

Posters de médiation scientifique II : Tour de Magie et Binaire

Nicolas Nisse

▶ **To cite this version:**

Nicolas Nisse. Posters de médiation scientifique II : Tour de Magie et Binaire. 2017. hal-01645162

HAL Id: hal-01645162
https://inria.hal.science/hal-01645162

Submitted on 23 Nov 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Posters de médiation scientifique II : Tour de Magie et Binaire

Nicolas Nisse[⋆,⋆⋆]

Université Côte d'Azur, Inria, CNRS, I3S, France

Abstract. Ces posters font partie d'une série de posters que nous présentons lors de divers interventions de médiation (vulgarisation) scientifique (Fête de la Science, intervention dans des écoles, etc.). Nous essayons d'y présenter des bases théoriques (mathématiques) de l'algorithmique (Un algorithme est une suite finie et non ambiguë d'opérations ou d'instructions permettant de résoudre un problème ou d'obtenir un résultat) et structures de données (comment "coder" un nombre, une image, etc.)..
Ici, nous présentons le codage binaire grâce à un tour de magie. Cela est généralisé à tout changement de bases.
Une partie du contenu de ces posters est accessible dès l'école primaire (les parties concernant les puissances et les changements de bases peuvent être mises de côté sans problème). Les parties plus "mathématiques" peuvent être présentées à un niveau collège.

⋆ nicolas.nisse@inria.fr

⋆⋆ Merci à Frédéric Havet, Dorian Mazauric et les autres membres de l'équipe COATI pour leur aide et leurs conseils.

Un TOUR de Magie



pour comprendre comment comptent les ordinateurs.

nicolas.nisse@inria.fr

Institut Esope 21
Maison des sciences

Comprendre le Binaire grâce à la Magie !!

TOUR de MAGIE : un « mathémagicien » vous demande de choisir un mot parmi ceux de cette liste. **(sans le révéler !!)**

collège nuage bougie échelle terrasse piano bus magasin wagon disque
pluie vacances marron vase horloge plante statue outil pain jeu
arbre chimie lac dauphin tournevis ballon lettre science loisir fleuve
jaune chien bateau piscine carte multiplication sable armoire ski escalier
page gomme gris rivière yeux bureau panneau volant micro cahier
neige tortue football cheval fourmi valise siècle marteau eau maillot
pin mouton politique nombre chiffre vélo chaise voiture avion train
ordinateur lycée fleur musique magie route soleil planète table montagne
guitare biologie mer meuble océan maison restaurant ville pays feuille
continent rocher photo lampe campagne poisson animal air rouge casque
professeur violon sport voyage fusée tableau arc vert stylo chat
informatique pneu bleu chambre sac cravate dé cercle tapis porte
dictionnaire mathématiques baccalauréat chaussures calculette
géographie turquoise chauffage

Liste de 128 mots

Puis, le « mathémagicien » vous présente 7 listes de mots (extraits de la liste précédente) et vous demande simplement si **OUI ou NON** le mot que vous avez choisi se trouve dans ces listes

(les listes sont dans l'ordre alphabétique pour vous aider à trouver votre mot).

Liste 1. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

air animal arc avion baccalauréat biologie bleu calculette campagne casque cercle chaise chambre chat chauffage chaussures chiffre continent cravate dé dictionnaire feuille fleur fusée géographie guitare informatique lampe lycée magie maison mathématiques mer meuble montagne musique océan ordinateur pays photo planète pneu poisson porte professeur restaurant rocher rouge route sac soleil sport stylo table tableau tapis train turquoise velo vert ville violon voiture voyage

Liste 2. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

air animal arc armoire baccalauréat bateau bleu bureau cahier calculette carte casque cercle chambre chat chauffage chaussures cheval cravate dé dictionnaire eau escalier football fourmi fusée géographie gomme gris informatique maillot marteau mathématiques micro mouton multiplication neige nombre page panneau pin piscine pneu politique porte professeur rivière rouge sable sac siècle ski sport stylo tableau tapis tortue turquoise valise vert violon volant voyage yeux

Liste 3. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

arbre baccalauréat ballon biologie bleu cahier calculette campagne cercle chambre chauffage chaussures cheval chien chimie continent cravate dauphin dé dictionnaire eau feuille fleuve football fourmi géographie guitare jaune jeu lac lampe lettre loisir maillot maison marteau mathématiques mer meuble micro mouton neige nombre océan outil pain pays photo pin poisson politique porte restaurant rocher sac science siècle statue tapis tortue tournevis turquoise valise ville

