

Une application de la théorie des valeurs extrêmes (TVE) sur les rendements du brut de référence européenne : Le Brent

M^{lle} ZOUADI Nihad*

Abstract:

Recently, the theory of extreme values (TEV) received a lot of attention. The fields of application are very varied. However, this type of analysis is very limited to analyze the risks incurred in the oil market, whereas these techniques can probably help the quantitative study of the risks. For this purpose, a modeling of maximum fluctuations in Brent yields was carried out in order to arrive at the end to propose a return level approximation.

Keys word :Yield, Brent, TEV, Return level.

Résumé :

Dernièrement, la théorie des valeurs extrêmes (TVE) a reçu beaucoup d'attention. Les domaines d'applications sont en effet très variés. Cependant, ce type d'analyse est très limité pour analyser les risques encourus sur le marché pétrolier, alors que ces techniques peuvent sans doute aider à l'étude quantitative des risques. Dans ce but, une modélisation des fluctuations maximales des rendements du Brent a été effectuée afin d'arriver à la fin à proposer une approximation de niveau de retour.

Les mots clés: Rendements, Brent, TVE , Niveau de retour.

المخلص:

في الأونة الأخيرة، عرفت نظرية القيم القصوى الكثير من الاهتمام , مجالات تطبيقها جد متنوعة . ومع ذلك، فإن هذا النوع من التحليل محدود جدا في مجال تحليل مخاطر أسواق النفط، في حين أن هذه التقنيات يمكن أن تساعد بكل تأكيد في دراسة و تقييم مخاطرها الكمية. لهذا الغرض، ارتأينا استخدام نموذج إحصائي لدراسة التقلبات القصوى لعائد البرنت باستعمال هذه النظرية ، من أجل الوصول في نهاية المطاف إلى اقتراح تقديرات لمستويات عودة تقريبية محتملة.

الكلمات المفتاحية: العائد، البرنت، نظرية القيم القصوى، مستوى العودة.

* طالبة دكتوراه سنة ثالثة - تخصص: إحصاء تطبيقي. المدرسة الوطنية العليا للإحصاء و الاقتصاد المطبق.

Introduction:

La théorie des valeurs extrêmes (TVE) est une branche des statistiques qui mesure les déviations extrêmes de la distribution de probabilité par rapport à la moyenne, elle étudie l'occurrence d'événements extrêmes tels que les catastrophes naturelles pour les assureurs, ou les crises boursières pour les financiers ou encore, les épidémies pour un État. Ce sont des événements imprévus aux conséquences désastreuses, c'est pourquoi il est important de prévoir l'occurrence de tels événements.

Cette théorie n'est pas nouvelle, elle a été employée avant par des hydrologistes, mais elle est relativement nouvelle dans les modèles de gestion du risque financier. Elle a apparue entre 1920 et 1940, grâce à Fréchet, Fisher et Tippett, Gumbel et Gnedenko, et elle joue un rôle de plus en plus important dans le traitement de la modélisation des événements rares, puisque son application fournit une méthode relativement sûre pour l'extrapolation au-delà de ce qui a été observé (EMBRECHTS et al, 1997).

À travers cette étude, nous allons essayer de savoir ce que peuvent les statistiques face aux événements extrêmes? Autrement dit, la modélisation des valeurs extrêmes en utilisant la TVE peut-elle réellement prévoir et quantifier le risque encouru par les chocs pétroliers sur les fluctuations maximales des rendements?

Pour bien cerner la problématique posée ci-dessus, les questions suivantes seront le noyau de ce travail :

- Par quelles mesures la TVE permet de mise en place d'un système d'évaluation, d'intervention et de prévention face aux fluctuations maximales des rendements sur le marché pétrolier encouru par les chocs pétroliers?
- Comment peut-on savoir le niveau de rendement attendu d'être dépasser en moyenne une fois chaque T période ?

Afin d'arriver à nos objectifs et répondre à notre problématique, nous nous sommes basés sur les hypothèses suivantes :

- Les outils probabilistes traditionnels développés dans un univers gaussien sont inadaptés à la compréhension des comportements des fluctuations extrêmes ;
- Toutes les formules utilisées sont valables et basées sur l'hypothèse *iid* des observations.

1) Concepts et définitions:

Le pétrole a toujours fasciné les hommes, c'est ainsi que tous les grands événements mondiaux ont un rapport direct ou indirect avec ce produit énigmatique, qui a fait le bonheur des uns, et le malheur des autres. Mais d'où vient le pétrole?

