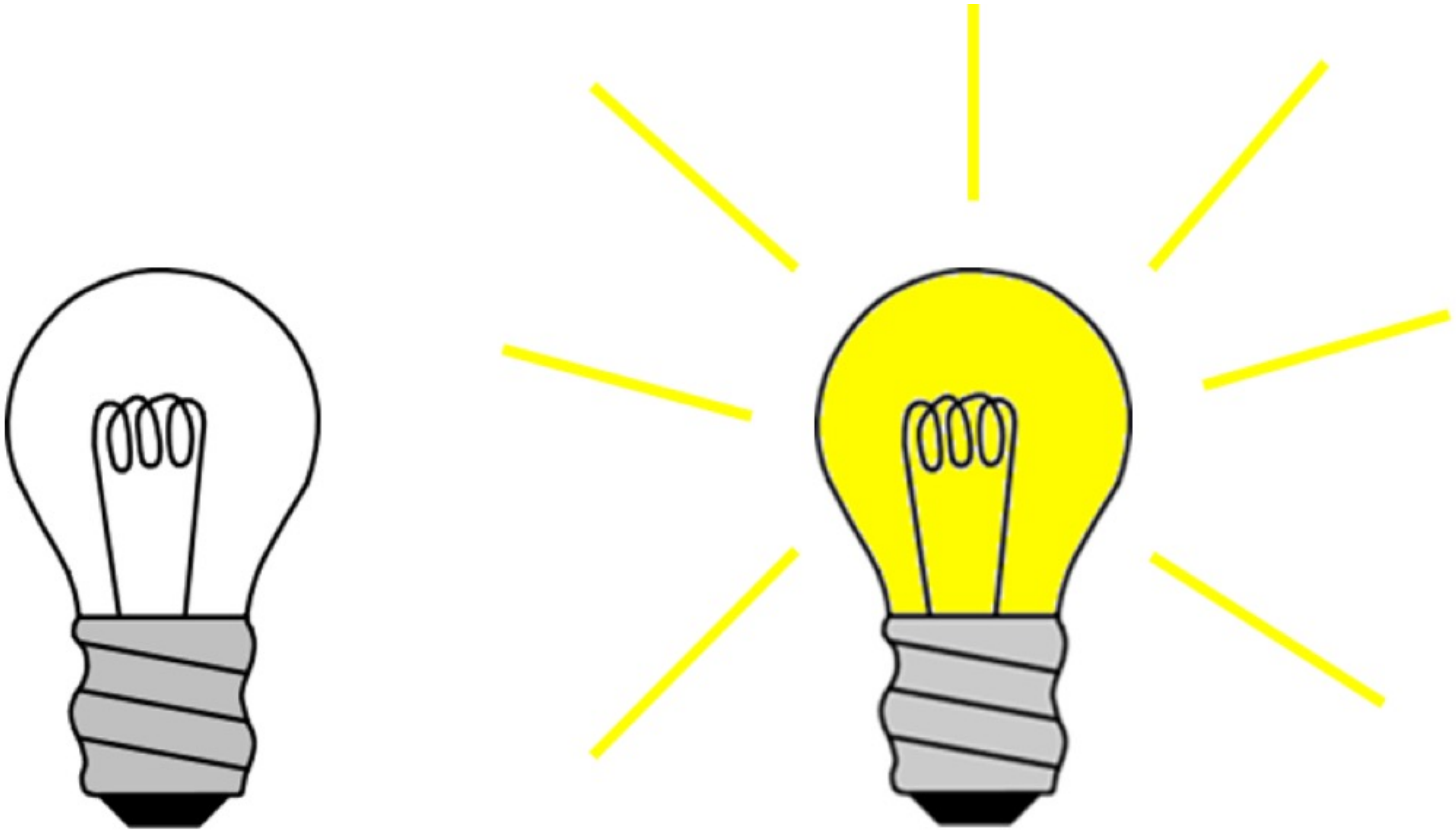
Qu’est-ce qu’une information ?

max.silberztein@univ-fcomte.fr

Information

- La langue permet d'échanger des informations
- Il faut donc pouvoir représenter les informations
- Quelle que soit l'information...
- Qu'est-ce qu'une information complexe ? Une information simple ?

