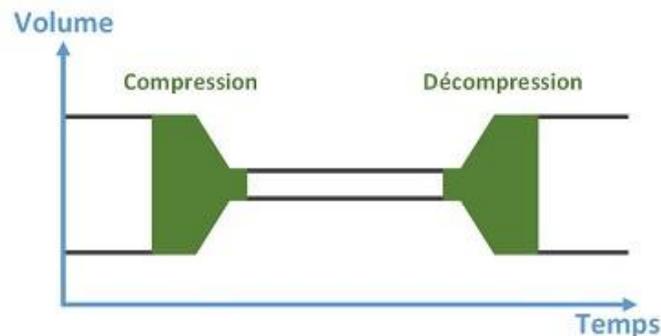


Chapitre 4 :

Méthodes de compression avec pertes

(La source de ce chapitre: http://igm.univ-mlv.fr/~dr/XPOSE2013/La_compression_de_donnees)

Introduction : Compresser des données, c'est réduire la place occupée par cet ensemble de données. De nombreux algorithmes de compressions existent, chacun ayant sa particularité et surtout un type de données cible. Car toutes les données ne se compressent pas de la même manière.



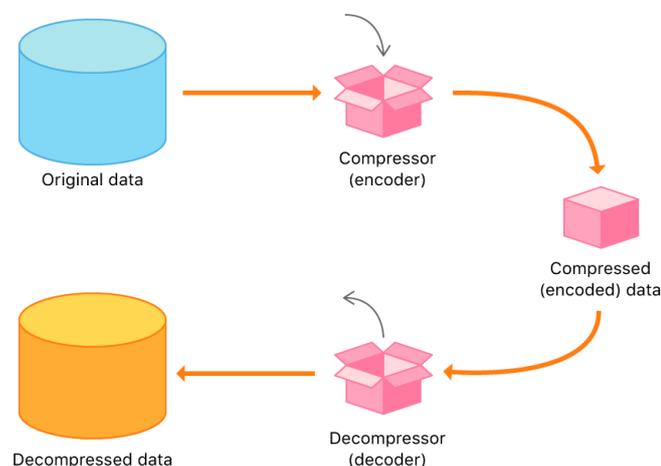
Exemple :

- Un algorithme de compression de texte travaillera sur les répétitions du nombre de caractères ou de parties de phrases.
- Un algorithme de compression d'images travaillera sur d'autres domaines comme la différence entre un pixel et un autre.

Néanmoins, l'objectif de tous ces algorithmes est de récupérer les données initiales (partiellement voire totalement).

1. Fonctionnement :

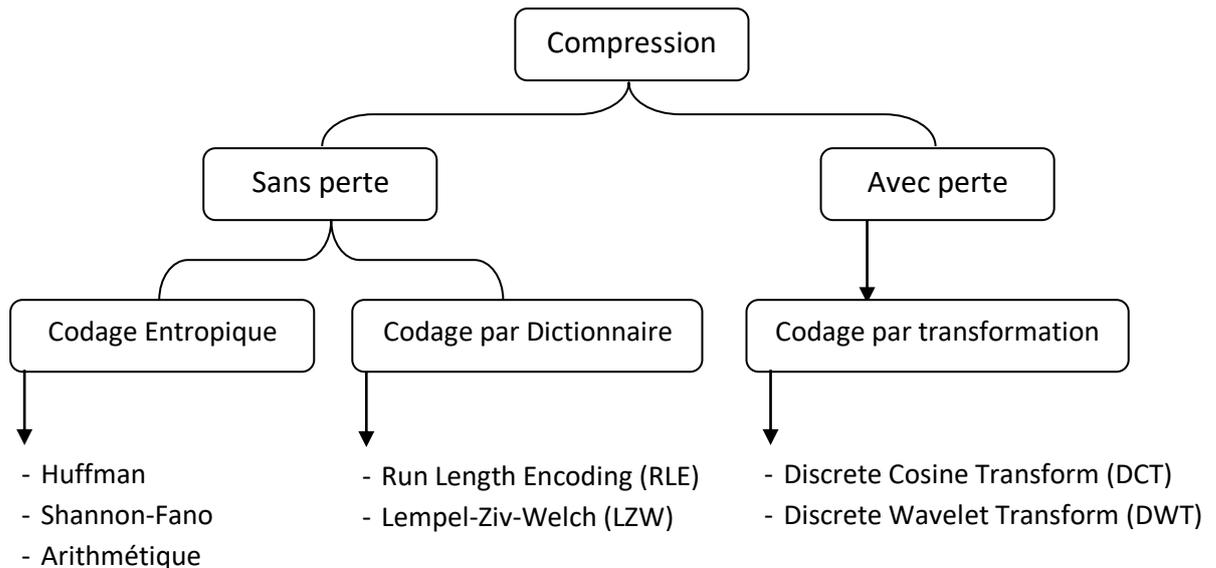
La compression de données suit deux étapes toujours présentes dans le processus :



