



HAL
open science

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

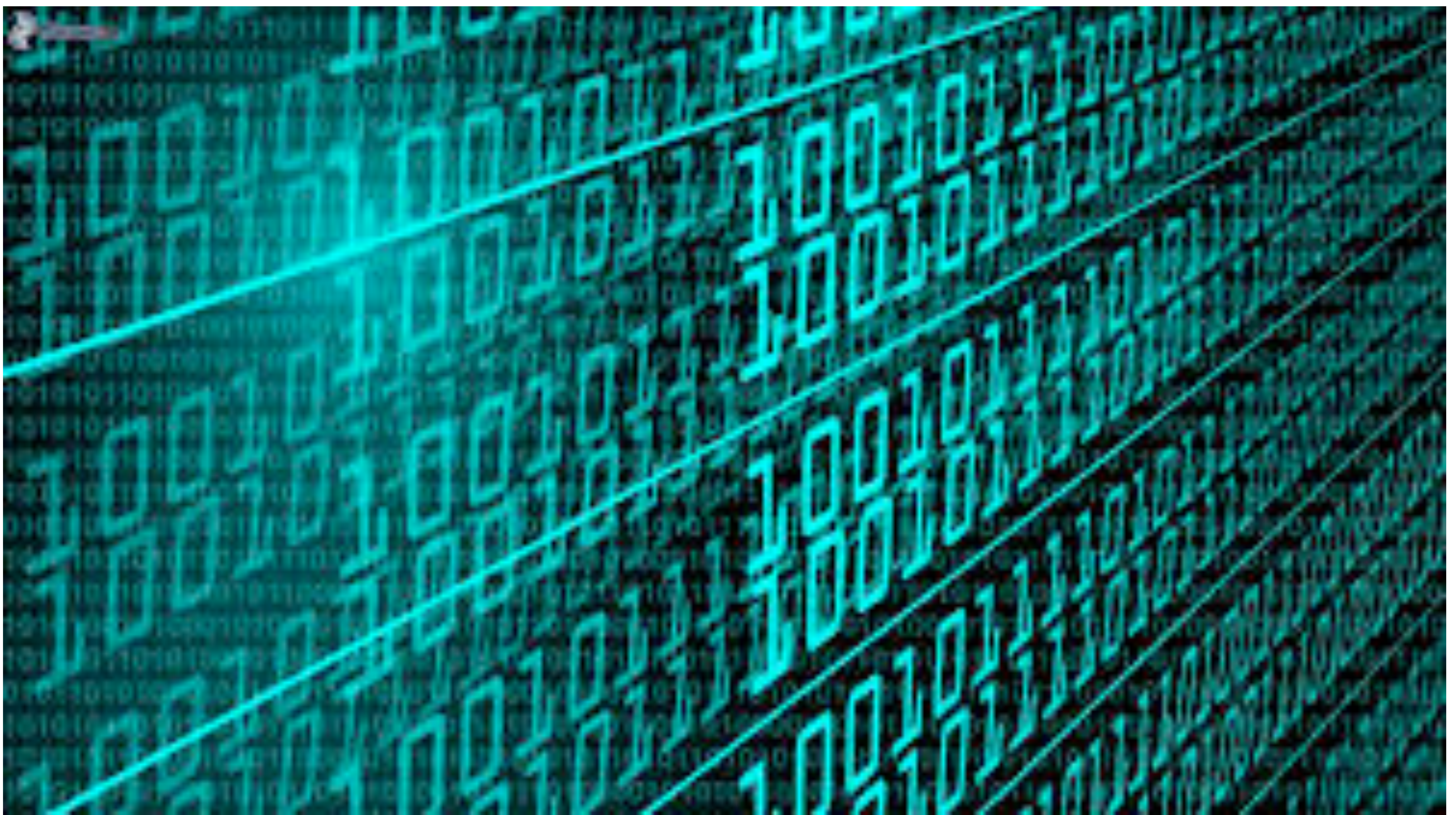
Abstract. Ces posters font partie d'une série de posters que nous présentons lors de diverses interventions de médiation (vulgarisation) scientifique (Fête de la Science, intervention dans des écoles, etc.). Nous essayons d'y présenter des bases théoriques (mathématiques) de l'algorithmique (Un algorithme 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 Magjie



**pour comprendre
comment comptent
les ordinateurs.**

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 2ⁿ en proposant seulement n listes !!