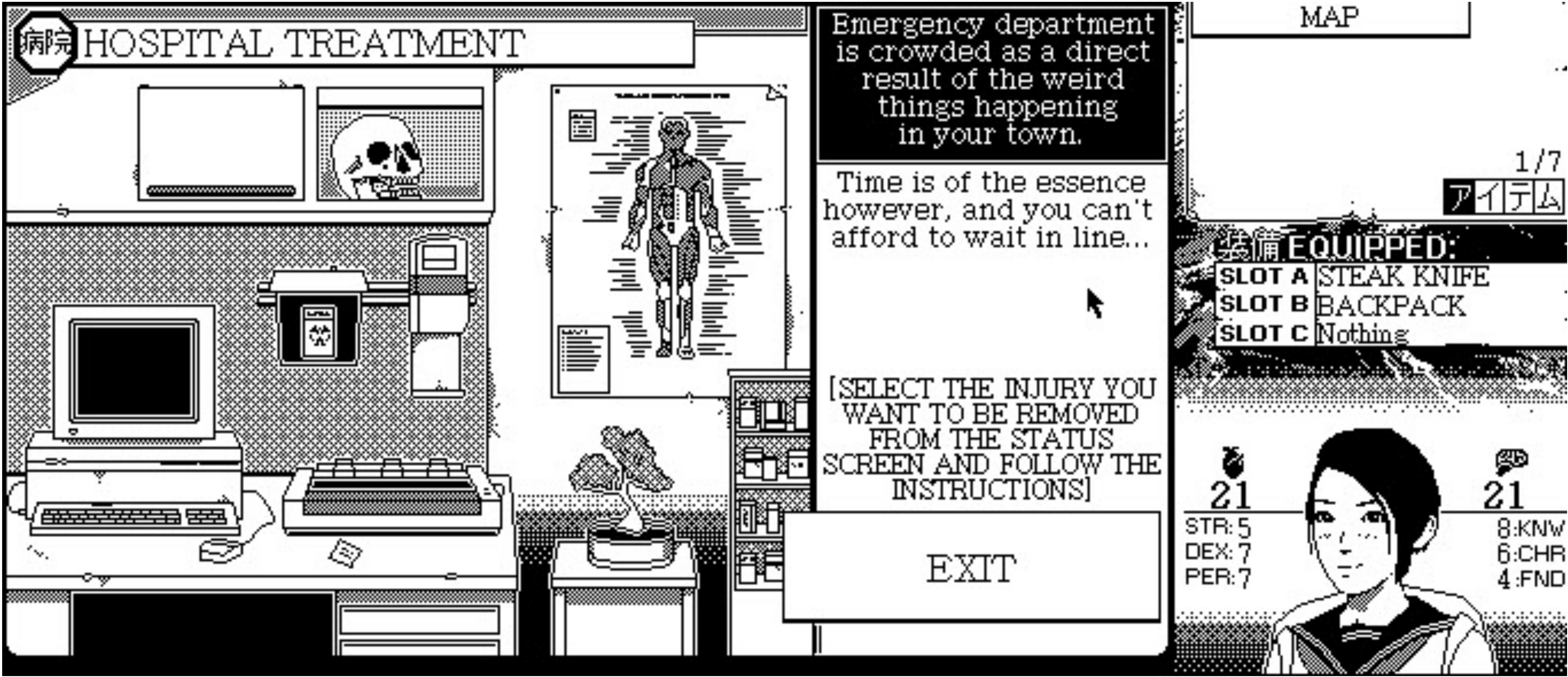
Information la plus simple possible : le bit



Information la plus simple possible : le bit

- ON ou OFF
- 0 ou 1
-  ou 
- VRAI ou FAUX
- LUMIERE ÉTEINTE ou ALLUMÉE
- EMPLOYÉ ou SANS EMPLOI
- FEU VERT ou FEU ROUGE
- PILE ou FACE
- NOIR ou BLANC

Information la plus simple possible : le bit
une image noir et blanc



Représenter des informations plus riches

- En utilisant plusieurs bits, on peut représenter des informations plus riches :

– avec 1 bit, on a 2 configurations possibles : 0 et 1 ; FEU VERT ou FEU ROUGE

– avec 2 bits, on a 4 configurations possibles :

00, 01, 10 et 11

FEU VERT, FEU ROUGE, FEU ORANGE, HORS SERVICE

Représenter des informations plus riches

- En utilisant plusieurs bits, on peut représenter des informations plus riches

– avec 1 bit, on a 2 configurations possibles : 0 et 1 ;

– avec 2 bits, on a 4 configurations possibles : 00, 01, 10 et 11 ;

– avec 3 bits, ?