La compression : elle consiste à appliquer l’algorithme de compression pour réduire la taille des données. On obtient dès lors un fichier dît compressé.

La décompression : elle consiste à rétablir les données d’origine à l’aide du fichier compressé. Elle consiste souvent à appliquer l’algorithme de compression en sens inverse.

2. Méthodes de compression :



	Compression avec perte	Compression sans perte
Définition	La compression avec perte est la méthode de codage qui utilise des estimations imprécises pour représenter le contenu.	La compression sans perte est un groupe d’algorithmes de compression de données qui permet de reconstruire avec précision les données d’origine à partir des données compressées.
Utilisé dans	Images, audio et vidéo.	Texte ou programme, images et son dans des applications spécifiques.
Application	JPEG, GUI, MP3, MP4, OGG, H-264, MKV, etc.	RAW, BMP, PNG, WAV, FLAC, ALAC etc.
Capacité de stockage de données	Plus	Moins par rapport à la méthode avec perte

3. Codage par dictionnaire

Un codage par dictionnaire est un codage basé sur un dictionnaire ou une liste de mot. L’objectif ici est de remplacer un mot par sa position dans le dictionnaire.

3.1. Run Length Encoding (RLE)

Le codage RLE est un codage très simple. Il consiste à remplacer toutes les suites de caractères identiques par le nombre de caractères suivit du dit caractère. Par exemple, pour la chaîne "MMMMMMBBBBMMMM", un codage RLE donnerait "7M4B3M".

Le gain de compression est ainsi de $(14 - 6)/14$ soit environ 57,1%.

Exemple : Pour la chaîne "REELLEMENT",

3.2. Lempel-Ziv-Welch (LZW)

C'est un algorithme de compression de données sans perte (1984). Pour présenter la compression, nous allons utiliser un exemple et nous décrirons chaque étape de compression. Codons le mot "barbapapa" à l'aide du codage LZW. Le principe de la compression est le suivant :

- On lit une lettre du mot à coder qu'on ajoute au mot surveillé actuel (à l'origine : le mot vide) :
 - Si le mot est présent dans le dictionnaire, on recommence l'opération en lisant la lettre suivante
 - Si le mot n'est pas présent dans le dictionnaire, on l'ajoute au dictionnaire et on code le mot privé de la dernière lettre lue avec sa position dans le dictionnaire. On recommence la lecture avec cette dernière lettre lue (et donc la première lettre non codée)

Le tableau suivant montre les étapes du calcul :

Mot lu	Code écrit	Mot ajouté au dictionnaire (+ emplacement)
b		
ba	98	ba, 257
a		
ar	97	ar, 258
r		
rb	114	rb, 259
b		
ba		
bap	257	bap, 260
p		
pa	112	pa, 261
a		
ap	97	ap, 262
p		
pa	261	

A la fin, le mot "barbapapa" est codé par "98 97 114 257 112 97 261"

Le principe du décodage est le suivant :

- On lit le prochain code du fichier compressé : celui-ci correspond obligatoirement à un mot du dictionnaire qu'on insère donc dans le mot décodé.
- Sauf s'il s'agit du premier code, il faut ajouter au dictionnaire le mot correspondant au mot précédent auquel a été ajoutée la première lettre du mot actuel.