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

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	arbre ballon cahier	ballon bureau chien	arbre armoire bureau	bougie bus carte	armoire ballon bureau
bureau cahier carte	cheval chien chimie	disque eau fleuve	bus cheval chien	chien dauphin eau	cahier cheval chien
cheval eau escalier	dauphin eau fleuve	gomme gris horloge	chimie dauphin	échelle escalier	chimie dauphin disque
football fourmi	football fourmi	jaune lettre loisir	escalier fleuve	fourmi gris horloge	échelle escalier fleuve
gomme gris maillot	jaune jeu lac lettre	maillot marron	football fourmi	jaune jeu lac lettre	gomme jeu magasin
marteau micro	loisir maillot	marteau mouton	horloge jaune lac	magasin maillot	maillot marteau
mouton	marteau micro	nombre page	loisir magasin marron	multiplication neige	mouton multiplication
multiplication neige	mouton neige	panneau pin plante	mouton nombre	nombre pain	nombre nuage outil
nombre page	nombre outil pain	pluie politique	panneau piano pin	panneau plante	piano piscine plante
panneau pin piscine	pin politique	rivière science	plante politique sable	pluie politique	rivière science tortue
politique rivière	science siècle	siècle tournevis	ski terrasse valise	rivière science ski	vacances valise vase
sable siècle ski tortue	statue tortue	vacances vase	vase volant yeux	tortue vacances	valise volant
valise volant yeux	tournevis valise	volant wagon yeux		valise 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 44^{me} de la liste !!**

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

Comprendre le Binaire grâce à la Magie !!

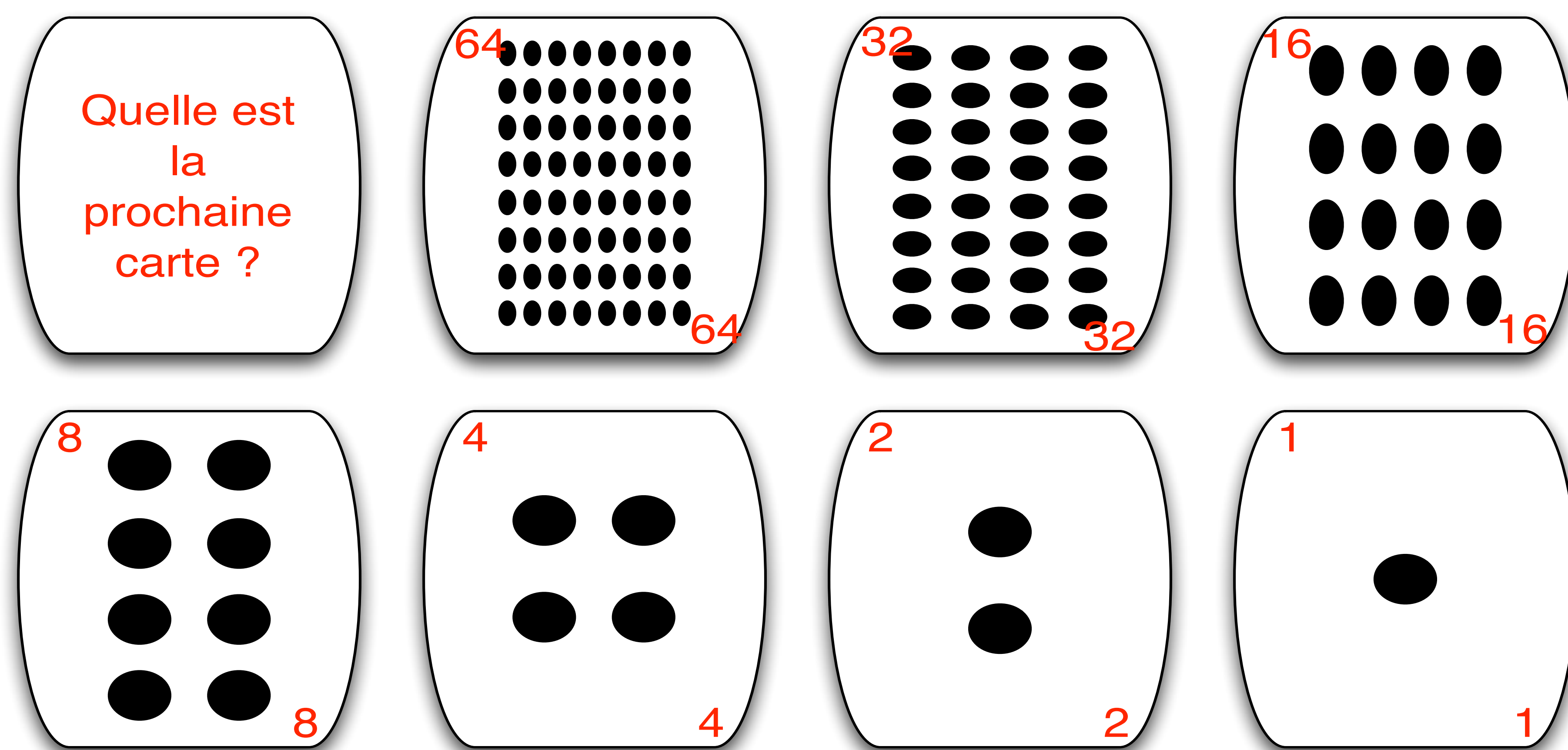
Résumons la méthode du « **mathémagicien** » :

