

# Propriétés fractales des structures issues de la rhétorique biblique et sémitique : premiers exemples

Sébastien Régis<sup>1</sup>, Roland Meynet<sup>2</sup>,  
Rudy Calif<sup>3</sup>, Andrei Doncescu<sup>4</sup>, Richard Emilion<sup>5</sup>

<sup>1</sup> LAMIA Université Antilles-Guyane, Pointe-à-Pitre – sregis@univ-ag.fr

<sup>2</sup> Université Grégorienne, Rome – r.meynet@unigre.it

<sup>3</sup> LARGE Université Antilles-Guyane, Pointe-à-Pitre – rcalif@univ-ag.fr

<sup>4</sup> LAAS-CRNS, Toulouse – adoncesc@laas.fr

<sup>5</sup> MAPMO, Université d'Orléans – richard.emilion@univ-orleans.fr

## Abstract

We present here an approach based on fractals applied to biblical books. Fractal approach is based on the literary structures provided by a rhetorical method, the Biblical and Semitic Rhetoric. This approach enables to take into account not only the frequencies of the words but also their literary organization. The first results on two biblical books are presented and may lead to a tool of characterisation of style of the different authors.

## Résumé

Nous présentons ici une approche basée sur l'analyse fractale de textes bibliques. Cette approche s'appuie sur les structures rhétoriques dégagées par l'analyse Rhétorique Biblique et Sémitique. L'intérêt de cette approche est de prendre en compte l'organisation littéraire des mots et pas seulement leurs fréquences ou leurs tailles. Les premiers résultats sur deux livres bibliques sont présentés et pourraient fournir un outil de caractérisation de texte.

**Mots-clés :** fractales, dimension fractale, rhétorique biblique et sémitique.

## 1. Introduction

Les fractales sont aujourd'hui des objets bien connus que l'on retrouve dans de nombreux champs d'études. Ce sont des « des objets tels que, s'ils sont décomposés en fragments, alors ces fragments ont la même forme que le tout ». Plus précisément, une fractale a les propriétés géométriques suivantes (Mandelbrot, 1989 ; Falconer, 2003) : elle a une structure fine et détaillée quel que soit le niveau d'observation ; elle est trop irrégulière pour être décrite par la géométrie euclidienne ; elle possède la propriété d'auto-similarité ou au moins d'auto-affinité ; elle a une dimension de Hausdorff plus grande que sa dimension topologique ; elle peut être générée par une définition relativement simple et récursive. Dans le domaine de l'analyse textuelle et littéraire, les travaux liés aux fractales se basent essentiellement sur l'étude de Zipf (Zipf, 1949). Zipf a établi une loi mathématique qui lie la fréquence d'occurrence d'un mot et le rang d'occurrence de ce mot. Plusieurs approches (Gonçalves et Gonçalves, 2006 ; Bhan et al., 2006 ; Haiyan L. and Xiaohu, 2011) utilisant la loi de Zipf ont été utilisées pour évaluer et caractériser numériquement le style d'un auteur, le genre littéraire, etc. On cherche donc une espèce de signature pour chaque ouvrage ou pour chaque auteur. On peut citer aussi la loi dite de Menzerath, ou de Menzerath–Altmann (Menzerath, 1954 ; Altman, 1983 ; Hug, 2004) selon laquelle « plus le tout est grand, plus ses constituants sont petits », loi pouvant être considérée comme une loi de transition d'échelles. La loi de Zipf

(Gonçalves et Gonçalves, 2006) comme celle de Menzerath–Altmann (Andres, 2010) peuvent être vues comme des lois de puissance générant une forme d'autosimilarité que l'on peut assimiler à des fractales. Ces travaux ont montré leur utilité pour caractériser de manière quantitative des œuvres littéraires, mais ils s'appuient essentiellement sur les propriétés statistiques des mots, voire leur taille ; mais l'organisation de ces mots, la rhétorique, l'étymologie, les synonymes, les antonymes, les images, les figures de style, les références textuelles et autres éléments littéraires, ne sont pas pris en compte dans ces approches. Même si ces informations littéraires sont qualitatives, elles présentent des caractéristiques (on pourrait dire des paramètres) importantes pour l'analyse d'un texte. La question que l'on pourrait se poser est la suivante : « *Est-il possible de trouver une approche fractale tenant compte des aspects littéraires d'un texte et fournissant des informations pertinentes pour la caractérisation de celui-ci?* »

Nous présentons ici une approche pour détecter et caractériser des fractales dans le domaine des écrits bibliques. L'approche se fonde sur l'analyse des structures mises en évidence par l'analyse rhétorique biblique et sémitique. La méthode (qui n'est pas encore automatisée) consiste dans la recherche (manuelle) de ces structures, puis dans le calcul automatique de la dimension fractale de ces structures.

Le paragraphe 2 présente brièvement la rhétorique biblique et sémitique et ses principales caractéristiques. Dans le paragraphe 3, l'analyse des structures fractales détectées dans les écrits bibliques est présentée avec deux exemples. Les premières estimations numériques de dimension fractale sont présentées dans le paragraphe 4. Une brève discussion sur les perspectives induites par ce travail est présentée dans le paragraphe 5 avant de conclure.

## 2. La Rhétorique Biblique et Sémitique : présentation et apports

### 2.1. Analyse littéraire du texte biblique : une question de méthode

L'analyse de la composition des textes bibliques est une étape cruciale dans le processus exégétique. Diverses approches sont possibles parmi lesquelles :

- la « critique littéraire » (Literarkritik), fréquemment utilisée par la méthode historico-critique (Krentz 1975 ; Koch, 2001 ; Lorenz 2001 ; Aune, 2010). La critique littéraire cherche à disséquer le texte biblique en détectant les contradictions, les incohérences, les manques de logique, etc., afin de retrouver le texte originel, primitif (le *Ur-text*).
- La rhétorique biblique et sémitique (Meynet, 1989, 2007, 2011, 2013a). Elle se distingue de la rhétorique classique, gréco-latine, essentiellement démonstrative, de type linéaire. La rhétorique biblique est sémitique, de type « monstratif » et énigmatique, obéit à de toutes autres lois de composition. La connaissance de ces lois est indispensable pour dégager la composition des textes, et, par conséquent, pour mieux les interpréter.

