



Chaire Desjardins  
en finance responsable

par

Chrétien, Stéphane  
Coggins, Frank

# Vers une gestion plus efficace de la VaR : la VaR conditionnelle et sa tendance

CAHIER DE RECHERCHE



UNIVERSITÉ DE  
SHERBROOKE

# **VERS UNE GESTION PLUS EFFICACE DE LA VAR: LA VAR CONDITIONNELLE ET SA TENDANCE<sup>±</sup>**

Stéphane Chrétien<sup>¤</sup>  
and  
Frank Coggins<sup>\*</sup>

This Version: Octobre 2010

## **Abstract**

Cette étude explore une gestion de risque à deux signaux en s'appuyant simultanément sur une Valeur à Risque [VaR] conditionnelle ainsi que sur sa tendance à long terme. Les VaRs conditionnelles mensuelles sont évaluées à l'aide de simulations historiques filtrées avec des données quotidiennes [VaR-SHF]. Si la VaR conditionnelle dépasse les limites de risque permises [premier signal court terme] mais qu'elle est très éloignée de sa tendance à long terme [deuxième signal long terme], le gestionnaire ne devrait pas effectuer de transactions puisque cette VaR conditionnelle, bien que précise, devrait revenir rapidement à des niveaux acceptables. Nos résultats suggèrent que la VaR à 95% revient sous les limites permises en une période médiane de trois mois. Elle est aussi généralement significativement inférieure aux différentes limites de risque lors des douze mois suivant l'observation d'un deuxième signal. Malgré que nos résultats soient moins concluants pour une VaR à 99% et pour un portefeuille défini par des écarts de rendements par rapport à un indice de référence, cette étude supporte une gestion de la VaR à deux signaux.

<sup>±</sup> Les auteurs remercient Alexis Morin et Steven St-Pierre pour leur excellente assistance en recherche et leurs nombreuses contributions à la version préliminaire de cette étude ainsi que Paul Gallant et Mélissa Tremblay, spécialistes de la gestion des risques financiers chez Hydro-Québec, pour leur apport majeur. Nous remercions aussi les participants de la semaine de la recherche 2008 de l'Université de Sherbrooke. They acknowledge financial support from the Institut de finance mathématique de Montréal (Chrétien and Coggins), the Faculty of Business Administration at Laval University (Chrétien) and the Faculty of Administration at the Université de Sherbrooke (Coggins). Stéphane Chrétien and Frank Coggins are also associated researchers at CIRPÉE.

<sup>¤</sup> Department of Finance and Insurance, Faculty of Business Administration, Laval University, Pavillon Palasis-Prince, 2325 rue Terrasse, Quebec City (Quebec), Canada, G1V 0A6. Email: [Stephane.Chrétien@fas.ulaval.ca](mailto:Stephane.Chrétien@fas.ulaval.ca). Phone: (418) 656-2131 Ext. 3380.

<sup>\*</sup> Department of Finance, Faculty of Administration, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard Université, Sherbrooke (Quebec), J1K 2R1, Canada. Email: [Frank.Coggins@usherbrooke.ca](mailto:Frank.Coggins@usherbrooke.ca). Phone: (819) 821-8000, Ext. 65156.

## MOTIVATION DE L'ÉTUDE

La Valeur à Risque [VaR] joue actuellement un rôle primordial dans l'évaluation et la gestion des risques des institutions financières et des investisseurs institutionnels. Sa simplicité et sa flexibilité ont grandement contribué à sa forte popularité. La finalité de la VaR consiste à mesurer, pour un horizon d'investissement prédéterminé, une perte possible qui ne peut être dépassée qu'avec une faible probabilité, généralement 5% ou 1%. L'horizon d'investissement est généralement la période allouée à la gestion active entre deux rebalancements de la composition d'un portefeuille [Jorion (2007)]. Cet horizon varie selon que les investisseurs institutionnels aient des objectifs de rendement à court ou à long terme. À titre d'exemples, les caisses de retraite ont généralement des horizons d'investissement se situant entre un mois et une année alors que les institutions financières optent plutôt pour un horizon de un ou de dix jours ouvrables. Par contre, la gestion active des caisses de retraite qui réalise des transactions à l'intérieur d'un mois peut aussi recourir à une mesure de risque à court terme [Chew (1994)]. Dans ce contexte, on peut s'attendre à qu'une gestion de risque multipériodique, c'est-à-dire en combinant à la fois des mesures de risque à court et à long terme, constitue l'approche idéale. Cette étude propose justement de combiner différents horizons VaR afin d'en améliorer la gestion des risques.

Pour différents horizons d'investissement et probabilités de dépassement, plusieurs modèles sont proposés dans la littérature pour évaluer la VaR. Malgré leur objectif commun, ces modèles VaR peuvent mener à des résultats divergents selon les hypothèses de calculs sous-jacentes à la méthodologie utilisée [Beder (1995)]. Les résultats de plusieurs études montrent toutefois la capacité des modèles VaR par simulations historiques filtrées (VaR-SHF) à bien mesurer le risque pour différents contextes et échantillons de données. Plus spécifiquement, Hull et White (1998) étudient les VaRs sur un horizon quotidien pour dix taux de change et cinq indices boursiers pour la période 1988 à 1998. Barone-Adesi, Giannopoulos et Vosper (1999, 2002) présentent des VaRs avec des horizons variant entre un et dix jours pour des produits dérivés, tels des options, des conventions d'échange et des contrats à terme, au cours de la période 1994 à 1997. Christoffersen et Gonçalves (2005) s'intéressent à l'estimation de la VaR sur un horizon d'un jour avec ces

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

méthodes de rééchantillonnage. Pritsker (2006) estime des VaRs sur des horizons de dix jours pour le taux de change Livre Sterling/Dollar américain au cours de la période 1973 à 1997. Bao, Lee et Saltoglu (2006) mesurent des VaR quotidiennes de cinq indices boursiers asiatiques lors de la période 1996 à 1999. Kuester, Mittnik et Paolella (2006) analysent les VaRs quotidiennes de l'indice boursier NASDAQ au cours de la période 1971 à 2001. Angelidis, Benos et Degiannakis (2007) estiment des VaRs au quotidien pour des indices de grandes et de petites capitalisations européennes lors de la période 1987 à 2005. Les résultats empiriques de ces études supportent les modèles VaR-SHF.

Enfin, Chrétien, Coggins et Gallant (2008) comparent des VaRs mensuelles estimées avec des données quotidiennes pour des indices boursiers canadiens et américains lors de la période 1965 et 2006. Ces derniers notent toutefois que ces mesures de risque sont très volatiles comparativement à d'autres mesures VaRs largement répandues en pratique. Le tableau ci-dessous présente les moyennes et les écarts types de mesures VaRs pour l'indice S&P500 au cours de la période 01/1965 à 06/2006 pour quatre des modèles VaR de leur étude. Alors que la VaR-SHFGARCH dépend de la variance conditionnelle évaluée avec un modèle GARCH, la VaR-SHFGJRGARCH utilise une paramétrisation de la variance conditionnelle plus générale qui tient compte de l'effet asymétrique des termes d'erreur positifs et négatifs [Glosten Jagannathan et Runkle (1993)]. Leurs résultats montrent des écarts types pour les deux modèles VaR-SHF qui sont quatre fois plus élevés que ceux de deux modèles VaR généralement utilisés par les professionnels de la finance, soit la VaR paramétrique qui suppose une distribution normale des rendements (VaR Param-normale) ou la VaR par simulations historiques sans filtre (VaR SH).

### Volatilité mensuelle des modèles VaR – Indice S&P500 entre 01/1965 et 06/2006

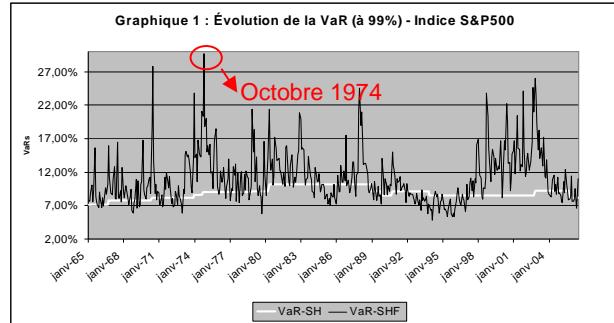
VaR – probabilité de dépassement à 1%	VaR Param-normale	VaR-SH	VaR-SHFGARCH	VaR-SHFGJRGARCH
Moyenne	8,50%	8,90%	10,50%	11,10%
Écart type	0,90%	0,80%	3,80%	3,90%

La forte volatilité de ces mesures VaR-SHF rend toutefois difficilement applicable lorsque les gestionnaires doivent respecter des limites de risque imposées notamment par une politique de

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

placement. Cette forte volatilité induit en effet des coûts de transaction et d'opportunité liés aux changements effectués à la composition d'un portefeuille dans le but de respecter ces limites. Les coûts d'opportunité font ici référence au choix d'une composition de portefeuille optimale sous contraintes, ce qui nous éloigne d'une composition plus profitable. En comparaison à la VaR-SH, ce sont principalement ces coûts trop élevés et fréquents qui rendent la VaR-SHF difficile d'application dans le contexte d'une gestion de risque.

À titre d'exemple, le Graphique 1 présente l'évolution de la VaR mensuelle de l'indice S&P500 au cours de la période 1965-2006 pour des modèles VaR-SHF et VaR-SH.



Afin de demeurer sous une limite de risque hypothétique de 12%, un gestionnaire aurait dû procéder à des transactions lors de 151 des 498 mois avec la VaR-SHF et lors daucun mois avec la VaR-SH. De plus, l'évolution de la VaR-SHF révèle qu'à la suite de l'atteinte de sommets (ex : octobre 1974), la mesure de risque diminue abruptement. La forte probabilité d'un retour rapide sous une limite de risque permise suggère que les gestionnaires devraient éviter d'effectuer des transactions coûteuses et inutiles dans les cas jugés extrêmes et temporaires. Le présent projet de recherche propose et valide une gestion de risque efficace de la VaR-SHF, soit une approche à deux signaux qui minimise les coûts associés à leur trop forte volatilité.

Ainsi, la prémissse de notre projet se pose comme suit : si la VaR-SHF dépasse la limite de risque permise [premier signal court terme], mais qu'elle est trop élevée par rapport à sa tendance à long terme [deuxième signal long terme], le gestionnaire ne devrait pas effectuer de transactions puisque cette mesure VaR, bien que précise, devrait revenir rapidement à des niveaux acceptables sans son intervention. Cette étude est ainsi la première à proposer une gestion de risque à deux signaux de la VaR. D'un point de vue théorique, ce projet innove d'abord en proposant des mesures de tendance de la VaR-SHF à partir de la volatilité à long terme tirée de la paramétrisation GJRARCH [Engle (1982), Bollerslev (1986) et Glosten Jagannathan et Runkle (1993)]. La deuxième innovation consiste à établir différents deuxièmes signaux afin d'éviter des

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

transactions inutiles et coûteuses. D'un point de vue pratique, nous étudions ensuite l'application d'une gestion de risque à deux signaux en vérifiant si le retour de la VaR-SHF sous la limite permise se réalise rapidement, ce qui justifie de ne pas effectuer certaines transactions jugées inutiles.

Bien que les études sur la performance des modèles VaR soient largement répandues, aucune ne s'est attardée à établir des règles de gestion permettant de recourir à une mesure de risque fiable à court terme tout en tenant compte de sa tendance à long terme. D'autres chercheurs se sont toutefois penchés sur la gestion des risques sur plusieurs horizons. Par exemple, Hung et Lee (2007) démontrent qu'une gestion de la VAR sur des horizons multiples permet de mettre au point des stratégies de couvertures plus efficaces que sur un horizon unique avec l'aide d'instruments financiers dérivés. Adrian et Rosenberg (2006) décomposent la volatilité des rendements du marché boursier en deux parties : une composante à court terme qui capte l'asymétrie des rendements, et une autre à long terme qui saisit l'effet des cycles financiers, ce qui permet d'améliorer la gestion des risques. Goldberg, Miller et Weinstein (2008) développent également un modèle qui permet de prévoir les pertes possibles d'un portefeuille sur plusieurs horizons. Notre étude s'inscrit dans ce courant mais s'intéresse plus spécifiquement à analyser une gestion de risque à deux signaux qui est à la fois statistiquement performante et économiquement efficace.