– avec 4 bits, ?

Représenter des informations plus riches

- En utilisant plusieurs bits, on peut représenter des informations plus riches

– avec 1 bit, on a 2 configurations possibles : 0 et 1 ;

– avec 2 bits, on a 4 configurations possibles : 00, 01, 10 et 11 ;

– avec 3 bits, on a 8 configurations possibles : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 et 111 ;

– avec 4 bits ?

Représenter des informations plus riches

- En utilisant plusieurs bits, on peut représenter des informations plus riches

– avec 1 bit, on a 2 configurations possibles : 0 et 1 ;

– avec 2 bits, on a 4 configurations possibles : 00, 01, 10 et 11 ;

– avec 3 bits, on a 8 configurations possibles : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 et 111 ;

– avec 4 bits, on a 16 configurations possibles : 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 et 1111.

– avec *n* bits ?

Représenter des informations plus riches

- En utilisant plusieurs bits, on peut représenter des informations plus riches

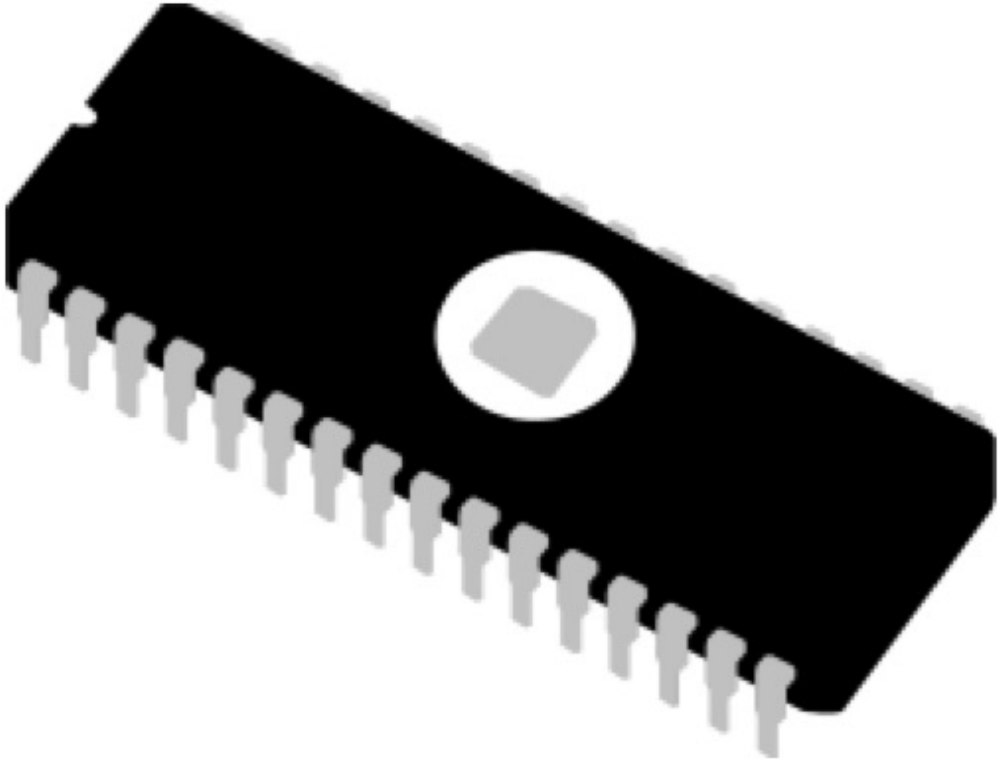
– avec 1 bit, on a 2 configurations possibles : 0 et 1 ;

– avec 2 bits, on a 4 configurations possibles : 00, 01, 10 et 11 ;

– avec 3 bits, on a 8 configurations possibles : 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 et 111 ;

– avec 4 bits, on a 16 configurations possibles : 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 et 1111.

– avec *n* bits, on a 2^n configurations possibles.



