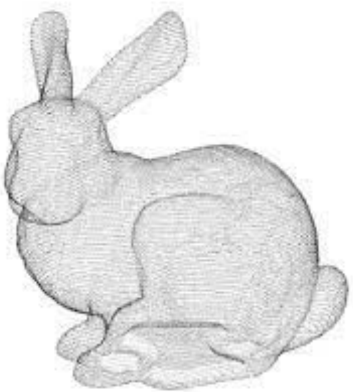
Compression des Maillages 3D

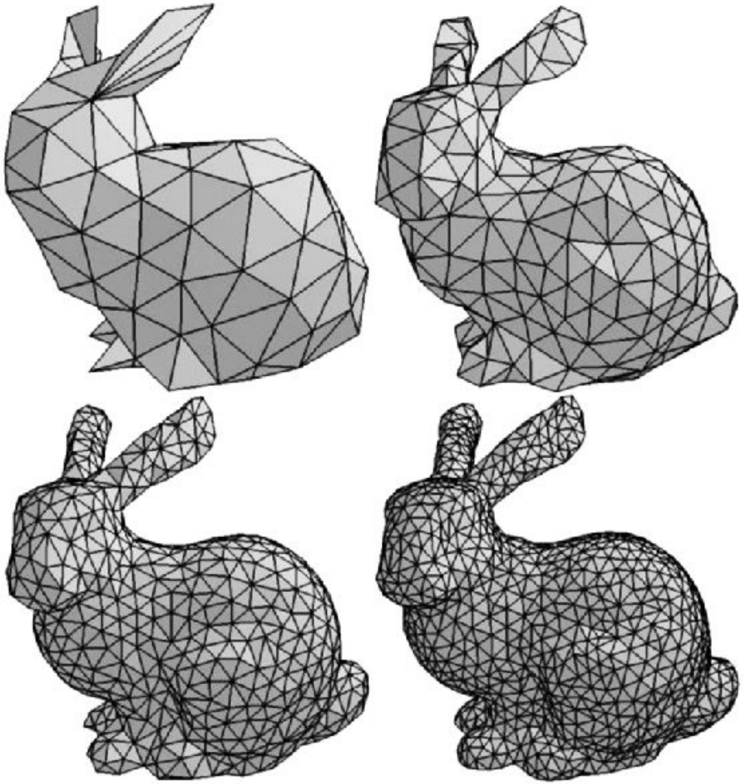
Codage et Compression
Master 1 Imagine

Bianca Jansen van Rensburg

Maillages 3D Triangulaires

- Géométrie : un nuage des points
- Un point v = (x, y, z)
- Connectivité : des triangles
- Résolution peut être augmentée avec plus de points