## 1 MÉTHODOLOGIE

### 1.1 La VaR conditionnelle mensuelle et sa mesure de tendance

Puisque le modèle VaR-SHF proposé par Barone-Adesi, Giannopoulos et Vosper (1999, 2002) est à la fois performant et volatile [Chrétien, Coggins et Gallant (2008)], il constitue un candidat idéal pour évaluer nos stratégies de gestion du risque à deux signaux, soit en s'appuyant sur une VaR conditionnelle mensuelle et sa tendance à long terme. Pour analyser ces différentes stratégies de gestion, nous devons dans un premier temps définir ces deux mesures.

### **1.1.1 La VaR conditionnelle mensuelle**

Le modèle VaR-SHF, calculé sur un horizon mensuel, permet d'incorporer implicitement l'asymétrie et les larges queues de distributions qui caractérisent les distributions historiques des rendements quotidiens. Ce modèle conditionne aussi les mesures d'espérance de rendement et de variance sur l'information publique incluse dans les rendements quotidiens passés.

#### *1.1.1.1 La modélisation de l'espérance conditionnelle*

Dans un premier temps, nous testons la présence d'autocorrélation dans les premiers moments de la distribution à l'aide des tests de Ljung-Box (1979). Les résultats de nos différents tests suggèrent l'utilisation d'un MA(1) parmi l'éventail des modèles ARMA. Le processus de diffusion des rendements à la journée  $t$  peut alors s'écrire de la façon suivante :

$$R_t = c + \phi \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t, \text{ pour } t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

où  $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2)$  et le paramètre  $c$  est la constante dans l'équation de rendements, le paramètre  $\phi$  mesure l'autocorrélation dans les termes d'erreur retardés d'une période.

#### *1.1.1.2 La modélisation de la variance conditionnelle*

Ensuite, nous étudions la présence d'autocorrélation dans les termes d'erreur au carré. Si tel est le cas, les modèles GARCH introduits par Engle (1982) et généralisés par Bollerslev (1986) ainsi que Glosten, Jagannathan et Runkle (1993) constituent des outils puissants pour tenir compte de l'hétéroscedasticité conditionnelle. Compte tenu de nos tests, la variance des termes d'erreur de l'équation (1),  $\sigma_t^2$ , est évaluée avec le modèle GJRGARCH(1,1) de Glosten, Jagannathan et Runkle (1993), soit :

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma \varepsilon_{t-1}^{-} \varepsilon_{t-1}^{+}, \quad (2)$$

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

où le paramètre  $\omega$  est lié à la variance à long terme,  $\alpha$  correspond au paramètre lié à l'effet ARCH, le paramètre  $\beta$  représente le paramètre lié à l'effet GARCH et le paramètre  $\gamma$  mesure l'effet asymétrique des termes d'erreur négatifs puisque  $I_{t-1}^-$  est une variable binaire qui prend la valeur un si le terme d'erreur est négatif et zéro autrement. Telle que définie par McAleer et Verhoeven (2004), la variance à long terme de ce processus est représentée de la façon suivante :

$$\sigma_{LT}^2 = E[(\varepsilon_t - E[\varepsilon_t])^2], \quad (3)$$

$$\sigma_{LT}^2 = \frac{\omega}{1 - (\frac{1}{2}\gamma + \alpha + \beta)}. \quad (4)$$

### 1.1.1.3 La VaR conditionnelle mensuelle par simulations historiques avec un filtre quotidien

Une fois que les deux premiers moments de la distribution de nos observations sont modélisés, nous standardisons de la façon suivante le terme d'erreur de chaque jour  $t$ , obtenu par la régression de l'équation (1), par l'écart type conditionnel mesuré à la même période :

$$\hat{z}_t = \frac{\varepsilon_t}{\sigma_t} \quad (5)$$

pour  $t = 1, \dots, T$ . Par la suite, nous tirons aléatoirement avec remise un  $\hat{z}_t$  parmi les  $T$  termes d'erreur standardisés pour chaque journée  $T+j$  [pour  $j = 1, \dots, N$ ]<sup>1</sup> et pour chaque sentier  $i$  [pour  $i = 1, \dots, SH$ ]<sup>2</sup>. Bien que les  $\hat{z}_t$  soit théoriquement indépendants et identiquement distribués, aucune hypothèse n'est explicitement émise quant à l'asymétrie ou l'épaisseur des queues de la distribution. Nous supposons simplement que la distribution empirique de la composante aléatoire du modèle décrit en (1) est représentative de sa distribution anticipée. Le rendement simulé pour la journée  $T+j$  et pour un sentier  $i$  peut alors être représenté par le processus de diffusion suivant :

---

<sup>1</sup> Le nombre de jours ouvrables  $N$  varie selon le mois et l'année où la VAR est évaluée.

<sup>2</sup>  $SH$  représente le nombre total de sentiers pour évaluer la VAR. Dans notre étude  $SH = 1000$ .

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

$$\hat{R}_{i,T+j} = c + \phi \varepsilon_{i,T+j-1} + \bar{z}_{i,T+j} \sigma_{i,T+j}. \quad (6)$$

Le premier rendement simulé pour chaque sentier  $i$  [à  $T+1$ ] est ainsi une fonction du dernier terme d'erreur  $[\varepsilon_T]$  de la régression (1) et du produit du terme d'erreur pigé à  $T+1$  et de l'écart type évalué à  $T+1$ . La simulation d'un sentier de rendements quotidiens pour le mois est alors obtenue en tirant aléatoirement un  $\bar{z}_t$  pour chacun des  $N$  jours ouvrables du mois. À chaque jour et pour chaque sentier, les espérances et les variances conditionnelles sont réévaluées en tenant compte des termes d'erreur normalisés générés par le tirage à la période précédente. En calculant le rendement mensuel  $[\hat{R}_{i,T+1:T+N}]$  de chaque sentier  $i$  à partir des rendements quotidiens générés, la VaRM-SHFDQ peut alors être décrite par la formulation suivante :

$$VaRM - SHFDQ_{T+1:T+N} = -\text{Percentile}\left(\left(\hat{R}_{i,T+1:T+N}\right)_{i=1}^{SH}, 100\delta\right). \quad (7)$$

La VaRM-SHFDQ est donc mesurée en tirant de la distribution de rendements filtrés celui qui est associé à la probabilité de dépassement  $\delta$ . Cette mesure est désignée *VAR conditionnelle mensuelle*.

### 1.1.2 La tendance à long terme de la VaR conditionnelle mensuelle

Cette tendance est évaluée en appliquant la méthodologie décrite précédemment mais en supposant que la prévision de la volatilité est la mesure à long terme implicite aux paramètres GJRARCH plutôt que celle simulée quotidiennement. Tirée de l'équation (4), cette volatilité à long terme se définit comme suit :

$$\sigma_{LT}^2 = \frac{\omega}{1 - \left(\frac{1}{2}\gamma + \alpha + \beta\right)}. \quad (8)$$

Pour chaque journée  $T+j$  des sentiers  $i$ , nous remplaçons dans l'équation (6)  $\sigma_{i,T+j}$  par  $\sigma_{LT}$ . À chaque journée et pour chaque sentier de la simulation, la mesure de la volatilité est sa tendance à

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

long terme et elle est par conséquent constante. Dans ce contexte, nous supposons un retour immédiat de la volatilité de marché à sa tendance à long terme. Le processus de diffusion des rendements à la journée  $T+j$  pour chaque sentier  $i$  est ainsi une fonction du dernier terme d'erreur et du produit du terme d'erreur normalisé pigé à  $T+j$  et de l'écart type de la volatilité inconditionnelle à long terme tirée des paramètres GJRGARCH :

$$\hat{R}_{i,T+j} = c + \phi \varepsilon_{i,T+j-1} + \hat{z}_{i,T+j} \sigma_{LT}. \quad (9)$$

La simulation d'un sentier de rendements quotidiens pour le mois est alors obtenue en tirant aléatoirement un  $\hat{z}_t$  pour chacun des  $N$  jours ouvrables du mois. Contrairement à la *VaR conditionnelle mensuelle*, à chaque jour et pour chaque sentier, uniquement les espérances sont réévaluées en tenant compte des termes d'erreur uniformisés générés par le tirage à la période précédente. Les calculs de rendements mensuels  $[\hat{R}_{i,T+1:T+N}]$  de chaque sentier  $i$  et de la VaR sont identiques à ceux décrits en (7). Nous désignons cette mesure la *tendance de la VaR mensuelle*.

### 1.2 La gestion de la VaR par rapport à sa tendance

Nous vérifions maintenant s'il existe une application d'une gestion de risque à deux signaux qui permette d'éviter des transactions considérées inutiles. Nous avons retenu deux approches pour établir ces deuxièmes signaux.

#### 1.2.1 Un deuxième signal empirique

Une gestion de risque à deux signaux basée sur la distribution empirique de la *VaR conditionnelle mensuelle* consiste à vérifier si cette dernière redescend rapidement vers sa tendance à long terme lorsqu'une proportion élevée des VaRs évaluées se situe au-dessus de cette tendance. À titre d'exemples, un deuxième signal qui suggère de ne pas effectuer de transactions survient lorsque 99%, 95% ou 75% des VaRs *conditionnelles mensuelles* sont plus élevées que leur tendance à long terme [*VaR mensuelle à LT*]. Ce deuxième signal suit la règle suivante :

$$\text{Percentile}\left(\left(\text{VaR conditionnelle mensuelle}\right)_{i=1}^{DSH}, 100\lambda_{DSH}\right) > \text{VaR mensuelle à LT}. \quad (10)$$

La valeur  $(1 - \lambda_{DSH})$  représente la probabilité que la *VaR conditionnelle mensuelle* soit plus grande que sa *VaR mensuelle à LT* (soit lorsque  $\lambda_{DSH} = 1\%, 5\%$  ou  $25\%$ ). Un exemple de cette approche est d'énoncer l'hypothèse suivante : pour un mois donné, si 99% des *VaRs conditionnelles mensuelles* sont plus élevées que sa tendance à *LT*, il n'y a aucune transaction à effectuer puisque la *VaR conditionnelle mensuelle* est considérée trop éloignée de sa tendance à long terme. Ce deuxième signal est nommé *Deuxième signal empirique*.

### 1.2.2 Un deuxième signal théorique

Une autre possibilité pour définir le deuxième signal consiste à considérer l'erreur de mesure de la *VaR conditionnelle mensuelle*. Le principal avantage de cette définition est qu'elle n'implique pas de simuler plusieurs *VaR conditionnelle mensuelle* à une date donnée. En contrepartie, il est possible que la *VaR* simulée, liée à un seul sentier, soit près (éloignée) de sa tendance alors qu'en moyenne elle en demeure éloignée (près), ce qui peut induire de mauvaises décisions liées au deuxième signal. À l'aide de la mesure d'erreur théorique proposée par Kendall (1994) pour des simulations historiques, nous vérifions si la *VaR conditionnelle mensuelle* simulée est significativement différente de sa tendance à long terme. L'erreur de mesure est prise en compte de la façon suivante :

$$ET(\hat{q}) = \sqrt{\frac{c(1-c)}{Tf(q)^2}}, \quad (11)$$

où  $T$  est le nombre de données<sup>3</sup>,  $f(\cdot)$  est la fonction de distribution de probabilité évaluée à  $q$ <sup>4</sup> et  $c$  est l'intervalle de confiance désiré lié à l'estimation de la *VaR conditionnelle mensuelle*. Ainsi, un deuxième signal qui suggère de ne pas effectuer de transactions survient lorsqu'un intervalle de confiance par exemple de 99%, 95% ou 75% indique que la *VaR conditionnelle mensuelle* simulée est significativement plus élevée que sa tendance à long terme. [*VAR mensuelle à LT*]. Ce deuxième signal suit la règle suivante :

---

<sup>3</sup> En occurrence, il s'agit du nombre de simulations historiques pour évaluer la *VaR conditionnelle mensuelle (SH)*.