1 octet = 8 bits

Processeurs 32 bits, 64 bits, 128 bits

Mémoire RAM 8 Go = 8 giga octets = 8 milliards d'octets = 64 milliards de bits

Disque HD, SSD 1 To = 1.000 milliards d'octets

Représenter de l’information

- A chaque configuration, correspond une valeur, ex. :
  - 0 : le feu est vert
  - 1 : le feu est rouge

- De même pour les informations plus complexes :
  - 00 : le feu est vert
  - 01 : le feu est rouge
  - 10 : le feu est orange
  - 11 : le feu est orange clignotant

Représenter de l’information

- Représenter les images, ex. :
  - 0 : le pixel est noir
  - 1 : le pixel est blanc (allumé)
- Des images plus complexes :

Représenter de l'information

- Représenter les images, ex. :
  - 0 : le pixel est noir
  - 1 : le pixel est blanc (allumé)
- Des images plus complexes :
  - 00 : le pixel est noir
  - 01 : le pixel est gris foncé
  - 10 : le pixel est gris clair
  - 11 : le pixel est blanc

Représenter une image

- un écran informatique de bas de gamme représente la valeur de chaque pixel sur 24 bits :
  - 8 bits pour l'intensité du Rouge,
  - 8 bits pour l'intensité du Vert,
  - 8 bits pour l'intensité du Bleu (RVB)
- Exemples :
  - 00000000 00000000 00000000 => Noir
  - 11111111 11111111 11111111 => Blanc
  - 11111111 00000000 00000000 => Rouge
  - 00001111 00001111 00001111 => Gris moyen
  - 11111111 00000000 11111111 => Violet

Représenter une image

- les appareils photo modernes utilisent 14 bits par couleur.

- Ils ont donc la possibilité de représenter $2^{42} = 4{,}4 \times 10^{12}$, soit plus de quatre mille milliards de couleurs différentes...

- Mais la dynamique correspondante (2^{14}) est très limitée par rapport à celle de l’œil humain (2^{26}).

Exercices

- Un jeu de cartes contient 32 cartes, dont 4 symboles (♠, ♣, ♥ et ♦) et 8 valeurs : 7, 8, 9, 10, Valet, Dame, Roi et As. Comment représenter la valeur de chaque carte ?

Première méthode : on recense les valeurs que peut prendre l'information (les cas de figure)

7♥ 00000	7 ♦ 01000	7♠ 10000	7 ♣ 11000
8♥ 00001	8 ♦ 01001	8 ♠ 10001	8 ♣ 11001
9 ♥ 00010	9 ♦ 01010	9 ♠ 10010	9 ♣ 11010
10 ♥ 00011	10 ♦ 01011	10 ♠ 10011	10 ♣ 11011
Valet ♥ 00100	Valet ♦ 01100	Valet ♠ 10100	Valet ♣ 11100
Dame ♥ 00101	Dame ♦ 01101	Dame ♠ 10101	Dame ♣ 11101
Roi ♥ 00110	Roi ♦ 01110	Roi ♠ 10110	Roi ♣ 11110
As ♥ 00111	As ♦ 01111	As ♠ 10111	As ♣ 11111

Seconde méthode : on découpe l'information

- 8 valeurs possibles (7, 8, 8, 9, 10, Valet, Dame, Roi, As)

  → 3 bits : 000 001 010 011 - 100 101 110 111

- 4 couleurs possibles (♠, ♣, ♥ et ♦)

  → 2 bits : 00 01 10 11

Total → 5 bits

Exercices

- Sur un échiquier, il y a 8 lignes de 8 cases.
- Chaque joueur a 8 pions, 2 tours, 2 cavaliers, 2 fous, une dame et un roi, pour chaque couleur
- Chaque joueur a une couleur : noir ou blanc.

- Comment représenter le contenu d'une case ?

Exercices

- Sur un échiquier, il y a 8 lignes de 8 cases.
- Chaque joueur a 8 pions, 2 tours, 2 cavaliers, 2 fous, une dame et un roi, pour chaque couleur
- Chaque joueur a une couleur : noir ou blanc.

- Comment représenter le contenu d'une case avec le minimum de bits ?

