

Cours complet

Jean-Christophe Dubacq

S1 2016

1 Représenter une information

1.1 Du sens à la mesure

1.1.1 Qu'est-ce que l'information

- Q1** Proposez différents symbolismes utilisés pour noter un nombre. Donnez l'exemple de leur notation avec le nombre 9. Donnez des inconvénients de votre méthode.
- Q2** Travaillez en paire (ou triplettes). Proposez une méthode pour transmettre d'une personne à une autre le résultat d'un lancer de dé (lancer caché par la première personne, la deuxième doit pouvoir énoncer le résultat). Votre méthode fonctionne-t-elle si le dé comporte 20 faces ? Et si le dé est à six faces mais étiqueté par des couleurs ?

1.1.2 Digital ou analogique ?

- Q3** Est-ce que les données suivantes sont digitales ou analogiques :
- Le fait d'avoir un rendez-vous à une certaine heure un certain jour
 - La pression de l'air
 - Le résultat (stable) d'un dé
 - Votre nom de famille
 - Votre nombre de frères et sœurs
 - Votre taille
 - La couleur de vos yeux

1.2 Mesurer l'information

1.2.1 Conversions

Q4 Convertissez 24×10^8 bits en Go.

Q5 Convertissez 2^{16} octets en *Mib*. Donnez une approximation en *Mb*. Quel est l'ordre de grandeur de l'approximation faite ?

Q6 Un élément d'ordinateur est capable d'émettre 1024 bits en 0,5 nanosecondes. Quel est le débit (quantité d'information divisée par le temps) de cet élément en bits par secondes ? Quelle est la bonne unité pour ce débit ?

1.3 De l'analogique au digital

1.3.1 Signal électrique

Q7 Un signal électrique qui va de 0 à 2,559 V est quantifié sur un quantum de 0,01 V. Quel est le nombre de quanta ? Quelle quantité d'information est transportée par un quantum ?

Q8 Ce signal est périodique, et se décompose avec des fréquences maximales qui vont jusqu'à 10 kHz. Quelle est le débit d'information nécessaire pour reconstituer ce signal à l'identique ?

Q9 Quelle est la taille de l'information nécessaire pour enregistrer ce signal pendant une heure ?

1.3.2 CD audio

Q10 Un CD audio contient de la musique échantillonnée en stéréo sur 16 bits par piste à 44100 Hz (nombre d'échantillons par seconde). Il dure environ 80 minutes. Calculez (de tête) l'ordre de grandeur de la quantité d'information écrite dans un CD audio.

2 Représenter un nombre

2.1 Les systèmes de numération

2.1.1 Puissances de 2

Q11 Écrivez la liste de toutes les puissances de 2, de 2^{-4} à 2^{16} .

Q12 Écrivez une table de conversion des chiffres hexadécimaux et octaux vers le codage naturel écrit en binaire (4 bits ou 3 bits).

2.1.2 Conversions

Q13 Écrivez en binaire et en hexadécimal les nombres décimaux suivants : 28 ; 149 ; 1285.

Q14 Convertissez en décimal les nombres suivants : 0x48 ; 0xA1C ; 0b1010010010011111.

Q15 Comment trouver midi à quatorze heures ?

2.2 Des entiers naturels aux réels

2.2.1 Changements de base

Q16 Écrivez en binaire et en hexadécimal les nombres décimaux suivants : 0,3125 ; 164,3125.

Q17 Convertissez en décimal le nombre suivant : 0b1010,0011.

2.3 Codage des entiers

2.3.1 Codage d'entiers

Q18 Ce tableau comporte des cases inutilisées. Complétez-le :

Décimal	Écriture Binaire	Type de codage	Codage (binaire)	Codage (hexa)
-18	-1 0010	VA+S (8 bits)	1001 0010	0x92
424		NAT (16 bits)		
-138		C2 (16 bits)		
	-111 0011	C1 (8 bits)		
-4197		VA+S (24 bits)		
-84				0xAB
341		NAT (8 bits)		

2.4 Codage des réels

2.4.1 Codage IEEE754

Q19 Ce tableau comporte des cases inutilisées. Complétez-le :

Décimal	Binaire	Virgule flottante	E	Codage IEEE754			Hexa
				S	E (8b)	M (23b)	
19,5	10011,1	$1,00111 \times 2^4$	131	0	10000011	00111 $\underbrace{0 \dots 0}_{18 \text{ fois}}$	419C0000
-7,5							
-46,25							
0,3125							
							BE400000
							7F800000
0							
$-26,375 \times 2^{40}$							

3 Les opérations

3.1 Les entiers

3.1.1 De la fonction à l'algorithme

La numération grecque (simple) est proche de la numération romaine que vous connaissez : on note les nombres comme suit :

1	5	10	50	100	500	1 000	5 000	10 000	50 000
I	Γ	Δ	Γ _Δ	H	Γ _H	X	Γ _X	M	Γ _M

C'est à la différence près que l'on a pas de règle soustractive : le nombre 4 s'écrit IIII, pas IIΓ. La position des chiffres n'a théoriquement aucune importance, mais on les classait dans l'ordre décroissant de valeur.