<sup>4</sup> À des fins de simplification, nous utilisons la distribution de probabilité d'une loi normale.

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

$$-ET(\hat{q}) * \eta + VaR \text{ conditionnelle mensuelle} > VaR \text{ mensuelle à } LT . \quad (12)$$

où  $\eta$  représente le nombre d'écart types correspondant à l'intervalle de confiance désiré ( $c = 99\%$ ,  $95\%$  ou  $75\%$ ). Pour un mois donné, compte tenu de son erreur de mesure, si la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement plus élevée que sa tendance à  $LT$ , il n'y a aucune transaction à effectuer puisque la *VaR conditionnelle mensuelle* est considérée trop éloignée de sa tendance à long terme. Ce deuxième signal est nommé *Deuxième signal théorique*.

### 1.2.3 Les limites de risque VaR

Pour les différents deuxièmes signaux, nous vérifions leur capacité à indiquer un retour rapide sous un niveau de risque jugé acceptable en émettant différentes hypothèses sur des limites de risque à être respectées. Ces *limites de risque VaR* représentent des niveaux de risque fixes qu'un gestionnaire de portefeuille serait contraint de respecter. Pour les fins de cette étude, les *limites de risque VaR* sont fixées pour les mois qui suivent le constat d'un deuxième signal. Elles sont établies de façon à représenter différents scénarios en termes d'écart entre la *VaR conditionnelle mensuelle* et lesdites limites. Par exemple, à l'observation d'un deuxième signal à  $99\%$ , nous supposons que les limites de risque sont égales à la *VaR conditionnelle mensuelle* moyenne si  $99\%$ ,  $95\%$ ,  $85\%$ ,  $75\%$  ou  $65\%$  de sa distribution se trouvait au dessus de sa tendance. Plus la limite est établie de façon à ce qu'une large proportion de sa distribution se situe au-dessus de sa tendance, plus elle sera élevée et plus rapide devrait être son retour sous cette limite. À l'opposé, son retour sous la limite permise sera plus long plus la limite de risque se rapproche de la tendance.

Lorsque les deuxièmes signaux sont établis à  $99\%$ , les limites de risque sont fixées à  $99\%$ ,  $95\%$ ,  $85\%$ ,  $75\%$  ou  $65\%$  alors que lorsqu'il s'agit de deuxièmes signaux à  $95\%$  ou à  $75\%$ , les limites sont respectivement fixées à  $95\%$ ,  $85\%$ ,  $75\%$  ou  $65\%$  et à  $75\%$  ou  $65\%$ . Ce contexte nous permet d'analyser le nombre de mois nécessaire à la *VaR conditionnelle mensuelle* pour revenir sous différentes limites de risque et de vérifier si la *VaR conditionnelle mensuelle* respecte la limite lors des douze mois qui suivent l'observation d'un deuxième signal.

#### 1.2.4 Tests formels des retours sous les limites d'une gestion à deux signaux

L'analyse statistique des délais de retour moyens sous les limites de risque ne révèlent qu'un aspect de la pertinence d'une gestion de risque à deux signaux sans se soucier que ce retour soit permanent ou non. Il est en effet possible que les retours quoique rapides en moyenne ne soient que temporaires lorsque par exemple le deuxième signal est établi trop près de la tendance [par exemple à 75% plutôt que 99%]. Afin de s'assurer que les retours sous les limites soient de nature permanente, nous vérifions si la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement sous les limites de risque au cours des douze mois qui suivent l'observation d'un deuxième signal. Formellement, nous appliquons le test sur le classement des rangs de Friedman (1920) afin vérifier si, à la suite d'un deuxième signal, les classements mensuels pour la prochaine année entre la *VaR conditionnelle mensuelle* et chacune des limites de risque sont distribués aléatoirement ou plutôt si la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement en-dessous ou au-dessus des différentes limites.

Afin de bien analyser ces résultats, nous distinguons les tests lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est supérieure à la *limite de risque VaR* pour 6 mois et moins (premier volet) ou pour plus de 6 mois (second volet). Un deuxième signal adéquat devrait présenter une large majorité de ses tests dans le premier volet puisque ceci signifie que la *VaR conditionnelle mensuelle* est inférieure à la *limite de risque VaR* pour au moins la moitié des mois au cours de l'année qui suit. Sous l'hypothèse nulle du test de Friedman, les classements de la *VaR conditionnelle mensuelle* et de ses limites sont aléatoires. Un deuxième signal efficace devrait ainsi révéler un rejet de cette hypothèse pour la majorité des observations du premier volet. Un tel résultat indiquerait que la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement inférieure à la *limite de risque VaR* au cours des 12 mois suivants l'observation d'un deuxième signal. Chaque test de Friedman est appliqué sur les  $N$  classements des mois suivant l'observation d'un deuxième signal. L'indice de coïncidence des rangs développé par Friedman (1920) est calculé comme suit :

$$IC = 2M \left[ (\bar{R}_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}} - 1,5)^2 + (\bar{R}_{Limite Var} - 1,5)^2 \right] \sim \chi^2(1) \quad (13)$$

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

où  $M$  est le nombre de mois avec classement lorsqu'on compare le rang des *VaRs conditionnelles mensuelles* par rapport à celui de leur limite de risque,

$\bar{R}_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M R_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}, m}$  est le rang moyen de la *VaR conditionnelle mensuelle* par rapport à la limite VaR,  $R_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}, m} = 1$  ( $R_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}, m} = 2$ ) si la *VaR conditionnelle mensuelle* est supérieure (inférieure) à sa limite lors de l'observation  $m$  et  $\bar{R}_{\text{Limite VaR}} = 3 - \bar{R}_{VaR \text{ Conditionnelle Mensuelle}}$  est le rang moyen de la limite VaR.

## 2 LES DONNÉES

Cette étude mesure des VaRs en termes absolus pour deux portefeuilles, soit un indice de marché CMFRC<sup>5</sup> valopondéré et un portefeuille sous gestion active qui est composé de 66% de l'indice CFMRC valopondéré, de 17% de l'indice CFMRC équipondéré et de 17% de l'indice S&P/TSX composé. Nous estimons aussi des VaRs pour un portefeuille qui définit la gestion active en termes relatifs soit à partir des écarts de rendements entre le portefeuille sous gestion active et l'indice de marché. Toutes nos données proviennent de la base de données TSX-CFMRC. Les rendements sont entièrement ajustés pour la distribution des dividendes. Les données quotidiennes vont du 2 janvier 1980 au 30 novembre 2006, pour un total de 6783 rendements. Nous calculons nos mesures VaRs à partir du 3 janvier 1995 jusqu'au 1<sup>er</sup> décembre 2006 avec une fenêtre mobile de quinze années de données quotidiennes pour un total de 144 VaRs pour chacune des mesures.

Le Tableau 1 présente un sommaire statistique des rendements quotidiens des trois portefeuilles. Puisque nous utilisons des données quotidiennes, on s'attend à ce que l'écart type des rendements domine leur moyenne, et c'est effectivement le cas puisque la moyenne n'est pas significativement différente de zéro. Les coefficients d'asymétrie différents de zéro et les coefficients d'aplatissement différents de trois suggèrent que les rendements des portefeuilles étudiés ne sont pas distribués normalement. Le test de Jarque-Bera confirme ce constat, puisqu'il rejette la normalité des rendements quotidiens à un seuil de confiance de 99% dans les trois cas. En ce qui concerne l'indépendance des rendements quotidiens, les résultats des Q-tests avec cinq

<sup>5</sup> Canadian Financial Market Research Center, <http://www.tsx.com/en/pdf/HistoricalMarketDataCatalogue.pdf>

retards rejettent l'absence d'auto-corrélation à un niveau de confiance de 99% pour les trois portefeuilles. Les rendements quotidiens au carré des portefeuilles de référence et sous gestion active semblent aussi significativement auto-correlés. La méthode d'estimation de la VaR par simulations historiques filtrées tient compte de toutes ces caractéristiques. Elle devrait donc s'avérer une bonne mesure de risque pour ces portefeuilles.

SVP, insérez le tableau 1 ici

### 3 LES RÉSULTATS EMPIRIQUES

Cette section présente nos principaux résultats empiriques. La première section montre un sommaire des paramètres estimés ainsi qu'un sommaire des statistiques des VaRs. La deuxième section présente des résultats liés à la gestion des signaux de la *VaR conditionnelle mensuelle* par rapport à cette tendance à long terme.

#### 3.1 L'évaluation des Valeurs à Risque

Le tableau 2 présente les résultats du modèle MA(1)-GJRGARCH pour les trois portefeuilles. Tous les paramètres du modèle s'avèrent en moyenne significatifs à un niveau de confiance de plus de 99%. On remarque en premier lieu que les paramètres liés à l'auto-corrélation des rendements ( $\varphi$ ) sont tous significatifs à un niveau de confiance de 99%. Cela confirme que les rendements quotidiens des trois portefeuilles ne sont pas indépendants dans le temps. Ces résultats montrent ensuite que les paramètres liés aux effets ARCH ( $\alpha$ ), GARCH ( $\beta$ ) et à l'asymétrie des termes d'erreur positifs et négatifs ( $\gamma$ ) sont en moyenne significatifs. Ces résultats justifient ainsi l'utilisation d'une mesure de risque VaR qui est une fonction de l'information publique agrégée dans le terme d'erreur et la variance passés, tout en tenant compte de l'effet asymétrique des termes d'erreur positifs et négatifs.

SVP, insérez le tableau 2 ici

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

Les paramètres GJRGARCH estimés se traduisent aussi par une longue persistance des termes d'erreur dans le temps, ce qui peut-être évaluée par  $\alpha + \beta + \frac{1}{2}\gamma$  (voir la dernière colonne du tableau 2). Cette mesure de persistance est considérée élevée lorsqu'elle se situe près de un<sup>6</sup> [Bollerslev (1986) et McAleer et Verhoeven (2004)]. Dans le cas d'une persistance élevée, un terme d'erreur de forte amplitude va maintenir la *VaR conditionnelle mensuelle* loin de sa tendance à long terme sur une plus longue période que dans le cas d'une faible persistance.

Le tableau 3 se veut un sommaire statistique des *VaRs conditionnelles mensuelles* et de leur tendance à long terme [*VaR mensuelle à LT*], soit des mesures de risques obtenues à partir du modèle MA(1)-GJRGARCH. Ce tableau montre les résultats pour le portefeuille sous gestion active, de référence et pour le portefeuille des écarts de rendements ainsi que pour des probabilités de pertes inférieures à la VaR de 5% et 1%.

SVP, insérez le tableau 3 ici

Tel qu'attendu, nos résultats liés aux trois portefeuilles montrent que la *VaR conditionnelle mensuelle* moyenne est plus volatile que leur mesure de tendance respective pour les deux probabilités de dépassement. Ces résultats suggèrent que la *VaR conditionnelle mensuelle* s'adapte plus rapidement à la nouvelle information publique comparativement à sa mesure de tendance qui est plus stable. Pour la VaR à 99%, le portefeuille qui obtient la *VaR conditionnelle mensuelle* moyenne la plus élevée est le portefeuille de référence (12,52%) suivi du portefeuille sous gestion active (11,65%). Le portefeuille de référence semble donc en moyenne plus risqué comparativement au portefeuille sous gestion active. Le portefeuille des écarts de rendements montre évidemment une mesure moyenne plus faible (0,86%) étant donné sa nature. Pour la VaR à 95%, les conclusions sont semblables. Le portefeuille de référence montre en moyenne des mesures de risque plus élevées pour la *VaR conditionnelle mensuelle* ainsi qu'un écart type plus grand. On peut noter que les écarts types des VaRs à 95% sont plus faibles que leurs équivalents à 99%, ce qui révèle que plus la VaR est associée aux événements extrêmes plus sa volatilité, ou son erreur de mesure, augmente.

