Revue d'Economie et de Statistique Appliquée
Volume 19 number 3, December 2022
ISSN : 1112-234X EISSN : 2600-6642
Pages : 51-70

THE USE OF BENFORD LAW TO ENHANCE EXTERNAL AUDIT PROCESSES IN DETECTING FINANCIAL FRAUDS

L'APPLICATION DE LA LOI DE BENFORD POUR RENFORCER LES PRATIQUES D'AUDIT EXTERNE DANS LA DETECTION DES FRAUDES FINANCIERES

* **Rana Soraya IDRICI**
Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Economie Appliquée ENSSEA
Laboratoire de Statistique Appliquée LASAP
Rana.idrici.pro@gmail.com

Reçu le: 27/01/2022 **Accepté le :** 29/06/2022 **Publication en ligne le**: 24/10/2022

ABSTRACT: The series of fraud scandals that came to light in corporate history in the recent past cast doubts on the quality of services provided by financial auditors. Why do auditors fail to detect fraudulent manipulations of financial statements? Several reasons may explain this issue, one of them being a significant gap in audit procedures that are not developed enough to detect financial frauds. Benford law is an interesting statistical law which carries the potential to uncover frauds and fictious attempt to embezzle funds. This law could be useful for those who want to check the authenticity of data series. It is legally accepted as evidence in the USA at a federal, state, or local level.

Keywords: Financial Audit, frauds, Benford law

JEL Classification : M42 M48

RESUME : Les nombreux scandales de fraude financière survenus ces 20 dernières années ont pointé du doigt l'efficacité des auditeurs externes à accomplir leur mission. Pourquoi les auditeurs échouent-ils autant à déceler les manouvres frauduleuses aux états financiers ? Plusieurs raisons sont à l'origine de cette problématique, l'une d'entre elles est le fait que les procédures d'audit dites classiques ne sont pas assez développées dans ce sens. La loi de Benford intervient dès lors comme un outil intéressant dont pourrait s'armer un auditeur externe pour détecter les fraudes financières lors d'une mission d'audit. L'utilisation de cette méthode est une preuve légale aux les Etats Unis tant au niveau fédérale, régionale ou local.

*Auteur Correspondant

Mots clé : Audit Financier, Fraude comptable, Loi de Benford

1. INTRODUCTION :

Avec la mondialisation, la majorité des pays du monde basculent vers l'économie de marché, un système économique de libre-échange, qui s'oppose à l'économie planifiée où l'état a le monopole sur l'activité économique (propriété commerciales, détermination des quotas de production, détermination des prix etc.). L'économie de marché est basée sur deux principes fondamentaux : la liberté et la concurrence

La liberté est le principe fondateur de ce système économique. Quant à la concurrence, elle est primordiale car elle se veut être un moyen d'amélioration économique. Lorsque les entreprises sont confrontées à une multitude de concurrents, elles subissent une pression qui suscite l'innovation, l'amélioration de leur efficacité et leur compétitivité. Elle conduit également à faire baisser les prix pour les consommateurs et augmenter la diversité des produits présents sur le marché. Mais pour qu'une concurrence pure et parfaite soit atteinte, il est important d'une part, que le marché soit débarrassé de toute position dominante et donne lieu à une pluralité d'acteurs en compétition à égalité parfaite. Et d'autre part que les entreprises de leur côté présentent aux décideurs une information fiable sur la santé de leurs entreprises.

Le critère de transparence et de réalité de l'information financière prend alors tout son sens dans ce processus économique.

Dès lors, l'audit financier intervient comme le garant de l'information financière sur le marché économique. Par son activité de contrôle et de certification des comptes comptables, les cabinets d'audit ont la responsabilité de s'assurer que les informations financières retranscrites en comptabilité reflètent l'image la plus fidèle de l'entreprise auditée.

Or, Depuis une vingtaine d'année, la place financière internationale a été le spectacle d'innombrables scandales de fraudes largement médiatisés comme Enron, WorldCom ou encore Lehman Brothers pour n'en citer qu'une infime partie. Ces scandales lèvent le voile sur une réelle défaillance des systèmes de contrôle financiers des entreprises en termes de détection des fraudes financières.

Il est vrai que découvrir des manœuvres frauduleuses n'est pas une mince à faire car la caractéristique première d'une fraude est qu'elle soit volontairement dissimulée par son auteur, ce qui se traduit dans les comptes de l'entreprise par des manipulations de données comptables et une documentation fictive qui lui correspond.

Par conséquent, comment peut-on améliorer et développer les pratiques d'audit pour une détection de fraude plus optimale ?

La loi de Benford a les caractéristiques du candidat parfait pour de palier à cette problématique. Initialement appelée loi des nombres anormaux mais plus connue aujourd'hui sous le nom de « loi de Benford », elle fait référence à une fréquence de distribution statistique observée empiriquement sur de nombreuses sources de donnée dans la vraie vie ainsi qu'en mathématiques[1]. Quand les séries de données sont vraies, elles suivent généralement la même courbe que la loi de Benford. Les manipulations de données quant à elles relèvent des écarts avec la distribution de la loi de Benford.