Pour la critique littéraire le texte biblique est « composite » et désordonné ; pour la rhétorique biblique et sémitique il est « composé » et bien organisé, selon une structuration spécifique.

Le présent travail étant basé sur l'analyse rhétorique de quelques textes bibliques, il est nécessaire de présenter, à grands traits, les lois de structuration de cette rhétorique particulière.

### 2.2. Le modèle proposé par la rhétorique biblique et sémitique (RBS)

Il existe trois types de composition :

- la **composition parallèle**. C'est une figure de composition où les unités en rapport deux à deux sont disposées de manière parallèle : A B C D E | A'B'C'D'E'. Pour « construction parallèle », on dit aussi « parallélisme » (qui s'oppose à « concentrisme »).

- la **composition spéculaire**. C'est une figure de composition où les unités en rapport deux à deux sont disposées de manière antiparallèle ou « en miroir » :  
 $A B C D E | E' D' C' B' A'$ .  
 Comme la construction parallèle, la construction spéculaire n'a pas de centre ; comme la construction concentrique, les éléments en rapport se correspondent en miroir. Quand la construction ne comprend que quatre unités, on parle aussi de « chiasme » :  $A B | B' A'$ .
- la **composition concentrique**. C'est une figure de composition où les unités symétriques sont disposées de manière concentrique :  $A B C D E | x | E' D' C' B' A'$ , donc autour d'un élément central. Pour « construction concentrique », on peut dire aussi « concentricisme » (qui s'oppose à « parallélisme »).

La RBS distingue les différents niveaux d'organisation du texte où se retrouvent ces trois types de composition :

#### ***Les niveaux « inférieurs » (ou non autonomes)***

À part les deux premières (le terme et le membre), les unités de niveau inférieur sont formées de une, deux ou trois unités du niveau précédent. On distingue :

- le « TERME » correspond en général à un « lexème », ou mot qui appartient au lexique : substantif, adjectif, verbe, adverbe.
- Le « MEMBRE » (le terme d'origine grecque est « stique ») est un syntagme, ou groupe de « termes » liés entre eux par des rapports syntaxiques étroits. Le « membre » est l'unité rhétorique minimale ; il peut arriver que le membre comporte un seul terme.
- Le « SEGMENT » comprend un, deux ou trois membres ; on parlera de segment « uni-membre » (ou « monostique »), de segment « bimembre » (ou « distique ») et de segment « trimembre » (ou « tristique »).
- Le « MORCEAU » comprend un, deux ou trois segments.
- La « PARTIE » comprend un, deux ou trois morceaux.

#### ***Les niveaux « supérieurs » (ou autonomes)***

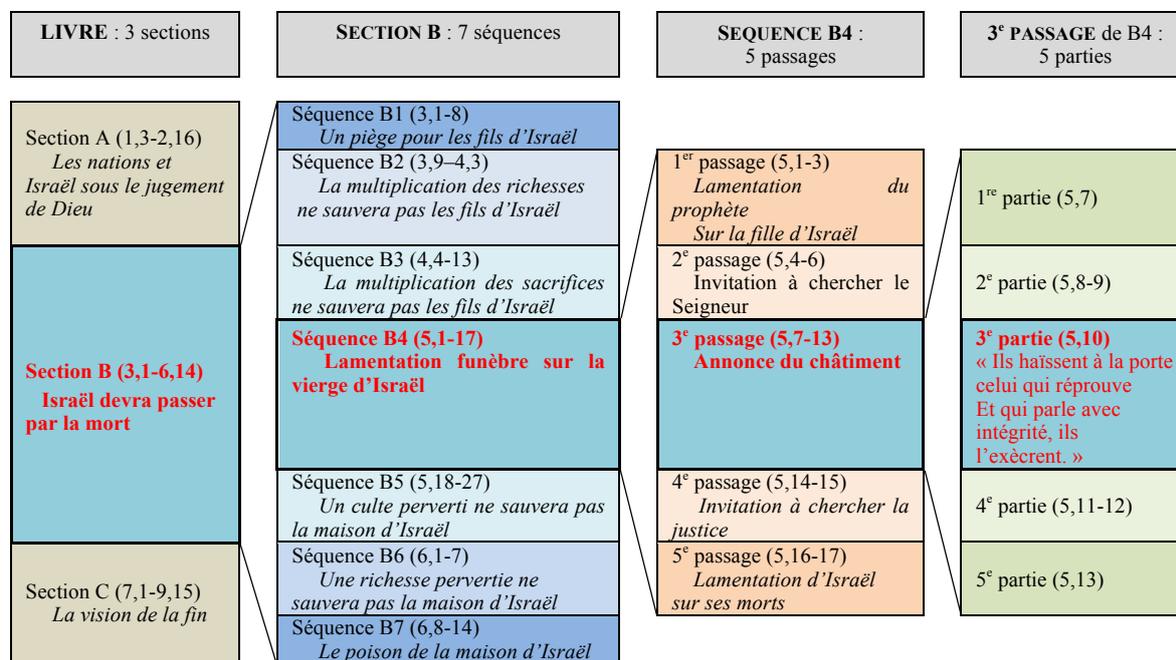
Ils sont tous formés soit d'une, soit de plusieurs unités du niveau précédent. On distingue :

- Le « PASSAGE » (la « péricope » des exégètes) est formé d'une ou de plusieurs parties.
- La « SEQUENCE » est formée d'un ou de plusieurs passages.
- La « SECTION » est formée d'une ou de plusieurs séquences.
- Le « LIVRE » enfin est formé d'une ou de plusieurs sections.