---

<sup>6</sup> L'annexe 3 présente les résultats liés à l'estimation des modèles conditionnels avec des données quotidiennes pour les deux portefeuilles.

### 3.2 Analyse empirique de la gestion de risque à deux signaux

Une gestion de risque à deux signaux, basée à la fois sur la *VaR conditionnelle mensuelle* et sa tendance, devrait ainsi permettre aux gestionnaires de portefeuilles institutionnels de ne pas effectuer de transactions inutiles lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est trop éloignée de sa tendance. Le premier signal consiste à vérifier si la *VaR conditionnelle mensuelle* dépasse la limite de risque permise alors que le deuxième signal suggère, lors d'un dépassement, qu'il n'y a pas lieu d'effectuer de transaction puisque la *VaR conditionnelle mensuelle* devrait revenir rapidement vers sa tendance à long terme.

#### 3.2.1 Deuxième signal empirique

Pour le *deuxième signal empirique*, le paramètre  $\lambda_{DSH}$  de l'équation 16 prend les valeurs 1%, 5% ou 25%. Pour faciliter la compréhension du tableau 4, nous indiquons les valeurs  $(1 - \lambda_{DSH})$ , c'est-à-dire 99%, 95% et 75%. Pour ce deuxième signal, nous supposons respectivement que les différentes limites de risque sont fixés à 99%, 95%, 85%, 75% et 65%, pour le signal à 99%, à 95%, 85%, 75% et 65%, pour le signal à 95%, et à 75% et 65%, pour le signal à 75%. Le Tableau 4 rend compte de l'évolution des *VaRs conditionnelles mensuelles* moyennes suite à l'identification d'une déviation significative de celles-ci par rapport à sa *tendance* selon le *deuxième signal empirique*. Les sections A et B font respectivement état des résultats obtenus pour une *VaR conditionnelle mensuelle* définie avec une probabilité de dépassement de 1% et de 5%.

SVP, insérez le tableau 4 ici

Les résultats présentés à la section A montrent généralement que la *VaR conditionnelle mensuelle* revient rapidement sous les limites permises suite à l'observation d'un deuxième signal qui implique que 99% des *VaRs* simulées sont au-dessus de leur tendance. Malgré des retours moyens sous la limite fixée à 99% de 4,95 mois pour le portefeuille de référence, la *VaR* revient sous cette limite en moins de trois mois pour 84% des observations. Les moyennes élevées pour ce portefeuille s'explique principalement par une des 19 observations qui a nécessité 58 mois avant de se situer sous la limite de 99%. Notons d'ailleurs que pour les portefeuilles définis en termes

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

absolus (les portefeuilles de référence et sous gestion active), les retours médians sous les limites sont tous inférieurs à trois mois. Même dans le cas d'une limite de risque fixée à 65%, le retour se fait relativement rapidement, soit en moins de 3 mois pour 56% des cas, quoique 33% des observations ont tout de même pris plus de 12 mois avant de passer sous cette limite.

Nous remarquons aussi que les retours moyens sous les limites ne semblent pas si différents selon que le deuxième signal empirique implique que 99%, 95% ou 75% de la distribution des VaRs simulées soit au-dessus de leur tendance. Les moyennes plus élevées pour le *deuxième signal empirique* à 99% semblent s'expliquer par un cas extrême puisque les distributions par intervalles de temps de retour demeurent similaires. Par conséquent, l'utilisation d'un deuxième signal plus sévère, c'est-à-dire lorsque l'éloignement entre la VaR et sa tendance est plus grand, ne semble pas se traduire par des retours plus rapides sous les limites de risque permises. Les VaRs mesurées en termes absolus montrent des retours moyens et médians sous les limites permises plus rapides que celles mesurées en termes relatifs, c'est-à-dire en écarts de rendement. Pour ce dernier portefeuille, 50% des observations montrent que le retour sous la limite permise fixées à 85%, 75% ou 65% nécessitent plus de six mois.

La section B du Tableau 4 présente des résultats similaire à la section A mais pour des VaRs avec une probabilité de dépassement de 95%. L'élément le plus important à remarquer comparativement aux résultats précédents est que le retour moyen ou médian sous les différentes *limites de risque VaR* est plus court, peu importe la définition du deuxième signal empirique, le portefeuille ou les limites de risque à l'étude. Étant davantage liée aux événements extrêmes, l'erreur de mesure plus grande associée aux VaRs à 99% comparativement à celle évaluée avec les VaRs à 95% peut expliquer qu'une gestion de risque à deux signaux est plus efficace avec une VaR estimée avec plus de précision.

### 3.2.2 Deuxième signal théorique

Contrairement au *deuxième signal empirique*, celui obtenu à l'aide d'un intervalle de confiance théorique ne requiert pas la simulation de plusieurs *VaRs conditionnelles mensuelles*. Pour mesurer l'éloignement de la VaR, nous appliquons plutôt cet intervalle lié à l'erreur de mesure décrit à l'équation (11) autour de la *VaR conditionnelle mensuelle*. Nous voulons donc vérifier si

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

ce deuxième signal, moins exigeant en temps de calcul, mène à une gestion de risque à deux signaux aussi efficace que le *deuxième signal empirique*. Nous appliquons le *deuxième signal théorique* lorsque 99%, 95% ou 75% de sa distribution théorique se situe au-dessus de sa tendance et nous analysons les délais de retour sous les mêmes limites de risque décrites à la section précédente.

Le principal problème de ce deuxième signal est que la seule *VaR conditionnelle mensuelle* estimée peut mener à des conclusions différentes selon sa valeur estimée. Par exemple, si la *VaR conditionnelle mensuelle*, liée à une seule estimation, s'avère nettement supérieure à la moyenne de la distribution empirique, elle peut révéler la présence d'un deuxième signal alors qu'en moyenne le niveau de risque ne justifie pas ce deuxième signal. Dans ce cas, nous n'aurions pas réalisé de transaction alors qu'il aurait peut-être été approprié d'en effectuer. À l'opposé, si la *VaR conditionnelle mensuelle* est nettement inférieure à la moyenne de la distribution empirique, elle peut suggérer d'effectuer des transactions, en absence de deuxième signal, alors qu'il n'y aurait peut-être pas lieu d'en faire. Pour cette raison, nous étudions notre gestion de risque à deux signaux compte tenu que la *VaR conditionnelle mensuelle* est estimée avec erreur. Nous analysons cette gestion de risque à deux signaux lorsque la *VAR conditionnelle mensuelle* est estimée à plus ou moins un écart type de sa moyenne empirique.

SVP, insérez le tableau 5 ici

Le Tableau 5 présente les résultats obtenus avec le *deuxième signal théorique*. Les sections A et B montrent respectivement les résultats pour la *VaR conditionnelle mensuelle* à 99% et 95% lorsque celle-ci est évaluée à plus d'un écart type de sa moyenne empirique alors que les sections C et D présentent nos résultats lorsqu'elle est estimée à moins d'un écart type<sup>7</sup>.

Lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est calculée à plus d'un écart type de sa moyenne, on devrait s'attendre à ce qu'elle revienne en dessous des *limites de risque VaR* plus rapidement que lorsqu'elle est estimée avec précision, puisque sa valeur est en moyenne plus faible. Les résultats

---

<sup>7</sup> Nous évaluons aussi l'incidence d'une gestion de risque à deux signaux lorsque le deuxième signal est théorique et que la *VaR conditionnelle mensuelle* correspond à la valeur moyenne empirique. Puisque ces résultats sont similaires à ceux du *deuxième signal empirique*, nous ne les présentons pas ici.

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

présentés aux sections A et B du Tableau 6 appuient généralement cette hypothèse. Par exemple, pour le deuxième signal à 95% du portefeuille sous gestion active (section A), la *VaR conditionnelle mensuelle* à 99% revient en moyenne sous les *limites de risque* 0,95, 0,85 et 0,75 en 2,33, 2,83 et 3,11 mois respectivement, comparativement à 2,57, 4,75 et 5,35 mois pour le *deuxième signal empirique* (voir le Tableau 4, section A). Malgré tout, lorsque la VaR est évaluée à un écart type au dessus de sa moyenne, les résultats liés à la distribution des retours sous les limites permises se font sensiblement dans les mêmes délais que dans le cas du *deuxième signal empirique*.

Pour la *VaR conditionnelle mensuelle* à 95% (section B du Tableau 5), les résultats obtenus avec le *deuxième signal théorique* semblent légèrement meilleurs que ceux avec le *deuxième signal empirique* (dans le cas où la VaR est à un écart type au dessus de sa moyenne), et ce particulièrement pour les deux portefeuilles gérés en termes absolus. Les proportions de retour rapide sous les limites permises sont en effet généralement plus élevées avec ce *deuxième signal théorique*.

Pour compléter cette analyse, il faut évidemment vérifier l'incidence d'une gestion de risque à deux signaux lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est estimée à moins d'un écart type de sa moyenne. Dans ce contexte, la *VaR conditionnelle mensuelle* devrait prendre plus de temps pour revenir sous les *limites de risque VaR* que dans le cas où on applique le *deuxième signal empirique*. Pour la VaR à 99% (section C du Tableau 5), on remarque que c'est généralement le cas, principalement lorsque les deuxièmes signaux à 95% ou à 75% s'appliquent pour identifier les dépassements significatifs. Par exemple, la *VaR conditionnelle mensuelle* du portefeuille sous gestion active prend en moyenne 7,60, 18,95, 20,70 et 20,85 mois pour revenir sous les *limites de risque VAR* 0,95, 0,85, 0,75 et 0,65 respectivement suite à un deuxième signal établi à 95%. À titre comparatif, le nombre de mois requis avec ce *deuxième signal empirique* est de 2,57, 4,75, 5,35 et 10,85 mois respectivement pour les mêmes *limites de risque VaR*, soit des délais passablement plus faibles.

Pour une VaR à 95% qui est sous-estimée d'un écart type (section D du Tableau 5), les résultats obtenus sont similaires à ceux du *deuxième signal empirique*. Par exemple, pour le portefeuille de

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

référence, le nombre de mois moyen requis pour le retour de la *VaR conditionnelle mensuelle* sous les limites VaR 0,95, 0,85 et 0,75 est de 2,13, 2,38 et 2,50 mois respectivement lorsqu'un niveau de confiance de 95% est utilisé pour identifier les dépassements significatifs. Avec la méthode empirique, ces retours se font dans des délais de 2,11, 2,26 et 3,00 mois respectivement. Encore une fois, le *deuxième signal théorique* semble adéquat et similaire à son équivalent empirique lorsqu'une VaR à 95% est utilisée pour la gestion de risque à deux signaux, et ce particulièrement pour les deux portefeuilles gérés en termes absolus.

Somme toute, lorsque la gestion de risque à deux signaux se fait à partir d'une VaR définie avec une probabilité de dépassement de 5%, les deuxièmes signaux tant théoriques qu'empiriques semblent appropriés. Dans le cas d'une VaR définie avec une probabilité de dépassement de 1%, le *deuxième signal théorique* peut se traduire par de longs délais avant d'observer un retour sous les limites de risque permises. Par ailleurs, la gestion de risque à deux signaux apparaît plus efficace lorsque le risque est géré en termes absolus plutôt que relatifs, c'est-à-dire lorsque la gestion de risque porte sur des rendements bruts plutôt que sur des écarts de rendements entre le portefeuille géré activement et son indice de référence.

### 3.3 Tests formels de la gestion de risque à deux signaux

Nous appliquons les tests de Friedman décrit par (13) pour les deuxièmes signaux empiriques et théoriques afin de distinguer les retours permanents des retours temporaires.