- | | |
|---|---|
| 1. Il <i>récolte</i> vos réponses | par exemple : NON/OUI/OUI/NON/OUI/NON/OUI |
| 2. Il les <i>interprète</i> en BINAIRE | ici : 0 1 1 0 1 0 0 |
| 3. Il <i>traduit</i> ce nombre BINAIRE en DÉCIMAL | ici : 52 (c'est la partie intéressante) |
| 4. Il retrouve simplement le mot correspondant | ici : le 53 ^{me} 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.

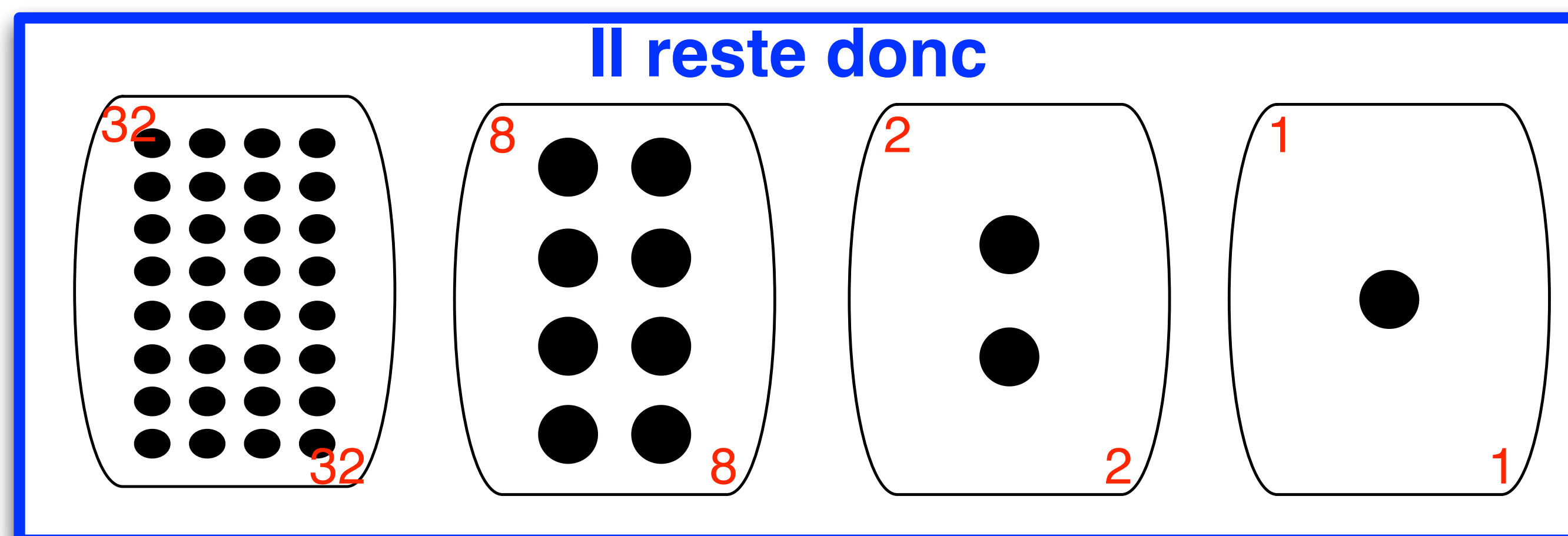
