DUT MMI – IUT de Marne-la-Vallée
02/10/2018
M1202 - Algorithmique

Cours 2
Variables et affectations, type et codage

UNIVERSITÉ PARIS-EST MARNE-LA-VALLÉE

iut Marne-la-Vallée

Philippe Gambette

Sources

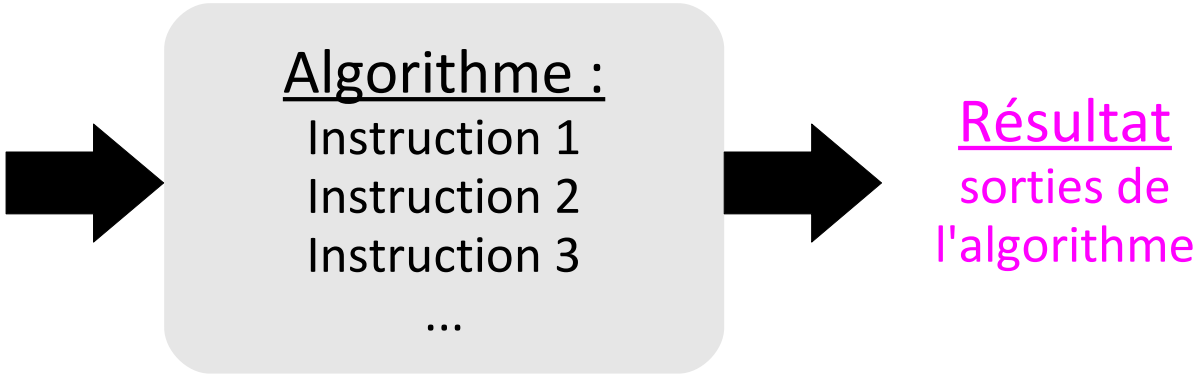
- *Le livre de Java premier langage*, d'A. Tasso
- Cours INF120 de J.-G. Luque
- Cours FLIN102 de l'Université Montpellier 2
- Cours de J. Henriet : http://julienhenriet.olympe-network.com/Algo.html
- http://xkcd.com, http://xkcd.free.fr

Plan du cours 2 – Variables et affectations, type et codage

- Résumé des épisodes précédents
- Premier algorithme
- Le pseudo-code
- De l'organigramme au code Javascript
- Codage des données
- Codage binaire des entiers
- Codage des flottants
- Autres codages
- Codage hexadécimal
- Booléens et opérations de base

Résumé des épisodes précédents

Algorithme : suite d'instructions pour résoudre un problème



Un algorithme utilise plusieurs types d'**instructions** :

- des **affectations** dans des **variables** (mémoires)
- des **appels** à d'autres **algorithmes**
- des “**lectures**” d'**entrées** et “**renvois**” de **sorties**
- des **boucles**
- des **tests**

On peut décrire un algorithme :

- en français
- par un organigramme
- en pseudo-code
- dans un langage de programmation

Pour tester un algorithme : on fait la **trace**.

Variables et affectation

Dans un algorithme, une **variable** possède :

- un **nom**,
- une **valeur**,
- un **type** (ensemble des valeurs que peut prendre la variable).

La **valeur** d'une variable :

- est **fixe à un moment donné**,
- peut **changer au cours du temps**.

En revanche, le nom et le type d'une variable ne changent pas.

Variables et affectation

Dans un algorithme, une **variable** possède :

- un **nom**,
- une **valeur**,
- un **type** (ensemble des valeurs que peut prendre la variable).

La **valeur** d'une variable :

- est **fixe à un moment donné**,
- peut **changer au cours du temps**.

L'**affectation** change la valeur d'une variable :

- *a* ← 5 (pseudo-code) / `a=5` (Javascript) :
  - la variable *a* prend la valeur 5
  - la valeur précédente est perdue (“écrasée”)
- *a* ← *b* (pseudo-code) / `a=b` (Javascript) :
  - la variable *a* prend la valeur de la variable *b*
  - la valeur précédente de *a* est perdue (“écrasée”)
  - la valeur de *b* n'est pas modifiée
  - *a* et *b* devraient être de même type (ou de type compatible)

Variables et affectation

Dans un algorithme, une **variable** possède :

- un **nom**,
- une **valeur**,
- un **type** (ensemble des valeurs que peut prendre la variable).

La **valeur** d'une variable :

- est **fixe à un moment donné**,
- peut **changer au cours du temps**.

L'**affectation** change la valeur d'une variable :

- *a* ← 5 (pseudo-code) / `a=5` (Javascript) :
  - la variable *a* prend la valeur 5
  - la valeur précédente est perdue (“écrasée”)
- *a* ← *b* (pseudo-code) / `a=b` (Javascript) :
  - la variable *a* prend la valeur de la variable *b*
  - la valeur précédente de *a* est perdue (“écrasée”)
  - la valeur de *b* n'est pas modifiée
  - *a* et *b* devraient être de même type

(ou de type compatible)

La recette de cuisine avec récipients n'est qu'une métaphore

Noms des variables

Dans un **algorithme**, choisir pour les variables :

- un nom composé de **lettres** et éventuellement de **chiffres**
- un nom **expressif**, par exemple :
  - *chaine*, *requête1...* pour une chaîne de caractères
  - *n*, *a*, *b*, *compteur*, *nbOperations*, *longueur...* pour un entier
  - *x*, *y*, *température* pour un réel
  - *estEntier*, *testEntier*, *trouvé...* pour un booléen
- un nom **assez court** (il faut l'écrire !)
- éviter les **noms réservés** : *pour*, *tant que*, *si*...

Dans un **programme** :

- **éviter** les lettres accentuées et la ponctuation
- préférer l'**anglais** si votre code source est diffusé largement
- être **expressif** et **lisible** :
  - *est_entier* ou *estEntier* plutôt que *estentier*

Votre code sera relu, par vous ou par d'autres...

Mon premier vrai algorithme

Je connais l'algorithme d'**addition** de deux entiers positifs.
Comment écrire un algorithme de **multiplication** de deux entiers ?