Il est quelquefois nécessaire d'avoir recours aux niveaux intermédiaires de la « sous-partie », de la « sous-séquence » et de la « sous-section » qui ont la même définition que la partie, la séquence et la section. Ainsi la principale contribution de la RBS est de montrer que les différents types de composition se retrouvent aux différents niveaux de composition. Cela produit une structure auto-similaire des types de composition, et cette structure auto-similaire est la base du travail d'analyse fractale présenté dans cet article. Deux exemples de structures symétriques répétitives sont donnés dans les figures suivantes : il s'agit de l'organisation du livre d'Amos (figure1) et celle de l'évangile de Luc (figure 2).

## Amos

### Titre du livre (1,1-2)



Voir P. BOVATI – R. MEYNET, *Le Livre du prophète Amos*, Rhétorique Biblique 2, Paris 1994.

Figure 1. Exemple de structures présentes dans le livre d'Amos aux différents niveaux supérieurs de son organisation, depuis celui du livre jusqu'à celui du passage

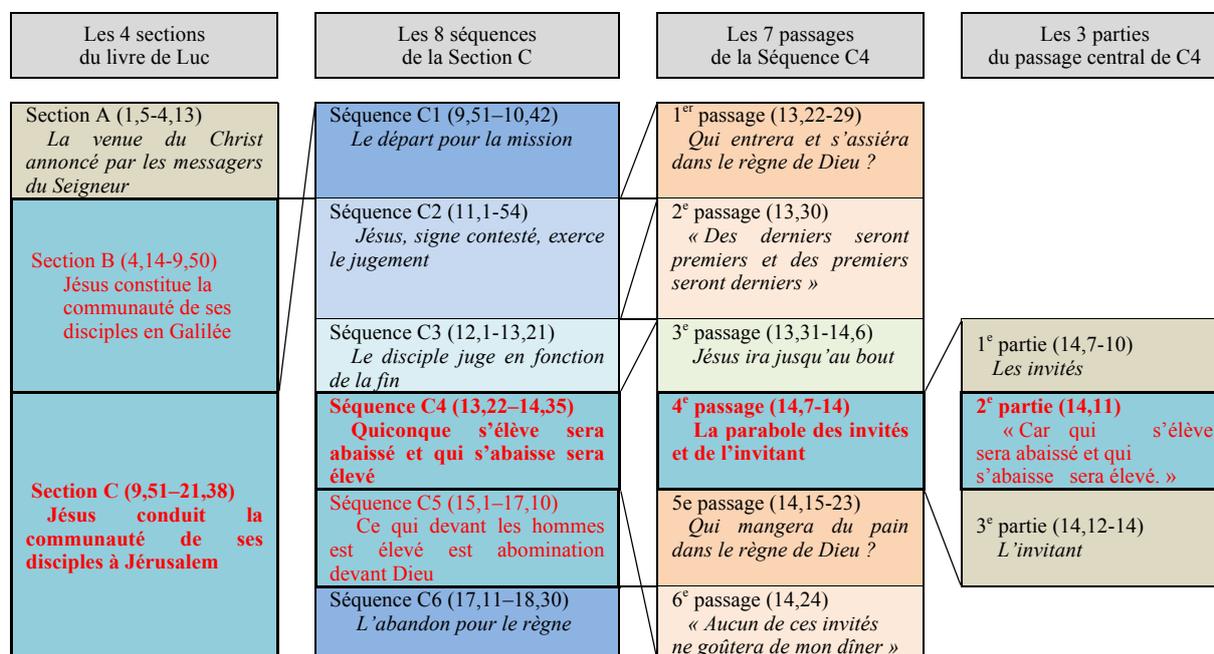
- colonne de gauche : le « livre » est formé de trois « sections » ;
- deuxième colonne : la section centrale du livre (Section B : 3,1–6,14) comprend sept « séquences » ;
- troisième colonne : la séquence centrale de la section B (Séquence B4 : 5,1-17) est formée de cinq « passages » ;
- colonne de droite : le passage central de la Séquence B4 (5,7-13) comprend cinq « parties » organisées elles aussi de manière concentrique autour de la troisième partie (5,10).

À chacun de ces quatre niveaux, le texte est organisé de manière concentrique.

À chaque niveau de composition, les unités littéraires symétriques sont mises dans la même police et avec le même fond.

## L'Évangile de Luc

### Prologue (1,1-4)



Voir R. MEYNET, *L'Évangile de Luc*, troisième édition, Rhétorique Sémitique 8, Gabalda, Pendé 2011 (troisième édition).

Figure 2. Exemple de structures présentes dans l'évangile de Luc, depuis le livre jusqu'au passage :  
 – colonne de gauche : le « livre » comprend quatre « sections » organisées de manière spéculaire ;  
 – deuxième colonne : la Section C (9,51-21,38) est formée de huit « séquences » focalisées sur les deux séquences centrales C4 et C5 ;  
 – troisième colonne : la Séquence C4 (13,22-14,35) est formée de sept « passages » focalisés sur le quatrième (14,7-14) ;  
 – colonne de droite : le passage central de la Séquence C4 comprend trois « parties », centrées sur le proverbe du verset 11.

À chaque niveau de composition, les unités littéraires symétriques sont mises dans la même police et avec le même fond.

Dans cet exemple, la structure du livre est spéculaire, tandis que la section C, la séquence C7 et le passage central de la séquence C7 sont de composition concentrique (le fond est blanc et les lettres sont en gras).