Objectif de l'étude :

La présente étude sera divisée en trois partie :

- La première partie sera une revue des concept historiques et théoriques de la loi de Benford : Origine, caractéristique, formule mathématique
- La deuxième partie sera notre cas pratique et visera à expliquer concrètement son mode d'emploi.
- La troisième et dernière partie sera une conclusion mentionnant les avantages et les limites de la loi de Benford et ses possibilités d'utilisations.
-

[1] Source : Wikipedia (loi de Benford)

2. LA LOI DE BENFORD (FONDEMENTS THEORIQUES) :

2.1. Origine :

Dans les années 1800, un astronome, Simon Newcomb, a remarqué que les premières pages des livres de tables de logarithmes[2] étaient plus usagées que les pages suivantes. Les livres de logarithmes étaient utilisées pour les multiplications et divisions de grands nombres. Newcomb a avancé que les nombres commençant par des chiffres inférieurs étaient utilisés plus souvent que les nombres commençant par des chiffres plus élevés et a publié en 1881 l'article —*Note on the Frequency of Use of the Different Digits in Natural Numbers (N*ote sur la fréquence d'utilisation des différents chiffres dans les nombres naturels). Son observation à travers cet article ; aussi pertinente soit-elle ; n'a été accompagné d'aucune justification ni mode d'utilisation pouvant accrocher le lecteur à cette époque et révéler toute la pertinence de son analyse. Et l'article passa rapidement aux oubliettes.

Dans les années qui ont suivi la Grande Dépression[3], sans connaissance apparente de Newcomb ou de son article, Frank Benford a remarqué la même chose. Il travaillait à cette époque pour General Electric et décida alors de tester son hypothèse. Benford a analysé 20 listes de grands ensembles de données (total de 20 229 points de données) et 10 listes de plus petits ensembles de données (total de 2 968 points de données). Ces listes proviennent de sources aléatoires, telles que les nombres dans un numéro d'un magazine et les taux de mortalité, ainsi que de sources qui n'étaient pas des populations aléatoires, la puissance perdue, poids moléculaire, et ainsi de suite.

Benford a publié son observation et sa preuve sous le titre -La loi des nombres anormaux en 1938. Bien qu'il n'ait identifié aucune utilisation, l'article de Benford était mieux

[2] Une table de logarithmes est une représentation tabulaire des logarithmes, généralement en base 10, des nombres entiers de 1 à N. A une époque où tous les calculs se faisaient à la main, elles permettent de de transformer les produits en sommes. Pour exécuter le produit de a par b, il suffit de chercher le logarithme de a et celui de b, en effectuant la somme de ses deux logarithmes, on obtient le logarithme de ab le produit ab est alors facile à retrouver en lisant la table à l'envers.

[3] La Grande Dépression, dite aussi « crise économique des années 1930 », est la période de l'histoire mondiale qui va du krach de 1929 aux États-Unis jusqu'à la Seconde Guerre mondiale

accueilli que celui de Newcomb et donna naissance à ce qui est connu aujourd'hui comme la loi de Benford.

Mais alors, il fallait encore établir quelques choses avant que la loi de Benford puisse être utile aux personnes du côté des finances. En 1961, Roger Pinkham[4] a prouvé que la loi de Benford était vraie, quelle que soit l'unité de mesure Cela signifie que peu importe si vous mesurez des articles en yen, en dollars, en pieds, en miles ou en mètres. En 1972, Hal Varian[5] a découvert que vous pouviez l'utiliser pour détecter les fraudes dans les données socioéconomiques. Dans les années 1980, il a été utilisé pour détecter le caractère raisonnable des nombres ronds et il a également été constaté que les nombres inventés ne sont pas conformes à cette loi. Carslaw[6], en 1988, a constaté que les sociétés néo-zélandaises n'étaient pas complètement honnêtes dans leurs rapports financiers annuels. (Au cours des années suivantes, cette constatation a été vérifiée par d'autres et pour d'autres pays). De plus, en 1988, Ted Hill[7] a constaté que les gens ne pouvaient pas créer de nombres et se conformaient toujours à la loi de Benford. La véritable percée sur le plan comptable a eu lieu en 1994, lorsque Mark Nigrini, un comptable agréé sud-africain membre du « College of business and economics », a codifié une utilisation pratique. Sa thèse de 1992 a montré que les données comptables sont conformes à la loi de Benford. En 1994, il a aidé les agences fiscales à trouver des retours suspects. À partir de là, il a travaillé avec des entreprises pour trouver des fraudes et a poursuivi ses recherches pour étendre les applications de la loi de Benford. Actuellement, l'analyse de Benford Law est admissible aux tribunaux américains à tous les niveaux et a également été utilisée à l'échelle internationale.

2.2. Caractéristiques :

La loi de Benford est basée sur le fait que beaucoup de nombres existant autour de nous (Taille d'une population, prix d'articles divers dans une publicité, ou au hasard dans les

4 Mathématicien et statisticien américain, professeur à l'Université Rutgers au New Jersey ayant obtenu son doctorat à l'Université de Harvard et la décernassions du « Distingushed Teaching Award » par la Mathematical Association of America

5 Economiste Américain spécialisé en micro-économie et l'économie de l'information. Il est actuellement chef économiste au sein de l'entreprise Google et a obtenu le titre de « emeritus professor » par l'Université Berkley de Californie

6 Mathématicien Australo-écossais

7 Mathématicien Américain connu pour ses recherches sur les théories de probabilités

rayons d’un magasin, valeurs numériques extraite d’article de journaux…etc.), ne sont pas aléatoire, mais suivent plutôt une certaine progression ordonnée. Elle stipule que la proportion de nombres de ses séries statistiques dont le premier chiffre est 1 est supérieur à la proportion des nombres dont le premier chiffre significatif est 2, elle-même supérieure à la proportion de nombres dont le premier chiffre significatif est 3, et ainsi de suite. Pour comprendre cette théorie, relevons autour de nous quelques nombres au hasard : Superficie des pays, résultats aux élections présidentiels, croissance du PIB de différents pays, chiffres extraits de comptabilité d’entreprises, cours de la bourse...etc. Intéressons-nous maintenant à la proportion de chaque chiffre comme premier chiffre significatif c’est-à-dire le premier chiffre non nul à gauche, à priori nous pouvons nous attendre à une répartition à peu près uniforme des données relevées mais à contrario nous observons que dans ces ensembles de données statistiques il y plus de 1 que 2, de 2 que de 3 de 3 que de 4 et ainsi de suite pour une proportion la plus faible du chiffre 9 comme premier chiffre significatif. Et ce n’est pas tout ! La proportion de chaque chiffre comme premier à gauche est assez souvent relativement stable et raisonnablement approchable par un logarithme (loi de BENFORD).

