes

$$\frac{355}{113} = \mathbf{3.14159292} \text{ Zu Chongzhi}$$

$$\frac{\pi}{4} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} \text{ Leibnitz}$$

Ramanujan, Bailey, Borwein, Plouffe, Percival...

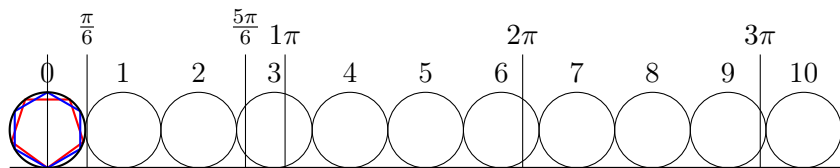
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



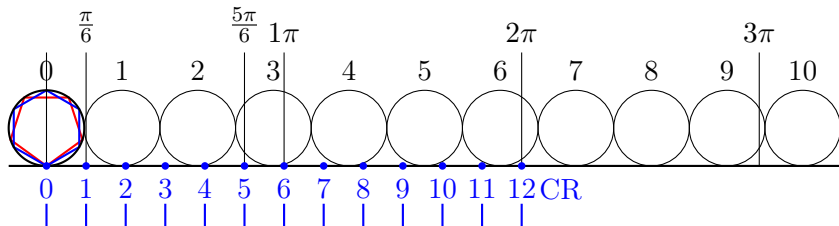
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



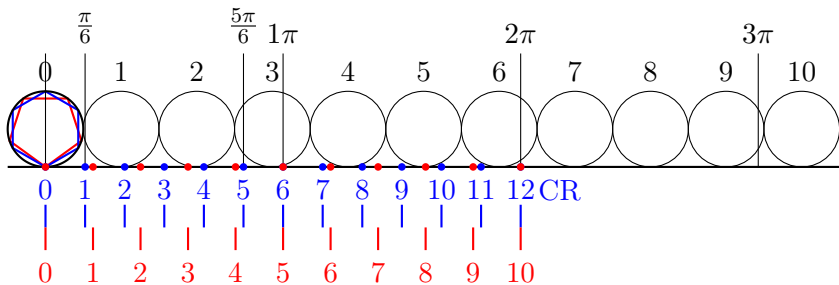
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



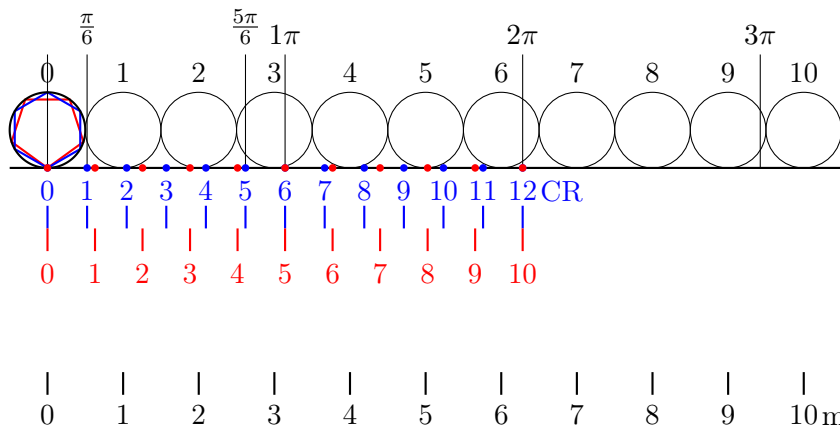
Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



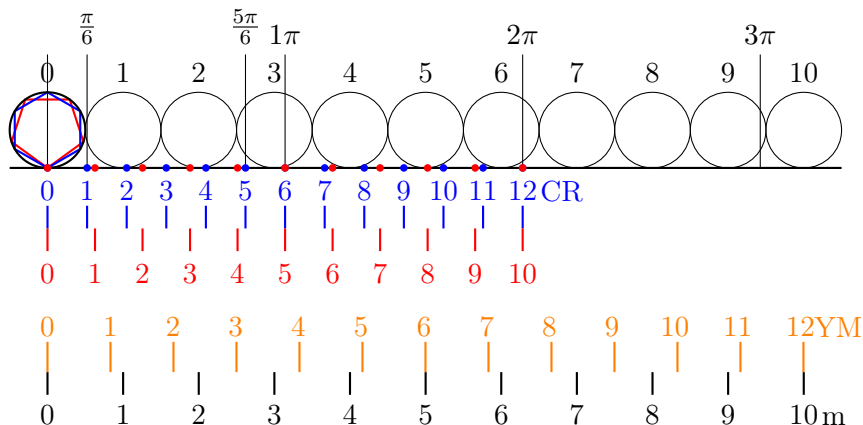
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