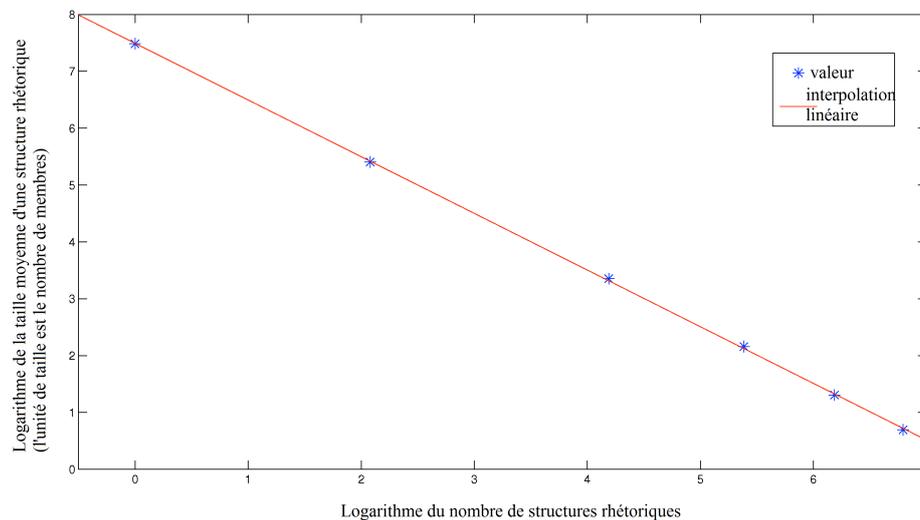
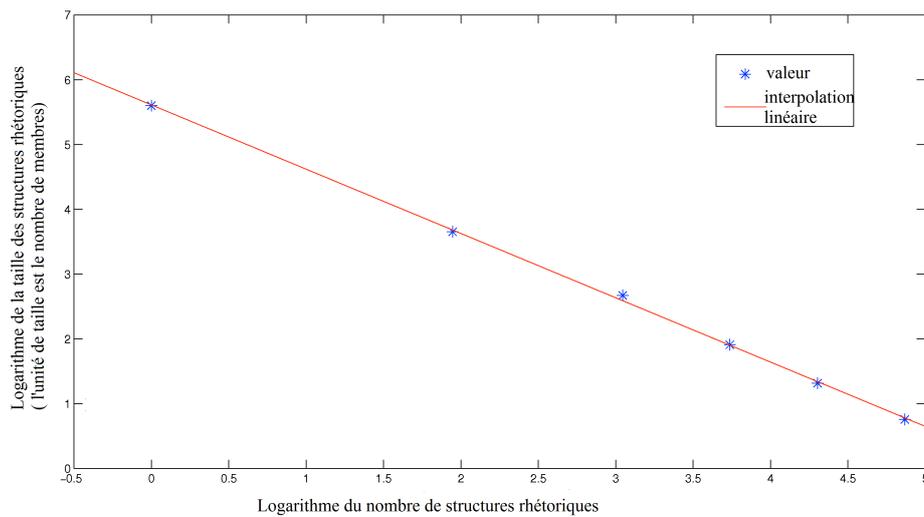
### 3. Fractales dans les écrits bibliques

Avant de parler des fractales dans la Bible, il faut faire deux remarques. D'une part, en dehors de la loi de Zipf et de celle de Menzerath–Altmann, il existe peu de travaux liant la littérature aux fractales ; nous n'en connaissons aucun qui lie les structures littéraires aux structures fractales. D'autre part, on peut voir sur le web un certain nombre d'articles affirmant qu'il se trouve des fractales dans la Bible. Mais ce sont là des affirmations qui ne reposent pas sur une démarche scientifique rigoureuse : les auteurs (souvent guidés par leurs présupposés religieux) pressentent la présence de fractales, tentent de donner un exemple (souvent lié à la théologie plutôt qu'à la rhétorique ou à la littérature) et concluent que la Bible est fractale. En général, ces auteurs ne s'intéressent pas du tout à la structure rhétorique du texte. Une question reste donc en suspens : « *Comment montrer que les structures rhétoriques présentent des propriétés fractales?* » En fait, lorsque l'on connaît la RBS et les fractales, le lien est assez intuitif : la RBS fournit des niveaux de composition, depuis le livre jusqu'au membre (voir section 2.2) qui rappellent des échelles ou des niveaux d'observation. Les structures qui se répètent à plusieurs échelles (les « morceaux qui ont la même forme que le tout ») sont fournies par les unités symétriques qui se répètent à plusieurs niveaux de composition. Plus généralement, pour montrer qu'un élément de la vie réelle est de type fractal<sup>1</sup>, on suit les deux étapes suivantes : (1) on cherche une loi de puissance<sup>2</sup> (appelé aussi loi de puissance fractale) entre les structures auto-similaires, qui se répètent à plusieurs échelles ; (2) on montre la similarité (au moins sur un exemple) entre les structures internes de l'objet à des niveaux d'échelles différents.

Commençons par la première étape. Trouver une loi de puissance nécessite de quantifier les structures internes de l'objet. Dans le cas présent, les structures internes sont les unités symétriques. La quantification peut donc être faite en utilisant la taille de ces unités. Concrètement, trouver une loi de puissance consiste à faire un graphique logarithmique (à deux dimensions) où l'on représente les structures internes : si les points (i.e. les structures internes) de ce graphique sont alignés (ou si les points sont très proches d'une approximation linéaire) alors la loi de puissance est établie. Pour réaliser le graphique logarithmique, on va utiliser en abscisse le logarithme du nombre de structures rhétoriques et en ordonnée le logarithme de la taille de ces structures. Nous présentons deux exemples : l'un tiré de l'Ancien Testament, le livre d'Amos, écrit en hébreu (voir figure 1) et l'autre tiré du Nouveau Testament, l'évangile de Luc, écrit en grec (voir figure 2). Pour ces exemples, nous considérons le graphique logarithmique pour les deux sections : la section B pour le livre d'Amos, et la section C pour l'évangile de Luc. Pour chacune des deux sections, un graphique logarithmique/logarithmique est réalisé avec le nombre de structures rhétoriques et les tailles moyennes des structures. Les résultats sont présentés dans les figures 3 et 4 avec une interpolation linéaire et les graphiques montrent clairement que les éléments sont alignés. On peut donc affirmer que la loi de puissance est établie.