Alors Pourquoi les nombres dans la nature suivent ils cette loi ?

Pendant près de 90 ans, mathématiciens et statisticiens ont proposé diverses explications à ce phénomène. L'article de Raimi de 1976 décrit certaines des explications les moins rigoureuses qui vont de la thèse de Goudsmit et Furry (1944) selon laquelle le phénomène est le résultat de «la façon dont nous écrivons les nombres », à la théorie de Furlan (1948) selon laquelle la loi de Benford reflète un profond «harmonique». Vérité de la nature. Ce n’est qu’en 1995 que Hill, un mathématicien, fournit une preuve de la loi de Benford et montre comment elle s’applique aux données boursières, aux statistiques de recensement et à certaines données comptables (Hill, 1995). Il a noté que la distribution de Benford, comme la distribution normale, est un phénomène observable de manière empirique. La preuve de Hill repose sur le fait que les nombres dans des ensembles conformes à la distribution de Benford sont des distributions de seconde génération, c'est-à-dire des combinaisons d'autres distributions. Si les distributions sont choisies au hasard et que des échantillons aléatoires sont prélevés dans chacune de ces distributions, les fréquences de chiffres significatives des échantillonnages combinés convergeront vers la distribution de Benford, même si les distributions individuelles peuvent ne pas suivre la loi de près (Hill 1995; Hill 1998). La clé réside dans la combinaison de nombres provenant de différentes sources. En d'autres termes, la combinaison de nombres non liés donne une distribution de distributions, une loi de l'aléatoire véritable et universelle (Hesman 1999).

Boyle (1994) montre que les ensembles de données sont conformes à la loi de Benford lorsque les éléments résultent de variables aléatoires issues de sources divergentes multipliées, divisées ou élevées en entiers. Cela aide à comprendre pourquoi certains ensembles de nombres comptables semblent souvent suivre de près une distribution de Benford. Les numéros de comptabilité sont souvent le résultat d'un processus mathématique. Un exemple simple pourrait être un compte à recevoir (account receivable) qui est un nombre d'articles vendus (provenant d'une distribution) multiplié par le prix par article (provenant d'une autre distribution). Un autre exemple serait le coût des produits vendus, qui est une combinaison mathématique de plusieurs chiffres, chacun provenant d'une source différente.

Bien que la preuve mathématique dépasse les besoins de notre discussion, intuitivement, le droit n'est pas difficile à comprendre. Considérons la valeur marchande d'une entreprise. S'il atteint 1 000 000 DZD, il devra doubler de taille avant que le premier chiffre ne soit un « 2 », autrement dit, il doit croître de 100% 1. Pour que le premier chiffre soit un « 3 », il ne faut que 50 pour cent. Pour être un « 4 », l'entreprise ne doit croître que de 33%, et ainsi de suite. Par conséquent, dans de nombreuses distributions de données financières, qui mesurent la taille de tout, de l'ordre d'achat aux rendements boursiers, le premier chiffre est beaucoup plus éloigné de deux que huit et de neuf. Ainsi, la constatation observée est que, pour ces distributions, des valeurs plus petites des premiers chiffres significatifs sont beaucoup plus probables que des valeurs plus grandes.

2.3. Formulation mathématique de la loi de Benford :

La loi de Benford stipule que :

$$P\,(D1 = d1\,) = \; log10\left(\frac{d1+1}{d1}\right)$$

Avec $d1 \in \left\{ 1,2,..,9 \right\}$

Par exemple :

- La probabilité d'apparition du chiffre 1 est :

$$P\ (D1 = 1\ ) = \ log10\left(\frac{1+1}{1}\right) = log2 \cong 0.3010299956.$$

2.4. Probabilité d'apparition de tous les nombres non nuls du premier rang selon la loi de Benford :

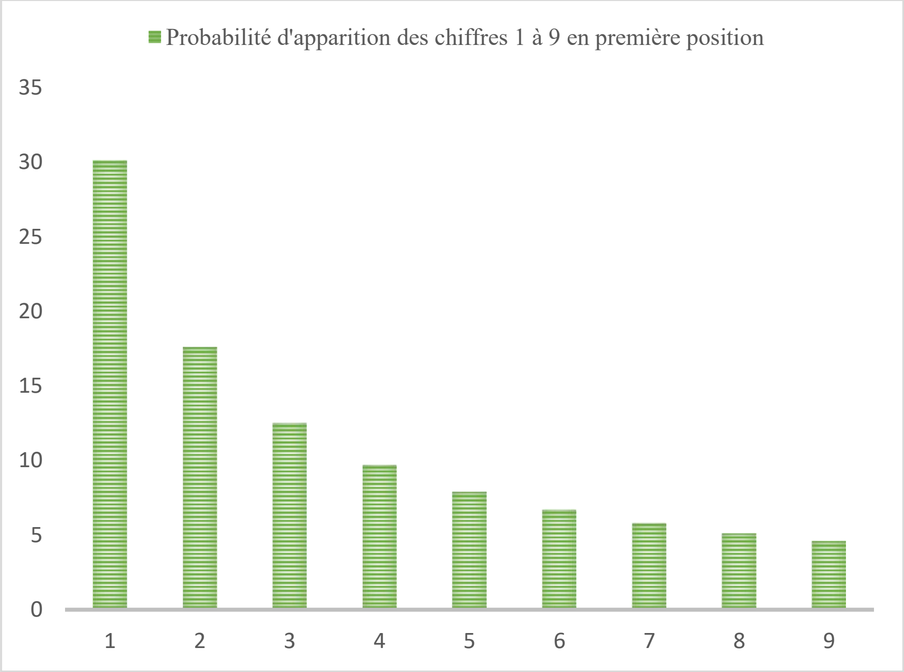
Après application des relations mathématiques ci-dessus sur les chiffres de 1 à 9, on obtient les résultats suivants :