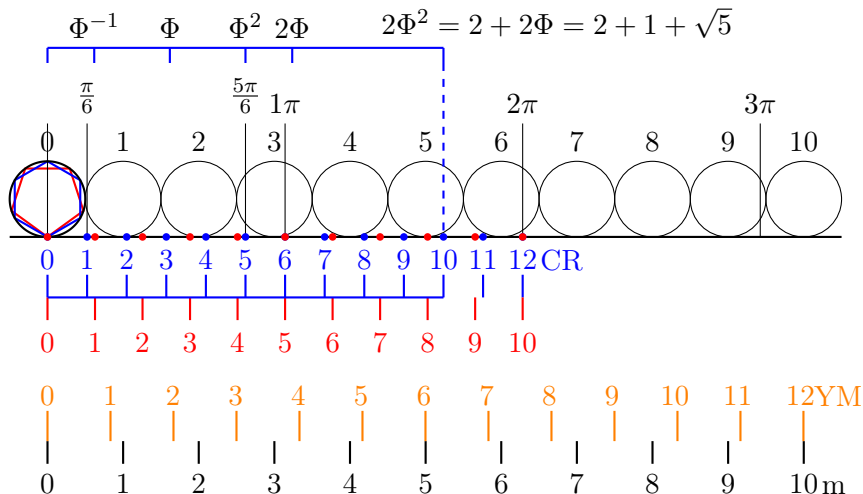
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



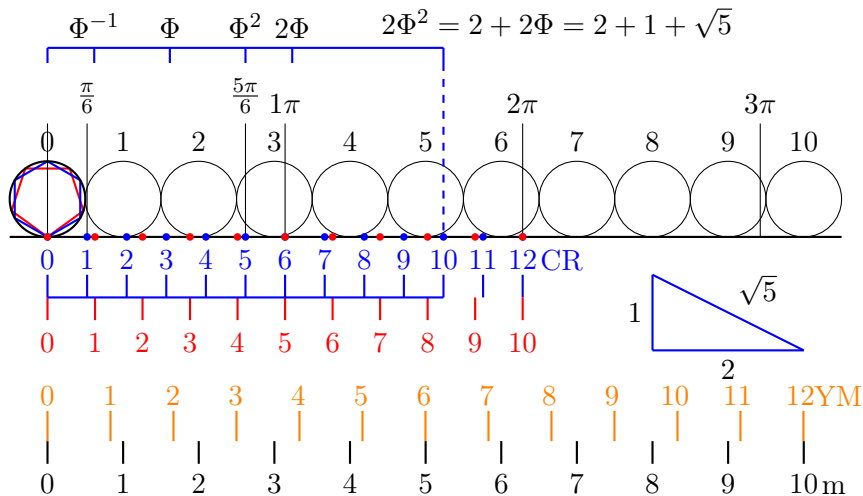
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