Liste 4. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

arc baccalauréat ballon bureau calculette campagne chat chauffage chaussures chien continent dictionnaire disque eau feuille fleur fleuve fusée géographie gomme gris horloge informatique jaune lampe lettre loisir magie maillot marron marteau mathématiques montagne mouton musique nombre page panneau pays photo pin planète plante pluie pneu poisson politique rivière rocher route science siècle soleil stylo table tableau tournevis turquoise vacances vase vert volant wagon yeux

Liste 5. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

arbre armoire avion bureau bus calculette campagne cercle chat chauffage cheval chien chimie dauphin dé escalier fleuve football fourmi géographie horloge informatique jaune lac lampe loisir lycée magasin maison marron montagne mouton nombre océan ordinateur panneau photo piano pin planète plante pneu poisson politique porte professeur restaurant sable ski soleil sport stylo table tapis terrasse train turquoise valise vase ville violon volant voyage yeux

Liste 6. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

arc baccalauréat bougie bus campagne carte casque chaise chauffage chaussures chien continent cravate dauphin eau échelle escalier fourmi gris horloge informatique jaune jeu lac lettre lycée magasin magie maillot mer meuble montagne multiplication neige nombre ordinateur pain panneau plante pluie pneu poisson politique porte restaurant rivière rocher rouge route sac science ski sport table tapis tortue turquoise vacances valise vert ville voiture volant voyage

Liste 7. Votre mot est-il là : OUI / NON ?

air armoire ballon biologie bureau cahier casque cercle chambre chat chauffage chaussures cheval chien chimie cravate dauphin disque échelle escalier feuille fleuve géographie gomme jeu lampe lycée magasin maillot maison marteau mathématiques meuble montagne mouton multiplication musique nombre nuage outil piano piscine planète plante pneu poisson porte rivière rocher route science tableau tortue train vacances valise vase vélo vert ville violon voiture volant voyage

Un bon « mathémagicien » saura trouver dans votre esprit le mot que vous avez choisi sans même regarder les 7 listes !!!!

En fait, il saura retrouver un mot parmi 2^n en proposant seulement **n** listes !!

Si vous voulez savoir comment et/ou comprendre le binaire, bonne lecture !!

nicolas.nisse@inria.fr

Comprendre le Binaire grâce à la Magie !!

Refaisons le TOUR de MAGIE : pour gagner de la place, la liste ne comprend que 64 mots.

0. collège nuage bougie échelle terrasse piano bus magasin wagon disque
10. pluie vacances marron vase horloge plante statue outil pain jeu
20. arbre chimie lac dauphin tournevis ballon lettre science loisir fleuve
30. jaune chien bateau piscine carte multiplication sable armoire ski escalier
40. page gomme gris **rivière** yeux bureau panneau volant micro cahier
50. neige tortue football cheval fourmi valise siècle marteau eau maillot
60. pin mouton politique nombre

Cette fois, choisissons le mot ensemble.

par exemple : RIVIÈRE

Pour retrouver un mot parmi 64, on n'a besoin que de 6 listes, toujours par ordre alphabétique.

Liste 1	Liste 2	Liste 3	Liste 4	Liste 5	Liste 6
armoire bateau bureau cahier carte cheval eau escalier football fourmi gomme gris maillot marteau micro mouton multiplication neige nombre page panneau pin piscine politique **rivière** sable siècle ski tortue valise volant yeux	arbre ballon cahier cheval chien chimie dauphin eau fleuve football fourmi jaune jeu lac lettre loisir maillot marteau micro mouton neige nombre outil pain pin politique science siècle statue tortue tournevis valise	ballon bureau chien disque eau fleuve gomme gris horloge jaune lettre loisir maillot marron marteau mouton nombre page panneau pin plante pluie politique **rivière** science siècle tournevis vacances vase volant wagon yeux	arbre armoire bureau bus cheval chien chimie dauphin escalier fleuve football fourmi horloge jaune lac loisir magasin marron mouton nombre panneau piano pin plante politique sable ski terrasse valise vase volant yeux	bougie bus carte chien dauphin eau échelle escalier fourmi gris horloge jaune jeu lac lettre magasin maillot multiplication neige nombre pain panneau plante pluie politique **rivière** science ski tortue vacances valise volant	armoire ballon bureau cahier cheval chien chimie dauphin disque échelle escalier fleuve gomme jeu magasin maillot marteau mouton multiplication nombre nuage outil piano piscine plante **rivière** science tortue vacances valise vase volant
OUI	**NON**	**OUI**	**NON**	**OUI**	**OUI**

Le « **mathémagicien** » doit donc retrouver le mot « rivière »
avec les seules réponses **OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI**

Un bon « mathémagicien » répondra en moins de 2 secondes et sans même regarder les listes. De plus, il ne connaît pas les listes par cœur. Alors…

Comment fait il?