Premier chiffre significatif $d1$	**Fréquence théorique selon la loi de Benford log $\frac{d1+1}{d1}$**
1	Log $\frac{1+1}{1}$ = log 2 = 0,301
2	Log $\frac{2+1}{2}$ = log $\frac{3}{2}$ = 0,176
3	Log $\frac{3+1}{3}$ = log $\frac{4}{3}$ = 0,125
4	Log $\frac{4+1}{4}$ = log $\frac{5}{4}$ = 0,097
5	Log $\frac{5+1}{5}$ = log $\frac{6}{5}$ = 0,079
6	Log $\frac{6+1}{6}$ = log $\frac{7}{6}$ = 0,067
7	Log $\frac{7+1}{7}$ = log $\frac{8}{7}$ = 0,058
8	Log $\frac{8+1}{8}$ = log $\frac{9}{8}$ = 0,051
9	Log $\frac{9+1}{9}$ = log $\frac{10}{9}$ = 0,046

2.5. Récapitulatif des probabilités d'apparition du premier chiffre significatif selon la loi de Benford (%) :

D1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D1 %	30,1	17,6	12,5	9,7	7,9	6,7	5,8	5,1	4,6

Figure 1 Probabilités d'apparition du premier chiffre significatif selon la loi de Benford



Ainsi, selon la loi de Benford, la probabilité d'apparition du chiffre 1 comme premier chiffre significatif est de 30,1%. Quant aux chiffres 2 et 3 ils n'apparaissent comme premier chiffre significatif que dans 17,6% et 12,5% respectivement. ET ainsi de suite, plus de chiffre est grand plus sa probabilité d'apparition est faible.

3. LA LOI DE BENFORD APPLIQUEE A L'AUDIT :

La capacité des auditeurs externes à détecter les manipulations de profit dans les états financiers est limitée, certes ils appliquent diverses formes d'analyses numériques dans leurs procédures d'audit mais qui restent bien insuffisantes pour détecter les fraudes comptables de manière optimale. Ils analysent, par exemple, les montants des paiements pour rechercher les paiements en double. Ils recherchent également les numéros de chèques ou de factures manquants. La loi de Benford telle qu'elle pourrait s'appliquer à l'audit t est tout simplement une forme plus exhaustive d'analyse numérique. Elle examine un compte complet pour déterminer si les chiffres se situent dans la distribution attendue, la non-conformité avec la loi de Benford indique le risque qu'un ensemble de données contienne une fraude.

Sur la base de cette évaluation des risques, l'auditeur peut ensuite choisir d'appliquer des procédures d'audit complémentaires.

La loi de Benford pourrait donc être un outil formidable pour débusquer des fraudes, des erreurs ou des falsifications, car la probabilité décrivant un risque de manipulation de profit serait une information très utile pour les parties intéressées de procéder à des inspections supplémentaires, une méthode déjà largement exploité aux états unis et au canada et qui a permis à l'état d'Arizona en 1993 de récupérer 2 millions de dollars détournés par c. Wayne James Nelson un employé du trésor, un test de comparaison avec la loi de Benford l'avait rendu suspect. L'accusé a déclaré qu'il avait transféré des fonds à des vendeurs fictifs afin de démontrer les défaillances du système informatique. Parce que les choix humains ne sont jamais aléatoires, il est très peu probable que les nombres inventés suivent la loi de Benford. Voici quelques signes divergents dont la loi de Benford aurait attiré l'attention :

Afin de dissimuler la fraude et comme dans bon nombre de cas, le fraudeur a commencé modestement, puis a augmenté les montants en dollars, la majorité des montants étaient légèrement en dessous des 100 000$ car il est possible que des montants plus importants fassent l'objet de contrôles ou requièrent des validations humaines au lieu d'une écriture automatique des chèques. La tendance numérique des montants des chèques est presque opposée à la distribution de Benford. Plus que 90% ont un 7,8 ou un 9 comme premier chiffre, si les fournisseurs avaient été testés par rapport à la loi de Benford, les résultats obtenus auraient également montré une irrégularité dans la distribution du premier chiffre significatif.

Les nombres semblent avoir été choisis pour donner l'apparence du hasard. La loi de Benford est assez contre-intuitive. Les gens ne supposent pas naturellement que certains chiffres sont plus fréquents. Aucun des chèques n'a été dupliqué, il n'y avait pas de chiffres ronds, et tous les montants comprennent des cents. Cependant, inconsciemment, le responsable a répété des chiffres et des combinaisons de chiffres. Parmi les deux premiers chiffres des montants inventés, 87, 88, 93 et 96 ont tous été utilisés deux fois. Pour les deux derniers chiffres, 16, 67 et 83 ont été dupliqués. Il y avait une tendance élevée d'utilisation de grands chiffres comme le 7 et le 9 contrairement à la loi de Benford où ces chiffres sont censés apparaitre plus rarement. Un auditeur familier avec la loi Benford aurait facilement pu constater que ces chiffres - inventés pour paraître aléatoires par quelqu'un qui ignore la loi de Benford - sortent des schémas attendus et méritent donc un examen plus approfondi.