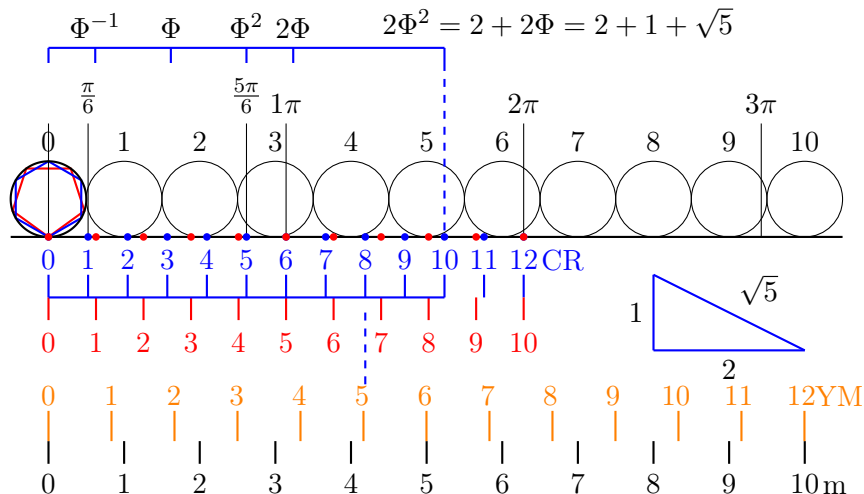
Les premiers nombres

Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



Les premiers nombres

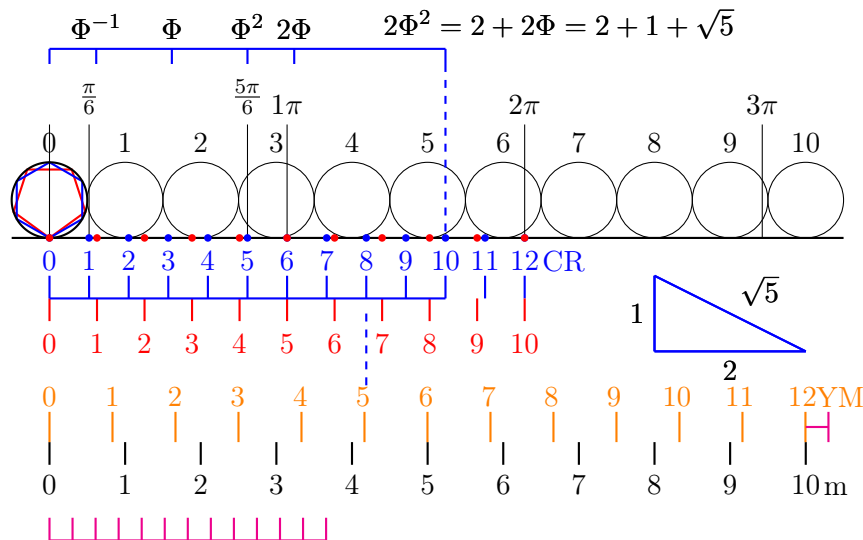
Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



5 YM = 8 CR, 5 miles = 8km

Les premiers nombres

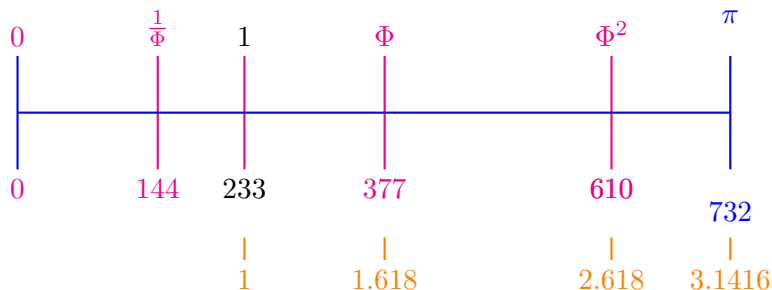
Base 10 (2,5) , Base 12 (2,3,4,6)



Les premiers nombres

Rapport de nombres entiers

0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144,233,377,610,...



Les premiers nombres

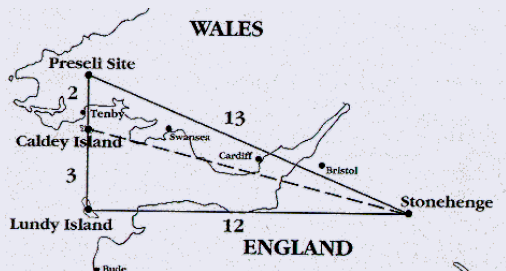
Le mètre et les unités impériales

Longueurs

1 Pied (ft) = 0.3048m = 12 pouces

1 CR = 0.5236m, 1 YM = 0.82966m

40080km/360 = 111.1km = 365240 ft



Année solaire $365.24/\sqrt{153}=29.53$ j (lunaison)

$(365.24 - 12 * 29.53)/29.53 = 0.368$

$0.368 \times .82966 = 0.3048$

Les premiers nombres

Le mètre et les unités impériales

Volumes

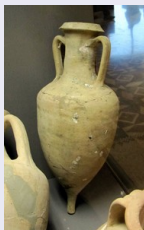
$(0.82966/10)^3 = 0.571l = 1$ pinte UK (chopine, setier romain)

1/2 setier = hémine = 1 "demi"

1 Amphore = 48 setiers = $1ft^3 = 0.3048^3 = 28.3$ l

1 barrique (228 l) = 8 Amp.

1 tonneau (225 l) = 300 bouteilles 75cl



$$e^{i\pi} + 1 = 0$$

Merci de votre attention
à Sylvain et Armelle,
à Bernard,
et
à Muriel...