Pour cela, le « **mathémagicien** » va compter « comme un ordinateur »,
c'est-à-dire, en n'utilisant que 2 chiffres : **0** (pas de signal / **NON**) et **1** (signal / **OUI**)

Donc **OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI** se traduit par **101011**

Je vous entends déjà : « Super ☹ ! Cent un mille onze ! Quel rapport avec « rivière » ? »

Non !!! On a dit qu'on comptait comme un ordinateur. Il compte en BINAIRE (avec 2 chiffres / en Base 2) alors que vous comptez en DÉCIMAL (avec 10 chiffres /en Base 10)

C'est comme si on parlait de *2 « langues mathématiques » différentes* !!

- En DÉCIMAL : 101011 signifie effectivement « cent un mille onze »
- En BINAIRE : 101011 se dit « un, zéro, un, zéro, un, un » et signifie… !?!?

Le « mathémagicien » parle couramment à la fois le BINAIRE et le DÉCIMAL. Il peut donc *traduire* 101011 (en binaire) et sait que cela signifie… 43 (en décimal) !!!

Attention, en informatique, on commence à numéroter à partir de **0**.
Le premier mot de la liste est donc le mot 0, le second mot a le numéro 1,…, et **le mot de numéro 43 est donc le 44me de la liste !!**

Dans la liste initiale, quel est le 44me mot ???

nicolas.nisse@inria.fr

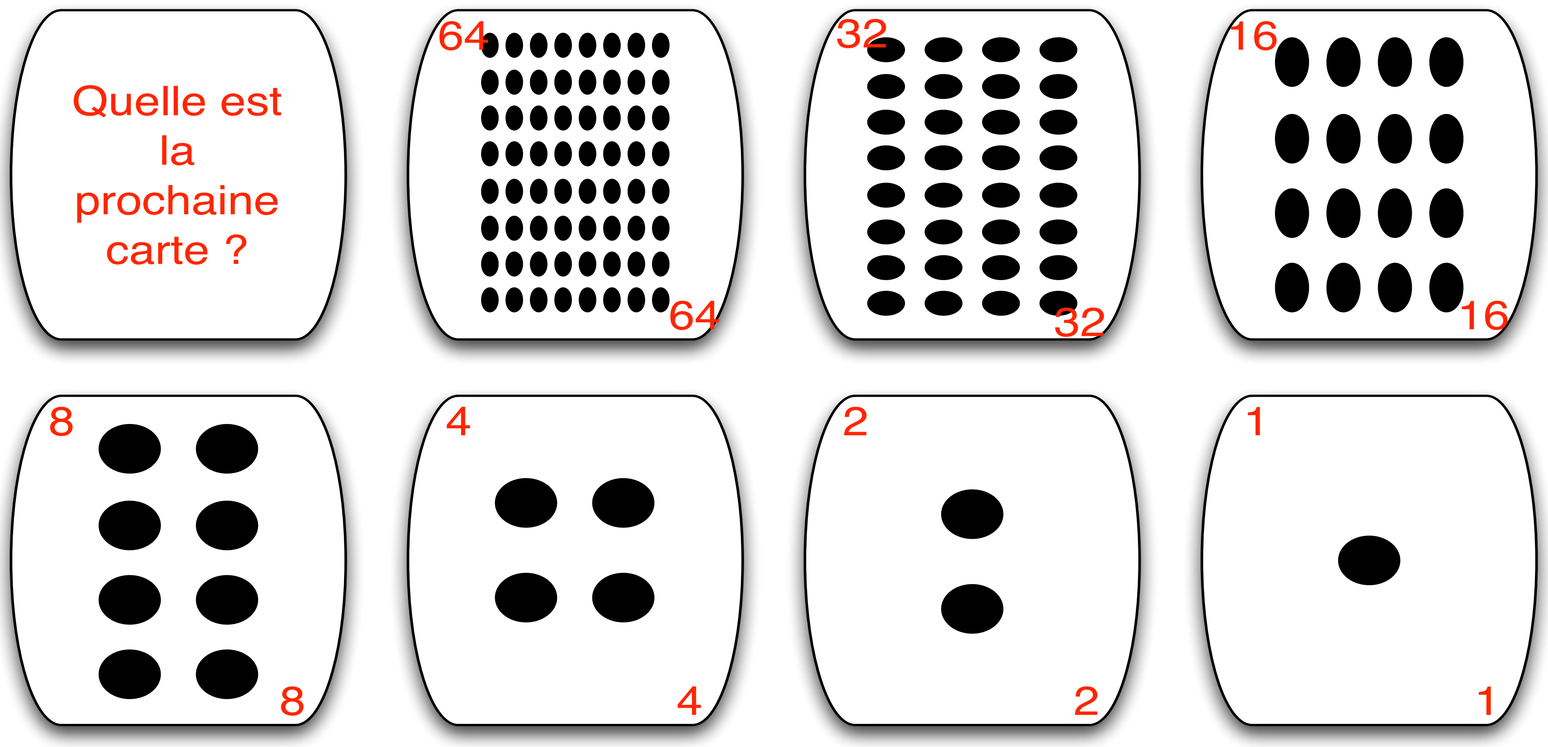
Comprendre le Binaire grâce à la Magie !!