Aussi, en 1993, Christian et Gupta ont découvert un autre phénomène intéressant lié à la pratique. Ils ont analysé les données fiscales afin de découvrir des signes d'évasion fiscale. Ils supposaient que les contribuables avaient l'intention de forcer leur revenu imposable à atteindre le prochain taux d'imposition progressif le plus élevé. Ainsi, les valeurs des taux d'imposition progressifs ont créé les valeurs seuils à surveiller dans les tableaux d'impôt sur le revenu. Toute réduction du revenu imposable de quelques dollars américains au-dessous d'un certain taux d'imposition progressif pourrait éventuellement permettre de réaliser des économies d'impôt substantielles. Selon les analyses des déclarations d'impôt sur le revenu, il est comparable que plus de contribuables ont un revenu se terminant par les chiffres 40-49 et 90-99 par rapport à un revenu se terminant par les chiffres 50 59 et 00-09. Cela indique que les contribuables américains avaient l'intention (et probablement encore l'intention) de forcer leur revenu au-dessous du prochain taux d'imposition progressif le plus élevé des charts américains.

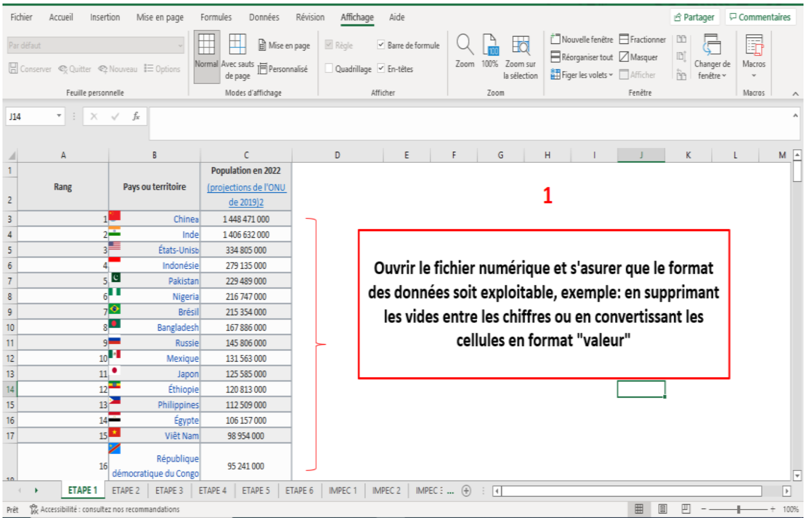
3.1. **Utilisation de la loi de Benford par les auditeurs (cas pratique)**

Si nous voulons proposer l'implémentation de la loi de Benford aux pratiques d'audit, il est important que son utilisation soit rapide et facile car le paramètre temps est un challenge de taille pour un auditeur en mission.

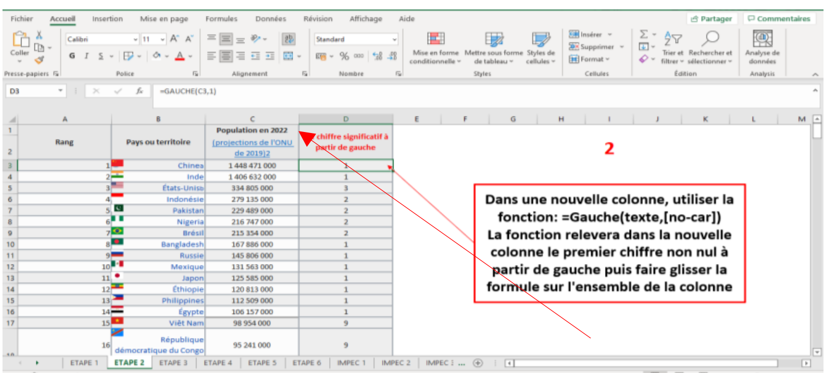
Ci-dessous les différentes étapes détaillées de l'utilisation de la Loi de Benford à l'aide de l'outil Excel.

Nous prenons comme base de données la population mondiale de l'année 2022 par pays[8]. Le but étant de vérifier que cette distribution de données respecte bien la courbe Benford.

- Vérifier l'exploitation de la base de données :

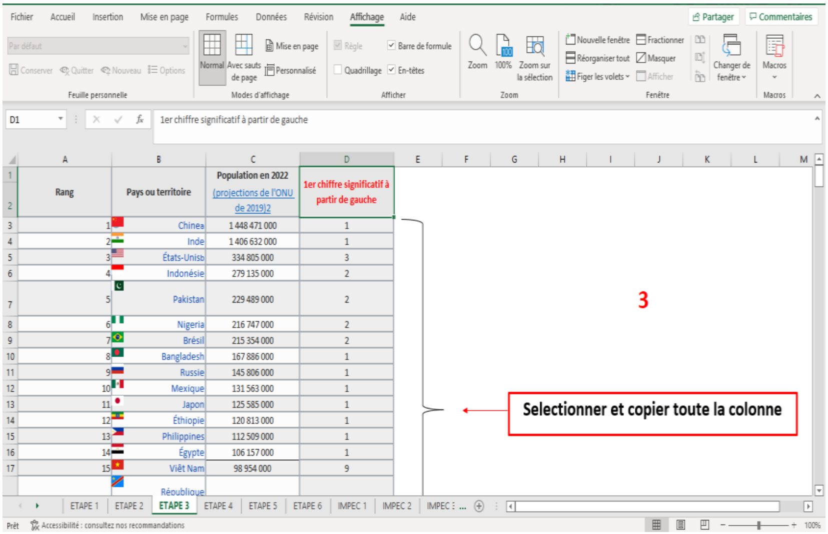


- Relever le premier chiffre significatif :