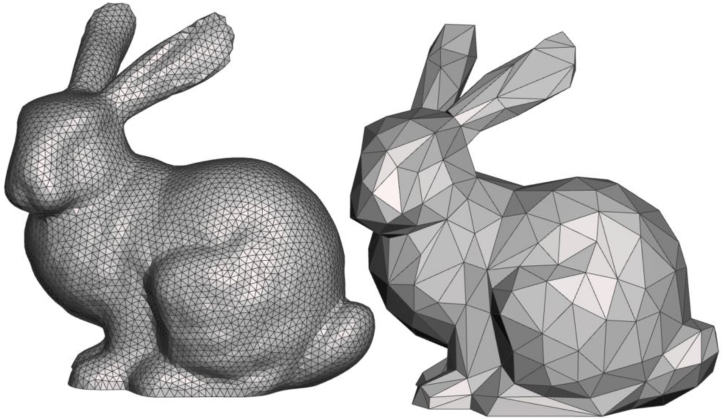


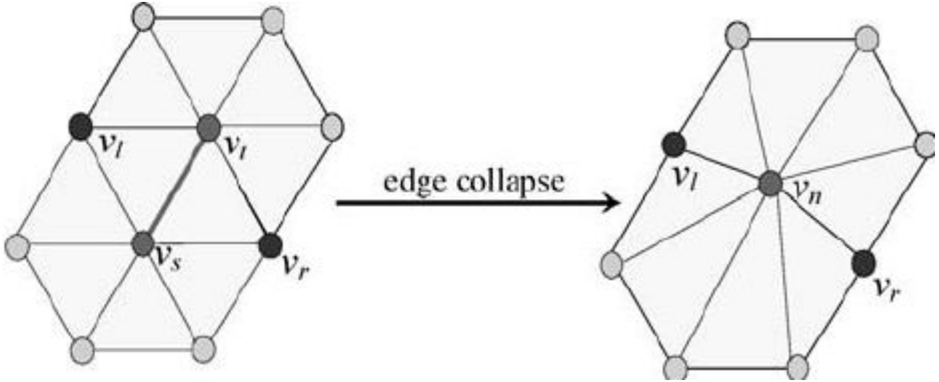
Maillages 3D Triangulaires

- Ils peuvent avoir des autre caractéristiques aussi!
  - Texture
  - Normals
  - .....
- Tout peut être écrit dans le fichier

1^{ere} Méthode de Compression 3D: Décimation

- Baisse de résolution
- Simplification: Edge collapse
- Lossy





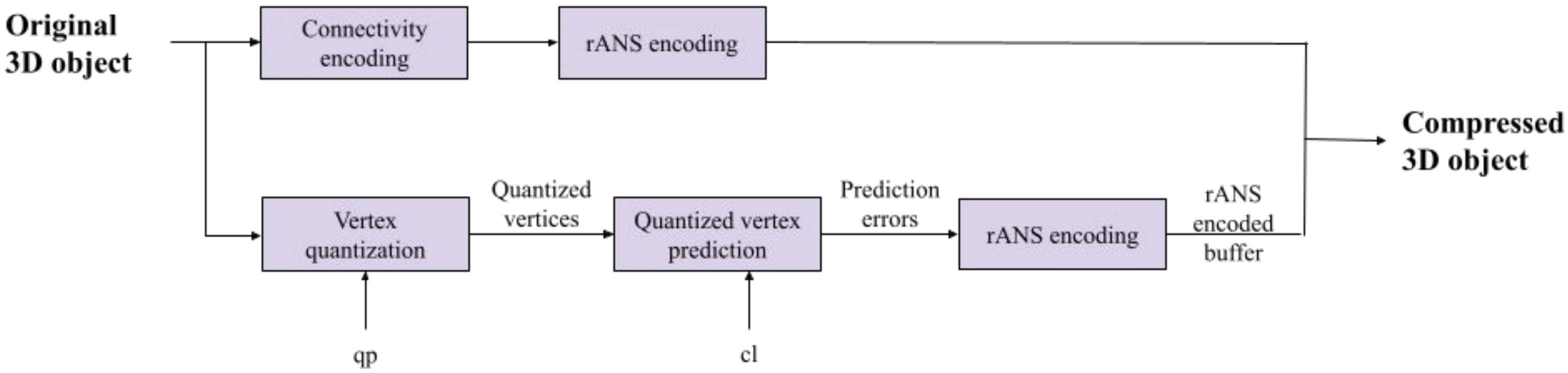
Standard de Compression 3D : Draco

- Créé par Google
- Nouveau standard en industrie
- https://google.github.io/draco/