Intuition :

$$5 \times 3 = \underbrace{5 + 5 + 5}_{\text{3 fois}}$$

$$\textit{entier1} \times \textit{entier2} = \underbrace{\textit{entier1} + \textit{entier1} + \textit{entier1} + \ldots + \textit{entier1}}_{\textit{entier2 fois}}$$

Mon premier vrai algorithme

Je connais l'algorithme d'**addition** de deux entiers positifs.
Comment écrire un algorithme de **multiplication** de deux entiers ?

Multiplication :

Entrées : deux entiers *entier1* et *entier2*
Type de sortie : un *entier*
Variables :

Début

Fin

pseudo-code

Mon premier vrai algorithme

Je connais l'algorithme d'**addition** de deux entiers positifs.
Comment écrire un algorithme de **multiplication** de deux entiers ?

Multiplication :

Entrées : deux entiers *entier1* et *entier2*
Type de sortie : un *entier*
Variables : entiers *compteur* et *resultat*

```
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 0
    Tant que compteur < entier2 faire :
        resultat ← resultat + entier1
        compteur ← compteur + 1
    Fin tant que
    renvoyer resultat
Fin
```

Mon premier vrai algorithme

Je connais l'algorithme d'**addition** de deux entiers positifs.
Comment écrire un algorithme de **multiplication** de deux entiers ?

Multiplication :

Entrées : deux entiers *entier1* et *entier2*
Type de sortie : un *entier*
Variables : entiers *compteur* et *resultat*

```
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 0
    Tant que compteur < entier2 faire :
        resultat ← resultat + entier1
        compteur ← compteur + 1
    Fin tant que
    renvoyer resultat
Fin
```

Correction ?

Essayons avec l'exemple :
entier1 = 5 et *entier2* = 3

Tableau des valeurs des variables avant le début de la *i*-ième boucle Tant que :

i	1	2	3	4
compteur	0	1	2	3
resultat	0	5	10	15
entier1	5	5	5	5
entier2	3	3	3	3

La boucle n'est exécutée que 2 fois et on renvoie 15 : l'algorithme semble **correct.**

Mon premier vrai algorithme

Je connais l'algorithme d'**addition** de deux entiers positifs.
Comment écrire un algorithme de **multiplication** de deux entiers ?

Multiplication :

Entrées : deux entiers *entier1* et *entier2*
Type de sortie : un *entier*
Variables : entiers *compteur* et *resultat*

```
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 0
    Tant que compteur < entier2 faire :
        resultat ← resultat + entier1
        compteur ← compteur + 1
    Fin tant que
    renvoyer resultat
Fin
```

Correction ?

entier1 = 5 et *entier2* = 3

Tableau des valeurs des variables avant le début de la *i*-ième boucle Tant que :

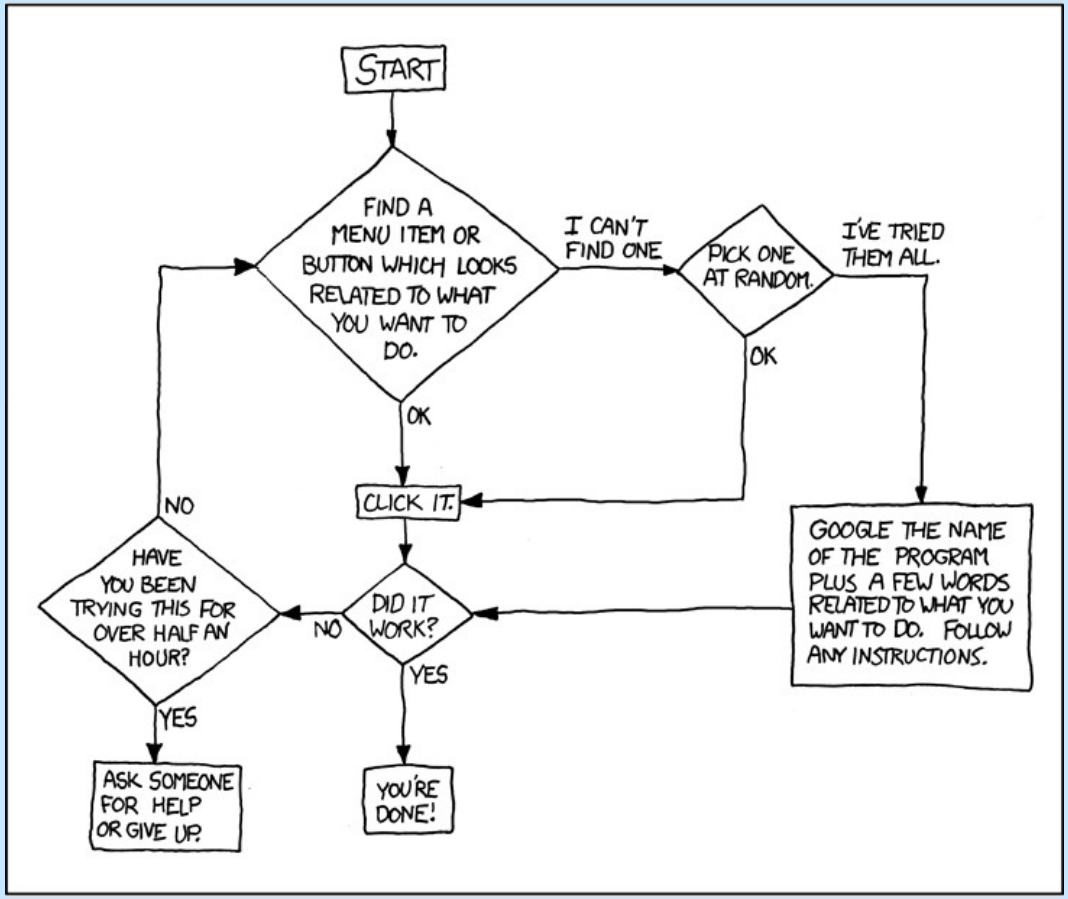
i	1	2	3	4
compteur	0	1	2	3
resultat	0	5	10	15
entier1	5	5	5	5
entier2	3	3	3	3

On remarque que *resultat* est égal à *compteur* x *entier1* tout au long de l'algorithme.
Or à la fin de l'algorithme *compteur*=*entier2* donc l'algorithme est correct.