#### 3.3.1 Deuxième signal empirique

Le Tableau 6 présente les résultats des tests de Friedman sur la coïncidence des rangs pour les deuxièmes signaux empiriques et théoriques. Avec la VaR à 99% (section A), on remarque d'abord que la majorité des dépassements non consécutifs pour le portefeuille de référence font partie du premier volet (6 mois et moins) pour la plupart des *limites de risque VaR*. Par exemple, en utilisant un niveau de confiance de 99% pour identifier les déviations significatives, seule la *limite de risque 0,65* présente une majorité des dépassements non consécutifs dans le second volet (plus de 6 mois). Avec des niveaux de confiance de 95% et 75%, la majorité des dépassements non consécutifs se retrouvent dans le premier volet pour toutes les *limites de risque VaR*. Alors que les résultats sont similaires pour le portefeuille sous gestion active, ce n'est pas le cas du

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

portefeuille des écarts de rendements puisque la plupart des observations se retrouvent dans le second volet pour toutes les *limites de risque VaR*. Il semble que la gestion des risques à deux signaux soit plus efficace en termes absolus que relatifs.

SVP, insérez le tableau 6 ici

Ensuite, la VaR évaluée avec une probabilité de dépassement de 1% (section A du tableau 6) montre des résultats mitigés comparativement à la VaR avec une probabilité de dépassement de 5% (section B du tableau 6). Pour la VaR à 99%, on rejette souvent que les classements soient aléatoires, c'est-à-dire que la *VaR conditionnelle mensuelle* et la limite de risque se classent différemment pour un nombre significatif de mois. On observe cependant que, suite à un deuxième signal empirique, même si la *VaR conditionnelle mensuelle* est souvent significativement inférieure à sa limite de risque, le cas inverse demeure aussi fréquent. Par exemple, pour le signal empirique à 99% du portefeuille de référence, la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement inférieure (supérieure), à un niveau de confiance de plus de 95%, aux différentes limites de risque pour 33,75%, 37,50%, 31,25%, 12,50% et 6,25% (18,75%, 31,25%, 37,50%, 43,75% et 43,75%) des observations. Tel qu'attendu, la proportion de cas significativement inférieurs (supérieurs) diminue (augmente) plus la limite de risque est faible, ce qui s'explique par la difficulté de la *VaR conditionnelle mensuelle* à redescendre sous des limites qui sont plus éloignées de sa valeur originale. Somme toute, la proportion élevée de cas où la *VaR conditionnelle mensuelle* à 99% est significativement supérieure aux différentes limites de risque demeure préoccupante pour la gestion de risque à deux signaux.

Lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* présente une probabilité de dépassement de 5% (VaR à 95%), nos résultats appuient avantageusement la gestion de risque à deux signaux. La proportion de cas qui se situent dans le premier volet plutôt que le deuxième ainsi que la proportion de cas où la *VaR conditionnelle mensuelle* à 95% est significativement inférieure aux différentes limites de risque confirment que certaines transactions inutiles devraient en effet être évitées. Par exemple, pour le signal empirique à 99% du portefeuille de référence, la *VaR conditionnelle mensuelle* est significativement inférieure (supérieure), à un niveau de confiance de plus de 95%, aux différentes limites de risque pour 60%, 60%, 53,33%, 53,33% et 60% (6,67%, 6,67%, 20%, 26,66% et

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

33,33%) des observations. Ceci confirme que la *VaR conditionnelle mensuelle* à 95% demeure sous les limites permises sans avoir à effectuer de transaction lorsqu'elle s'est trop éloignée de sa tendance à long terme. Que ce soit des deuxièmes signaux empiriques à 99%, 95% ou à 75%, nos résultats demeurent d'ailleurs similaires pour les deux portefeuilles gérés en termes absolus. Toutefois, la gestion de risque à deux signaux semble moins efficace pour le portefeuille défini en écarts de rendements, soit en termes relatifs par rapport à un portefeuille de référence.

### 3.3.2 Deuxième signal théorique

Le deuxième signal théorique nous permet de vérifier si cette approche moins exigeante en temps de calcul donne des résultats équivalents au deuxième signal empirique. Puisque cette approche s'appuie sur l'évaluation d'une seule VaR et de son erreur de mesure, nous analysons encore une fois ce deuxième signal lorsque la seule *VaR conditionnelle mensuelle* est estimée à plus ou moins un écart type de sa moyenne empirique. Les sections A et B du Tableau 7 présentent les résultats des tests de Friedman pour la VaR à 99% et 95%, respectivement, lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est estimée à un écart type au-dessus de sa moyenne. Les sections C et D présentent les résultats correspondants lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est sous évaluée d'un écart type par rapport à sa moyenne empirique.

SVP, insérez le tableau 7 ici

D'abord, il semble que la gestion de risque à deux signaux s'avère efficace lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* estimée est plus élevée d'un écart type de sa valeur moyenne. Les sections A et B du Tableau 7 montrent des résultats généralement meilleurs qu'avec le *deuxième signal empirique*. Dans le cas des portefeuilles de référence et sous gestion active, par exemple, la majorité des observations se retrouvent dans le premier volet plutôt que dans le deuxième. Les proportions de tests significatifs dans le premier volet et non significatifs dans le second volet sont également plus élevées. Par exemple, pour la VaR à 99% du portefeuille de référence avec à la fois un signal et une limite de risque de 0,95 (section A du tableau 7), 67% des observations sont à la fois dans le premier volet et significatives à un niveau de confiance de 90%, comparativement à seulement 53% avec le *deuxième signal empirique*.

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

Cependant, lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* à 99% est évaluée à un écart type en dessous de sa moyenne empirique, l'utilisation du *deuxième signal théorique* peut s'avérer périlleuse. Le nombre d'observations dans le second volet augmente et devient en effet souvent majoritaire pour les différentes applications du deuxième signal théorique. Par exemple, à partir du même contexte que précédemment (section C du Tableau 7), 20% (33%) des cas indiquent une *VaR conditionnelle mensuelle* significativement inférieure (supérieure) à sa limite de 0,95, pour un niveau de confiance de plus de 99%. Ainsi, même avec une *limite de risque VaR* relativement élevée, le deuxième signal théorique ne semble pas particulièrement efficace lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* à 99% est évaluée à un écart type en dessous de sa moyenne empirique.

Encore une fois, la gestion de risque à deux signaux semble plus appropriée pour la VaR à 95% (section D du Tableau 7) que celle à 99%. Les différences entre les résultats des deuxièmes signaux empiriques et théoriques sont en effet plus faibles pour la VaR à 95% (sections B et D du Tableau 7) que pour celle à 99% (sections A et C du Tableau 7), ce qui suggère que le deuxième signal théorique est non seulement moins exigeant à implanter mais qu'il peut s'avérer tout aussi efficace que l'approche empirique. Ces différences dans les résultats entre les VaRs à 99% et celles à 95% s'expliquent en partie par des erreurs de mesure plus élevées pour les premières que les secondes. Lorsqu'évaluée à un écart type en dessous ou au-dessus de sa moyenne, la VaR à 99% est en effet par construction plus éloignée de sa moyenne empirique que la VaR à 95%, ce qui peut affecter nos résultats.

Somme toute, nos tests indiquent que les deuxièmes signaux semblent particulièrement efficaces pour la VaR à 95% et pour les portefeuilles gérés en termes absolus. Il semble ainsi souhaitable d'éviter d'effectuer des transactions coûteuses même lors de dépassements des limites de risque puisque les VaRs étudiées reviennent rapidement à des niveaux acceptables au cours de l'année suivant l'observation de certains deuxièmes signaux. Le deuxième signal théorique semble en certaines circonstances un substitut adéquat à son équivalent empirique tout en étant moins exigeant en termes de calcul.

## 4 CONCLUSION

Cette étude propose et valide empiriquement une gestion de risque à deux signaux, c'est-à-dire qu'elle s'appuie sur une *VaR conditionnelle mensuelle* ainsi que sur sa tendance à long terme. Puisque la *VaR conditionnelle mensuelle* s'avère très volatile, une gestion des limites de risque qui est une fonction de cette mesure de risque peut engendrer des coûts de transaction et d'opportunité élevés qui devraient être évités. Nous définissons d'abord différents deuxièmes signaux. Pour ce faire, nous avons d'abord défini des mesures de tendance de la VaR à long terme. Ensuite, nous établissons certains deuxièmes signaux pour discriminer entre les situations exigeant d'effectuer des transactions ou non.

Une analyse statistique des retours de la VaR sous les limites permises révèle que certains signaux suggèrent avec raison de ne pas effectuer de transactions lorsque la *VaR conditionnelle mensuelle* est trop éloignée de sa tendance à long terme. La valeur médiane des retours de la *VaR conditionnelle mensuelle* révèle qu'elle revient à des niveaux de risque acceptables généralement en moins de trois mois. Nos résultats sont plus robustes lorsque la VaR est évaluée avec une probabilité de dépassement de 5% plutôt que de 1% et lorsque le risque est mesuré en termes absolus plutôt qu'en écart de rendements par rapport à un portefeuille de référence.

Nos résultats montrent aussi que dans l'année qui suit l'observation d'un deuxième signal, la *VaR conditionnelle mensuelle* des portefeuilles de référence ou sous gestion active, évaluée avec une probabilité de dépassement de 5%, est généralement significativement inférieure aux limites de risque avec un niveau de confiance de 95%. Ces analyses justifient ainsi le recours d'un deuxième signal dit empirique, c'est-à-dire qui nécessite la simulation de plusieurs VaR à un mois donné afin d'évaluer la distance moyenne par rapport à leur tendance à long terme. D'un point de vue pratique, une gestion de risque à deux signaux s'avère donc pertinente puisque que malgré un dépassement des limites de risque permises, la VaR devrait revenir rapidement sous les limites permises sans effectuer de transactions.

## 5 LES RÉFÉRENCES

- Adrian, T. et J. Rosenberg, 2008, « Stock Returns and Volatility : Pricing the Short-Run and Long-Run Components of Market Risk », *The Journal of Finance* 63, 2997.
- Angelidis, T., A. Benos, et S. Degiannakis, 2007, « A Robust VaR Model under Different Time Periods and Weighting Schemes », *Review of Quantitative Finance and Accounting* 28, 187-201.
- Bao, Y., T.-H. Lee, et B. Saltoglu, 2006, « Evaluating Predictive Performance of Value-at-Risk Models in Emerging Markets: A Reality Check », *Journal of Forecasting* 25, 101-128.
- Barone-Adesi, G., K. Giannopoulos, et L. Vosper, 1999, « VAR without Correlations for nonlinear Portfolios », *Journal of Futures Markets* 19, 583-602.
- Barone-Adesi, G., K. Giannopoulos, et L. Vosper, 2002, « Backtesting Derivative Portfolios with Filtered Historical Simulation », *European Financial Management* 8, 31-58.
- Beder T., 1995, « VAR: Seductive but Dangerous », *Financial Analysts Journal* September-October, 12-24.
- Bollerslev, T., 1986, « Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity », *Journal of Econometrics* 31, 307-327.
- Chew, L., 1994, « Shock Treatment », *Risk* 7, 63-70.
- Chrétien S., F. Coggins, et P. Gallant, 2008, « La performance et le conservatisme des modèles VAR mensuelle », *Assurance et Gestion des Risques* 76, 169-202.
- Christoffersen, P., F. Diebold et T. Schuermann, 1998, « Horizon Problems and Extreme Events in Financial Risk Management », *Economy Policy Review* 4, 109-118.
- Christoffersen, P., et S. Gonçalves, 2005, « Estimation Risk in Financial Risk Management », *Journal of Risk* 7, 1-28.
- Engle, R., 1982, « Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation », *Econometrica* 50, 987-1008.
- Friedman, W. F., 1920, « The Index of Coincidence and its Application in Cryptography », *The Riverbank Publications*, Aegean Park Press, Laguna Hills, 22.
- Glosten, L., R. Jagannathan, et D. Runkle, 1993, « On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks », *Journal of Finance* 48, 1779-1801.