DRACO
3D DATA COMPRESSION

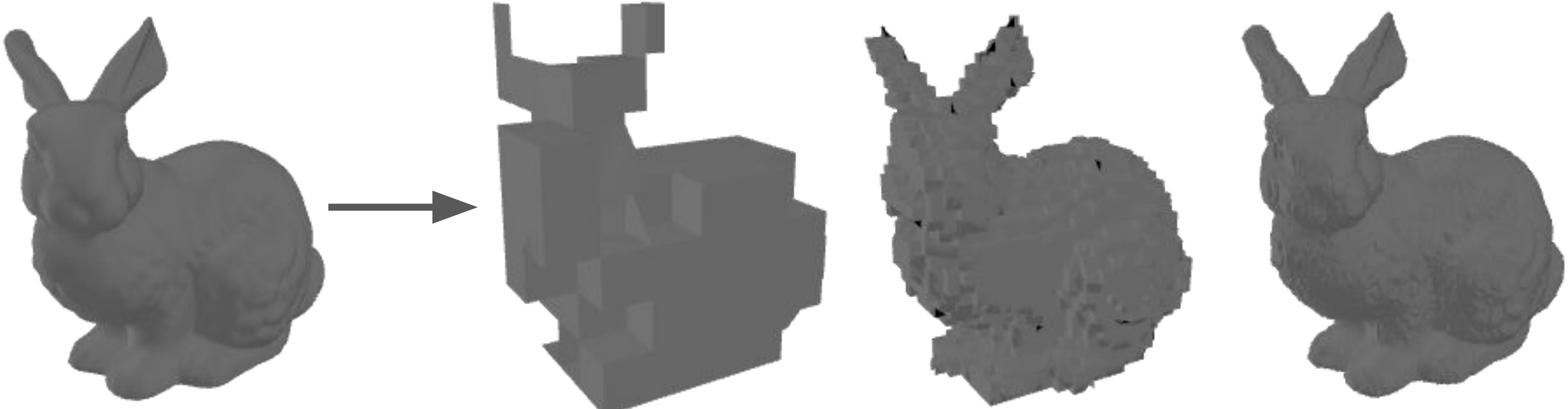
Draco Encoding : Les étapes principales

- Quantification des points
- Edgebreaker : Compression de connectivité
- Erreurs de prédiction : Compression de géométrie
- Encodage entropique (rANS)



Quantification

- Conserve uniquement certains bits par coordonnée
- Les MSB sont conservés
- Standard: 32-bits par coordonnée



32 bits 3 bits 5 bits 7 bits

Quantification

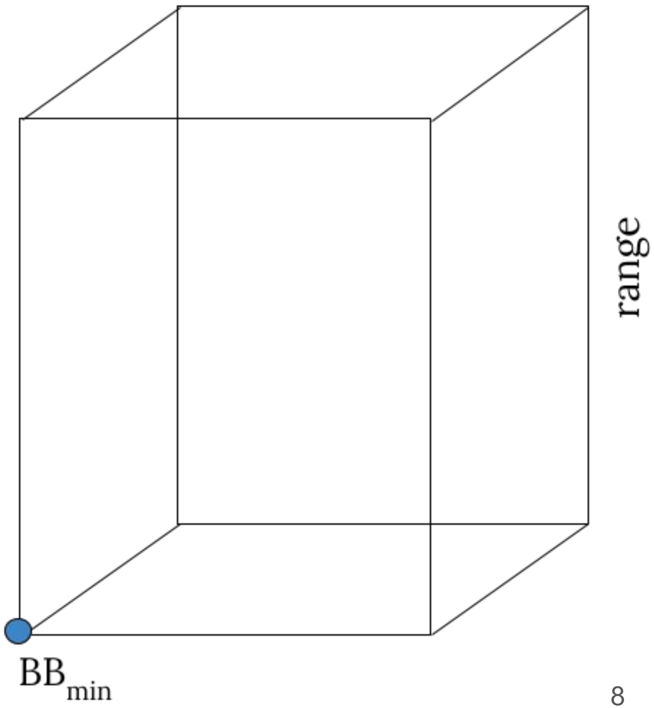
- En pratique : plusieurs façons de faire
- Le façon Draco :