Q20 Ce système est-il un système de numération positionnelle ?

Q21 Écrivez votre âge et votre date de naissance en numération grecque.

Q22 Écrivez un algorithme d'addition des nombres représentés en numération grecque. Est-ce que cet algorithme est le même qu'en décimal ?

Q23 Faites l'addition de votre âge et de votre année de naissance avec votre algorithme (vous devriez obtenir XXΔIIII ou XXΔIII). De quelle représentations partez-vous ?

Q24 Faites la même chose en décimal. De quelles représentations partez-vous ? Est-ce que l'algorithme est le même ? Est-ce que la fonction calculée est la même ?

3.1.2 Calcul en binaire et hexadécimal

Q25 Faites les additions en binaire : $0b1101\ 0101 + 0b1110\ 0101$; $0b1,1 + 0b110 + 0b100,1 + 0b111,1 + 0b1010,1 + 0b100,1$.

Q26 Faites les opérations suivantes en hexadécimal : $0x122 + 0x233$; $0x87 + 0x54$; $0x18 + 0x9$; $0xED + 0xED$; $0x100 - 0x3$.

Q27 Faites la multiplication suivante : 17×129 à la fois en décimal et en binaire.

Q28 Faites la multiplication suivante en binaire : 110110×1101 .

3.2 Addition et codage

3.2.1 Limites de la multiplication

Expliquez pourquoi le résultat d'une multiplication de deux nombres représentés dans l'un des 4 codes classiques est toujours représentable à condition de doubler la taille du code.

3.2.2 Addition en C2

Q29 Faites les opérations suivantes en transformant les nombres au préalable en codage C2 sur 8 bits (résultat aussi en C2 sur 8 bits) :

— $45 + 17$

— $45 - 17$ (soit $45 + (-17)$)

— $-17 - 17$

— $17 - 45$

— $221 + 45$

Dites aussi si le résultat obtenu est correct et s'il est représentable.

3.3 Les champs de bits

3.3.1 Tables de vérité

Q30 Faites une table qui montre toutes les paires d'arguments possibles pour les opérateurs AND, OR, XOR et qui montre le résultat à côté.

A	B	$A \times B$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

A	B	$A+B$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

A	B	$A \oplus B$
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

3.3.2 Opérations booléennes

Q31 Que vaut $0b10000110$ AND $0b11101001$?

Q32 Que vaut $0b10000110$ OR $0b11101001$?

Q33 Que vaut $0b10000110$ XOR $0b11101001$?

Q34 Que se passe-t-il si on calcule (a est une variable booléenne) : $a + 0$? $a + 1$? $a \times 0$? $a \times 1$? $a + a$? $a + a + a + a + a + a$?

Q35 Démontrez que $a + ab = a$;

Q36 Démontrez que $a + bc = (a + b)(a + c)$;

Q37 Démontrez que $a + \bar{a}b = a + b$;

3.3.3 Analyse d'un masquage

Dans un champ de bits qui contient $a = 0b11001001$, on veut faire les choses suivantes :

Q38 On veut vérifier si le bit 0 est actif ou non. Décomposez l'opération.

Q39 On veut changer le bit 1 en 1 et le bit 3 en 0. Décomposez les opérations qui permettent de le faire.

Q40 Changez le bit 5, en expliquant les valeurs intermédiaires.