1-1) L'origine du pétrole :

C'était en 1859, en Pennsylvanie, le forage du premier puits de pétrole, le pétrole que nous consommons aujourd'hui et qui s'est formé plusieurs dizaines de millions d'années auparavant. Lors des forts réchauffements planétaires qui ont eu lieu il y a 150 puis 90 millions d'années, des sédiments riches en matière organique (algues et autres micro-organismes) se sont déposés au fond des mers et des lacs. En se mélangeant à d'autres sédiments, ils ont alors formé des schistes au sein desquels cette matière organique, lorsque la température et la pression étaient favorables, s'est lentement transformée en hydrocarbures (des molécules composées de carbone et d'hydrogène). Ces hydrocarbures ont ensuite été expulsés par la pression tectonique, sous forme de gouttelettes microscopiques¹, qui se sont accumulées dans une roche-réservoir (un futur gisement de pétrole).

1-2) Classifications des bruts :

Les conditions géologiques et la nature des couches successives des sédiments qui se mêlent au kérogène, qui lui-même est différent d'une poche à une autre, font que chaque puits renferme un pétrole ayant des caractéristiques propres et différentes des autres puits. Il existe donc autant de qualités de pétrole qu'il y'a de puits de pétrole dans le monde. Néanmoins, le pétrole est classifié souvent, suivant ses deux composantes majoritaires où la combinaison de ces deux dernières nous renseigne sur la qualité des bruts :

- 1- La mesure de sa viscosité, qui traduit sa densité exprimée en "API" ². Plus le degré d'API est élevé plus le brut est léger (essence, gazole) et donc mieux valorisées que le fioul lourd sur le marché. Ce qui explique l'augmentation du prix du brut avec le degré d'API.

La mesure de cette densité donne la classification suivante :

Tableau 1 : La classification des bruts selon le degré d'API

Types	Degré d'API
Léger "light"	Si le degré d'API est supérieur à 31.1
Moyen "medium"	S'il est compris entre 22.3 et 31.1
Lourd "heavy"	S'il est compris entre 10 et 22.3
Extra lourd "extra heavy"	S'il est inférieur à 10 .

Source: élaborée par l'auteur

- 2- La teneur en soufre, c'est une autre caractéristique essentielle qui classe les bruts en deux types districts : les bruts avec une faible teneur (inférieure à 0.5 % du poids) qualifiés de doux "sweet", au-delà, ils sont qualifiés de sulfures "sour". Ce qui nécessite des utilisations supplémentaires de raffinage afin de respecter les normes environnementales appliquées dans les pays consommateurs, exigeant une faible teneur en soufre pour les produits raffinés.

Actuellement, 60 % des pétroles bruts dans le monde sont de type sulfuré, et ce pourcentage s'élève à 80 % en considérant les réserves non encore exploitées.

Le tableau ci-dessous nous renseigne sur les qualités des principaux pétroles :

Tableau 2 : La qualité des principaux pétroles dans le monde.

Nom du pétrole	Gravité API	Teneur en soufre	Appellation
Brent	38	0.4	Léger doux
West Texas intermediate (WTI)	36.4	0.48	Léger doux
Dubaï	31	2	Moyen sulfuré
West Texas Sour (WTS)	30.2	1.5	Moyen sulfuré
Alaska North Slope (ANS)	24.8	1.04	Moyen sulfuré

Source : Secrétariat de la CNUCED (conférence des Nations unies sur le commerce et le développement)

1-3) La formation des prix:

Avec la nationalisation des moyens de production de pétrole brut, depuis les années 70, la vente de brut s'opère soit d'État à État, soit par contrat d'État à des sociétés pétrolières, soit d'État à des négociants qui revendent le pétrole sur les marchés mondiaux.

Ces stratégies de commercialisation font le plus souvent référence à des formules spécifiques, formules de prix basés sur des cours internationaux (de référence), mais depuis le milieu des années 90, les prix sur les marchés physiques qui servaient de référence, sont de plus en plus souvent remplacés par les cours négociés sur les marchés à terme où elle se rencontre l'offre et la demande.

En général, la formule utilisée pour obtenir le prix d'un brut X vendu est définie comme suit :

$$\text{Prix d'un brut } X = \text{prix du brut de référence} + \text{différentiel}$$

Telle que le différentiel est un facteur d'ajustement qui dépend de 2 variables :

- La différence de qualité (différence de possibilités de raffinage) ;
- Et la différence de coût du transport.