Organigramme de résolution de tout problème logiciel

La “minute xkcd”

Chers parents, grands parents, collègues, et autres non-informaticiens variés.
Nous ne savons pas tout faire dans tous les logiciels comme par magie.
Quand on vous aide, en général on ne fait que ça :



http://xkcd.com/627
http://xkcd.free.fr?id=627

Merci d'imprimer cet organigramme et de le scotcher à côté de votre écran. Félicitations, vous êtes maintenant l'expert du coin en informatique !

Retour sur l'intérêt du pseudo-code

Intérêts du pseudo-code :

- Clair, lisible
- Pédagogique
- Indépendant du langage de programmation
- Pour distinguer le fond de la forme

Pseudo-code	Javascript

addition
Entrées : entiers *i* et *j*
Type de sortie : entier
Début
…
renvoyer …
Fin
	function **addition**(i, j){
	…
	return …
	}

Variables : entier *i*	var *i*;
i ← 1	*i* = 1;

Si *i*=1 alors :
…
Sinon :
…
FinSi
	if (*i*==1){
	…
	} else {
	…
	}

Tant que *i*<3 :
…
Fin Tant que
	while (*i*<3) {
	…
	}

Le calcul des puissances de 2

Je connais le calcul de la multiplication par 2 (en Javascript : *2).

Comment calculer les puissances de 2 ? 1, 2, 4, 8, 16, 32, …

deuxPuissance(4) =

Intuition :

Tant qu'on n'est pas à la puissance voulue, on ...

→ Au total, pour **deuxPuissance**(*a*), on fait ... multiplications par 2.

Le calcul des puissances de 2

Je connais le calcul de la multiplication par 2 (en Javascript : *2).

Comment calculer les puissances de 2 ? 1, 2, 4, 8, 16, 32, …

deuxPuissance(4) = $\underbrace{2 \times 2 \times 2 \times 2}_{\text{4 fois}} = 16$

Intuition :

Tant qu'on n'est pas à la puissance voulue, on multiplie par 2.

→ Au total, pour **deuxPuissance**(*a*), on fait *a* multiplications par 2.

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.

Le calcul des puissances de 2

Intuition :

deuxPuissance(4) = $2 \times 2 \times 2 \times 2$

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.

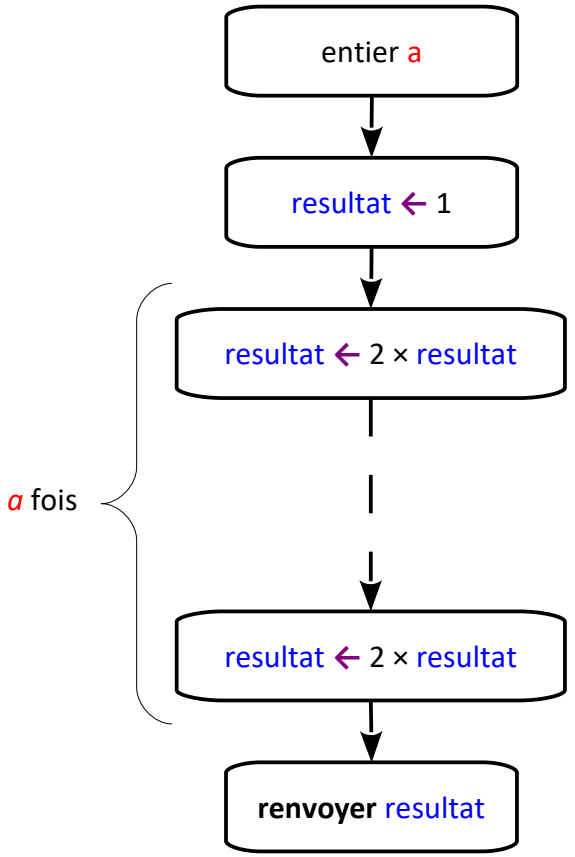
Le calcul des puissances de 2

Intuition :

deuxPuissance(4) = 2 × 2 × 2 × 2

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.



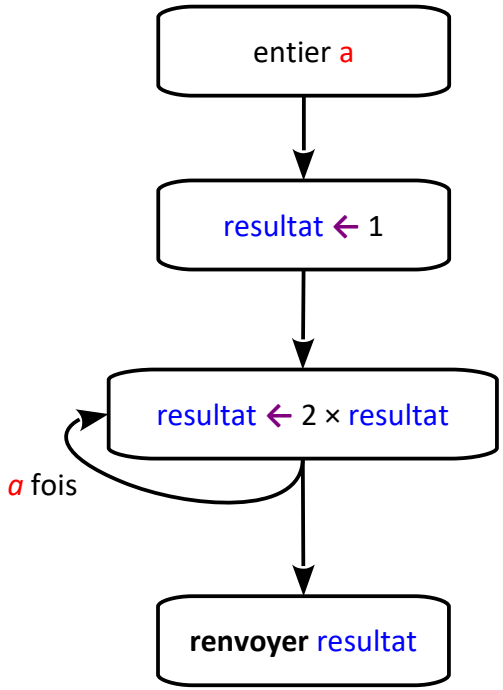
Le calcul des puissances de 2

Intuition :

deuxPuissance(4) = 2 × 2 × 2 × 2

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.



Le calcul des puissances de 2

Intuition :

deuxPuissance(4) = $2 \times 2 \times 2 \times 2$

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.