3.3.4 Analyse de touches

Dans un système, la fonction `keyEvent()` renvoie une valeur entière sur 16 bits (dont 5 ignorés) :

- Les 8 premiers bits correspondent au numéro de la touche sur le clavier (pour les touches ordinaires)
- Le 9^e bit correspond à la touche SHIFT (1 : pressée, 0 : pas pressée)
- Le 10^e bit correspond à la touche CONTROL (1 : pressée, 0 : pas pressée)
- Le 11^e bit correspond au fait d'appuyer sur une touche (1) ou de l'avoir juste relâchée (0)

Q41 Écrivez un programme qui appelle cette fonction (`a=keyEvent()`) puis qui en fonction de `a` affiche un texte du genre : « Vous venez de lâcher la touche 27 en ayant SHIFT appuyé et CONTROL lâché »



4 Les textes

4.1 De l'écrit au binaire

4.1.1 La table ASCII

Trouvez dans la table ASCII :

1. Le caractère de code 0x41
2. Le caractère de code 0x30
3. Le caractère *a* et *A*. Comparez l'écriture binaire des codes numériques correspondants.
4. Le caractère de code 0x20. Quel est-il ?
5. Le caractère *retour chariot* (son nom est NEWLINE ou NL).

Comment passe-t-on d'une lettre à la suivante ? D'une majuscule à une minuscule ?

4.2 Jeux de caractères et codages

4.2.1 Codage nationaux et Mojibake

Soit le texte : Coefficient marée trop fort pour livraison tomates cœur-de-bœuf

1. Identifiez dans ce texte les ligatures linguistiques et les ligatures esthétiques
2. Est-il possible de représenter ce texte dans le jeu de caractères ASCII ?
3. Dans le jeu de caractère ISO-8859-15 (dit *latin-9*), il est possible de coder ce texte. Chaque caractère est alors codé par un octet unique. Quelle est la taille du fichier qui contient uniquement ce texte ?
4. Un polonais lit sur son vieil ordinateur le texte précédent. Il voit qu'une des lettres a été remplacée par " (c'est un double accent aigu, comme dans Erdős, et pas un tréma comme dans Gwenaël). Laquelle et pourquoi ? S'il renvoie le texte tel quel a son correspondant français du début, que verra le français et pourquoi ?

4.2.2 UTF8

1. Le caractère de numéro 0x0041 (A) est codé par quel(s) octet(s) en UTF-8 ?
2. Le caractère de numéro 0x00E9 (é) est codé par quel(s) octet(s) en UTF-8 ?
3. Le caractère de numéro 0x0F03 (€) est codé par quel(s) octet(s) en UTF-8 ?
4. Le caractère de numéro 0x12084 (🚗) est codé par quel(s) octet(s) en UTF-8 ?
5. Dans un fichier codé en UTF-8, on trouve les six octets suivants. Combien de caractères sont réellement codés dans ce texte ?
6. L'anglais n'utilise que des caractères dont le numéro est dans la première ligne, et est codé traditionnellement en ISO-8859-1 (1 caractère = 1 octet). Le français utilise 5% de caractères de la deuxième ligne (le reste de la première), et est codé pareil (1 caractère = 1 octet). L'arabe (le russe, l'hébreu, le grec) sont aussi codés traditionnellement par 1 caractère = 1 octet, et comportent 95% de caractères de la deuxième ligne (le reste de la première ligne). Le chinois, en revanche est traditionnellement codé en BIG5 (1 caractère = 2 octets). Les textes chinois sont à 99% des caractères de la troisième ligne (le reste de la première ligne).
Pour un texte de 1000 caractères codé en UTF-8, combien d'octets seront utilisés en moyenne pour un texte anglais, français, russe et chinois ?
7. Quel est en chinois l'augmentation de la taille du texte par rapport au codage traditionnel ?

4.3 Les chaînes de caractères

4.3.1 Les échappements en C

Dessinez quelle est la structure en mémoire des chaînes C suivantes ? Comment sont elles affichés ?

1. "Toto"
2. "Bonjour le monde\n"
3. "Acheter:\n\tponey\n\tporte-avions\n"
4. "\303\251\n"
5. "\U20AC" (symbole euro)
6. "\0"



Une bizarrerie historique du C/C++ fait que certaines séquences sont remplacées avant compilation par d'autres caractères :

Trigraphes	Remplacement
??(??) ??<	[] {

7. "Hello??!"
8. "Bye??/n"

5 Les séquences de codage

5.1 Les formats complexes

5.1.1 Types simples ou composés

Q42 Identifiez dans les types suivants lesquels sont susceptibles d'être des types de base et lesquels sont plutôt des types construits par assemblage :

- Un nombre entier positif ou nul
- Un nombre complexe
- Un point dans l'espace
- Un nombre avec un très grand nombre de chiffres non fixé à l'avance
- Un intervalle
- Une date
- Un étudiant (nom, prénom, date de naissance)
- Un caractère
- Une chaîne de caractères

5.1.2 Une date

Q43 Décrivez à partir de quels éléments on peut composer une donnée qui représente un moment précis de la journée.