2) Théorie des valeurs extrêmes : Généralité

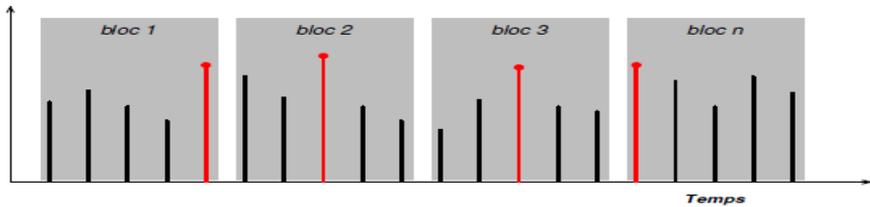
Historiquement la première approche développée dans l'analyse des valeurs extrêmes pour une population donnée, est celle des blocs maxima connus par «la distribution des valeurs extrêmes généralisées : (GEV)», introduite par JENKINSON en 1955 apportée aux données qui consistent en un ensemble des maximums : annuels journaliers, semestriels journaliers, trimestriels journaliers, etc., et qui regroupe trois lois d'extrêmes : Gumbel, Weibull et Fréchet.

2-1) Loi généralisée des valeurs extrêmes (GEV) :

Nous supposons avoir une suite initiale d'observations Z_1, Z_2, \dots, Z_n issue d'une fonction de distribution inconnue F (aucune hypothèse n'est présupposée). Cet échantillon est séparé en k blocs disjoints de même longueur s (un bloc peut correspondre à un mois, un an, etc.).

Les données $X_{11}, \dots, X_{1k}, \dots, X_{n1}, \dots, X_{nk}$, $i = 1, \dots, k$ sont iid avec comme fonction de distribution F . Nous nous intéressons aux maxima de ces k blocs : $M_n = \max (X_{11}, \dots, X_{nk})$, qui forment l'échantillon de données supposées iid X_1, \dots, X_n .

Figure 1 : La méthode des maxima par blocs.



Source : élaborée par l'auteur

Le principal résultat de cette approche repose sur le Théorème de Fisher et Tippet (1928), qui permet de caractériser la loi de la distribution des extrêmes (EMBRECHTS, 1997) dont la première preuve rigoureuse est due à Gnedenko (1943).

✚ Le Théorème de Fisher-Tippet :

Supposons n variables aléatoires X_1, \dots, X_n indépendantes et de mêmes lois de distribution F . S'il existe des constantes : (a_n) et (b_n) de normalisation et une fonction distribution G non dégénérée, telles que :

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \Pr \left(\frac{x_n^+ - b_n}{a_n} \leq x \right) = G(x) \quad \forall x \in \mathbb{R}$$

Où x_n^+ représente la valeur maximale d'un échantillon.

Alors G est une distribution standard des valeurs extrêmes qui appartient à l'un des 3 types de distributions suivantes :

Type I (Gumbel) $G(x) = \exp(-e^{-x}) \quad x \in \mathbb{R} \quad g(x) = \exp(-x - e^{-x})$

Type II (Frechet) $G(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ \exp(-x^{-\alpha}) & x > 0 \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 0 \\ \alpha x^{-(1+\alpha)} \exp(-x^{-\alpha}) & x > 0 \end{cases}$

Type III (Weibull) $G(x) = \begin{cases} \exp(-(-x)^\alpha) & x \leq 0 \\ 1 & x > 0 \end{cases} \quad g(x) = \begin{cases} \alpha (-x)^{\alpha-1} \exp(-(-x)^\alpha) & x \leq 0 \\ 0 & x > 0 \end{cases}$

Ce théorème³ donne un résultat très intéressant : quelle que soit la loi limite de la variable parente, la loi limite des extrêmes a toujours la même forme. Bien que le comportement de ces lois soit complètement différent, elles peuvent être combinées en un seul para métrisation contenant un unique paramètre (indice de queue), qui contrôle la « lourdeur » de la queue d'une loi appelée « loi des valeurs extrêmes généralisée ».

$$G_{\xi}(x) = \begin{cases} \exp\left\{-\left(1 + \xi x'\right)^{-\frac{1}{\xi}}\right\}, & \xi \neq 0, \quad 1 + \xi x' > 0 \\ \exp\left\{-\exp(-x')\right\}, & \xi = 0, \quad -\infty \leq x' \leq +\infty \end{cases}$$

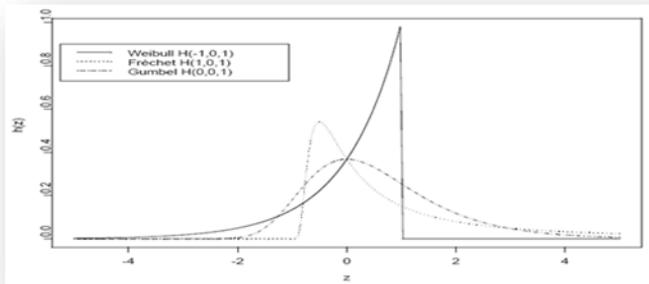
Tel que :

Où G est une fonction de répartition non dégénérée et ξ et σ sont les paramètres de dispersion et d'échelle respectivement.