Quantification : $c' = c * range / 2^{qp} - BB_{min\_c}$

Déquantification : $c = c' * 2^{qp} / range + BB_{min\_c}$

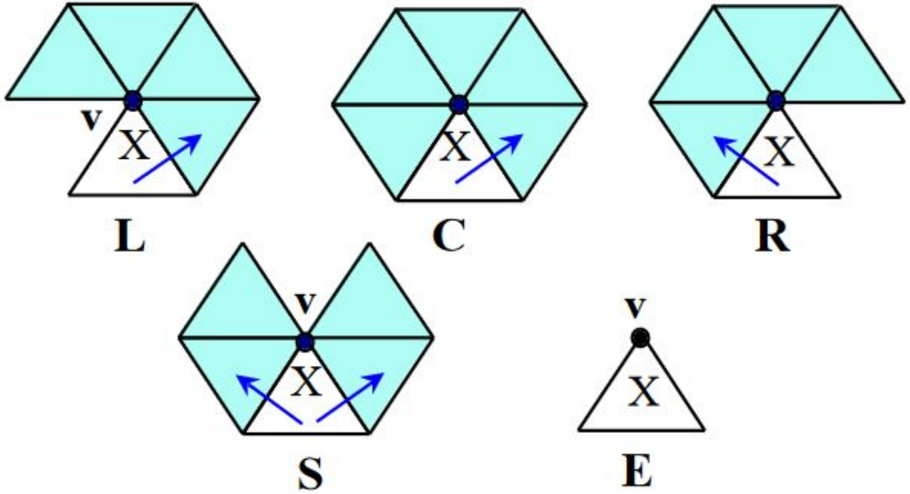
- c : coordonnée
- c' : coordonnée quantifiée
- qp : facteur de quantification
- range : le plus grand côté du boite englobant
- BB_{min_c} : coordonnées minimums du boite englobant

Résultat : un entier non signé et arrondi

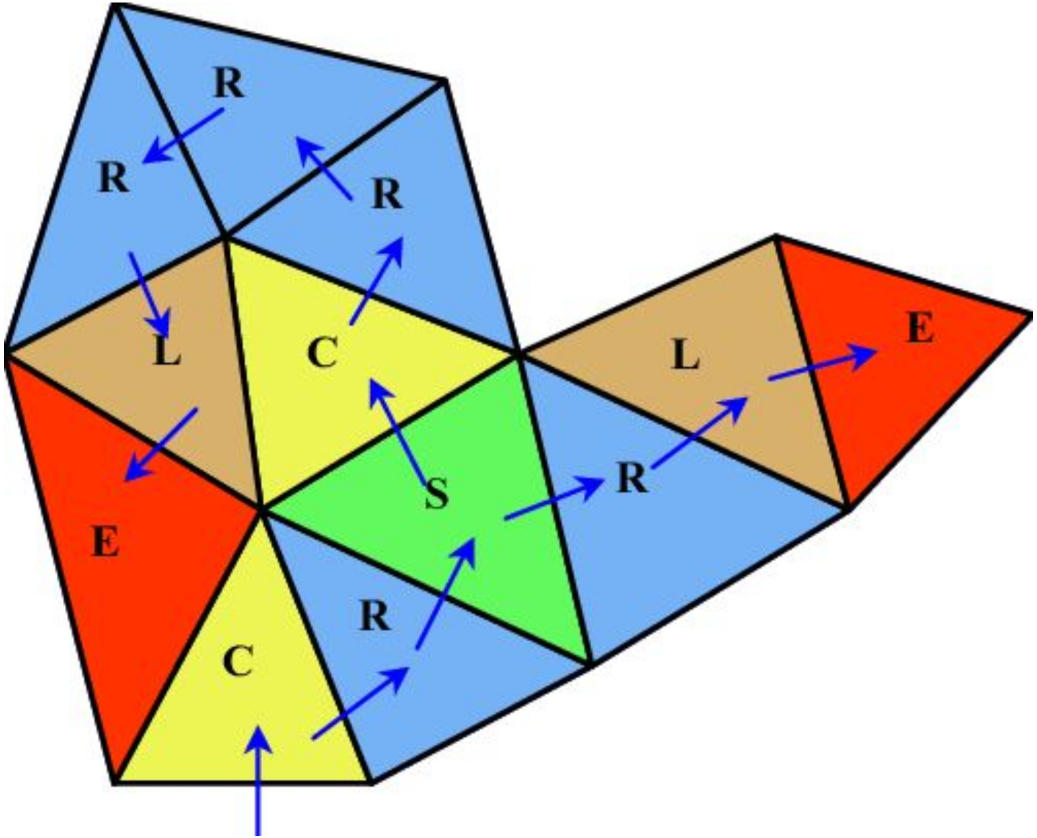


Edgebreaker : Encodage

- Encodage de connectivité
- Triangles représentés par un CLERS string
- CLERS étiquette attribuée selon le statut des triangles voisins
- 1 - 2 bits par triangle