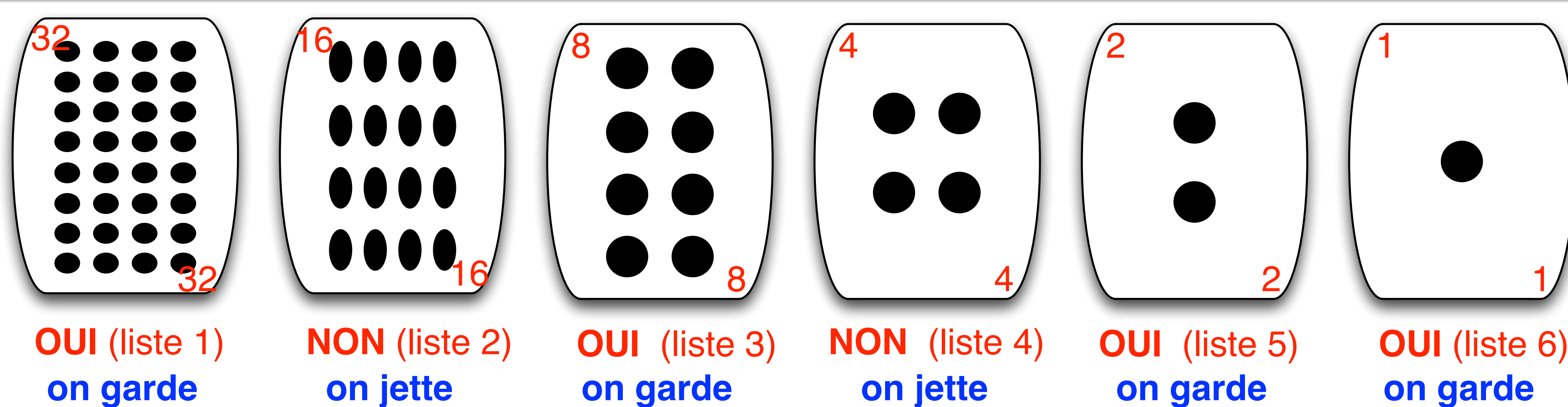
La plus grande carte correspond à la première liste, la seconde plus grande carte à la seconde liste, ..., la carte 1 correspond à la dernière liste.

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

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



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

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 !!