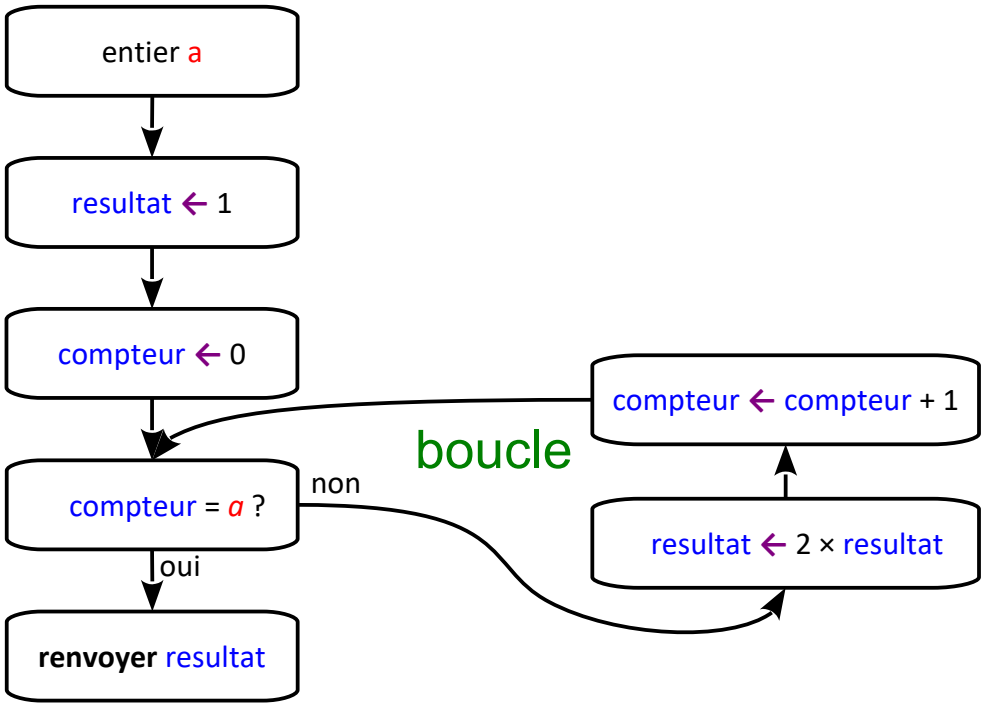
Le calcul des puissances de 2

Intuition :

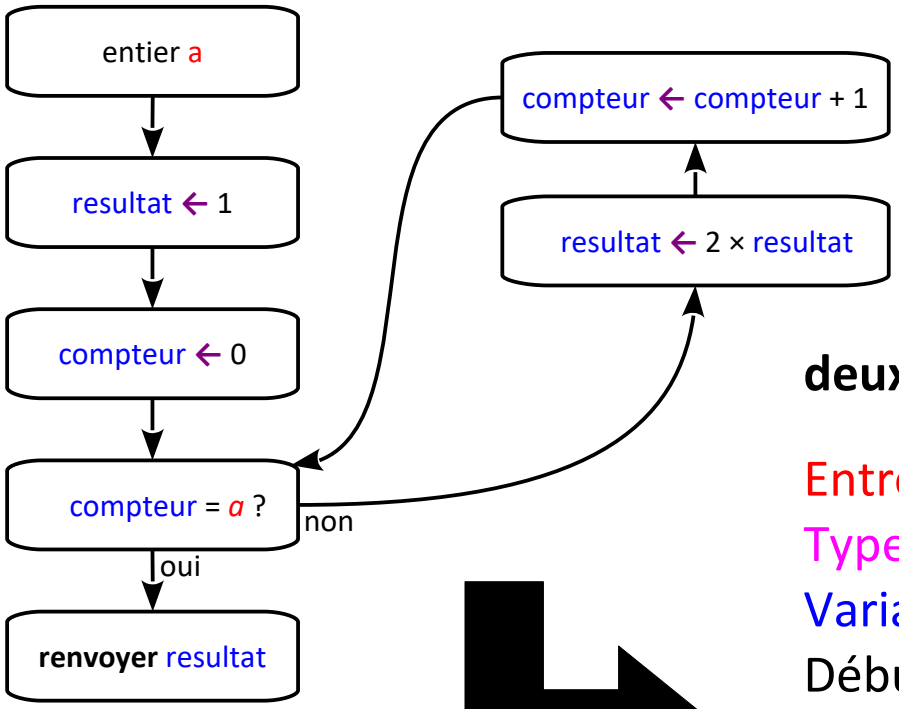
deuxPuissance(4) = 2 × 2 × 2 × 2

En français :

Je multiplie *a* fois par 2 l'entier 1.



De l'organigramme au pseudo-code

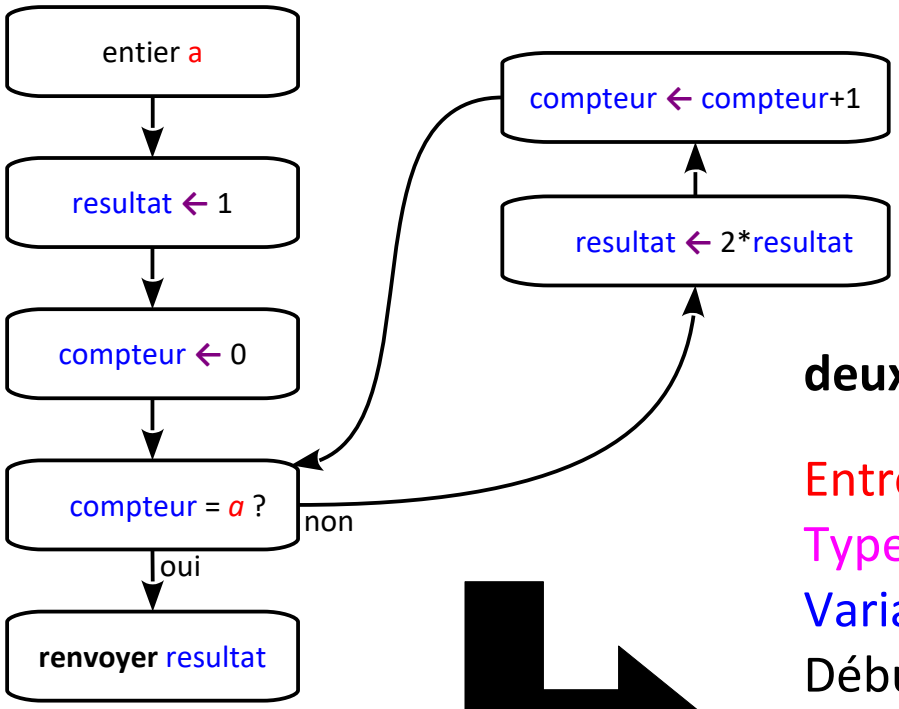


deuxPuissance :