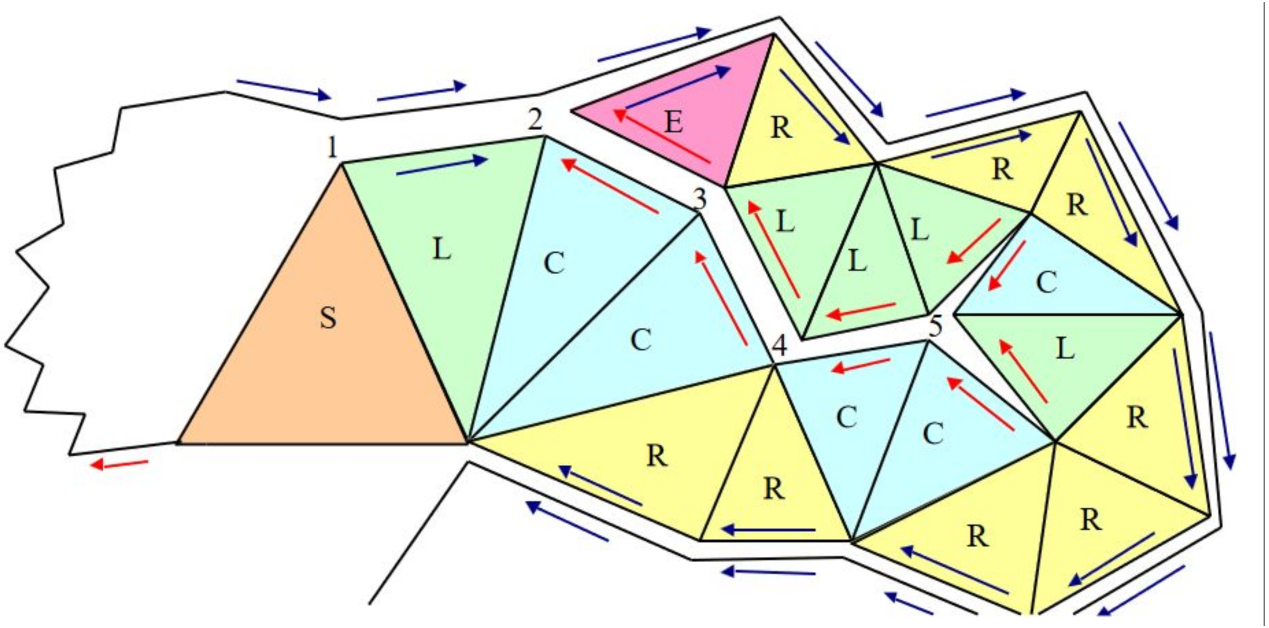


Edgebreaker : Encodage



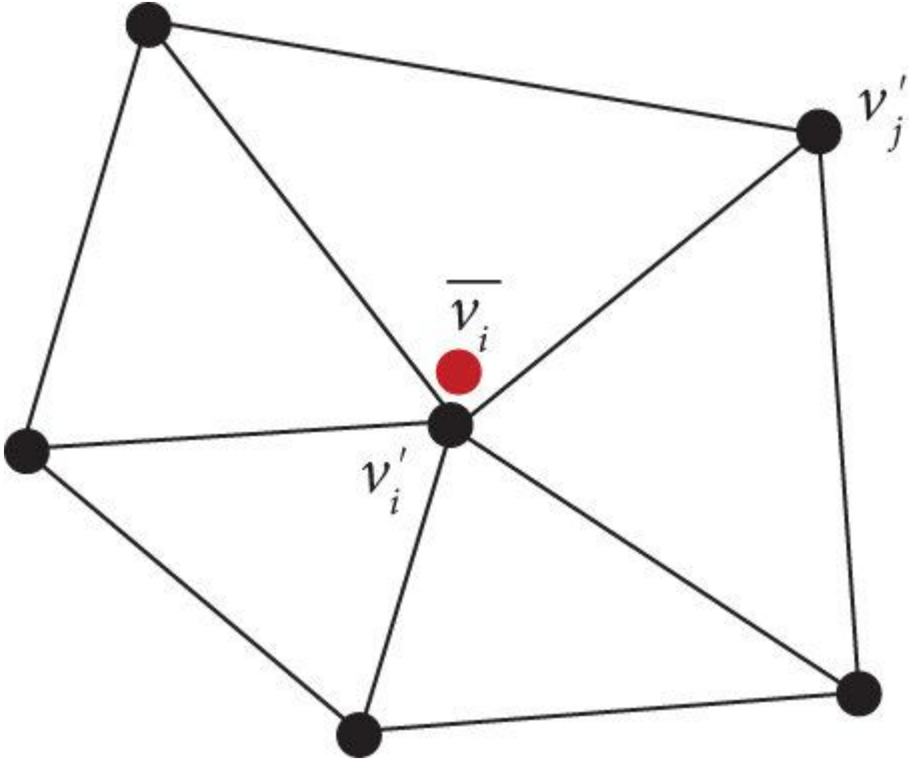
Edgebreaker : Decodage

- Reconstruire le maillage à partir de CLERS
- Chaque section est “zipped” après L ou E.



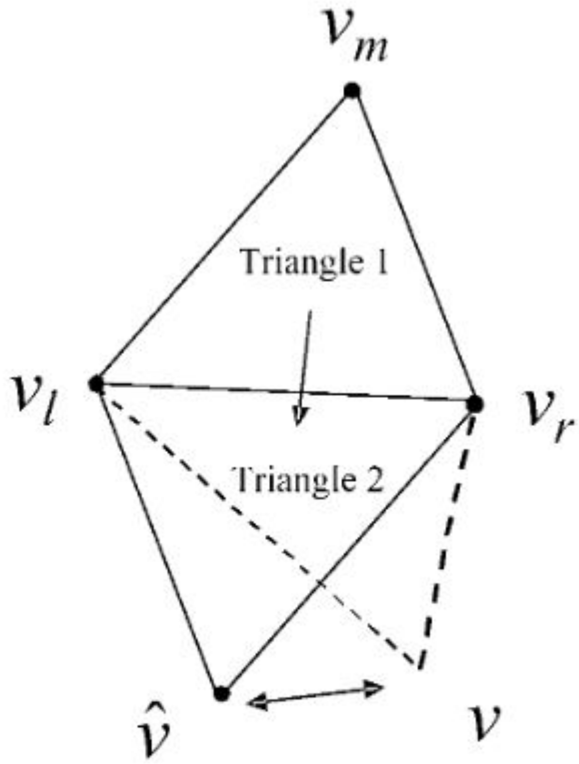
Erreurs de prédiction : Compression des points 3D

- Les points sont prédits
- Uniquement des erreurs de prédiction sont écrits
- Des grandes valeurs → des petites valeurs sans perte d'information



Prédiction d'un Parallélogramme

- Règle d'un parallélogramme
- Prédiction $\hat{v} = v_l + v_r - v_m$



Encodage Entropique - range Asymetrical Numeral Systems (rANS)

- Utilisé par : Google, Facebook, Apple, Linux…
- Taux de compression arithmétique avec un temps de compression de Huffman

rANS : L’idée

- Alphabet A : [0,...,9]
- Séquence S = {3, 2, 0, 8, 9, 1}
- On veut représenter S avec un seul entier : X_6 = 320891

$$X_0 = 0$$
$$X_1 = X_0 * 10 + 3$$
$$X_2 = X_1 * 10 + 2$$
$$\dots$$
$$X_6 = X_5 * 10 + 1$$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : L'idée

- Alphabet A : [0,...,9]
- Séquence S = {3, 2, 0, 8, 9, 1}
- On veut représenter S avec un seul entier : X_6 = 320891

$$X_6 = 320891$$
$$X_5 = \lfloor X_6/10 \rfloor, s_6 = mod(X_6, 10)$$
$$X_4 = \lfloor X_5/10 \rfloor, s_5 = mod(X_5, 10)$$
$$\dots$$
$$X_0 = 0, s_1 = 3$$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : L'idée

- Alphabet A = {0,...,9}
- Séquence S = (3, 2, 0, 8, 9, 1)
- On veut représenter S avec un seul entier : $X_6 = 320891$

- X_6 est converti en binaire : $\log_2 10$ bits/symbole
- Optimal uniquement si chaque symbole est **équiprobable**.
- Est-ce qu'on peut représenter la même séquence avec moins de bits/symbole?
- rANS : les symboles les plus fréquents $\longrightarrow$ plus petit changement d'échelle.