Cette fonction de distribution correspond à la loi de probabilité de Von Mises-Jenkinson, mais elle est plus connue sous le nom de "Generalized Extreme Value distribution" (GEV). Sachant que les valeurs prises par le paramètre de forme ξ nous définissent les lois suivantes :

- Une loi de Gumbel lorsque $\xi = 0$, qui présente une décroissance de type exponentiel dans la queue de la loi. Utilisé généralement comme référence, notamment graphiquement, pour mesurer l'écart entre les lois empiriques et la loi normale.
- Une loi non bornée, Fréchet lorsque $\xi > 0$. Ce qui est couramment constaté et rencontré avec les données des domaines financiers et macroéconomiques.
- Et une loi bornée, Weibull lorsque $\xi < 0$, ce qui est rarement rencontré dans le domaine financier ou macroéconomique grâce à leur variation qui sont généralement non bornées, dont la mesure où on peut toujours rencontrer des variations extrêmes.

Figure 2 : Densité de la distribution $GEV (; 0;1)$



Source : RAGGAD Bechir, « fondements de la théorie des valeurs extrêmes, ses principales applications et son apport a la gestion des risques du marché pétrolier », Mathematics and Social Sciences (47e année, n° 186), 2009, p. 37.

2-2) Estimation paramétrique :

En se référant à la littérature, on note diverses méthodes qui ont été proposées pour estimer les paramètres des lois GEV. Parmi eux on trouve la méthode basée sur le maximum de vraisemblance (Smith, 1987), la méthode des moments pondérés (Greenwood et al. 1979), la méthode des moments (Christopeit, 1994) ou encore les méthodes bayésiennes (Lye et al. 1993).

Il existe également des approches semi-paramétriques pour l'estimation de l'indice de queue. Les plus utilisées en pratique sont l'estimateur de Pickands (Pickands, 1975), l'estimateur de Hill (Hill, 1975) pour le cas des lois de type Fréchet uniquement et l'estimateur de Dekkers-Einmahl-de Hann (Dekkers *et al.*, 1989)⁴.

Cependant, suivant le type de problématique que l'on a, on va avoir besoin non seulement d'un estimateur de paramètre de forme, mais aussi d'un estimateur de paramètre d'échelle. C'est typiquement le cas par exemple si l'on s'intéresse à l'estimation d'un quantile extrême.

2-3) Le niveau de retour:

Pour une variable aléatoire X , le niveau de retour R , associé à la période de retour T , est la valeur que X dépasse en moyenne 1 fois au

cours de T observations. C'est le niveau attendu d'être dépassée une fois sur T périodes de longueur L.

Donc le niveau de retour $= (1 -)$, est le quantile de $(1 -)$ associé à la période du retour T. C'est l'équivalent d'une mesure prudente de risque dans les marchés financiers qui peut mesurer la perte maximale d'un portefeuille.

Si $L=1$, une valeur de R_{20} égale à 5% cela signifie que la perte maximale observée au cours d'une période d'une année dépasse les 5% en moyenne une fois tous les vingt ans.

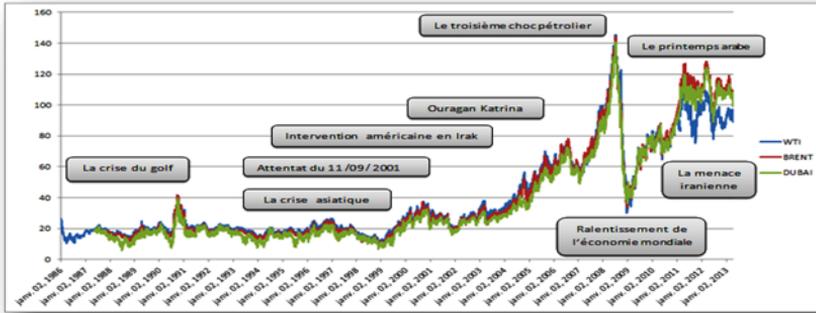
3) Application : La modélisation des fluctuations maximales des rendements par la méthode BM

Au début, l'objectif souligné de notre travail était d'appliquer cette théorie sur les fluctuations maximales des rendements du pétrole algérien « le Saharan Blend ». Mais vu que notre étude va nécessiter de longues séries des cours journalières du marché physique à livraison immédiate ou quasi immédiate, la collecte des données n'était pas facile. Nous avons rencontré beaucoup de difficultés sur le plan pratique dû au manque d'une base de données suffisante (assez long) et aux importantes omissions enregistrées dans certaines périodes dans la série. Des raisons qui nous ont entravés pour atteindre nos objectifs prononcés.