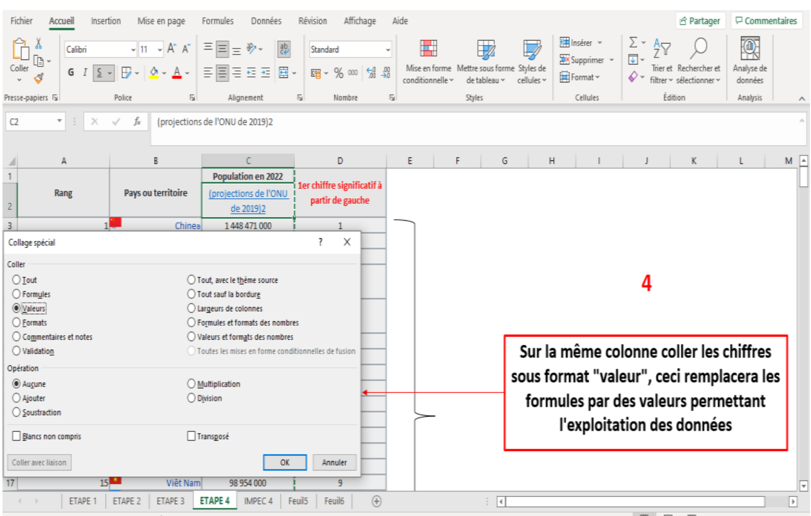


[8] Source : WIKIPEDIA

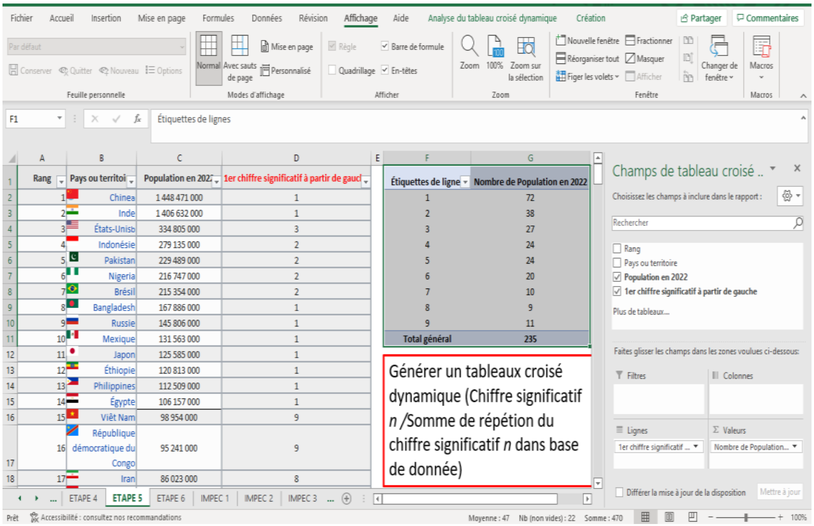
- Sélectionner et copier l'intégralité de la colonne D



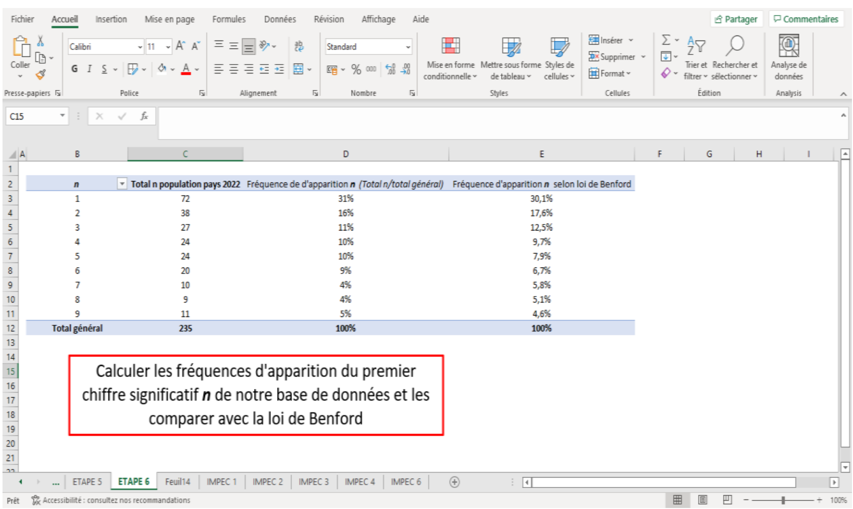
- Coller les chiffres sur la même colonne sous format valeur



- Générer un tableaux croisé dynamique



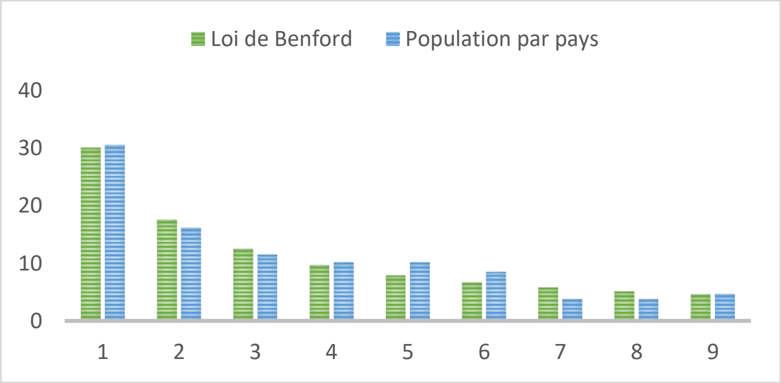
- Calculer la fréquence d'apparition du premier chiffre significatif de notre base de sonnée et comparer avec la courbe Benford



-

3.2. Comparaison des courbes de d'apparition du premier chiffre significatif base de données/Loi de Benford :

Figure 2 Comparaison des probabilités d'apparition du premier chiffre significatif. Population mondiale par pays/Loi de Benford