Entrée :
Type de sortie :
Variables :
Début

renvoyer
Fin

De l'organigramme au pseudo-code



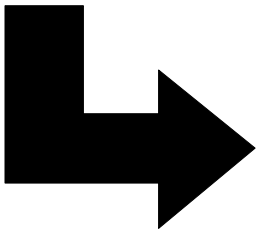
deuxPuissance :

Entrée : un entier *a*
Type de sortie : un entier
Variables : entiers *compteur* et *resultat*
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 1
    Tant que *compteur* < *a* faire :
        resultat ← 2 × *resultat*
        compteur ← *compteur* + 1
    Fin tant que
    renvoyer *resultat*
Fin

Du pseudo-code au code Javascript

deuxPuissance :

Entrée : un entier *a*
Type de sortie : un entier
Variables : entiers *compteur* et *resultat*
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 1
    Tant que *compteur* < *a* faire :
        resultat ← 2 × *resultat*
        compteur ← *compteur* + 1
    Fin tant que
    renvoyer *resultat*
Fin

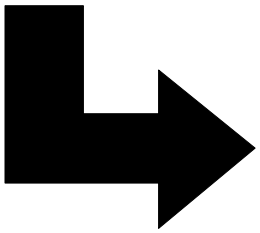


```
function deuxPuissance(     ){



    return              ;

}
```

Du pseudo-code au code Javascript

deuxPuissance :

Entrée : un entier *a*
Type de sortie : un entier
Variables : entiers *compteur* et *resultat*
Début
    compteur ← 0
    resultat ← 1
    Tant que *compteur* < *a* faire :
        resultat ← 2 × *resultat*
        compteur ← *compteur* + 1
    Fin tant que
    renvoyer *resultat*
Fin



```
function deuxPuissance(a){

    var compteur = 0;
    var resultat = 1;
    while(compteur < a){
        resultat = 2 * resultat;
        compteur = compteur + 1;
    }
    return resultat;

}
```

Trace de **deuxPuissance**(4) :

Valeurs des variables `compteur` et `resultat` après le i-ième passage dans la boucle `while` :

i	compteur	resultat
0	0	1
1	1	2
2	2	4
3	3	8
4	4	16

La trace dans la console du navigateur

```
function deuxPuissance(a){
    var compteur = 0;
    var resultat = 1;
    while(compteur < a){
        resultat = 2 * resultat;
        compteur = compteur + 1;
      // affichage dans la console
      // de la valeur des variables :
      console.log("resultat : "+resultat);
      console.log("compteur : "+compteur);
      console.log("----------------------");
    }
    return resultat;
}
```

```
> deuxPuissance(4)
resultat : 2
compteur : 1
----------------------
resultat : 4
compteur : 2
----------------------
resultat : 8
compteur : 3
----------------------
resultat : 16
compteur : 4
----------------------
< 16
```

Le codage

La “minute votes SMS”

```
Programme Javascript :
var i = 2;
var k = 0;
while(k < 10){
   i = i * i;
   k = k + 1;
   // on affiche i dans la console
   // avec console.log :
   console.log(i)
}
if(i < i + 1){
   console.log("Tout va bien.");
} else {
   console.log("i n'est pas inférieur à i+1 !?");
}
```

Est-ce que ce programme affiche “Tout va bien.” ?

Le codage

La “minute votes SMS”

```
Programme Javascript :
var i = 2;
var k = 0;
while(k < 10){
   i = i * i;
   k = k + 1;
   // on affiche i dans la console
   // avec console.log :
   console.log(i)
}
if(i < i + 1){
   console.log("Tout va bien.");
} else {
   console.log("i n'est pas inférieur à i+1 !?");
}
```

Est-ce que ce programme affiche “Tout va bien.” ?

→ Non, quand i devient trop grand, il prend la valeur `Infinity`

Le codage des entiers en binaire

La “minute mathématique”

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.

Exemple de nombre entier en binaire : 1101100001101

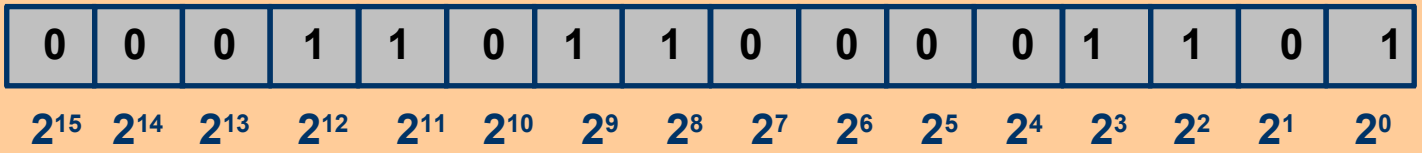
écriture binaire **?** écriture décimale

Le codage des entiers en binaire

La “minute mathématique”

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.

Exemple de nombre entier en binaire : 1101100001101

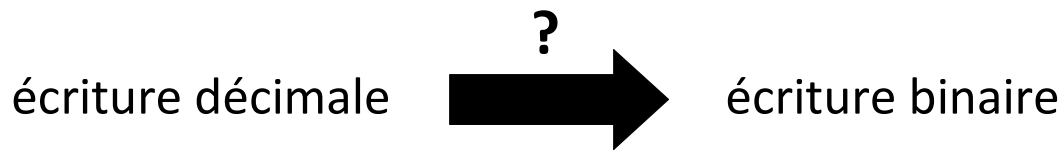


$2^{12} + 2^{11} + 2^{9} + 2^{8} + 2^{3} + 2^{2} + 2^{0} = 4096 + 2048 + 512 + 256 + 8 + 4 + 1 = 6925$

écriture binaire → écriture décimale

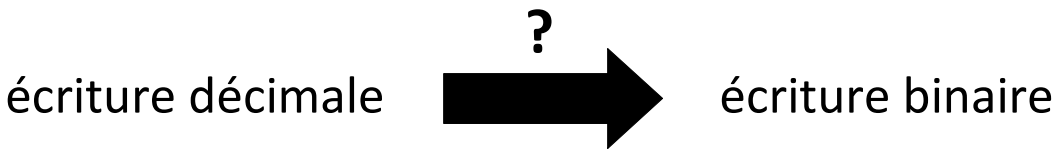
Le codage des entiers en binaire

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.