Pour surmonter ce problème, on a opté pour la seconde bonne alternative : le brut sur lequel notre pétrole fait référence dans la détermination de son prix « le Brent » ; le brut de référence européenne.

À cet effet, et dans le but d'assurer la fiabilité des données, on a utilisé une série de **6674** observations journalière, dont **109** observations retenues comme maxima trimestriels, fournis par l'Institut Algérien du Pétrole **IAP de Boumerdes** couvrant une période allant du **20/05/1987** au **15/04/2013**. Le choix de cette période est justifié par l'importance des chocs pétroliers survenant ainsi qu'à l'augmentation de la volatilité des cours des bruts au cours de cette période comme le montre le graphique ci-dessous.

Figure 3 : Le cours spot du baril des principales références au marché physique



Source: élaborée par l'auteur

3-1) Étude de l'indépendance des valeurs maximales trimestrielles :

Une des principales hypothèses nécessaires à respecter, afin d'appliquer cette approche, est que les observations retenues doivent être indépendantes et identiquement distribuées (*iid*).

Pour s'assurer, l'hypothèse d'*iid* des observations va être examinée au biais de deux tests : le test de Breusch-Godfrey pour vérifier l'indépendance et le test de Wilcoxon pour vérifier l'homogénéité.

Test d'hypothèses :

a. Test d'indépendance (Breusch-Godfrey serial correlation LM test):

Série	Statistics value	P - value
RBrent	1.159	0.317

Source: élaborée par l'auteur

La probabilité du test est supérieure à 5%, ce qui veut dire qu'on accepte l'hypothèse nulle de la non-corrélation des observations. Les

tests d'auto corrélation sont conçus pour vérifier si les résidus suivent un bruit blanc. Puisque les résidus obéissent à un bruit blanc, donc il ne doit pas exister d'auto corrélation dans les séries.

b. Test d'homogénéité (Wilcoxon test):

Série	Statistique de Wilcoxon	Région critique	
		C 1	C 2
RBrent	3054	2646.6	32 93 .4

Source: élaborée par l'auteur

La statistique de Wilcoxon est comprise à l'intérieur de la région critique, ce qui veut dire qu'on accepte l'hypothèse H0 de l'homogénéité des observations.

Ceci signifie que la série des fluctuations maximales des rendements trimestriels est constituée par des valeurs indépendantes et identiquement distribuées, et donc la modélisation par les blocs maxima est faisable.

Tableau 3 : Statistiques préliminaires de l'échantillon des maxima trimestriel retenu du Brent

	RBRENT
Période	21/05/1987-23/05/2014
Nombre d'observations	109
moyenne	0.0555
Ecart type	0.0307
Max	0.1813
Min	0.0173
Q1	0.0344
Médiane	0.0499
Q3	0.0624
Asymétrie (Skewness)	1.9321
Aplatissement (Kurtosis)	7.5098

Source : élaborée par l'auteur

D'après ce tableau on remarque :

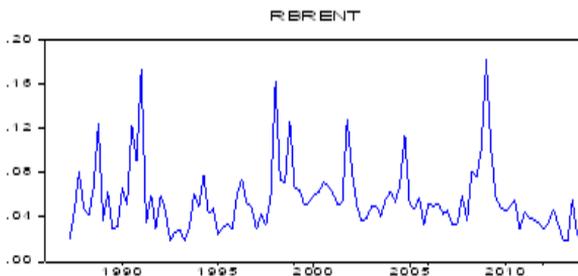
- La série des rendements trimestriels du Brent se caractérise par une moyenne faible avec une dispersion plus au moins élevé.
- L'hypothèse de normalité est refusée par la mesure des coefficients d'asymétrie (Skewness) et d'aplatissement (Kurtosis) qui, sous l'hypothèse de la normalité prennent respectivement les valeurs 0 et 3, mais d'après ce tableau on voit clairement que :
 - Le coefficient d'asymétrie est positif prouvant ainsi que la loi des cours est **asymétrique** à gauche (une distribution décalée à gauche de la moyenne), et donc une queue de distribution étalée vers la droite.
 - Le coefficient d'aplatissement est supérieur à 3 prouvant aussi que c'est une répartition **leptokurtique** ou sur normale, c'est-à-dire moins aplati qu'une densité normale.

Ceci dénote que la queue de loi empirique des rendements de ce brut est asymétrique et plus épaisse que celle de la loi normale ; qui peut être une loi de Gamma, Weibull, exponentielle, Beta...etc.

3-2) Étude de stationnarité :

Après avoir donné un aperçu général sur les principales caractéristiques de l'échantillon des maxima trimestriels retenus, nous allons commencer notre modélisation par une présentation graphique de ce dernier.