Résumons la méthode du « mathémagicien » :

1. Il *récolte* vos réponses — par exemple : **NON/OUI/OUI/NON/OUI/NON/OUI**
2. Il les *interprète* en BINAIRE — ici : **0 1 1 0 1 0 0**
3. Il *traduit* ce nombre BINAIRE en DÉCIMAL — ici : **52** (c'est la partie intéressante)
4. Il retrouve simplement le mot correspondant — ici : le **53me** mot de la liste

COMMENT TRADUIRE LE BINAIRE EN DÉCIMAL ??
Voici une méthode « pratique »

Pour s'aider, le « mathémagicien » peut utiliser des cartes :



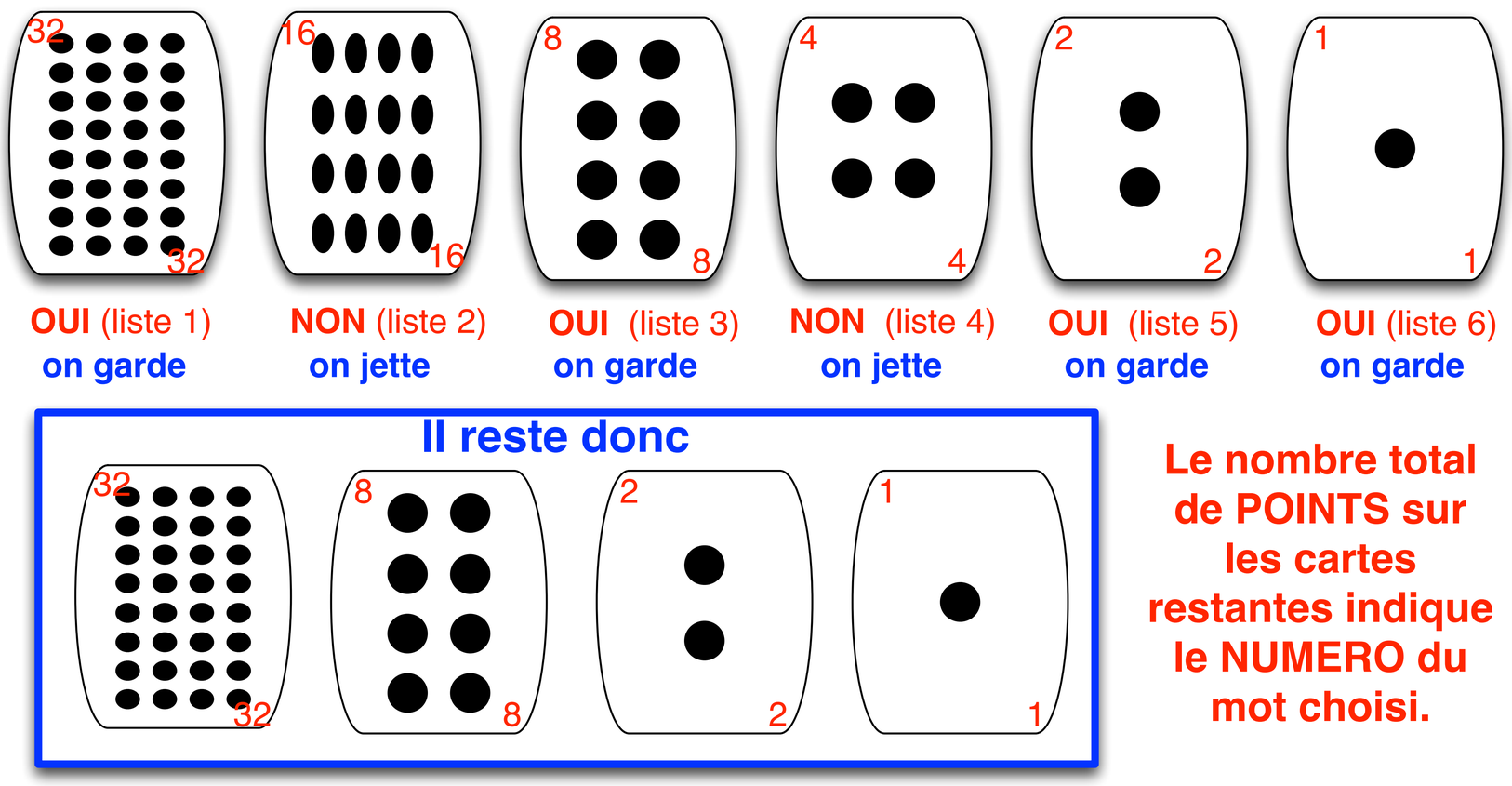
Le « mathémagicien » utilise autant de cartes qu'il y a de listes, en partant de la carte 1.