Q44 Discutez les éléments précis selon que l'on considère qu'un moment est pris à la seconde près ou beaucoup plus précis.

5.2 La représentation en mémoire

5.2.1 Stockage d'une date (suite)

Une date est composée des éléments suivants :

- Une année (disons de -2 milliards à +2 milliards)
- Un mois, un jour du mois
- Un fuseau horaire qui est une « adresse »
- Une heure, une minute (entiers)
- Un nombre de secondes qui est un flottant simple précision

Q45 Dites quels sont les types de base du C à utiliser pour coder cette information, d'après les limites connues de stockage pour chaque type. Utilisez les tailles les plus petites possibles.

Q46 Donnez leur noms à la fois dans un modèle 32 bits et un modèle 64 bits.

6 Les médias

6.1 Format des images

6.1.1 Décodage d'un fichier PBM

Voici la séquence d'octets qui compose un fichier PBM :

50 34 0a 38 20 31 30 0a 41 41 3e 55 41 49 bf 12 24 22

Q58 Repérez l'entête du fichier, et traduisez-là en ASCII.

Q59 Quelle est la taille de cette image (en pixels) ?

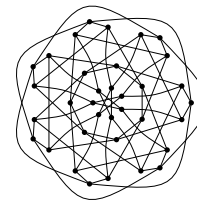
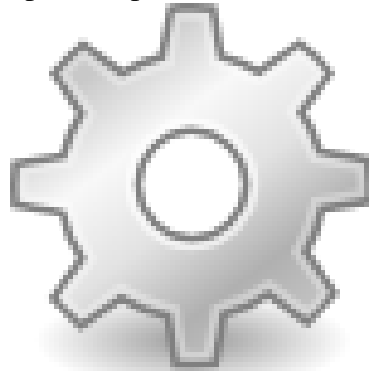
Q60 Dessinez le fichier résultant.

Q61 Quelle est la taille (minimale) de l'entête et la taille des données ?

Q62 Même question pour une image 8000 par 8000.

6.1.2 Choix de format d'image

Q63 Voici quatre images. Imaginez le format le plus adapté à chacune d'entre elles. Expliquez votre choix.



6.1.3 Palette

Q64 Une image 1000×1000 utilise 3 octets pour décrire la couleur de chaque pixel. Calculez la taille occupée par les données de cette image en PNG.

Q65 Cette image n'a que 256 couleurs au total. On peut utiliser une palette de couleurs. Calculez la taille de la palette et la taille des données de l'image utilisant la palette.

6.2 Les couleurs

6.2.1 Décomposition de couleurs

Donnez des composantes couleur plausibles RGB des couleurs suivantes. Utilisez la notation HTML.

- Rouge, vert, bleu
- Cyan, magenta, jaune
- Blanc, noir
- Gris 50%
- Marron foncé, rose pâle, orange vif

6.2.2 Scanner

Un scanner scanne en RGB à une résolution de 1200 points par pouce (dans les deux directions). Pour simplifier, on considérera qu'il y a une surface de 10 pouces × 6 pouces scannable. Chaque couleur est scannée en 12 bits. Quelle est la quantité d'information résultant de chaque scan ?

6.2.3 Conversion HTML-CMJ

La trichromie consiste à n'utiliser que trois couleurs et faire le noire par mélange des autres couleurs. Dans ce cas, la formule est simple : la proportion d'une encre est 100% - la proportion de la couleur complémentaire.

Convertissez la couleur suivante en CM : #FA0140. Quel genre de teinte est-ce ? Est-elle très saturée ?

6.2.4 Vitesse d'impression

Une imprimante en quadrichromie est capable d'imprimer 6 pages par minutes, en 1200 points par pouce en mode RVB 8 bits par composante. Pour simplifier, on considérera qu'il y a une surface de 10 pouces × 6 pouces imprimable. Quelle est la quantité d'information qu'on doit fournir à l'imprimante pour une page ? Pour une minute d'impression ?

6.3 Les sons

6.3.1 Compression audio MP3

Le codec MP3 permet de compresser le signal sonore dans une grande variété de débits finaux (après compression), le plus commun étant 128 kb/s. La fréquence d'échantillonnage est quasi-toujours 44,1 kHz. **Calculatrice autorisée.**

Q66 Quel est le débit non compressé pour de l'audio stéréo 16 bits ?

Q67 Quel est le taux de compression du format MP3 le plus classique (débit final 128 kb/s) ?

Q68 Et avec le format plus généreux à 320 kb/s au final ?

6.4 Les films

.1 Le jeu du fakir

.2 La table ASCII