<sup>1</sup> En fait, une fractale est un objet théorique ayant un nombre infini d'échelle. Un objet fractal du monde réel (avec un nombre fini d'échelle) est une approximation d'une fractale mathématique.

<sup>2</sup> Une loi de puissance est une équation mathématique où le membre de gauche est proportionnel au membre de droite élevé à une puissance donnée. Si l'on applique la fonction logarithmique à chacun des deux membres (droite et gauche) de l'équation, alors l'équation devient linéaire.



Figures 3 et 4

La figure 3 (en haut) présente le graphique logarithmique (encore appelé graphique log/log) de la section B du livre d'Amos.

La figure 4 (en bas) présente le graphique logarithmique de la section C de l'évangile de Luc. L'axe des abscisses représente le logarithme du nombre de structures rhétoriques et l'axe des ordonnées représente logarithme de la moyenne de la taille des structures rhétoriques (les niveaux vont de la séquence aux membres). Les points sont bien alignés.

La seconde étape consiste à trouver (au moins sur un exemple) la similarité entre les structures internes de l'objet. Sur les figures 1 et 2, les unités symétriques sont détaillées avec leurs sujets et leurs références (chapitre et verset). Pour des raisons de taille, seuls 4 niveaux sont présentés : 3 niveaux supérieurs (section, séquence et passage) et un niveau inférieur (partie). Sur la figure 2, pour le livre d'Amos, une construction concentrique est présente à tous les niveaux présentés (ici, les nombres d'éléments symétriques varient en fonction de l'échelle). Ainsi on peut conclure, en utilisant les données de la Rhétorique Biblique et Sémitique, que les écrits bibliques présentent une structure fractale. Bien sûr, cette structure fractale ne possède qu'un nombre fini d'échelles : en effet les échelles de la Bible vont de 0 (le « livre »)

à 7 (le « membre »). La présence de fractale implique donc la recherche de la dimension fractale, élément quantitatif primordial pour caractériser ces fractales.

## 4. Estimation numérique de la dimension fractale : exemples d'Amos et Luc

### 4.1. Matériel : textes bibliques utilisés

Le texte utilisé pour effectuer les estimations numériques sont respectivement le texte hébreu de l'Ancien Testament (*Biblia hebraica stuttgartensia*, 1984) pour le livre d'Amos et le texte grec du Nouveau Testament (*Novum Testamentum graece*, 1993) pour l'évangile de Luc. L'unité de mesure choisie pour les niveaux de composition est le nombre de membres : ainsi les tailles des sections, séquences, passages, parties, morceaux et segments sont calculées en nombres de membres. On rappelle que pour cette étude, les tailles ont été calculées *manuellement* en se basant sur des travaux littéraires (Meynet, 2011 ; Bovati et Meynet 1994). Un exemple des tailles mesurées des sections A et B du livre de Luc sont données dans le Tableau 1 et montrent que chaque section a des valeurs spécifiques à chacun de ses niveaux de composition.

|          | Section A | Section B |
|----------|-----------|-----------|
| Séquence | 61,88     | 133,75    |
| Passage  | 18,33     | 26,75     |
| Partie   | 6,88      | 7,43      |
| Morceau  | 3,64      | 3,81      |
| Segment  | 2,01      | 2,06      |

Tableau 1. Exemples de taille (l'unité de mesure est le nombre de membres) pour les sections A et B du livre de Luc. Les tailles présentées sont les valeurs moyennes de chaque niveau.

### 4.2. Méthode pour le calcul de la dimension fractale

Jusqu'à présent nous avons parlé de structures fractales présentes dans la Bible mais il s'agit surtout d'une notion qualitative. Pour quantifier cette propriété, il faut calculer la dimension fractale. La dimension fractale est une valeur numérique « qui tente de quantifier une impression subjective que nous avons pour estimer la densité d'occupation de l'espace métrique par l'objet fractal » (Barnsley, 1993). Cette définition à elle seule montre la difficulté qu'il y a pour définir clairement la dimension fractale, d'autant plus qu'il existe plusieurs grandeurs mathématiques qui sont considérées comme des dimensions fractales et qu'il existe donc plusieurs approches pour calculer cette dimension. Nous ne nous étendrons pas plus longtemps sur la notion de dimension fractale et nous renvoyons le lecteur à la littérature du domaine notamment à Frame et al., 2009. Pour calculer la dimension et compte tenu du type de données que nous avons, nous avons choisi d'utiliser l'équation de Moran (Frame et al., 2009 ; Barnsley 1993) :

$$\sum_{k=1, \dots, n} h_k^d = 1 \quad (1)$$

où  $h_k$  est l'homothétie pour le niveau  $k$  ( $h_k =$  taille de la structure à l'échelle  $k$  / taille de la structure à l'échelle  $k-1$ ),  $n$  est le nombre d'échelles et  $d$  la dimension fractale. Trouver la dimension fractale revient à trouver la valeur de  $d$  en résolvant cette équation. Cette résolution est d'autant plus aisée qu'il est possible de calculer facilement l'homothétie pour chaque niveau  $k$  et que nous connaissons le nombre de niveau.