Par exemple, s'il y a **6** listes, il prendra les **6** cartes 1,2,4,8,16 et 32.

La plus grande carte correspond à la première liste, la seconde plus grande carte à la seconde liste, …, la carte 1 correspond à la dernière liste.

Pour chaque liste, si la réponse est OUI, le « mathémagicien » garde la carte correspondante, sinon la carte correspondant à la liste est jetée.

Reprenons l'exemple du poster précédent.
(avec 6 listes)
Pour le mot « **rivière** »,
les réponses étaient
OUI/NON/OUI/NON/OUI/OUI



Le nombre total de POINTS sur les cartes restantes indique le NUMERO du mot choisi.

Rappel : le mot « rivière »
avait le numéro 43
(il était le 44me mot de la liste)

Vous pouvez maintenant passer pour un grand « mathémagicien ». Si vous voulez comprendre POURQUOI ça fonctionne et COMMENT créer vos propres listes de mots (et ce qu'est le BINAIRE), LISEZ LA SUITE !!

nicolas.nisse@inria.fr

Système Décimal

Faisons un peu de Maths. (niveau école primaire)

Pour écrire un nombre, nous utilisons les 10 symboles (chiffres) « **0** », « **1** », « **2** », « **3** », « **4** », « **5** », « **6** », « **7** », « **8** » et « **9** ».

10 chiffres = Système Décimal ou écriture en Base 10

Les chiffres (en maths.) jouent le même rôle que les lettres (en français : « **a** », « **b** », « **c** », « **d** », …, « **z** »). De même qu'un mot est une suite de lettres :

Un nombre est une suite de chiffres.

« traduction »

En « français »

Sept
deux mille quatre cent quatre
Douze millions trois cent cinquante trois mille et quatorze

En « décimal »

7
2 404
12 353 014

Rappel (**cours élémentaire**) : dans un nombre, le premier chiffre (en partant de la droite) est le chiffre des unités, le second est celui des dizaines, puis des centaines, des milliers, des dizaines de milliers…

Exemple : Prenons le nombre 2404 (en « décimal »)

Il est composé de 2 **milliers**, plus 4 **centaines**, plus 0 **dizaine**, et enfin de 4 **unités**.

En « maths. », on écrit : $2404 = 2 \times \mathbf{1000} + 4 \times \mathbf{100} + 0 \times \mathbf{10} + 4 \times \mathbf{1}$

À vous de jouer : complétez les « _ » ci-dessous :

$2\,017 = _ \times \mathbf{1000} + _ \times \mathbf{100} + _ \times \mathbf{10} + _ \times \mathbf{1}$

$12\,353\,014 = 1 \times _ + 2 \times _ + 3 \times _ + 5 \times _ + 3 \times _ + 0 \times _ + 1 \times _ + 4 \times _$

$_ = \mathbf{4} \times \mathbf{10000} + \mathbf{5} \times \mathbf{1000} + \mathbf{0} \times \mathbf{100} + \mathbf{0} \times \mathbf{10} + \mathbf{9} \times \mathbf{1}$

$96\,201 = _ \times _ + _ \times _ + \ldots$

nicolas.nisse@inria.fr

Système Décimal

Allons un peu plus loin en Maths. (niveau début collège)

La notion la plus évoluée utilisée ici est celle de « PUISSANCE » (niveau classe de 5^{me})

Rappel (**multiplication**) : Étant donnés 2 nombres a et b, on note a x b (on dit « a **fois** b ») le nombre a + a + … + a (b fois) obtenu en additionnant b fois successivement le nombre a.