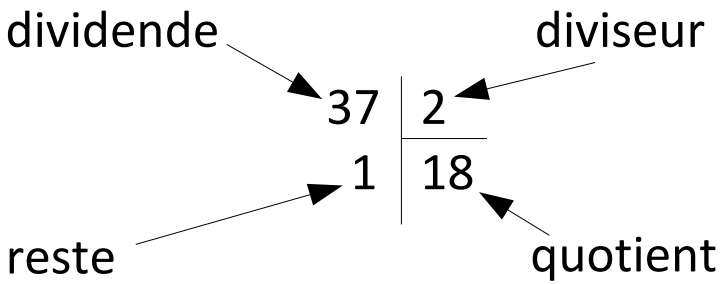
Le codage des entiers en binaire

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.



Exemple : écrire 37 en binaire ?

Division euclidienne :

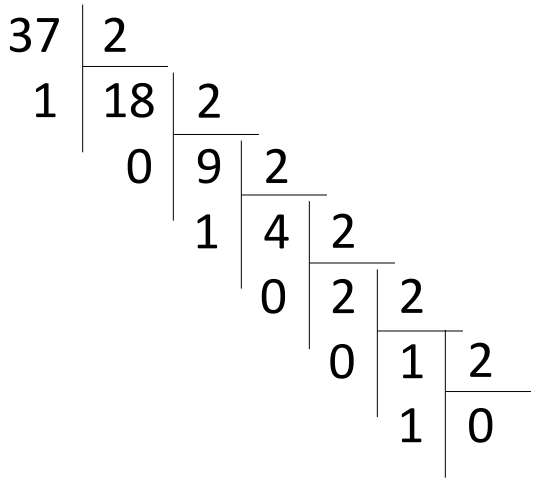


en Javascript :
37%2 renvoie 1

Le codage des entiers en binaire

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.

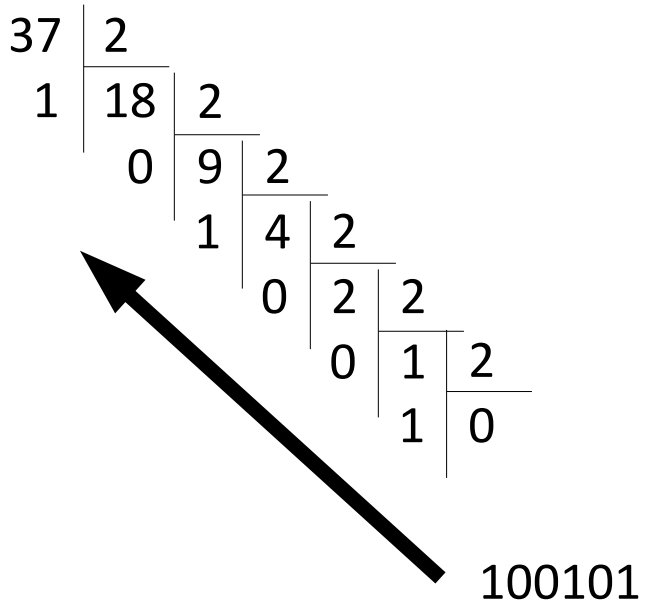
écriture décimale **?** écriture binaire



Le codage des entiers en binaire

Pour le stockage comme pour le traitement d'instructions, il est nécessaire que toutes les données traitées par un ordinateur soient codées en **binaire**, par des **0** et des **1**.

écriture décimale → **?** → écriture binaire



Le calcul rapide en binaire

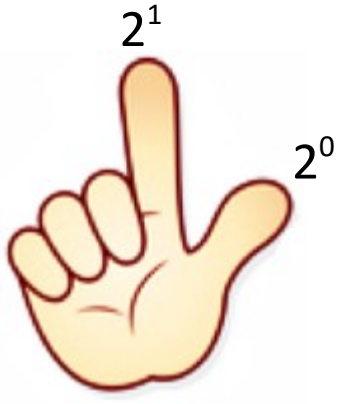
Pour faire son geek :

- compter sur ses doigts en binaire, jusqu'à 2^{10}

Le calcul rapide en binaire

Pour faire son geek :

- compter sur ses doigts en binaire, jusqu'à 2^{10}



$2^{0+}+2^1 = 3$

Source image : http://www.so-xperts.com/blog/2011/04/performance-web-et-marketing-le-pouce-et-lindex/

Le calcul rapide en binaire

Pour faire son geek :

- compter sur ses doigts en binaire, jusqu'à 2^{10}

- faire des estimations de nombres données en binaire : $2^{10} = 1024$ donc $2^{10} \approx 1000$

➡ $2^{32} \approx ?$

Le calcul rapide en binaire

Pour faire son geek :

- compter sur ses doigts en binaire, jusqu'à 2^{10}

- faire des estimations de nombres données en binaire : $2^{10} = 1024$ donc $2^{10} \approx 1000$

③ → $2^{32} \approx ?$

① $a^{b \times c} = (a^b)^c$

② $a^{b+c} = a^b \times a^c$

$2^{32} = 2^{30+2}$ ②

$= 2^{30} \times 2^2$

$= 2^{10 \times 3} \times 4$

$= (2^{10})^3 \times 4$ ①

$\approx 1000^3 \times 4$

$\approx$ 4 milliards

Le calcul rapide en binaire

Pour faire son geek :