Systeme Décimal

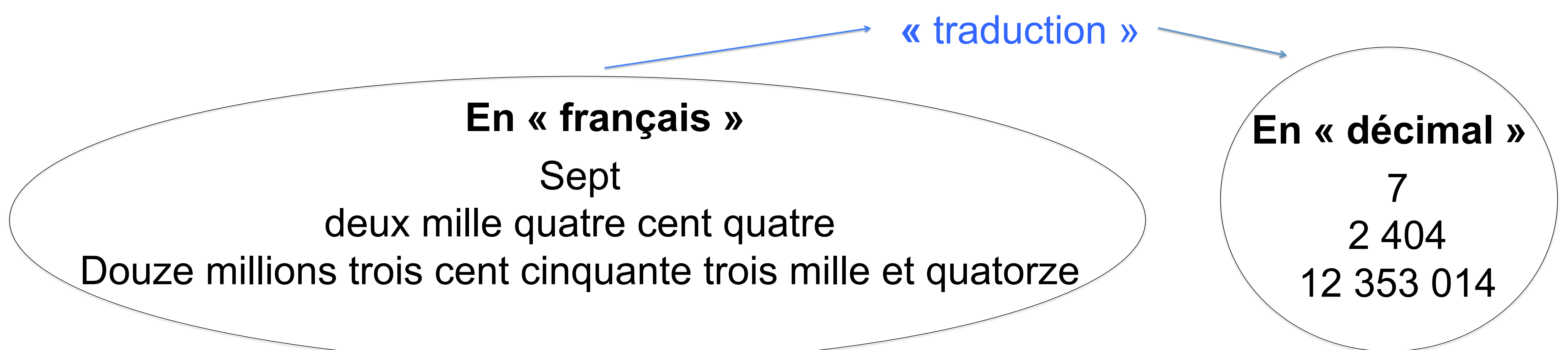
Faisons un peu de Maths. (niveau école primaire)

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**.



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 : $2404 = 2 \times 1000 + 4 \times 100 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

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

$$2\ 017 = _ \times 1000 + _ \times 100 + _ \times 10 + _ \times 1$$

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

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

$$96\ 201 = _ \times _ + _ \times _ + \dots$$

Systeme 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 $a \times b$ (on dit « a fois b ») le nombre $a + a + \dots + a$ (b fois) obtenu en additionnant b fois successivement le nombre a .

Par exemple, $4 \times 5 = 4+4+4+4+4 = 20$

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 $a \times a \times \dots \times a$ (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 :

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

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 ») = $2 \times 1000 + 4 \times 100 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

ou : $2404 = 2 \times 10 \times 10 \times 10 + 4 \times 10 \times 10 + 0 \times 10 + 4 \times 1$

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

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

Récapitulatif : « Nous » parlons/écrivons/utilisons les **nombre 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 **nombre**s avec seulement **2 chiffres** !!

Systemes de Numération

Poster (un peu) technique (mais ne requiert que des connaissances niveau début collègue) 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) =

$$\begin{aligned} & 1 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 1 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 4 \times 5 \times 5 \times 5 \times 5 + 3 \times 5 \times 5 \times 5 + 4 \times 5 \times 5 + 1 \\ & = 1 \times 5^7 + 1 \times 5^6 + 0 \times 5^5 + 4 \times 5^4 + 3 \times 5^3 + 4 \times 5^2 + 0 \times 5 + 1 \\ & = \mathbf{11043401} \text{ (en base 5)} \end{aligned}$$

Un autre exemple, en **base 16** (ou **hexadécimal**)

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

$$\begin{aligned} \mathbf{853\ 449} \text{ (en décimal)} &= 13 \times 16 \times 16 \times 16 \times 16 + 5 \times 16 \times 16 + 12 \times 16 + 9 \\ &= 13 \times 16^4 + 0 \times 16^3 + 5 \times 16^2 + 12 \times 16 + 9 = \mathbf{13.0.5.12.9} \text{ (en base 16)} \end{aligned}$$

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

$$\mathbf{853\ 449} \text{ (en décimal)} = \mathbf{D05C9} \text{ (en base 16 / hexadécimal)}$$

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 $n_0, n_1, n_2, n_3, \dots$ tels que pour tout i , $0 \leq n_i < B$ et

$$n = \dots n_5 n_4 n_3 n_2 n_1 n_0 \text{ (en base B)} = \dots n_5 \times B^5 + n_4 \times B^4 + n_3 \times B^3 + n_2 \times B^2 + n_1 \times B + n_0$$

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 **$n = a \times d + b$** .

a = n/d est le quotient 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*) : $n = \dots n_5 n_4 n_3 n_2 n_1 n_0$
avec, pour tout i , $n_i = (n - B^{i+1} \times (n/B^{i+1})) / B^i$

Systemes de Numeration

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 !!