Par exemple, 4 x 5 = 4+4+4+4+4 = 20

Ici, les symboles « a » et « b » représentent n'importe quels nombres (il s'agit de variables)

La puissance « agit » sur la multiplication comme la multiplication « agit » sur l'addition.

Puissances : Étant donnés 2 nombres a et b, on note a^b (on dit « a **puissance** b ») le nombre a x a x … x a (b fois) obtenu en multipliant b fois par lui même le nombre a.

Par exemple : $13^2 = 13 \times 13$ (on dit **« 13 au carré »**), $7^2 = 7 \times 7 = 49$;
$16^3 = 16 \times 16 \times 16 = 4096$ (on dit **« 16 au cube »**) ; $60^2 = 60 \times 60 = 3600$

Puissances de 10 :

$10^2 = 10 \times 10 = 100$ (cent)
$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$ (mille)
$10^4 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10000$
$10^5 = 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100000$
$10^6 = 1\,000\,000$ (million)
$10^9 = 1\,000\,000\,000$ (milliard)
…

Puissances de 2 :

$2^2 = 2 \times 2 = 4$
$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$
$2^4 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$
$2^5 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$
$2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$
$2^7 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 128$
$2^{10} = 1024$ …

Lorsque vous écrivez (dites) un nombre (**décimal**), vous le décomposez en fait en **somme de puissances de 10**. (Vous faites ça tous les jours !!)

Retour sur : 2404 (en « décimal ») = 2 x **1000** + 4 x **100** + 0 x **10** + 4 x **1**

ou : 2404 = 2 x **10** x **10** x **10** + 4 x **10** x **10** + 0 x **10** + 4 x **1**

ou : $2404 = 2 \times \mathbf{10^3} + 4 \times \mathbf{10^2} + 0 \times \mathbf{10} + 4 \times \mathbf{1}$

ex. : $12\,353\,014 = 1 \times \mathbf{10^7} + 2 \times \mathbf{10^6} + 3 \times \mathbf{10^5} + 5 \times \mathbf{10^4} + 3 \times \mathbf{10^3} + 0 \times \mathbf{10^2} + 1 \times \mathbf{10} + 4 \times \mathbf{1}$

Récapitulatif : « Nous » parlons/écrivons/utilisons les nombres décimaux (base 10)

En particulier :

- « Nous » utilisons 10 symboles : les chiffres de 0 à 9
- Chaque nombre s'écrit comme une (unique) « décomposition » en (somme de) puissances de 10

Un ordinateur ne comprend que 2 symboles (signal/pas signal). Il faut trouver un moyen d'écrire/ **de « traduire »** tous les nombres avec seulement 2 chiffres !!

nicolas.nisse@inria.fr

Systèmes de Numération

Poster (un peu) technique (mais ne requiert que des connaissances niveau début collège) qui explique comment passer (traduire) d'une base de numération à une autre (vous pouvez passer ce poster si vous préférez ...)

Nous savons que nous « parlons/écrivons mathématique » en **base 10**,
en décomposant chaque nombre en une somme de puissances de 10.
C'est possible car nous disposons de 10 chiffres **0,1,…,9.**
Et si nous disposions de moins (ou plus) de chiffres ???

On change de BASE (comme on peut traduire des mots en différentes langues)

Par exemple, si on ne dispose que de 5 chiffres : **0,1,2,3** et **4,** alors on peut écrire n'importe quel nombre en le décomposant en puissances de 5 (base 5)

96 726 (en décimal) =

$1x5x5x5x5x5x5x5 + 1x5x5x5x5x5x5 + 4x5x5x5x5 + 3x5x5x5 + 4x5x5 + 1$

$= 1x5^7 + 1x5^6 + 0x5^5 + 4x5^4 + 3x5^3 + 4x5^2 + 0x5 + 1$

= 11043401 **(en base 5)**

Un autre exemple, en base 16 (ou hexadécimal)

On dispose de 16 chiffres / symboles : **0,1, 2,…,15**.