- compter sur ses doigts en binaire, jusqu'à 2^{10}

- faire des estimations de nombres données en binaire : $2^{10} = 1024$ donc $2^{10} \approx 1000$

➡ $2^{32} \approx 4$ milliards

$2^{32} = 4\ 294\ 967\ 296$

Le codage binaire

La “minute xkcd”

De 1 à 10 :

Si vous obtenez une note de 11/100 à un examen d'informatique, mais que vous dites qu'il devrait être compté comme un 15/20, alors on décidera probablement que vous le méritez.

http://xkcd.com/953
http://xkcd.free.fr?id=953

Le codage des entiers en mémoire

1 bit = 0 ou 1

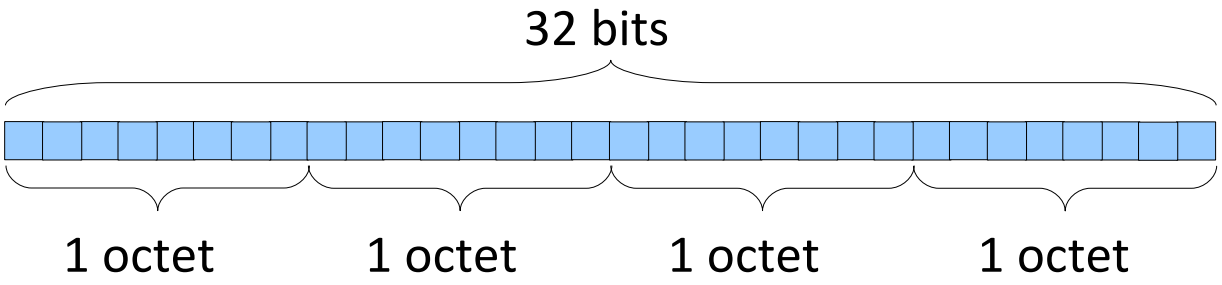
1 octet = 8 bits

1 Ko (kilooctet) = 1024 octets

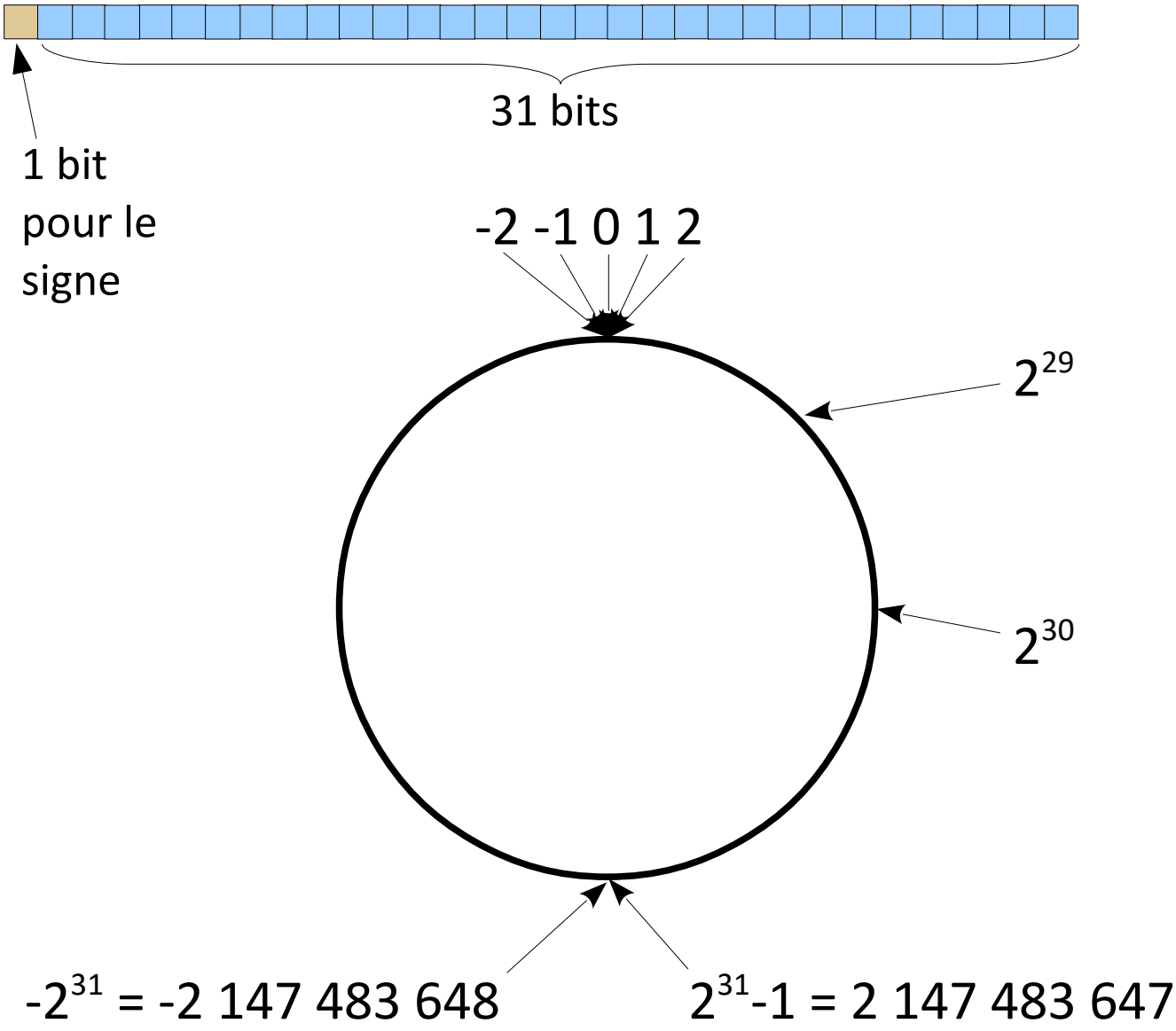
1 Mo (mégaoctet) = 1024 Ko (disquette)