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

- Goldberg, L. R., G. Miller et J. Weinstein, 2008, « Beyond Value at Risk : Forecasting Portfolio Loss at Multiple Horizons », *Journal of Investment Management* 6, 1-26.
- Hull, J., et A. White, 1998, « Incorporating Volatility Updating into the Historical Simulation Method for VAR », *Journal of Risk* 1, 5-19.
- Hung, J.-C. et M.-C. Lee, 2007, « Hedging for Multi-Period Downside Risk in the Presence of Jump Dynamics and Conditional Heteroskeasticity », *Applied Economics* 39, 2403-2412.
- Jorion, P., 2007, « Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk », *McGraw-Hill*, 3<sup>e</sup> édition.
- Kendall, M., 1994, *Kendall's Advanced Theory of Statistics*, Halsted Press, New York.
- Kuester, K., S. Mittnik, et M. S. Paolella, 2006, « Value-at-Risk Prediction: A Comparison of Alternative Strategies », *Journal of Financial Econometrics* 4, 53-89.
- Ljung, G., et G. Box, 1979, « On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models », *Biometrika* 66, 265-270.
- McAleer, M. et P. Verhoeven, 2004, « Fat tails and asymmetry in financial volatily models », *Mathematics and Computers in Simulation* 64, 351-361.
- Pritsker, M., 2006, « The Hidden Dangers of Historical Simulation », *Journal of Banking & Finance* 30, 561-582.

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 1: SOMMAIRE STATISTIQUE DES RENDEMENTS QUOTIDIENS**

Pour les trois portefeuilles, les données couvrent la période du 2 janvier 1980 au 30 novembre 2006, pour un total de 6783 rendements quotidiens. Le portefeuille de référence représente l'indice CFMRC valopondéré. Le portefeuille sous gestion active est composé à 66% de l'indice CFMRC valopondéré, de 17% de l'indice CFMRC équipondéré, et de 17% de l'indice S&P/TSX composé. Le portefeuille des écarts de rendements représente les écarts de rendements entre le portefeuille de référence et le portefeuille sous gestion active. La section A présente un sommaire statistique des rendements quotidiens des trois portefeuilles, alors que la section B contient les tests sur la normalité (Jarque-Bera) et l'indépendance des rendements quotidiens ( $Q^2$ -tests) et des rendements quotidiens au carré ( $Q^2$ -tests) sur 5 jours ( $K=5$ ). Les symboles \* et \*\* dénotent une statistique significative à un niveau de confiance de 95% et 99% respectivement.

### SECTION A: SOMMAIRE STATISTIQUE

Portefeuilles	Moyenne	Écart type	Maximum	Minimum	Coefficient d'asymétrie	Coefficient d'aplatissement
Référence	0.000468	0.008701	0.099898	-0.115366	-0.965600	19.473297
Sous gestion active	0.000647	0.008406	0.104148	-0.114707	-0.797193	21.880968
Écarts de rendements	0.000179	0.001284	0.053931	-0.010761	13.494041	507.607277

### SECTION B: TESTS SUR LA NORMALITÉ ET L'INDÉPENDANCE DES RENDEMENTS

Portefeuilles	Test de Jarque-Bera	Q-test (K=5)	$Q^2$ -test (K=5)
Référence	77628.16**	175.57**	2105.29**
Sous gestion active	101313.50**	225.85**	2396.13**
Écarts de rendement	72063855.90**	39.31**	0.19

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 2: LES PARAMÈTRES CONDITIONNELS**

Ce tableau présente, pour les portefeuilles de référence, sous gestion active et des écarts de rendements, la moyenne des différents paramètres et constantes estimés des équations de diffusion du rendement et de la variance pour calculer les 144 VARs conditionnelles mensuelles de notre étude. Les résultats de l'équation de la dernière colonne à droite indiquent le niveau de persistance des chocs. Les symboles \* et \*\* dénotent une statistique significative à un niveau de confiance de 95% et 99% respectivement.

	c (t-stat)	$\omega$ (t-stat)	$\alpha$ (t-stat)	$\beta$ (t-stat)	$\gamma$ (t-stat)	$\gamma/2 + \alpha + \beta$	
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>	0.0005** (4.2025)	0.2372** (13.0334)	0.0000** (12.0758)	0.0654** (6.7294)	0.8542** (135.0921)	0.0900** (8.7277)	0.9646
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>	0.0007** (6.3146)	0.2522** (13.8288)	0.0000** (12.1010)	0.0697** (6.6775)	0.8382** (112.8450)	0.1022** (9.6494)	0.9590
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>	0.0001** (10.1266)	0.1136** (356.3498)	0.0000** (9.6258)	0.0764** (15.1452)	0.9158** (196.9510)	-0.0171** (-2.7805)	0.9837

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

<b>TABLEAU 3: SOMMAIRE STATISTIQUE DE LA VAR CONDITIONNELLE MENSUELLE ET DE SA TENDANCE À LONG TERME</b>				
	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.1252	0.0637	0.0645	0.4267
Tendance à long terme de la VAR	0.0944	0.0142	0.0659	0.1389
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.1165	0.0572	0.0624	0.3920
Tendance à long terme de la VAR	0.0846	0.0116	0.0623	0.1235
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.0086	0.0057	0.0031	0.0400
Tendance à long terme de la VAR	0.0106	0.0041	0.0053	0.0251
<b>SECTION B: VAR À 95%</b>				
	Moyenne	Écart type	Minimum	Maximum
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.0635	0.0309	0.0341	0.2086
Tendance à long terme de la VAR	0.0599	0.0087	0.0405	0.0846
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.0556	0.0274	0.0284	0.1983
Tendance à long terme de la VAR	0.0518	0.0071	0.0360	0.0710
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>				
VAR conditionnelle mensuelle	0.0040	0.0033	0.0005	0.0219
Tendance à long terme de la VAR	0.0061	0.0028	0.0028	0.0166

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 4: L'ÉVOLUTION DES VARs CONDITIONNELLES MENSUELLES SUITE À UN DÉPASSEMENT NON CONSÉCUTIF, MÉTHODE EMPIRIQUE**

Le tableau suivant décrit l'évolution des VARs conditionnelles mensuelles suite à l'identification d'une déviation significative (ou dépassement) de la tendance à long terme de la VAR avec la méthode empirique. Les colonnes VAR à 99% et VAR à 95% présentent les résultats pour les VAR évaluées avec une probabilité de dépassement de 1% et 5% respectivement. Trois niveaux de confiance sont utilisés pour identifier les dépassements (99%, 95% et 75%). Cinq limites de risque VAR sont fixées lorsqu'un dépassement est identifié, la limite de risque 0,99 étant la plus élevée et la limite de risque 0,65 étant la plus faible. Pour les portefeuilles de référence, sous gestion active et des écarts de rendements, nous présentons la moyenne, la médiane et le maximum du nombre de mois requis pour que la VAR conditionnelle mensuelle revienne sous les limites de risque VAR correspondantes. Les proportions de retour à l'intérieur de 3 mois, de 4 à 6 mois, de 7 à 12 mois et de plus de 12 mois sont également présentées. Certaines observations (dépassements) n'ont pas été considérées pour certaines limites de risque VAR relativement faibles étant donné que la VAR conditionnelle mensuelle ne revenait pas en dessous de celles-ci à l'intérieur de notre échantillon de données.

	VAR À 99%										VAR À 95%										0,99						
	Niveau de confiance lié aux dépassements					0,99					0,95					0,75					0,99					0,75	
Limite de risque VAR	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	19	19	19	19	18	20	20	20	19	19	18	16	16	16	16	16	20	20	20	20	18	18					
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																											
Moyenne	4,95	5,79	6,21	11,16	18,00	2,80	3,05	4,80	8,42	4,95	12,56	1,88	2,06	2,13	2,25	2,94	2,15	2,25	2,90	3,45	2,22	2,72					
Médiane	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Maximum	58,00	61,00	61,00	61,00	67,00	13,00	14,00	43,00	67,00	43,00	69,00	7,00	9,00	9,00	9,00	10,00	9,00	9,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	
Proportions: moins de 3 mois	0,8421	0,7895	0,7368	0,6316	0,5556	0,8000	0,8000	0,7500	0,7368	0,7368	0,6667	0,8750	0,8750	0,8750	0,8750	0,7500	0,8500	0,8500	0,8000	0,7000	0,8889	0,8333					
Proportions: 4 à 6 mois	0,0526	0,0526	0,1053	0,1579	0,1111	0,1000	0,1000	0,1500	0,1053	0,1579	0,1111	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,1250	0,0500	0,0500	0,0500	0,1000	0,0556	0,0556					
Proportions: 7 à 12 mois	0,0000	0,0526	0,0000	0,0000	0,0000	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625	0,1250	0,1000	0,1000	0,1000	0,1500	0,0000	0,0556	0,0556				
Proportions: plus de 12 mois	0,1053	0,1053	0,1579	0,2105	0,3333	0,0500	0,1000	0,1000	0,1579	0,1053	0,2222	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0500	0,0500	0,0500	0,0556	0,0556		
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	23	23	22	22	22	21	20	20	20	17	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	21	21		
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																											
Moyenne	2,22	5,00	5,82	7,55	18,41	2,57	4,75	5,35	10,85	2,88	7,06	1,60	2,45	2,55	2,65	3,00	2,30	3,25	3,35	3,70	3,14	3,43					
Médiane	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00			
Maximum	14,00	61,00	61,00	61,00	79,00	13,00	43,00	46,00	67,00	17,00	67,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	
Proportions: moins de 3 mois	0,8261	0,7391	0,7273	0,6364	0,5455	0,7619	0,7500	0,6500	0,6500	0,8235	0,7647	0,9500	0,8000	0,8000	0,8000	0,6500	0,8500	0,7500	0,7500	0,6000	0,7619	0,6190					
Proportions: 4 à 6 mois	0,1304	0,1739	0,1364	0,2273	0,1364	0,1905	0,1500	0,2500	0,1500	0,1176	0,0588	0,0500	0,1500	0,1000	0,1000	0,2500	0,1000	0,0500	0,0500	0,2000	0,0952	0,2381					
Proportions: 7 à 12 mois	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0588	0,0000	0,0000	0,0500	0,0500	0,0500	0,0000	0,1500	0,1500	0,1500	0,0952	0,0952					
Proportions: plus de 12 mois	0,0435	0,0870	0,1364	0,1364	0,3182	0,0476	0,1000	0,1000	0,2000	0,0588	0,1176	0,0000	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0476	0,0476					
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	11	11	11	11	11	9	9	9	9	8	8	12	12	12	12	12	11	11	11	11	9	9					
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																											
Moyenne	3,09	3,55	7,09	11,91	13,45	3,22	7,56	12,33	14,11	8,38	8,88	2,92	3,25	5,33	7,08	7,58	2,73	5,00	6,27	6,82	7,22	7,89					
Médiane	1,00	1,00	4,00	4,00	7,00	1,00	4,00	4,00	7,00	4,00	5,50	1,50	2,00	2,00	3,00	5,50	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00					
Maximum	11,00	11,00	24,00	44,00	56,00	11,00	24,00	44,00	56,00	24,00	24,00	10,00	10,00	23,00	23,00	23,00	10,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00					
Proportions: moins de 3 mois	0,7273	0,7273	0,3636	0,3636	0,3636	0,7778	0,3333	0,3333	0,3333	0,3750	0,3750	0,7500	0,6667	0,5833	0,5000	0,4167	0,7273	0,6364	0,4545	0,3636	0,3333	0,2222					
Proportions: 4 à 6 mois	0,0909	0,0000	0,1818	0,1818	0,0909	0,0000	0,2222	0,2222	0,1111	0,2500	0,1250	0,0833	0,1667	0,0833	0,0833	0,0833	0,1818	0,0909	0,1818	0,1818	0,2222	0,2222					
Proportions: 7 à 12 mois	0,1818	0,2727	0,3636	0,0909	0,1818	0,2222	0,3333	0,1111	0,2222	0,1250	0,2500	0,1667	0,1667	0,2500	0,1667	0,2500	0,0909	0,1818	0,1818	0,2727	0,2222	0,3333					
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,0000	0,0909	0,3636	0,3636	0,0000	0,1111	0,3333	0,3333	0,2500	0,2500	0,0000	0,0833	0,2500	0,2500	0,0000	0,0909	0,1818	0,1818	0,2222	0,2222						