### 5. Résultats expérimentaux

Des tests ont été réalisés sur les livres d’Amos et de Luc. Six niveaux ont été considérés pour le calcul de la dimension fractale :

1. le segment : formé de un, deux ou trois membres ;
2. le morceau : formé de un, deux ou trois segments ;
3. la partie : formée de un, deux ou trois morceaux ;
4. le passage : formé de un ou de plusieurs parties ;
5. la séquence : formée de un ou de plusieurs passages ;
6. la section : formée de un ou de plusieurs séquences.

La dimension fractale a été calculée pour chaque section. L’équation de Moran (équation 1) s’écrit donc comme suit :

$$\begin{aligned} & (taille\ de\ la\ séquence / taille\ de\ la\ section)^d + (taille\ du\ passage / taille\ de\ la \\ & séquence)^d + (taille\ de\ la\ partie / taille\ du\ passage)^d + (taille\ du\ morceau / taille\ de\ la \\ & partie)^d + (taille\ du\ segment / taille\ du\ morceau)^d = 1 \quad (2) \end{aligned}$$

où *d* est la dimension fractale.

L’équation 4 est résolue en utilisant la méthode de résolution numérique de Newton. Ainsi pour chaque section, la moyenne des dimensions fractales des séquences est calculée et cette moyenne est considérée comme la dimension fractale de cette section. Les résultats sont présentés dans les Tableaux 2 et 3. Enfin, pour chacun des deux livres, la moyenne des dimensions fractales des sections est calculée et est considérée comme la dimension fractale de ce livre (voir Tableau 4). Une observation préliminaire des Tableaux 2, 3 et 4 permet de voir que les écart-type des dimensions fractales sont de l’ordre de 0,1 alors que les valeurs des dimensions fractales sont de l’ordre de 1, ce qui implique que les valeurs des dimensions fractales sont relativement homogènes à l’intérieur d’un livre. Dans le Tableau 4, une première observation permet de constater que les deux livres d’Amos et de Luc ont des dimensions fractales (qui sont les moyennes des dimensions fractales des sections respectives de ces livres) qui sont différentes l’un de l’autre. La dimension fractale du livre d’Amos (1,8620) est assez différente de celle de Luc (1,5883). Ainsi la dimension fractale permet de différencier empiriquement les livres écrits par deux auteurs différents ; c’est une première étape pour découvrir si la dimension fractale permet de caractériser le style de chaque auteur.

|            | Section A | Section B | Section C | Section D |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Séquence 1 | 1,0828    | 1,0921    | 1,4479    | 1,5476    |
| Séquence 2 | 1,6722    | 1,8307    | 1,2837    | 1,5663    |
| Séquence 3 | 1,3804    | 1,7402    | 1,4071    | 1,7813    |
| Séquence 4 | 1,9960    | 1,5467    | 1,3930    | 1,7521    |
| Séquence 5 | 1,9715    | 1,5130    | 1,3471    |           |
| Séquence 6 | 1,6001    | 1,5540    | 1,5106    |           |
| Séquence 7 | 1,6962    | 1,3353    | 1,3686    |           |
| Séquence 8 | 2,1604    | 1,5684    | 1,5073    |           |
| Moyenne    | 1,6949    | 1,5225    | 1,4082    | 1,6618    |
| Écart-type | 0,3292    | 0,2140    | 0,0732    | 0,1056    |

Tableau 2. Dimension fractale des sections de chaque section du livre de Luc (on remarquera que la section D a seulement 4 séquences). La dimension fractale d’une séquence est la moyenne des dimensions fractales des sections de cette séquence. L’écart-type est aussi calculé pour chaque section

|            | Section A | Section B | Section C |
|------------|-----------|-----------|-----------|
| Séquence 1 | 1,9331    | 1,5253    | 1,3646    |
| Séquence 2 | 2,1042    | 1,9564    | 1,7260    |
| Séquence 3 | 1,8511    | 1,7766    | 1,8215    |
| Séquence 4 |           | 1,8388    | 1,8417    |
| Séquence 5 |           | 1,4500    | 1,3028    |
| Séquence 6 |           | 2,9832    |           |
| Séquence 7 |           | 2,5535    |           |
| Moyennes   | 1,9628    | 2,0120    | 1,6113    |
| Écart-type | 0,1054    | 0,5179    | 0,2309    |

Tableau 3. Dimension fractale de chaque séquence de chaque section du livre d'Amos (la section A a seulement 3 séquences, la section B, 7 et la section C, 5). La dimension fractale de la section est la moyenne des dimensions fractales des séquences de cette section. L'écart-type est aussi calculé

|                                  | L'évangile de Luc | Le livre d'Amos |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|
| Moyenne des dimensions fractales | 1,5883            | 1,8620          |
| Écart-type                       | 0,2467            | 0,4226          |

Tableau 4. Moyenne des dimensions fractales de toutes les sections pour chacun des deux livres de Luc et d'Amos. L'écart-type est aussi calculé

De même, au niveau des sections les sections les plus longues ont la dimension fractale la plus petite : par exemple sur le Tableau 2 (Luc) la section C qui a la plus petite dimension fractale est la plus longue des 4 sections avec 1779 membres. Il semble que lorsque l'on compare deux structures au même niveau de composition, la dimension fractale diminue lorsque la taille de la structure augmente. Cela peut s'expliquer par le mode de calcul de la dimension fractale, avec l'équation de Moran utilisant des homothéties toutes inférieures à 1.