3.2.1. Interprétation des résultats :

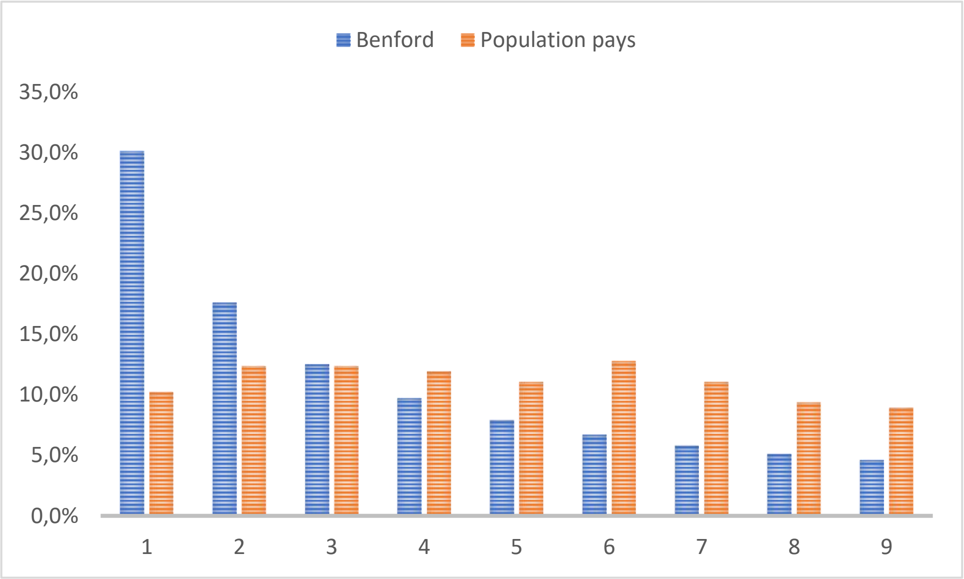
Nous pouvons constater que la série numérique choisit dans cet exemple qui est la population mondiale par pays de l'année 2022, est conforme à la fréquence de distribution de la loi de Benford à savoir, une fréquence considérablement plus importante du chiffre 1 par rapport à l'ensemble des autres chiffres soit plus de 30% de fréquence d'apparition, suivit du chiffre 2 qui est de 16,2%, suivit du chiffre 3 à hauteur de 11,5% et globalement, plus le premier chiffre significatif est grand moins il apparait. Cela confirme que les séries numériques choisi autour de nous et qui n'ont pas été sujettes à une modification de donnés suivent assez bien la théorie de la loi de Benford.

Note : Il est à noter que cette théorie n'est pas propre à une unité de mesure particulière, nous obtiendrons les mêmes résultats en Livre Sterling, en kilomètres ou en grammes. Ce résultat date de 1961 et a été démontré par l'américain Roger PINKHAM. Ce dernier a même montré que la loi de BENFORD est l'unique formulation pour obtenir une loi invariante par changement d'échelle

4. COMMENT DETECTER LES FRAUDES PAR LA METHODE BENFORD ?

Une courbe d'apparition du premier chiffre significatif d'une base de données frauduleuse ou manipulée par l'humain s'éloignerait considérablement de la courbe Benford. Pour prouver ça, nous avons modifié notre base de données sur Excel à l'aide de la fonction =ALEA ()*1000000000. Nous obtenons le graphe suivant.

Figure 3 : Comparaison des probabilités d'apparition du premier chiffre significatif. Population mondiale par pays (base de donnée modifiée)/Loi de Benford



Nous constatons clairement que la courbe de notre base de données modifiée s'éloigne considérablement de la courbe Benford.

Cette conclusion confirme la théorie stipulant que la loi de Benford à la capacité de révéler des manipulations de données ou des fraudes.

5. CONDITIONS D’UTILISATION DE LA LOI DE BENFORD :

Dans la plupart des cas où l’on analyse un ensemble de données numériques, nous pouvons nous attendre à une conformité étroite à la loi de Benford. Il reste cependant nécessaire de s’assurer que les conditions suivantes soient remplies :

- Toutes les données doivent être enregistrées dans la même unité, cela implique que toutes les données devront décrire le même phénomène
- L’ensemble de données doit être exhaustif et ne doit contenir aucune limitation ou seuil inhérent.
- L’ensemble de données ne doit contenir aucun numéro attribué, les numéros attribués ont pour but l’identification d’une information lambda et ne résultent donc d’aucun processus mathématique naturel, par exemple si vous construisez une série de nombres avec un générateur de nombres aléatoires installé sur votre ordinateur, vous devriez en principe avoir une répartition uniforme de leurs 1ers chiffres significatifs. Attention, de tels générateurs ne sont jamais tout à fait aléatoires car leur fonctionnement est déterministe, c’est pourquoi on devrait plutôt parler de nombres pseudo-aléatoires. Dans tous les cas, vous n’obtiendrez pas une série de nombres obéissant à la loi de Benford ! ainsi les numéros d’identité, les comptes bancaires et les numéros de téléphone non plus ne seront pas conformes à la distribution Benford.