853 449 (en décimal) = $13x16x16x16x16 + 5x16x16 + 12x16 + 9$

$= 13x16^4 + 0x16^3 + 5x16^2 + 12x16 + 9 = 13.0.5.12.9$ **(en base 16)**

Pour éviter les ambiguïtés, on note **« 10 = A », « 11 = B », …, « 15 = F »**, et donc :

853 449 (en décimal) = D05C9 **(en base 16 / hexadécimal)**

Pour toute base **B**, et pour tout nombre **n**, on peut exprimer **n** en base **B** (comme une somme de puissances de **B**) en utilisant **B** chiffres **: 0,1,.., B-1**

En maths., on dit : pour tout nombre **n** et toute base **B**,
il existe des entiers $n_0,n_1,n_2,n_3,...$ tels que pour tout i, $0 \leq n_i < \mathbf{B}$ et

$n = ... n_5n_4n_3n_2n_1n_0$ **(en base B)** $= ... n_5x\mathbf{B}^5 + n_4x\mathbf{B}^4 + n_3x\mathbf{B}^3 + n_2x\mathbf{B}^2 + n_1x\mathbf{B} + n_0$

Etant donnée la base **B**, l'écriture de **n** est UNIQUE !!

« Rappel » sur la Division Euclidienne : pour tout nombres **n** et **d**, il existe deux uniques nombres **a** et **b** (avec **b<d**) tels que **n = a x d + b.**

a =n/d est le **quotien** et **b** le **reste** de la division euclidienne de **n** par **d**

Comment écrire (décomposer / traduire) un nombre en base B ??

C'est en fait très simple (*mécanique*) : **n** = … $n_5n_4n_3n_2n_1n_0$

avec, pour tout i, $\mathbf{n_i = (n - B^{i+1}x(n/B^{i+1}))/B^i}$

nicolas.nisse@inria.fr

Systèmes de Numération

C'est FACILE, vous l'utilisez TOUS LES JOURS !!!

Je vous entends déjà : « C'est incompréhensible ! C'est des Maths. ! Ça sert à rien ! »

Vous plaisantez ??? Vous utilisez la base 60 tous les jours !!!

… à chaque fois que vous lisez l'heure !!

8 714 (en décimal) = $2 \times 60 \times 60 + 25 \times 60 + 14 = 2.25.14$ **(en base 60)**

En français, on dit :

8 714 secondes **=** 2 **heures** 25 **minutes** 14 **secondes**

Les **mésopotamiens** utilisaient ce système (base 60) pour compter dès **-3000 avant JC**.
Il était aussi utilisé par les **Indiens** et les **Arabes** pour la **trigonométrie**
Il sert toujours à mesurer le temps et les angles.

Outre le système décimal (base 10) et la base 60, d'autres systèmes de numération sont couramment utilisés, par exemple :

Le système binaire (base 2) et le système hexadécimal (base 16) sont très largement utilisés en informatique

Système Binaire

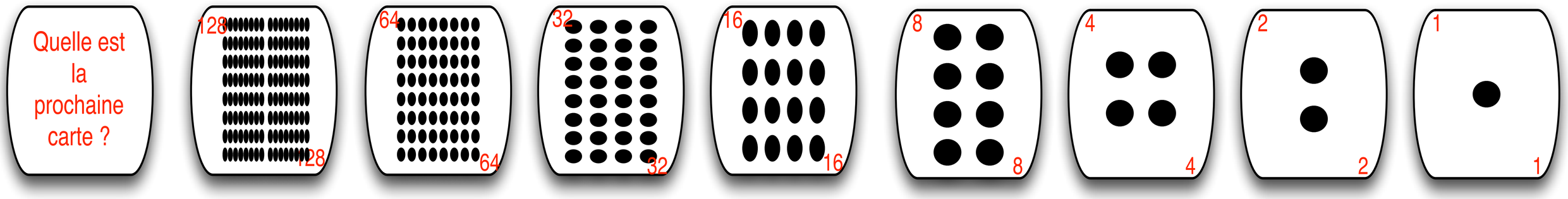
En **binaire** (base 2), on décompose les nombres en **somme de puissances de 2**.
$1 , 2 , 2^2=4 , 2^3=8 , 2^4=16 , 2^5=32 , 2^6=64 , 2^7=128 , 2^8=256 , 2^9=512 , 2^{10}=1024…$

En binaire, si on ne dispose que de 2 chiffres : **0** (pas de signal) **et 1** (signal)

93 (en décimal) = $64+16+8+4+1 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 + 1$