1 Go (gigaoctet) = 1024 Mo (carte mémoire, 2h de vidéo en DivX)

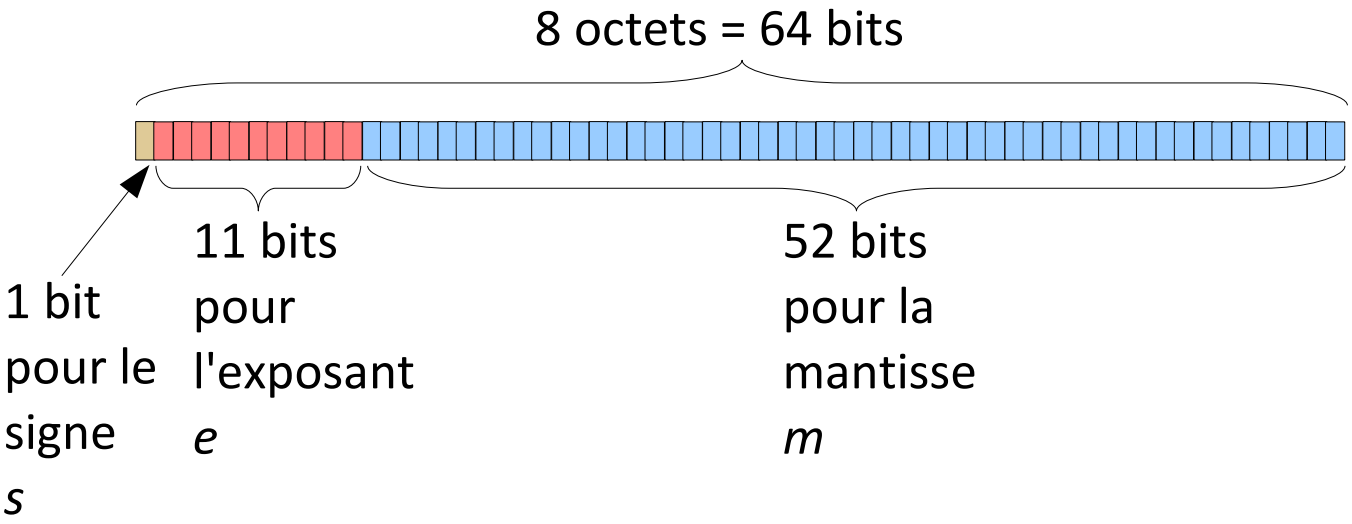
1 To (téraoctet) = 1024 Go (disque dur externe)



Le codage des entiers 32 bits



Le codage des flottants double précision



$$x = (-1)^s \, m \, 2^{e-1023}$$

Le codage des nombres en Javascript :

http://2ality.com/2012/04/number-encoding.html
http://2ality.com/2013/05/beginning-infinity.html

Autres codages

- **Chaînes de caractères**
  - ASCII : 7 bits, caractères simples codés de 32 à 127
  - ANSI : 8 bits, caractères simples codés de 32 à 127, caractères accentués de 128 à 255
  - UTF-8 : de 1 à 4 octets

- **Couleurs d'une image**
  - RGB : “red, green, blue”, 1 octet pour chacun :
    - valeurs entre 0 et 255
    - codage hexadécimal avec 2 symboles

Codage hexadécimal

La “minute culturelle”

Hexadécimal : en base 16 (ἑξάς : six, decem : dix)

Codé par les chiffres de 0 à 9 et les lettres

A	B	C	D	E	F
10	11	12	13	14	15

• Deux symboles pour un octet :

16^2 valeurs possibles = 256

• Utilisé pour coder les couleurs en HTML :

couleur="#RRGGBB"

rouge="#FF0000", vert="#00FF00"

#800080 ?

Codage hexadécimal

La “minute culturelle”

Hexadécimal : en base 16 (ἑξάς : six, decem : dix)

Codé par les chiffres de 0 à 9 et les lettres

A	B	C	D	E	F
↕	↕	↕	↕	↕	↕
10	11	12	13	14	15

• Deux symboles pour un octet :

16^2 valeurs possibles = 256

• Utilisé pour coder les couleurs en HTML :

couleur="#RRGGBB"

rouge="#FF0000", vert="#00FF00"

#800080 ? 

Les booléens

- **Opérations sur les booléens :**

et, ou, non

ET	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	FAUX
FAUX	FAUX	FAUX

OU	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	VRAI
FAUX	VRAI	FAUX

NON	VRAI	FAUX
	FAUX	VRAI

Les booléens

• **Opérations sur les booléens :**
et, ou, non

ET	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	FAUX
FAUX	FAUX	FAUX

OU	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	VRAI
FAUX	VRAI	FAUX

NON	VRAI	FAUX
	FAUX	VRAI

Opérations sur les booléens codées sur les entiers 0 et 1 :

x	1	0
1	1	0
0	0	0

max	1	0
1	1	1
0	1	0

1-x	1	0
	0	1

Les booléens

• **Opérations sur les booléens :**
et, ou, non

ET	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	FAUX
FAUX	FAUX	FAUX

OU	VRAI	FAUX
VRAI	VRAI	VRAI
FAUX	VRAI	FAUX

NON	VRAI	FAUX
	FAUX	VRAI

• Une **égalité** est un **booléen** : i=4 est soit VRAI, soit FAUX

• Une **inégalité** est un **booléen** : i>10 est soit VRAI, soit FAUX

→ on peut placer utiliser les opérations sur les booléens pour des inégalités, des égalités, etc.

Exemples : Si (i=4) OU (i>10) alors … / Si NON (i=4) alors …

Les opérations de base en Javascript

- **Type nombres à virgule** (`float` en anglais)

`+` (addition), – (soustraction), `*` (multiplication), `/` (division), `%` (reste modulo), `**` (puissance), == (égalité), < et > (inégalité stricte), <= et >= (inégalité large), != (non égalité)

- **Type booléen** (`boolean` en anglais)

`false` (faux), `true` (vrai), `&&` (et), `||` (ou), `!` (non)

- **Type chaîne de caractères** (`string` en anglais)

`+` (concaténation : `"M"+"1202"` est équivalent à `"M1202"`, tout comme `"M"+1202`)