6. UTILITE DE LA LOI DE BENFORD POUR DETECTER LES FRAUDES :

Dans le *Journal of Forensic Accounting*, un article publié en 2004 met en avant les clés de l'utilisation efficace de la loi de Benford. Premièrement, il faut connaître les types de postes comptables ou les types de données devant suivre la loi de Benford. Les auteurs proposent la classification suivante qui donnent des pistes de réponses à cette première condition

Quand la loi de Benford semble utile	**Exemples**
Ensemble de nombres qui résulte de combinaisons mathématiques d'autres nombres- résultat venant notamment de deux distributions de données économiques et/ou comptable	Chiffres d'affaires (ventes*prix) Achats de matières premières et marchandises (achats*prix
Données sur le volume des transactions	Décaissements, ventes, dépenses
Ensemble de données « larges » -plus on a de données, plus l'analyse est pertinente	Transactions durant un exercice comptable
Comptes ou montants comptables, qui semblent se conformer à la loi de Benford - quand la moyenne de la série est supérieure à la médiane et la skewness (coefficient d'asymétrie) est positive.	La plupart des séries de nombres comptables
Quand la loi de Benford semble inutile	**Exemples**
Séries de données constituées de nombres attribués arbitrairement (2)	Numéros de chèques, de factures, codes postaux
Nombres pouvant influencer la « pensée humaine » (2)	Prix fixés à des seuils psychologiques (1,99$), retraits aux guichets automatiques bancaires (20, 40…euros)
Comptes où transitent des gros montants à destination d'un nombre précis d'entreprises (2)	Un compte spécifiquement créé pour enregistrer une opération de refinancement de 100$
Comptes avec une borne minimale et/ou une borne maximale (2	Ensemble d'actifs qui doivent dépasser un seuil pour être enregistré
Transactions qui ne donnent pas lieu à un enregistrement comptable (1)	Vols, pots-de-vin, « contrats à l'amiable »

7. CONCLUSION :

Dans cette étude, nous avons abordé la possibilité d'utiliser la loi de Benford par les auditeurs financiers afin d'optimiser et de renforcer l'efficacité de leur contrôles antifraude. Dans la première section nous avons procédé à une revue historique et théorique de la loi de Benford. Son origine, ses caractéristiques ainsi que sa formulation mathématique.

Dans la deuxième section nos avons appliqué la loi de Benford à un cas pratique et avons expliqué de manière détaillée les différentes étapes d'utilisation de la loi de Benford à l'aide de l'outil Excel et ce en prenant comme base de données la population dans 235 pays du monde. Cette étape nous a permis de tester la fiabilité de la loi de Benford et les résultats y étaient étroitement conforme. A savoir, les probabilités d'apparition des chiffre 1 à 9 comme premier chiffre significatif étaient conformes à la fréquence de distribution de la loi de Benford.

Nous avons ensuite voulu tester que la loi de Benford faisait ressortir des anomalies en cas de base de données manipulée. Nous avons volontairement modifié les populations des différents pays en utilisant la fonction ALEA sur Excel, et avons obtenu les résultats escomptés. A savoir les séries numériques manipulés ou frauduleuses s'éloignent largement de la distribution de la loi de Benford. Nous avons à travers cette étude vérifié la fiabilité de la loi de Benford dans la détection de fraudes et nous pouvons conclure que la loi de Benford est un outil efficace pour déceler des fraudes. Nous suggérons son implémentation dans les procédures d'audit externe afin de renforcer l'efficacité des contrôles antifraudes.

Il est cependant à noter que L'éloignement de la loi de Benford peut amener à une suspicion de fraude mais ce j'est en aucun cas une preuve, d'autant plus que des comptabilités tout à fait honnêtes peuvent s'en éloigner fortement. Rien ne permet d'affirmer non plus que des données comptables qui suivent la loi de Benford soient nécessairement honnêtes.

BIBLIOGRAPHIE:

1 Benford, F. (1938), 'The Law of Anomalous Numbers', Proceedings of the American Philosophical Society, Vol. 78, No. 4, pp. 551-572.

2 Busta, B. and Weinberg, R. (1998), 'Using Benford's law and neural networks as a review procedure', Managerial Auditing Journal, Vol. 13, No. 6, pp. 356-366.

3 Carslaw, C. A. P. N. (1988), 'Anomalies in Income Numbers: Evidence of Goal Oriented Behavior', The Accounting Review, Vol. 63, No. 2, pp. 321-327.

4 DeAngelo, L. E. (1981a), 'Auditor Independence, 'Low Balling', and Disclosure Regulation', Journal of Accounting and Economics, Vol. 3, No. 2, pp. 113-127.

5 DeAngelo, L. E. (1981b), 'Auditor Size and Audit Quality', Journal of Accounting and Economics, Vol. 3, No. 3, pp. 183-199.

6 Diaconis, P. and Freedman, D. (1979), 'On Rounding Percentages', Journal of the American Statistical Association, Vol. 74, No. 6, pp. 359-364.

7 DJAARA, Ossama Omar (2012) Approches de l'auditeur externe pour détecter les opérations de fraude à l'information financière des sociétés par actions. Etude exploratoire dans les bureaux d'audit externe en Jordanie, revue des études des sciences administratives, vol. 39, N° 2

8 ALKHALIDI et ALDJOBORI (2013) Le rôle de la comptabilité judiciaire dans la détection de fraude financière et administrative.Vol. 19, N° 70, Université de Bagdad.

9 DURTSCHI, Cindy, HILLISON, William et PACINI, Carl (2004) The effective use of Benford's law to assist in detecting fraud in accounting data. Journal of forensic accounting, vol. 5, N° 1, p.19

10 Hill, T. P. (1995a), 'Base-Invariance implies Benford's Law', Proceedings of the American Mathematical Society, Vol. 123, No. 3, pp. 887-895.

11 Hill, T. P. (1995b), 'The Significant-Digit Phenomenon', The American Mathematical Monthly, Vol. 102, No. 4, pp. 322-327.

12 Hill, T. P. (1995c), 'A Statistical Derivation of the Significant-Digit Law', Statistical Science, Vol. 10, No. 4, pp. 354-363.

13 NIGRINI, Mark J.et MITTERMAIER Linda J. (1997)The Use of Benford's Law as an aid in analytical procedures.Auditing: AJournal of Practice& Theory,vol. 16, N° 2.

14 NIGRINI, Mark. Benford's Law: Applications for forensicaccounting, auditing, and fraud detection. John Wiley& Sons, 2012 , p.115