Figure 4 : Maxima trimestriels des fluctuations des rendements du BRENT.



Source : élaborée par l'auteur

Un examen rapide de ce graphique, montrant l'évolution des fluctuations des rendements maximaux du Brent défini par $\log(\dots) - \log(\dots)$, nous permet de constater que la série n'est pas affectée d'une tendance, elle apparaît stationnaire. Toutefois, cela ne nous n'empêche pas de vérifier sa stationnarité.

✚ Le modèle adéquat :

Les résultats des tests du rapport de vraisemblance effectué pour distinguer entre les différents modèles de la GEV afin de choisir le modèle qui ajuste le mieux nos données sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les résultats des TRV pour choisir le modèle adéquat.

	Modèle	GEV0 ; GEV1	GEV0 ; GEV2	GEV1 ; GEV2
BRENT	La statistique TRV	0.7679	1.8298	1.062
	χ^2	3.8415	5.9915	3.8415
	Décision	GEV0	GEV0	GEV1

Source : élaborée par l'auteur

D'après ce tableau, on constate que le modèle GEV stationnaire est le meilleur modèle qui ajuste les fluctuations trimestrielles maximales des rendements que nous sommes en train de les analyser.

3-3) Estimation du modèle GEV stationnaire :

Le tableau suivant nous résume les paramètres estimés du modèle GEV0 et leurs intervalles de confiance élaborés à l'aide du logiciel R 2.13.1, on se basant sur la méthode de maximum de vraisemblance qui a prouvé son efficacité, à travers une étude de simulation, pour des échantillons de maxima supérieurs ou égal à 100 observations (HOSKING & al.1987).

Tableau 5 : Estimation du modèle GEV stationnaire par MV

Séries/ Paramètres	BRENT	
	estimation	IC à 95%
μ	0.041	[0.037 ; 0.045]
σ	0.018	[0.015 ; 0.021]
ξ	0.168	[0.020 ; 0.317]
Log vraisemblance	253.561549974342	

Source: élaborée par l'auteur

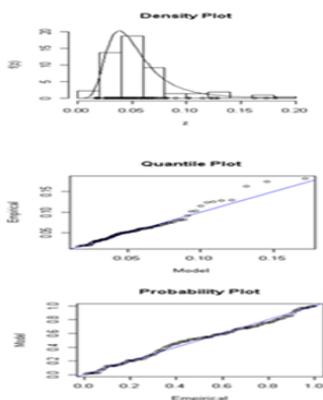
Telle que μ est le paramètre de position, δ le paramètre d'échelle et ξ le paramètre de forme qui est lié au caractère leptokurtique de la fonction de distribution. La valeur prise par le paramètre nous informe sur le poids de la queue dans la distribution parente. Plus la valeur de cet indice est élevée, plus la queue de la distribution est épaisse et donc la probabilité d'occurrence de rentabilités extrêmes, notamment le risque de perte extrême est plus important que ce que prévoit la loi normale (LONGIN, 1996).

Donc, à partir de ces résultats, le paramètre de forme ξ est positif ainsi que son intervalle de confiance ce qui signifie que les maxima trimestriels des rendements de cette série appartiennent au domaine d'attraction de Fréchet de paramètre (0.041, 0.018, 0.168).

3-4) Validation du modèle choisi :

La validation d'un modèle peut être facilitée par l'emploi des tests : graphiques (densité plot, PP plot et QQ plot) et/ou statistiques bien connus (le test de Kolmogorov-Smirnov et d'Anderson Darling). Dont l'objectif est d'examiner si un échantillon donné provient vraiment d'une distribution fixée à l'avance, dans notre cas une loi de **Fréchet**, où les résultats sont présentés ci-dessous :

Figure 5 : validation graphique et empirique du modèle choisi



Fréchet (3P)					
Kolmogorov-Smirnov					
Taille de l'échantillon	109				
Statistique	0,0642				
Valeur de P	0,73532				
Rang	1				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valeur critique	0,10277	0,11714	0,13007	0,1454	0,15603
Rejeter?	Non	Non	Non	Non	Non
Anderson-Darling					
Taille de l'échantillon	109				
Statistique	0,50984				
Rang	1				
α	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Valeur critique	1,3749	1,9286	2,5018	3,2892	3,9074
Rejeter?	Non	Non	Non	Non	Non

Source: élaborée par l'auteur

Interprétation des tests :

À gauche, nous retrouvant la validation graphique, montrant quelques diagnostics qui peuvent nous informer sur la qualité d'ajustement de nos données avec un modèle GEV stationnaire.