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

En français, on dit :

$$8\ 714 \text{ secondes} = 2 \text{ heures } 25 \text{ minutes } 14 \text{ secondes}$$

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 :

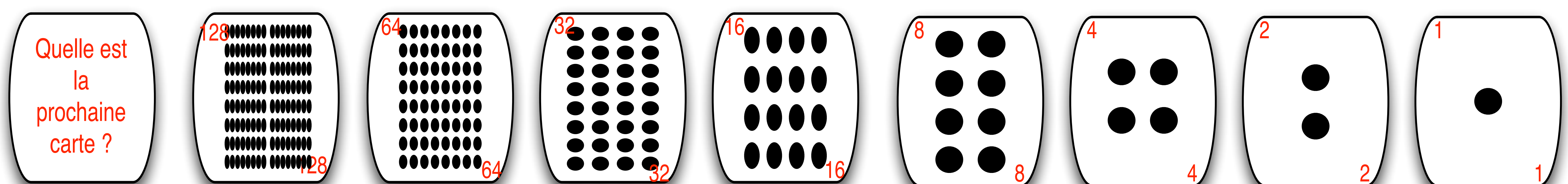
Le système binaire (base 2) et le système hexadécimal (base 16) sont très largement utilisés en informatique

Systeme Binaire

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

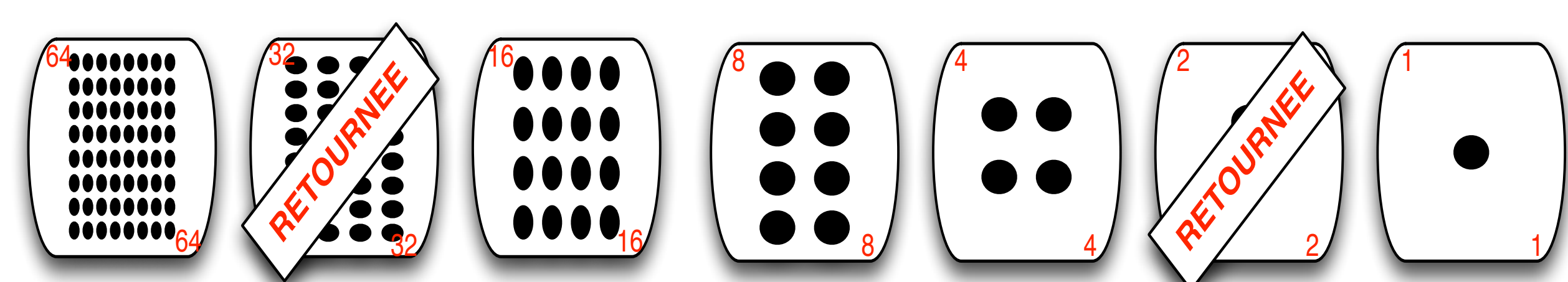
En binaire, si on ne dispose que de 2 chiffres : 0 (pas de signal) et 1 (signal)
 $93 \text{ (en décimal)} = 64+16+8+4+1 = 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 \times 2 + 1 \times 2 \times 2 + 1$
 $= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 1 = 1011101 \text{ (en base 2)}$

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.

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).

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

arbre ballon chien
chimie dauphin
fleuve jaune jeu
lac lettre loisir
outil pain science
statue tournevis

Liste 2

ballon chien disque
fleuve horloge jaune
lettre loisir marron
plante pluie science
tournevis vacances
vase wagon

Liste 3

arbre bus chien
chimie dauphin
fleuve horloge jaune
lac loisir magasin
marron piano plante
terrasse vase

Liste 4

bougie bus chien
dauphin échelle
horloge jaune jeu
lac lettre magasin
pain plante pluie
science vacances

Liste 5

ballon chien chimie
dauphin disque
échelle fleuve jeu
magasin nuage outil
plante piano science
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 immédiatement 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 !!