Par ailleurs, on peut aussi noter dans le Tableau 2 que les dimensions fractales des sections A et D sont très proches ; 1,6949 pour la section A, 1,6618 pour la section D. Cette similitude est remarquable car elle coïncide avec une similitude rhétorique : en effet la section A et la section D sont symétriques dans la structure du livre de Luc (voir figure 2). Cette similarité des dimensions fractales entre les sections A et D montre qu'en plus de la similitude des thématiques abordées (donc similitude rhétorique) dans ces deux sections, l'auteur de cet évangile a aussi développé une similitude au niveau de l'arrangement interne et des proportions des unités à différentes échelles. En revanche, dans le livre d'Amos, bien que les sections A et C soit symétriques leurs dimensions fractales respectives sont assez éloignées.

## 6. Discussions et perspectives

Ce travail sur la dimension fractale via les structures issues de la rhétorique biblique et sémitique est un premier pas vers une analyse fractale automatique de textes bibliques et sémitiques. Mais bien que ce travail ne soit qu'une première étape, on peut déjà esquisser quelques perspectives à trois niveaux différents.

### *Au niveau de l'analyse fractale d'œuvres littéraires.*

Comme indiqué précédemment, la plupart des études scientifiques liant les fractales et les œuvres littéraires sont basées sur les lois de Zipf ou de Menzerath-Altmann : dans ces approches les mots sont considérés comme des motifs et la principale tâche est d'analyser leurs fréquences d'apparition ou leurs tailles. Ce type d'approche est intéressant mais il ne

tient pas compte du sens de ces mots, de leur organisation, des jeux de construction, bref de la rhétorique et de l'approche artistique de l'auteur du texte. Pour la première fois (autant que nous le sachions), des structures fractales basées sur la rhétorique du texte – c'est-à-dire sur sa composition – sont proposées et tiennent compte de l'organisation des mots, et de tout le jeu littéraire utilisé dans le texte. On pourra cependant rétorquer que cette analyse fractale s'intéresse à une catégorie relativement restreinte de livres, à savoir les écrits bibliques et peut-être aussi à quelques textes issus de la même région culturelle et de la même époque. En effet, la recherche de ces fractales s'appuie sur des unités symétriques présentes à des niveaux de composition propres à la rhétorique biblique et sémitique et ne touche pas les nombreuses œuvres composées selon les règles de la rhétorique gréco-latine. Cependant, il semble bien que cette RBS soit plus présente qu'il n'y paraît. Ainsi des textes du Coran (Cuypers, 2007, 2011, 2012), des lettres pharaoniques de l'Égypte ancienne (Cuypers 2011), des textes de la Grèce antique (Rousseau 2010) et même des écrits de Blaise Pascal (Magnard, 2007 ; Susini, 2012 ; Meynet 2013b) utilisent ce type de rhétorique. Le développement de cette approche fractale peut être donc plus prolifique qu'il n'y paraît.

#### ***Au niveau conceptuel pour les écoles bibliques littéraires.***

On l'a dit, certaines écoles exégétiques semblent irréconciliables. D'une part, la méthode historico-critique, de type génétique ou diachronique, en particulier la « critique littéraire » considère que le texte biblique est désordonné et composite. On pourrait dire que le texte est considéré comme « chaotique ». En effet, c'est ce que ressent le lecteur occidental quand il lit les évangiles synoptiques ou les écrits des prophètes. D'autre part, la RBS montre que, si les textes sont analysés en fonction des lois rhétoriques qui leur sont propres, alors il faut reconnaître qu'ils sont bien composés. On pourrait dire que le texte est « ordonné ». Or le fait de trouver des structures fractales peut expliquer cette opposition. En effet, on sait que la géométrie fractale permet de modéliser des phénomènes qui sont considérés comme chaotiques par la géométrie classique (euclidienne), mais qui ne le sont pas en réalité : ces phénomènes obéissent à des lois dont la géométrie classique ne peut rendre compte. Plus précisément, « la géométrie fractale peut être vue comme l'étude des formes géométriques qui semblent chaotiques mais qui sont en fait parfaitement ordonnées ». Les structures fractales bibliques mises en lumière dans cette étude peuvent être considérées comme un modèle mathématique, qui explique, au niveau de la rhétorique, pourquoi ces structures rhétoriques qui *semblent* « chaotiques », sont en fait bien « ordonnées ».

#### ***Au niveau de la caractérisation des auteurs.***

C'est certainement la perspective la plus prometteuse mais elle nécessite des travaux supplémentaires pour vérifier si la dimension fractale (issue de la RBS) pourrait être considérée comme une signature caractérisant un auteur. Les premiers résultats montrent que la dimension fractale permet de différencier deux livres écrits par deux auteurs différents (Luc et Amos). L'étape suivante serait de vérifier (au moins empiriquement) si la dimension fractale permet de reconnaître un même auteur de livres bibliques différents en fournissant des valeurs numériques similaires. Cependant, on pourra toujours dire que ces structures fractales ne sont pas directement issues des livres mais sont basées sur les résultats fournis par la RBS qui a été appliquée à ces livres. Il n'y a aucune contestation à cette remarque. La RBS n'est pas une approche mathématique et dépend de concepts littéraires et linguistiques. Pour valider cette approche, il faudrait considérer encore d'autres critères (Meynet, 2012). À ce propos, faisons une dernière remarque concernant les structures fournies par la RBS et la géométrie fractale. Ce fait n'est pas spécifique aux structures fractales basées sur la RBS ; en effet toutes les

fractales de la vie réelle sont détectées via une analyse « humaine ». Par exemple, la structure fractale d'une fougère n'est pas le résultat d'une application directe de la géométrie fractale mais le résultat de l'observation et de l'analyse d'un expert en botanique.