D'après la densité plot ; on voit clairement que nos données, qui sont représentées par un histogramme, sont bien ajustées à une loi bornée par le bas (loi de Fréchet) avec une queue de distribution étalée vers la droite qui est présentée par une courbe. Même chose pour le PP et le QQ plot où on voit que tous les points sont alignés, c.-à-d. qu'ils forment un nuage de points de forme linéaire, ce qui signifie que les maxima trimestriels des fluctuations des rendements du Brent sont bien ajustés par la distribution de GEV0, à l'exception de certaines observations, particulièrement élevées, des observations aberrantes au niveau du quantile Plot.

À droite, nous retrouvant la validation statistique, qui nous confirme le constat de la validation graphique, à travers les résultats obtenus par ses deux tests, pour toutes les valeurs d'alpha. Où toutes les valeurs tabulées sont supérieures à la valeur calculée du test

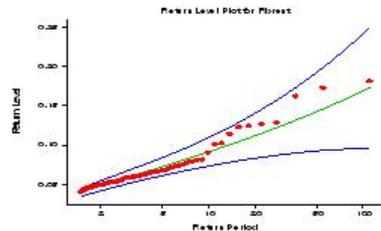
montrant ainsi que la distribution de Fréchet est celle qui ajuste le mieux nos extrêmes.

3-5) Le niveau de retour:

Après avoir ajusté nos données avec la distribution adéquate qui les présentent le mieux, on est arrivé à notre intérêt de ce travail, celui d'établir, avec une manière la plus fiable possible, le niveau de retour qui est susceptible d'être dépassé en moyenne une fois pendant une période donnée, étant donné deux ans, 5, 10 voire même 20 ans. Nous aimerions connaître la grandeur qui sera probablement excédée au moins une fois durant cet intervalle de temps futur. Le quantile estimé pour ces quatre périodes de retour ainsi que leurs intervalles de confiances élaborés à l'aide du logiciel GenStat V.7 sont présentés dans le graphe et le tableau associé suivant :

Tableau 6 : Le niveau de retour estimé pour les quatre périodes et leur IC à 95%.

Séries / Période de retour	BRENT	
	NR	IC
T= 2 ans	0.048	[0.042 ; 0.055]
T= 5 ans	0.073	[0.061 ; 0.084]
T=10 ans	0.091	[0.073 ; 0.110]
T= 20 ans	0.112	[0.083 ; 0.141]



Source: élaborée par l'auteur

D'après ce tableau et son graphe associé, figurant le quantile estimé pour différentes périodes de retour à partir des paramètres calculés précédemment, nous pouvons voir clairement l'existence d'une relation croissante entre les niveaux et les périodes de retour ainsi que leurs intervalles de confiance qui s'élargit plus à fur et à mesure qu'on avance du temps. Citons comme exemple la période de retour de 10 ans, où nous devons attendre environ 10 ans en moyenne pour observer un niveau de rendement de 0.091 \$/b ou encore 20 ans pour avoir un niveau de rendement de 0.112 \$/b.

Conclusion:

Depuis toujours, la statistique était associée à la notion de moyenne et d'écart-type, notamment dans les sciences sociales où les statistiques se résument parfois au calcul des moyennes ou à l'évaluation de la dispersion d'une série de valeur autour de sa moyenne.

Par définition, les événements rares sont des événements ayant une faible probabilité d'apparition. Lorsque le comportement de ces événements est dû au hasard on peut étudier leur loi, et donc notamment étudier leur distribution. Ils sont dits valeurs extrêmes puisqu'il s'agit de valeurs beaucoup plus grandes ou plus petites que celles observées habituellement.

Tout au long de ce travail, malgré toutes les difficultés rencontrées sur le plan pratique, nous avons tenté d'ouvrir juste une petite fenêtre sur la modélisation d'un événement extrême, à travers la TVE uni variée en utilisant l'approche des blocs maxima. Afin d'arriver à prédire le niveau de rendement qui sera attendu pour des périodes de retour différentes à savoir : 2 ans, 5 ans ,10 ans et 20 ans. Toutefois, il ya lieu de noter que cette approche était critiquée, dans la mesure de l'utilisation d'un seul maxima conduit a une perte d'informations. Cela veut dire qu'à partir d'un échantillon initial, quand on construit un échantillon de maxima en formant des blocs de même dimension pour choisir leurs pics on peut perdre certaines observations vu que certains blocs peuvent contenir plusieurs extrêmes, alors que d'autres peuvent ne pas en contenir.