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : Notation

- Alphabet $A = \{a_1, a_2, ..., a_k\}$
- Séquence $S = (s_1, s_2, ..., s_n)$
- Fréquence $F = \{F_{a1}, F_{a2}, ..., F_{ak}\}$ proportionnelle aux probabilités $p=\{p_1,p_2,....,p_k\}$
- La taille de fréquence $M = \sum_{i=1}^{k} F_i \longrightarrow p_i = \frac{F_{a_i}}{M}$
- Fréquence cumulative $C_{a_i} = \sum_{j=1}^{i-1} F_{a_j}$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : Etats

- Un état de rANS est noté X_t où t = numéro d'état.
- Initialisation : $X_0 = 0$
- X_t basé sur l'état X_{t-1} précédent et le symbole courant s_t : $X_t = C_{rANS}(X_{t-1}, s_t)$
- S_t et X_t récuperer lors du décodage : $s_t, X_{t-1} = D_{rANS}(X_t)$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : Encodage

Alphabet A, Séquence S, Fréquence *F*, probabilités p={p_1,p_2,....,p_k}, taille M, fréquence cumulative C

$$X_t = \left\lfloor \frac{X_{t-1}}{F_{s_t}} \right\rfloor * M + C_{s_t} + mod(X_{t-1}, F_{s_t})$$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

rANS : Décodage

Alphabet A, Séquence S, Fréquence *F*, probabilités $p=\{p_1,p_2,....,p_k\}$, taille M, fréquence cumulative C

$$slot = mod(X_t, M)$$
$$s_t = C\_inv(slot)$$
$$X_{t-1} = \left\lfloor \frac{X_t}{M} \right\rfloor * F_{s_t} + slot - C_{s_t}$$

https://kedartatwawadi.github.io/post--ANS/

Mesures de Distortion

- A quel point les maillages sont déformés?
- On compare avec le maillage original :
  - Root Mean Squared Error (RMSE)
  - Distance de Hausdorff

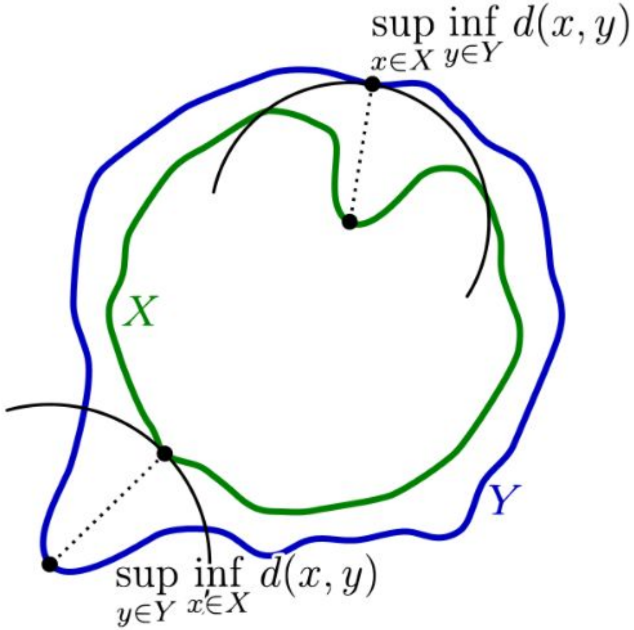
Mesures de Distortion : RMSE

- Root mean squared error
- Le correspondant entre deux maillages est connu

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Mesures de Distortion : Distance de Hausdorff

- Le correspondant entre deux maillages est inconnu
- La plus grande distance au point le plus proche
- Plus coûteux que le RMSE



$$d_H(X, Y) = \max\left\{\sup_{x \in X} \inf_{y \in Y} d(x, y), \sup_{y \in Y} \inf_{x \in X} d(x, y)\right\}.$$