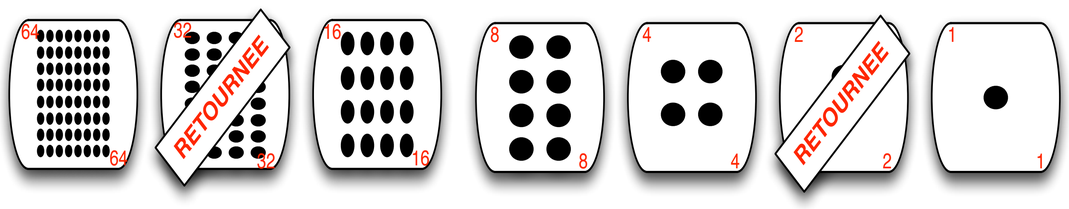
$= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 =$ 1011101 **(en base 2)**

Pour se familiariser avec la base 2, on peut utiliser les *cartes* ci-dessous.



Pour *traduire* un nombre (décimal) en binaire, on retourne certaines cartes, de sorte que la somme des points visibles vaut le nombre désiré. Une carte face visible correspond à un **1**, une carte face cachée à un **0**

Par exemple, **93** correspond à



Et se traduit donc par 1011101

Pour traduire un nombre (décimal) **n** en binaire, il suffit de $\log_2(n)$ cartes.

nicolas.nisse@inria.fr

RETOUR sur le TOUR de MAGIE

Comment créer vos propres listes de mots ?

Refaisons le TOUR de MAGIE : prenons 32 mots et interprétons les comme des nombres (en binaire).

	collège	**nuage**	**bougie**	**échelle**	**terrasse**	**piano**	**bus**	**magasin**	**wagon**	**disque**
décimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
binaire	00000	00001	00010	00011	00100	00101	00110	00111	01000	01001
	pluie	**vacances**	**marron**	**vase**	**horloge**	**plante**	**statue**	**outil**	**pain**	**jeu**
décimal	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
binaire	01010	01011	01100	01101	01110	01111	10000	10001	10010	10011
	arbre	**chimie**	**lac**	**dauphin**	**tournevis**	**ballon**	**lettre**	**science**	**loisir**	**fleuve**
décimal	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
binaire	10100	10101	10110	10111	11000	11001	11010	11011	11100	11101
	jaune	**chien**								
décimal	30	31								
binaire	11110	11111								

Pour écrire les nombres de 0 à 31 (en décimal), on utilise 5 chiffres binaires.
Pour faire le tour avec 32 mots, on aura donc besoin de 5 listes.

Pour chacun des mots, il faut décider dans quelles listes il faut l'insérer.
Cela est dicté par l'écriture binaire du nombre correspondant au mot.

CONSTRUCTION DES LISTES

Prenons le mot « **lac** » (mot numéro 22 de la liste),
en binaire, il s'agit du mot numéro **10110.**

Pour insérer « **lac** » dans les listes, on lit les chiffes (de gauche à droite) :

si le i^{me} chiffre est un **1**, on insère le mot dans la i^{me} liste, sinon (si c'est un **0**) on ne l'y met pas.

Le mot « lac » se trouve donc dans la 1^{re} liste, dans la 3^{me} et la 4^{me} (pas dans la 2^{me} ni la 5^{me}).

Liste 1	**Liste 2**	**Liste 3**	**Liste 4**	**Liste 5**
arbre ballon chien	ballon chien disque	arbre bus chien	bougie bus chien	ballon chien chimie
chimie dauphin	fleuve horloge jaune	chimie dauphin	dauphin échelle	dauphin disque
fleuve jaune jeu	lettre loisir marron	fleuve horloge jaune	horloge jaune jeu	échelle fleuve jeu
lac lettre loisir	plante pluie science	lac loisir magasin	lac lettre magasin	magasin nuage outil
outil pain science	tournevis vacances	marron piano plante	pain plante pluie	plante piano science
statue tournevis	vase wagon	terrasse vase	science vacances	vacances vase

Donc, la 1^{re} liste est celle des mots dont le numéro de la position commence (en binaire) par **1**
Ceux de la 2^{me} liste sont les mots dont le 2^{me} chiffre (binaire) de la position est un **1 ...**

DEVINER LES MOTS

Ainsi, si une personne choisie le mot « **lac** »,
Elle répondra à vos questions : **OUI, NON, OUI, OUI, NON**

En binaire (OUI=1 et NON=0), cela se traduit immédiatemant par **10110.**

C'est exactement (*par construction*) le numéro binaire **correspondant à la position de « lac »** dans la liste. Il ne reste « plus » qu'à traduire en décimal et retrouver le mot à la place n° 22

À VOUS DE JOUER !!

nicolas.nisse@inria.fr