Le tableau suivant montre les différentes étapes de la décompression :

Code lu	Mot lu	Mot décodé	Mot ajouté au dictionnaire (+ emplacement)
98	b	b	
97	a	ba	ba, 257
114	r	bar	ar, 258
257	ba	barba	rb, 259
112	p	barbap	bap, 260
97	a	barbapa	pa, 261
261	pa	barbapapa	ap, 262

Ainsi, nous avons récupéré notre premier mot : barbapapa

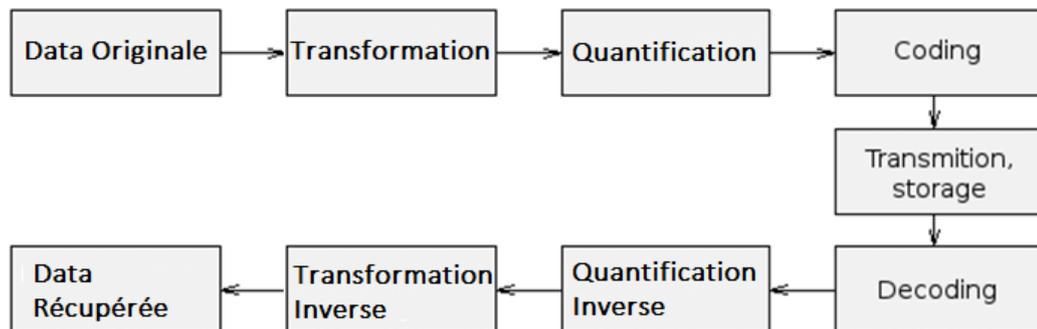
Exercice : Coder selon LZW la chaîne suivante : 'BABAABAAA', en donnant :

Lettre	Code ASCII
A	65
B	66

Solution : 66 65 257 258 65 261

Caractère	Lu	Ajouté
B	66	BA 257
A	65	AB 258
B		
BA	257	BAA 259
A		
AB	258	ABA 260
A	65	AA 261
A		
	261	

4. Méthodes de compression basées sur les transformations



4.1. Transformation

Le codage par transformation effectue une transformation de l'image du domaine spatial dans un autre domaine que l'on pourrait appeler fréquentiel ; plus précisément la transformation appliquée à l'image convertit l'ensemble des pixels en un ensemble de coefficients.

Exemple : Discrete Cosine Transform (DCT)

Discrete Wavelet Transform (DWT)

4.2. Quantification

La quantification est l'étape la plus importante dans la réduction de l'information. C'est sur la quantification que l'on joue lorsque l'on souhaite atteindre un débit cible.

Les coefficients à la sortie de la transformation (DWT ou DCT par exemple) prennent en général des valeurs réelles qui doivent être quantifiées pour réaliser la compression, en réduisant leur précision.

La quantification dans sa forme la plus simple consiste à quantifier chaque coefficient séparément, on parle alors de **quantification scalaire**.

Une autre méthode plus complexe consiste à quantifier plusieurs coefficients à la fois, c'est la **quantification vectorielle**.

5. Critères d'évaluation (cas d'une donnée 2D)

5.1. MSE : l'erreur quadratique moyenne

$$MSE = \frac{1}{M \times N} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (\hat{I}(m,n) - I(m,n))^2$$

Où $(M \times N)$ est la taille de l'image, et $I(m,n)$ et $\hat{I}(m,n)$ sont respectivement les amplitudes de pixel sur les images originale et reconstituée

5.2. PSNR : Le rapport crête signal sur bruit

Ce critère mesure la fidélité, puisqu'elle est proportionnelle à la qualité. Tout de même, elle est une fonction de MSE :

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{I_{max}^2}{MSE} \right)$$

5.3. CR : Taux de compression / Compression Rate

$$CR(\%) = \frac{\text{Taille originale} - \text{Taille compressée}}{\text{Taille original}} \cdot 100$$

6. Normes et les organismes de normalisation de compression d'images

Exemple :

(Norme JPEG, Norme JPEG2000, Norme MPEG1, Norme MPEG1, ..., Norme MPEG7)

Pourquoi les normes : enjeux économiques pour les industriels (Imposition d'un standard, manipulation de mêmes données, conception de 'chips')

Par des organismes de normalisation :

- UIT (Union Internationales de Télécom.)
- ISO (International Standard Organisation)
- CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique)
- CCIR (Comité Consultatif International pour la Radiodiffusion), ...

Groupes de travail réunissant des :

- Administrations (France serics, UK-DFI, Germany-DBPT, ITALIA, ...)
- Opérateurs (France Telecom, NTL, TERACOM Scandinavia, ...)
- Industriels (Thomson, Philips, Grunding, Sony, Nokia, ...)
- Diffuseurs (RTL, TF1, RAI-ARD, BBC-RTVE, SDT Sweden, ...)

Comment créer une nouvelle norme :

1. Analyse du besoin,
2. Appels d'offres,
3. Compétitions entre industriels et laboratoires,
4. analyse des résultats par les commissions,
5. Sélection + décision.