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 5: L'ÉVOLUTION DES VARs CONDITIONNELLES MENSUELLES SUITE À UN DÉPASSEMENT NON CONSÉCUTIF, MÉTHODE PAR INTERVALLE DE CONFIANCE**

Le tableau suivant décrit l'évolution des VARs conditionnelles mensuelles suite à l'identification d'une déviation significative (ou dépassement) de la tendance à long terme de la VAR avec la méthode par intervalle de confiance. Les colonnes VAR à 99% et VAR à 95% présentent les résultats pour les VAR évaluées avec une probabilité de dépassement de 1% et 5% respectivement. Les sections A et B indiquent les résultats lorsque la VAR conditionnelle mensuelle est respectivement surestimée ou sousestimée d'un écart-type par rapport à sa moyenne empirique. Trois niveaux de confiance sont utilisés pour identifier les dépassements (99%, 95% et 75%). Cinq limites de risque VAR sont fixées lorsqu'un dépassement est identifié, la limite de risque 0,99 étant la plus élevée et la limite de risque 0,65 étant la plus faible. Pour les portefeuilles de référence, sous gestion active et des écarts de rendements, nous présentons la moyenne, la médiane et le maximum du nombre de mois requis pour que la VAR conditionnelle mensuelle revienne sous les limites de risque VAR correspondantes. Les proportions de retour à l'intérieur de 3 mois, de 4 à 6 mois, de 7 à 12 mois et de plus de 12 mois sont également présentées. Certaines observations (dépassements) n'ont pas été considérées pour certaines limites de risque VAR relativement faibles étant donné que la VAR conditionnelle mensuelle ne revient pas nécessairement sous la limite de risque VAR.

SECTION A	VAR À 99%, À UN ÉCART TYPE AU DESSUS DE LA VAR												VAR À 95%, À UN ÉCART TYPE AU DESSUS DE LA VAR													
	0,99						0,95						0,75						0,99						0,75	
Niveau de confiance lié aux dépassements	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,75	0,65		
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs																										
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																										
Moyenne	1,69	6,56	9,19	15,88	17,31	2,36	2,71	3,00	3,15	2,63	2,75	1,24	1,88	2,18	2,29	2,82	1,35	1,47	2,24	2,82	2,64	3,29				
Médiane	1,00	1,00	2,50	3,00	3,00	1,00	1,50	2,00	2,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Maximum	8,00	61,00	61,00	64,00	79,00	10,00	14,00	16,00	17,00	16,00	17,00	3,00	7,00	9,00	9,00	10,00	4,00	4,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00		
Proportions: moins de 3 mois	0,8750	0,7500	0,6250	0,5625	0,5625	0,8571	0,8571	0,8462	0,8462	0,8750	0,8750	1,0000	0,8824	0,8235	0,8235	0,7647	0,9412	0,9412	0,8824	0,8235	0,7857	0,7143				
Proportions: 4 à 6 mois	0,0625	0,0625	0,1875	0,1250	0,1250	0,0714	0,0714	0,0769	0,0769	0,0625	0,0625	0,0000	0,0588	0,1176	0,1176	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,1429	0,1429				
Proportions: 7 à 12 mois	0,0625	0,0625	0,0000	0,0000	0,0000	0,0714	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0588	0,0588	0,0588	0,1176	0,0000	0,0000	0,0000	0,0588	0,0000	0,0714				
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,1250	0,1875	0,3125	0,3125	0,0000	0,0714	0,0769	0,0769	0,0625	0,0625	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0588	0,0588	0,0714	0,0714		
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs	21	20	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	21	21	21	21	15	15				
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																										
Moyenne	1,67	6,10	10,40	19,95	20,70	2,33	2,83	3,11	3,61	3,17	3,67	1,39	2,22	2,72	2,83	3,00	2,05	2,90	3,05	3,19	2,53	2,60				
Médiane	1,00	2,00	2,50	3,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Maximum	8,00	61,00	61,00	79,00	79,00	14,00	17,00	20,00	29,00	20,00	29,00	3,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00		
Proportions: moins de 3 mois	0,9048	0,7500	0,6000	0,5500	0,5500	0,8889	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333	0,8333	1,0000	0,8889	0,7778	0,7778	0,7222	0,9048	0,8095	0,8095	0,7619	0,8000	0,8000				
Proportions: 4 à 6 mois	0,0476	0,1000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0000	0,0556	0,1111	0,1111	0,1667	0,0476	0,0476	0,0476	0,0952	0,1333	0,1333				
Proportions: 7 à 12 mois	0,0476	0,0000	0,0000	0,0000	0,0500	0,0000	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0000	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0000	0,0952	0,0952	0,0952	0,0000	0,0000				
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,1500	0,2000	0,3500	0,3500	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0000	0,0556	0,0556	0,0556	0,0556	0,0476	0,0476	0,0476	0,0476	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667		
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs	11	11	11	11	11	9	9	9	9	11	11	11	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9				
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																										
Moyenne	1,91	3,82	8,91	17,18	17,45	3,67	7,67	7,78	8,11	3,18	3,18	2,00	3,27	6,55	6,55	7,09	2,89	6,00	7,22	7,89	7,00	7,67				
Médiane	1,00	1,00	4,00	10,00	10,00	1,00	4,00	4,00	5,00	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00	4,00	2,00	4,00	4,00	7,00	4,00	7,00				
Maximum	9,00	11,00	24,00	56,00	56,00	11,00	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	9,00	10,00	23,00	23,00	23,00	10,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00			
Proportions: moins de 3 mois	0,9091	0,6364	0,3636	0,3636	0,3636	0,6667	0,4444	0,4444	0,4444	0,9091	0,9091	0,9091	0,6364	0,5455	0,5455	0,4545	0,6667	0,4444	0,3333	0,2222	0,4444	0,3333				
Proportions: 4 à 6 mois	0,0000	0,0909	0,1818	0,0909	0,0000	0,1111	0,2222	0,2222	0,1111	0,2222	0,0000	0,0000	0,0909	0,1818	0,0909	0,0909	0,2222	0,2222	0,2222	0,2222	0,1111	0,1111				
Proportions: 7 à 12 mois	0,0909	0,2727	0,1818	0,0909	0,1818	0,2222	0,1111	0,1111	0,2222	0,0000	0,0000	0,0909	0,1818	0,1818	0,1818	0,2727	0,1111	0,2222	0,2222	0,3333	0,2222	0,2222				
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,0000	0,2727	0,4545	0,4545	0,0000	0,2222	0,2222	0,2222	0,0000	0,0000	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,0000	0,1818	0,1818	0,1818	0,0000	0,1111	0,2222	0,2222		

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

SECTION B	VAR À 99%, À UN ÉCART TYPE EN DESSOUS DE LA VAR										VAR À 95%, À UN ÉCART TYPE EN DESSOUS DE LA VAR												
	0,99					0,95					0,75					0,99					0,95		0,75
Niveau de confiance lié aux dépassements																							
Limite de risque VAR	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs	17	17	17	17	17	16	16	16	16	19	19	11	11	11	11	11	16	16	16	16	19	19	
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																							
Moyenne	1,65	3,18	9,76	12,35	13,00	7,06	15,88	17,31	18,00	8,42	9,00	1,45	3,00	3,36	3,36	4,18	2,13	2,38	2,50	3,06	3,00	3,47	
Médiane	1,00	2,00	3,00	4,00	4,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	3,00	1,00	1,50	1,50	2,00	1,00	1,00	
Maximum	4,00	14,00	64,00	67,00	67,00	61,00	64,00	79,00	79,00	67,00	67,00	3,00	7,00	9,00	9,00	10,00	7,00	9,00	9,00	10,00	13,00	13,00	
Proportions: moins de 3 mois	0,9412	0,7647	0,5882	0,4706	0,4706	0,6875	0,5625	0,5625	0,5625	0,7368	0,7368	1,0000	0,6364	0,6364	0,6364	0,5455	0,8125	0,8125	0,8125	0,7500	0,7895	0,7368	
Proportions: 4 à 6 mois	0,0588	0,1176	0,1765	0,1765	0,1765	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1053	0,1053	0,0000	0,1818	0,1818	0,1818	0,1818	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,0526	0,0526	
Proportions: 7 à 12 mois	0,0000	0,0588	0,0588	0,1176	0,1176	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1818	0,1818	0,1818	0,1818	0,2727	0,0625	0,0625	0,0625	0,1250	0,1053	0,1579
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,0588	0,1765	0,2353	0,2353	0,1875	0,3125	0,3125	0,3125	0,1579	0,1579	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0526	0,0526	
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs	18	18	18	18	18	20	20	20	20	19	19	13	13	13	13	13	18	18	18	18	20	20	
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																							
Moyenne	1,89	3,61	13,22	17,56	17,56	7,60	18,95	20,70	20,85	11,58	11,74	1,23	1,92	2,31	2,85	3,23	2,50	2,78	2,83	3,06	3,35	3,70	
Médiane	1,00	2,50	4,00	5,00	5,00	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,00	3,00	
Maximum	7,00	14,00	66,00	67,00	67,00	61,00	66,00	79,00	79,00	67,00	67,00	3,00	5,00	7,00	9,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	
Proportions: moins de 3 mois	0,8889	0,6667	0,5000	0,4444	0,4444	0,7500	0,5500	0,5500	0,5500	0,6842	0,6842	1,0000	0,9231	0,8462	0,7692	0,6923	0,8333	0,7778	0,7778	0,6667	0,7500	0,6000	
Proportions: 4 à 6 mois	0,0556	0,1667	0,1667	0,1111	0,1111	0,1000	0,1000	0,0500	0,0500	0,1053	0,1053	0,0000	0,0769	0,0769	0,0769	0,1538	0,1111	0,1111	0,1111	0,2222	0,0500	0,2000	
Proportions: 7 à 12 mois	0,0556	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,0000	0,0000	0,0500	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0769	0,1538	0,0769	0,0000	0,0556	0,0556	0,0556	0,1500	0,1500	0,1500	
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,0556	0,2222	0,3333	0,3333	0,1500	0,3500	0,3500	0,3500	0,2105	0,2105	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0769	0,0556	0,0556	0,0556	0,0500	0,0500	0,0500	
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs	9	9	9	9	9	12	12	12	12	9	9	7	7	7	7	7	13	13	13	13	11	11	
<i>Retour de la VAR sous la limite</i>																							
Moyenne	1,89	8,44	9,11	9,44	9,44	6,75	16,08	16,33	16,33	14,11	14,11	2,43	4,29	5,43	5,43	5,43	3,08	5,77	6,62	7,08	6,27	6,82	
Médiane	1,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	7,00	8,50	8,50	7,00	7,00	2,00	3,00	7,00	7,00	7,00	2,00	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	
Maximum	6,00	50,00	50,00	50,00	50,00	23,00	56,00	56,00	56,00	56,00	56,00	7,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00
Proportions: moins de 3 mois	0,8889	0,4444	0,4444	0,4444	0,4444	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,8571	0,5714	0,4286	0,4286	0,4286	0,6923	0,6154	0,5385	0,4615	0,4545	0,3636	
Proportions: 4 à 6 mois	0,1111	0,3333	0,2222	0,1111	0,1111	0,2500	0,1667	0,0833	0,0833	0,1111	0,1111	0,0000	0,1429	0,0000	0,0000	0,0000	0,1538	0,0769	0,0769	0,1818	0,1818	0,1818	
Proportions: 7 à 12 mois	0,0000	0,1111	0,2222	0,3333	0,3333	0,0833	0,1667	0,1667	0,2222	0,2222	0,1429	0,2857	0,5714	0,5714	0,5714	0,1538	0,1538	0,1538	0,2308	0,1818	0,2727		
Proportions: plus de 12 mois	0,0000	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,0833	0,4167	0,4167	0,4167	0,3333	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1538	0,2308	0,2308	0,1818	0,1818	