Pour pallier ce problème, la méthode POT (Peaks-over-Threshold) ou méthode des excès au - delà d'un seuil élevé a été introduite, par Pickands en 1975. Néanmoins, l'application de cette méthode n'est pas facile puisqu'il n'existe pas une méthode exacte pour déterminer le seuil de référence, le seuil à partir duquel on considère une observation comme une valeur extrême (différents seuils conduisent à différents résultats).

Bibliographie:

Ouvrages:

- 1- EMBRECHTS P., KLÜPPELBERG C., AND MIKOSCH T, «Modelling Extremal Events for Insurance and Finance», Springer, Berlin, 1997, P115,120,122.
- 2- Meunier Francis, Meunier Christine – Castelain, « Adieu pétrole... Vive les énergies renouvelables ! », Quai des sciences, Edition DUNOD, France. 2006, P8-9.
- 3- PRATT. J. W, GIBBONS. J. D, «Concepts of Nonparametric Theory», Springer- Verlag, New York, USA (1981), P.89.
- 4- XAVIER BURUCOA, JEAN-PIERRE FAVEN, « Le raffinage du pétrole - Tome 5 : Exploitation et gestion de la raffinerie », Editions technip, (1998), P 34.

Articles:

- 1- CASTILLO. E, HADI. A. S, (1997), «Fitting the generalized Pareto Distribution to Data», journal of The American Statistical Association, Vol. 92, No. 440, pp. 1609-1620, page 1619.
- 2- DANIELSSON J., «Blame the Models», Journal of Financial Stability (4), 2008, pp.321-328.
- 3- Hélène LUBES et Jean-Marie MASSON, « méthode des moments de probabilité pondérés : application à la loi de Jenkins », hydrol. continent, vol.06, n°1,1991, 67-84 , p75.
- 4- HENRI KLAJNMIC, « estimation et comparaison de niveaux de retour pour les vitesses extrêmes des vents », EDF R & Département ICAME, revue MODULAD, n°= 32, 2005,P67.
- 5- HOSKING, J.R.M. AND WALLIS, J.R. «Parameter and quantile estimation for the generalized Pareto distribution», Technometrics, vol. 29,1987, 339-349.
- 6- HOSKING, J.R.M. AND WALLIS, J.R., «Parameter and quantile estimation for the generalized Pareto distribution», Technometrics, vol. 29, 1987, PP.339-349,P342.
- 7- HOSKING, J.R.M.,WALLIS, J.R. AND WOOD, E.F. «Estimation of the generalized extreme value distribution by the method of probability-weighted moments», Technometrics, vol. 27, no 3,1985, pp 251-261.

- 8- KELLEZI, E. ET M. GILLI , «Extreme value theory for tail-related risk measures», Working Paper présenté à la conférence Computational Finance, London Business School, 31 mai – 2 juin 2000.
- 9- LONGIN. F, «The Asymptotic Distribution of Extreme Stock Market Returns», J. Busin, 63, 1996, PP. 383-408,P401.
- 10- NOUREDDINE BENLAGHA, MICHEL GRUN-REHOMME , OLGA VASECHKO, « Les sinistres graves en assurance automobile : Une nouvelle approche par la théorie des valeurs extrêmes », Revue MODULAD, n°= 39, 2009,P34.
- 11- PEARSON. K, RYDEN. J,« Exponentiated Gumbel Distribution for estimation of return levels of Significant wave Height», Journal of Environmental Statistics, Vol.1- issue 3,2010.
- 12- RAGGAD Bechir, « fondements de la théorie des valeurs extrêmes, ses principales applications et son apport a la gestion des risques du marché pétrolier », Mathematics and Social Sciences (47e année, n° 186), 2009, PP. 29-63.
- 13- ROGER D. HUANG, RONALD W. MASULIS, HANS R., Stoll, «Energy Shocks and Financial Markets», Working Paper 93-11, Published in Journal of Futures Markets 16(1) February 1996.
- 14- SALVADORI. G, De MICHELE. C, and ROSSO. R, *Extremes in nature: an approach using copulas*, Springer, Netherland, p 2, 2007.

¹ Francis Meunier, Christine Meunier –Castelain, *Adieu pétrole.... Vive les énergies renouvelables !*, Quai des sciences, Edition DUNOD, France, novembre 2006, pages 8 et 9.

² Le degré API est une unité de mesure introduite par « American Petroleum Institute », il est calculé selon la formule suivante : $(141.5/\text{densité à } 60^\circ \text{ Fahrenheit})-131.5$

³ Pour la preuve, nous renvoyons à Embrechts *et al.*, 1997, chapitre 3, p. 122.

⁴ - RAGGAD Bechir, « fondements de la théorie des valeurs extrêmes, ses principales applications et son apport a la gestion des risques du marché pétrolier », Mathematics and social sciences (47 e année, n ° 186), 2009, P.43.