Une case peut contenir un pion, une tour, un cavalier, un fou, une dame, un roi → 6 valeurs possibles. Mais il y a deux couleurs → 12 valeurs possibles. Et il y a des cases vides → 13 valeurs possibles

Solution : représenter une case d'échiquier

case vide : 0000

pion noir : 0001

cavalier noir : 0010

fou noir : 0011

tour noire : 0100

dame noire : 0101

roi noir : 0110

pion blanc : 0111

cavalier blanc : 1000

fou blanc : 1001

tour blanche : 1010

dame blanche : 1011

roi blanc : 1100

(valeurs non utilisées : 1101, 1110, 1111)

Codage : représenter les nombres

- Chaque configuration de bits peut être interprétée comme un code représentant un nombre écrit en base 2.

- En base 10 :
    - on a dix chiffres : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
    - pour représenter des nombres plus grands, on combine les chiffres, ex. 132
    - le chiffre le plus à droite représente les unités
    - le chiffre en seconde position, les dizaines
    - le chiffre en troisième position, les centaines, etc.

Représenter les nombres

- En base décimale :
  - on a dix chiffres : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
  - pour représenter des nombres plus grands, on combine les chiffres, ex. 132
  - le chiffre le plus à droite représente les unités
  - le chiffre en seconde position, les dizaines
  - le chiffre en troisième position, les centaines, etc.
- En base 2 :
  - on a deux chiffres : 0, 1
  - le chiffre le plus à droite représente les unités
  - le chiffre en seconde position, les deuxaines
  - le chiffre en troisième position, les quatraines, etc.

Représenter les nombres

- dans la base décimale :

$$7243 = 7 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 3 \times 10^0$$

- dans la base binaire :

$$10110 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$$

$$= 16 + 0 + 4 + 2 + 0$$

$$= 22$$

Exercices

- Quelles valeurs représentent les octets suivants :

0000 1011

0011 0011

1100 1101

Exercices

- Quelles valeurs représentent les octets suivants :

0000 1011

$= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 0 + 2 + 1 = 11d$

0011 0011

1100 1101

Exercices

- Quelles valeurs représentent les octets suivants :

0000 1011

$$= 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 0 + 2 + 1 = 11d$$

0011 0011

$$= 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32 + 16 + 2 + 1 = 51d$$

1100 1101

Exercices

- Quelles valeurs représentent les octets suivants :

00001011

0 + 0 + 0 + 0 + 8 + 0 + 2 + 1 = 11d

00110011

0 + 0 + 32 + 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 51d

11001101

128 + 64 + 0 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = 205d

Convertir un décimal en base binaire

- En base décimale, si j'ai 4.132 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :

    - 4 cartouches de 1000 allumettes (les milliers, ou 10^3)
    - 1 boites de 100 allumettes (les centaines, ou 10^2)
    - 3 sachets de 10 allumettes (les dizaines, ou 10^1)
    - 2 allumettes à l'unité (les unités, ou 10^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :

    - ? camions de 32 allumettes (ou 2^5)
    - ? caisses de 16 allumettes (ou 2^4)
    - ? cartouches de 8 allumettes (ou 2^3)
    - ? boites de 4 allumettes (ou 2^2)
    - ? sachets de 2 allumettes (ou 2^1)
    - ? allumettes à l'unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :
    - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
    - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
    - ? cartouches de 8 allumettes (ou 2^3)
    - ? boites de 4 allumettes (ou 2^2)
    - ? sachets de 2 allumettes (ou 2^1)
    - ? allumettes à l'unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :

  - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
  - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 0 cartouches de 8 allumettes (ou 2^3) → il reste 7 allumettes à ranger
  - ? boites de 4 allumettes (ou 2^2)
  - ? sachets de 2 allumettes (ou 2^1)
  - ? allumettes à l'unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :
  - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
  - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 0 cartouches de 8 allumettes (ou 2^3) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 1 boite de 4 allumettes (ou 2^2) → il reste 3 allumettes à ranger
  - ? sachets de 2 allumettes (ou 2^1)
  - ? allumettes à l'unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j’ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :
  - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
  - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 0 cartouches de 8 allumettes (ou 2^3) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 1 boite de 4 allumettes (ou 2^2) → il reste 3 allumettes à ranger
  - 1 sachet de 2 allumettes (ou 2^1) → il reste 1 allumette à ranger
  - ? allumettes à l’unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :

  - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
  - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 0 cartouches de 8 allumettes (ou 2^3) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 1 boite de 4 allumettes (ou 2^2) → il reste 3 allumettes à ranger
  - 1 sachet de 2 allumettes (ou 2^1) → il reste 1 allumette à ranger
  - 1 allumette à l'unité (les unités, ou 2^0)

Convertir un décimal en base binaire

- En base binaire, si j'ai 23 allumettes, je peux les ranger de la façon suivante :

  - 0 camions de 32 allumettes (ou 2^5)
  - 1 caisse de 16 allumettes (ou 2^4) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 0 cartouches de 8 allumettes (ou 2^3) → il reste 7 allumettes à ranger
  - 1 boite de 4 allumettes (ou 2^2) → il reste 3 allumettes à ranger
  - 1 sachet de 2 allumettes (ou 2^1) → il reste 1 allumette à ranger
  - 1 allumette à l'unité (les unités, ou 2^0)

  - 23 (en base décimale) = 010111 (en base binaire)

Exercices

- Représenter en binaire les valeurs décimales suivantes :

17

39

120

Exercices

- Représenter en binaire les valeurs décimales suivantes :

17

$= 16 + 1 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^0 = 10001$

39

120

Exercices

- Représenter en binaire les valeurs décimales suivantes :

$$17$$

$$= 16 + 1 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^0 = 10001$$

$$39$$

$$= 32 + 4 + 2 + 1 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 100111$$

$$120$$

Exercices

- Représenter en binaire les valeurs décimales suivantes :

$$17$$

$$= 16 + 1 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^0 = 10001$$

$$39$$

$$= 32 + 4 + 2 + 1 = 1 \times 2^5 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 100111$$

$$120$$

$$= 64 + 32 + 16 + 8 = 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 = 1111000$$

Interaction Humain <=> Ordinateur

- Les humains utilisent la base décimale
- Les ordinateurs utilisent la base binaire
- Les humains peuvent entrer des données dans un ordinateur en convertissant un nombre décimal en binaire
- Les ordinateurs font leur calcul, puis donnent un résultat en binaire
- Les humains peuvent comprendre le résultat en le convertissant en décimal

bits	valeur décimale	bits	valeur décimale
0000	0	1000	8
0001	1	1001	9
0010	2	1010	10
0011	3	1011	11
0100	4	1100	12
0101	5	1101	13
0110	6	1110	14
0111	7	1111	15

Représenter les nombres en hexadécimal

- $16 = 2^4$, donc chaque suite de 4 bits peut être interprétée comme représentant un nombre écrit en base 16.

- En base 16 :
  - on a seize chiffres : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
  - pour représenter des nombres plus grands, on combine les chiffres, ex. 1A2
  - le chiffre le plus à droite représente les unités
  - le chiffre en seconde position, les « seizaines », i.e. 16^1
  - le chiffre en troisième position, les deux-cents-cinquante-sixaines, i.e. 16^2
  - etc.

Le codage

- On représente les diverses valeurs que peut avoir une information par des nombres, ex. « feu vert » = 1, « feu rouge » = 18, etc.
- Chaque valeur doit correspondre à un et un seul nombre
- Chaque nombre doit correspondre à une et une seule valeur
- On représente les nombres en binaire

=> on a numérisé l'information

Un codage typographique

	008	009	00A	00B	00C	00D	00E	00F
0	XXX 0080	DCS 0090	NB SP 00A0	° 00B0	À 00C0	Ð 00D0	à 00E0	ð 00F0
1	XXX 0081	PU1 0091	¡ 00A1	± 00B1	Á 00C1	Ñ 00D1	á 00E1	ñ 00F1
2	BPH 0082	PU2 0092	¢ 00A2	² 00B2	Â 00C2	Ò 00D2	â 00E2	ò 00F2

Conclusions

- Pour formaliser la langue, on va commencer par formaliser les objets de base de la langue
- Pour utiliser l'ordinateur, on va devoir numériser ces objets, c'est-à-dire les représenter par des séries de bits (0 et 1)
- Il nous faudra une correspondance parfaite entre les combinaisons de bits et les objets à représenter : les lettres, les mots, les règles de grammaire, etc.

Exercices

- Représenter le nombre hexadécimal ABCD en binaire

- Quelle est sa valeur décimale ?

- Représenter la valeur décimale 65535 en hexadécimal, puis en binaire