## 7. Conclusion

Nous avons présenté les premiers résultats expérimentaux de l'analyse fractale des livres bibliques à travers les structures mises en lumière par l'analyse rhétorique biblique et sémitique. Cette approche a été appliquée à deux livres bibliques, le livre d'Amos et l'évangile de Luc. Cette étude est une première étape vers un nouvel outil qui, à long terme, devrait aider à la caractérisation et à la différenciation des différents auteurs. Cet outil devrait s'appuyer sur des outils issus des statistiques et de l'intelligence artificielle. À court terme, le calcul de la dimension fractale de divers livres bibliques écrits par le même auteur doit être réalisé, pour vérifier empiriquement si cette dimension fractale peut être considérée comme une signature numérique. À plus long terme, des travaux supplémentaires devraient concerner la formalisation des règles littéraires et linguistiques nécessaires à l'automatisation de cette approche.

## Références

- Altmann G. (1983). H. Arens' «verborgene Ordnung» und das Menzerathsche Gesetz, in Faust M., Harweg R. and Lehfeldt W. ed., *Allgemeine Sprachwissenschaft, Sprachtypologie und Textlinguistik*, pp. 31-39.
- Andres J (2010). On a conjecture about the fractal structure of language, *J. Quant. Linguistics* 17, 101-122.
- Aune D. (2010). Literary criticism (chapter 8), in Id., ed., *The Blackwell Companion to the New Testament*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Barnsley M. (1993). *Fractals Everywhere*, Academic Press, Boston.
- Bhan J. et al. (2006). Long-range correlations in Korean literary corpora. *Chaos, Solitons and Fractals*, pp. 69-81.
- Bovati P. et Meynet R. (1994). *Le livre du prophète Amos*, Rhétorique biblique 2, Les Éditions du Cerf, Paris.
- Cuypers M. (2007). *Le Festin. Une lecture de la sourate al-Mâ'ida*, Rhétorique sémitique 3, Lethielleux, Paris.
- Cuypers M. (2010). The semitic rhetoric in the Koran and a Pharaonic papyrus, *US-China Foreign Language* 8, pp. 8-13.
- Cuypers M. (2011). « La plainte de Ramsès II à Amon et la réponse d'Amon », dans R. Meynet et J. Oniszcuk, ed., *Retorica Biblica e Semitica 2. Atti del secondo convegno RBS*, Retorica Biblica 16, EDB, Bologna 2011, pp. 215-231.
- Cuypers M. (2012). *La composition du Coran*, Rhétorique Sémitique 9, Gabalda, Pendé.
- Elliger K. et Rudolph W., ed. (1984). *Biblia Hebraica Stuttgartensia*, Stuttgart.
- Falconer K. (2003). *Fractal Geometry : Mathematical Foundations and Applications*, Wiley, New York, 2<sup>e</sup> édition.
- Frame M., Mandelbrot B. et Neger N. (2009). *Fractal Geometry*, Yale University, <http://classes.yale.edu/fractals/>
- Gonçalves L.L. et L. Gonçalves L.B. (2006). Fractal power law in literary English, in *Physica A*, vol 360, pp. 557-575.

- Haiyan L. et Xiaohu Y. (2011). Quantifying the vicissitude of Fitzgerald's creativity : a statistical analysis based on lexical measures, in *Information Technology and Artificial Intelligence Conference (ITAIC), 2011 6<sup>th</sup> IEEE Joint International*, Chongqing.
- Hug M. (2004). La loi de Menzerath appliquée à un ensemble de textes, *Lexicometrica* 5.
- Koch K. (2001). *The Growth of the Biblical Tradition. The form-critical method*, Black, London.
- Krentz E. (1975). *The Historical Critical Method*, Fortress, Philadelphia.
- Lorenz C. (2001). *History : Theories and Methods. International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Elsevier, Amsterdam.
- Magnard P. (2007). *Pascal. La clé du chiffre*, La Table Ronde, Paris.
- Mandelbrot B. (1989). Fractal geometry : what is it, and what does it do? In *Proc. R. Soc. of London, A*, 423, pp. 3-16.
- Menzerath P. (1954). *Die Architektonik des deutschen Wortschatzes*, Ferd. Dümmler, Bonn – Hannover – Stuttgart.
- Meynet R. (1989). L'Analyse rhétorique. Une nouvelle méthode pour comprendre la Bible. Textes fondateurs et exposé systématique, Initiations, Les Éditions du Cerf, Paris.
- Meynet R. (2011). *L'Évangile de Luc*, Rhétorique sémitique 8 (3<sup>e</sup> édition) Gabalda, Pendé.
- Meynet R. (2012). *Treatise on Biblical Rhetoric*, International Studies in the History of Rhetoric 3. Brill, Leiden – Boston (traduction anglaise abrégée de la première édition du Traité de rhétorique biblique).
- Meynet R. (2013a). *Traité de rhétorique*, 2<sup>e</sup> édition revue et corrigée, Rhétorique Sémitique 11, Gabalda, Pendé.
- Meynet R. (2013b). Les « trois ordres » de Pascal selon la rhétorique biblique, in *Gregorianum* 94, 79-96.
- Nestle-Aland, ed. (2012). *Novum Testamentum graece*, 28<sup>e</sup> édition, Stuttgart.
- Rousseau F. (2011), « L'usage des constructions concentriques dans l'épopée archaïque grecque », in Meynet R. et Oniszcuk J., ed., *Retorica Biblica e Semitica 2. Atti del secondo convegno RBS*, Retorica Biblica 16, Edizioni Dehoniane Bologna, Bologna 2011, 233-254.
- Susini L. (2013). « Pour un Pascal juif. Ordre du cœur et rhétorique sémitique dans l'œuvre pascalienne », in Meynet R. et Oniszcuk J., ed., *Studi del terzo convegno RBS. International Studies on Biblical and Semitic Rhetoric*, Retorica Biblica e Semitica 2, Gregorian & Biblical Press, Roma, pp. 317-345.
- Zipf G. (1949). *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Addison-Wesley Press, Cambridge MA.