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 6: TESTS D'INDÉPENDANCE DE FRIEDMAN, MÉTHODE EMPIRIQUE**

Le tableau suivant présente les résultats des tests de Friedman sur la coïncidence des rangs effectués avec la VAR conditionnelle mensuelle et les différentes limites de risque VAR pour les 12 mois suivant un dépassement non consécutif pour la méthode empirique. Les colonnes VAR à 99% et VAR à 95% présentent les résultats pour les VAR évaluées avec une probabilité de dépassement de 1% et 5% respectivement. Trois niveaux de confiance sont utilisés pour identifier les dépassements (99%, 95% et 75%). Cinq limites de risque VAR sont fixées lorsqu'un dépassement est identifié, la limite de risque 0.99 étant la plus élevée et la limite de risque 0.65 étant la plus faible. Pour les portefeuilles de référence, sous gestion active et des écarts de rendements, nous séparons les résultats en deux volets. Le premier (second) volet contient les résultats obtenus lorsque la VAR conditionnelle mensuelle est supérieure à la limite de risque VAR pour 6 mois et moins (plus de 6 mois) dans l'année qui suit le dépassement. Pour chaque volet et limite de risque VAR, nous présentons le nombre d'observations, les indices de coïncidence moyens, les valeurs p moyennes, et les proportions de cas significatifs selon différents niveaux de confiance. Les dépassements non consécutifs qui arrivaient à 12 mois ou moins de la fin de la période étudiée ont été omis.

Niveau de confiance lié aux dépassements	VAR à 99%										VAR à 95%										0,75					
	0,99					0,95					0,75					0,99					0,95					
Limite de risque VAR	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	19	19	19	19	16	16	16				
<b>6 mois et moins</b>	10	10	9	9	6	14	12	12	9	11	8	11	11	10	9	9	13	12	11	11	12	12	12			
Indice de coïncidence moyen	6,9333	5,3667	4,5185	3,4762	2,8889	5,2051	5,1515	4,5556	3,7500	4,4167	4,4444	7,1515	7,1333	7,6296	7,2963	6,3704	6,0000	6,3030	6,6000	5,7667	6,2727	5,5152				
Valeur p moyenne	0,0318	0,1197	0,1680	0,3429	0,2051	0,1990	0,2062	0,3412	0,2857	0,4083	0,3655	0,0807	0,1522	0,1172	0,0211	0,0353	0,2155	0,1917	0,1594	0,1710	0,1530	0,1637				
Cas significatifs, 99% et plus	0,2500	0,2500	0,1875	0,0625	0,2941	0,2353	0,1765	0,1176	0,1765	0,1176	0,4000	0,2667	0,2667	0,2000	0,2105	0,2105	0,1579	0,1579	0,1875	0,1875						
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,1875	0,1250	0,1250	0,0625	0,0000	0,1765	0,2353	0,0588	0,0588	0,0588	0,2000	0,3333	0,2667	0,3333	0,2000	0,2632	0,2105	0,1579	0,1579	0,3125	0,1875					
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1875	0,2500	0,2500	0,4375	0,3125	0,3529	0,2353	0,4706	0,3529	0,4117	0,2941	0,1333	0,1333	0,1334	0,0667	0,2000	0,2105	0,2105	0,1579	0,2632	0,2500	0,3750				
<b>Plus de 6 mois</b>	6	6	7	7	10	3	5	5	8	6	9	4	4	5	6	6	6	7	8	8	4	4				
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1875	0,0625	0,0625	0,0000	0,1875	0,0000	0,1176	0,0588	0,2353	0,0588	0,2353	0,2000	0,2000	0,1333	0,1334	0,0667	0,2105	0,1053	0,1052	0,0526	0,0625	0,0000				
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0000	0,0625	0,0000	0,0000	0,0588	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0667	0,0000	0,0667	0,1333	0,1333	0,0526	0,1579	0,1579	0,0625	0,0625						
Cas significatifs, 99% et plus	0,1875	0,2500	0,3750	0,4375	0,4375	0,1176	0,1765	0,2353	0,2353	0,2941	0,2941	0,0000	0,0667	0,1333	0,1333	0,2000	0,0526	0,1053	0,1579	0,2105	0,1250	0,1875				
Indice de coïncidence moyen	6,3333	8,1667	9,1429	10,4286	8,2333	8,5556	7,1333	8,2000	5,8333	8,3889	6,6296	1,8333	2,8333	4,9333	5,1111	6,1667	3,2778	5,0476	6,0000	6,7917	7,1667	8,5000				
Valeur p moyenne	0,0974	0,0188	0,0138	0,0020	0,1383	0,0084	0,1304	0,1145	0,2431	0,0435	0,1811	0,3491	0,2660	0,1050	0,1161	0,0503	0,1947	0,0810	0,0898	0,0404	0,0272	0,0073				
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs	20	20	20	20	20	18	18	18	18	16	16	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19				
<b>6 mois et moins</b>	13	13	11	10	8	13	11	10	9	10	8	14	14	12	10	9	14	12	10	9	11	10				
Indice de coïncidence moyen	5,3590	4,5000	3,6667	2,8750	2,5000	5,0000	4,8148	4,5000	3,2917	3,7917	2,9524	7,0556	6,1667	6,6000	6,3333	5,8889	5,8611	5,7000	5,3333	4,8889	5,1000	4,7000				
Valeur p moyenne	0,0820	0,2201	0,3322	0,3815	0,4248	0,2175	0,2756	0,2713	0,2761	0,3105	0,3603	0,2110	0,2264	0,2294	0,1541	0,0854	0,2267	0,2363	0,1624	0,0946	0,1552	0,0935				
Cas significatifs, 99% et plus	0,2000	0,1500	0,1000	0,0500	0,0000	0,2778	0,1667	0,1111	0,0556	0,1250	0,0625	0,3684	0,2105	0,1579	0,1579	0,2105	0,1053	0,1053	0,1053	0,1053	0,1053					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,1500	0,1500	0,0500	0,0500	0,0556	0,1111	0,1111	0,0556	0,0625	0,0625	0,1053	0,2632	0,2632	0,1053	0,0526	0,2632	0,2632	0,1053	0,0526	0,1053	0,0526					
Cas non significatifs, 90% et plus	0,3000	0,3500	0,4000	0,4000	0,3500	0,3889	0,3333	0,3333	0,3889	0,4375	0,3750	0,2631	0,2632	0,2105	0,2632	0,2632	0,2632	0,3158	0,3158	0,3685						
<b>Plus de 6 mois</b>	7	7	9	10	12	5	7	8	9	6	8	5	5	7	9	10	5	7	9	10	8	9				
Cas non significatifs, 90% et plus	0,2000	0,1000	0,2000	0,1500	0,2000	0,1111	0,2222	0,2222	0,1667	0,2500	0,3125	0,2105	0,1579	0,2105	0,2105	0,1579	0,1579	0,1579	0,1053	0,2105	0,1579					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0625	0,0000	0,0526	0,0000	0,1053	0,0526	0,0526	0,0526	0,1579	0,1579	0,1053	0,1053				
Cas significatifs, 99% et plus	0,1000	0,2500	0,2500	0,3500	0,3500	0,1667	0,1667	0,2222	0,2222	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,2105					
Indice de coïncidence moyen	4,9048	7,4762	6,4074	7,1333	7,7222	5,8667	5,0952	5,7083	6,8519	4,1111	4,3750	2,8667	4,6000	4,9524	4,9259	6,0667	4,4000	5,5238	5,1852	6,3000	4,1667	5,5185				
Valeur p moyenne	0,2116	0,0942	0,1631	0,1393	0,1374	0,2271	0,2327	0,1835	0,1227	0,2188	0,1973	0,2295	0,1202	0,1645	0,1677	0,0953	0,1833	0,1321	0,1607	0,0891	0,2482	0,1589				
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																										
Nombre de dépassements non consécutifs	11	11	11	11	11	9	9	9	9	8	8	12	12	12	12	12	11	11	11	11	9	9				
<b>6 mois et moins</b>	5	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3				
Indice de coïncidence moyen	4,8889	6,6667	4,3333	4,3333	8,3333	6,6667	4,3333	4,3333	8,3333	4,3333	8,3333	6,5000	6,5000	8,5556	8,5556	8,5556	6,8889	10,1667	10,1667	10,1667	10,1667	10,1667				
Valeur p moyenne	0,4994	0,4162	0,2838	0,2838	0,5019	0,4162	0,2838	0,2838	0,5019	0,2838	0,5019	0,1473	0,1473	0,2563	0,2563	0,2563	0,1894	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348				
Cas significatifs, 99% et plus	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1250	0,1250	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667	0,1667	0,1818	0,1818	0,1818	0,1818	0,2222					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000						
Cas non significatifs, 90% et plus	0,3636	0,1818	0,0909	0,0909	0,2222	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1250	0,1250	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,1111					
<b>Plus de 6 mois</b>	6	8	9	9	9	6	7	7	7	6	6	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6				
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1818	0,2727	0,2727	0,1818	0,1818	0,2222	0,2222	0,1111	0,1111	0,1250	0,1250	0,3333	0,0833	0,0833	0,0000	0,0000	0,1818	0,1818	0,0000	0,0000	0,0000					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0909	0,1818	0,1818	0,0909	0,2222	0,2222	0,1111	0,1111	0,0000	0,0000	0,0833	0,3333	0,1667	0,2500	0,0833	0,3636	0,1818	0,3636	0,1818	0,3333	0,1111					
Cas significatifs, 99% et plus	0,2727	0,2727	0,3636	0,5455	0,5455	0,2222	0,3333	0,5556	0,5556	0,6250	0,6250	0,2500	0,2500	0,4167	0,4167	0,5833	0,1818	0,3636	0,3636	0,5455	0,3333					
Indice de coïncidence moyen	5,5000	4,9167	5,7407	8,4444	8,44																					

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

**TABLEAU 7: TESTS D'INDÉPENDANCE DE FRIEDMAN, MÉTHODE PAR INTERVALLE DE CONFIANCE**

Le tableau suivant présente les résultats des tests de Friedman sur la coïncidence des rangs effectués avec la VAR conditionnelle mensuelle et les différentes limites de risque VAR pour les 12 mois suivant un dépassement non consécutif pour la méthode par intervalle de confiance. Les colonnes VAR à 99% et VAR à 95% présentent les résultats pour les VAR évaluées avec une probabilité de dépassement de 1% et 5% respectivement. Les sections A et B indiquent les résultats lorsque la VAR conditionnelle mensuelle est respectivement surestimée ou sousestimée d'un écart-type par rapport à sa moyenne empirique. Trois niveaux de confiance sont utilisés pour identifier les dépassements (99%, 95% et 75%). Cinq limites de risque VAR sont fixées lorsqu'un dépassement est identifié, la limite de risque 0,99 étant la plus élevée et la limite de risque 0,65 étant la plus faible. Pour les portefeuilles de référence, sous gestion active et des écarts de rendements, nous séparons les résultats en deux volets. Le premier (second) volet contient les résultats obtenus lorsque la VAR conditionnelle mensuelle est supérieure à la limite de risque VAR pour 6 mois et moins (plus de 6 mois) dans l'année qui suit le dépassement. Pour chaque volet et limite de risque VAR, nous présentons le nombre d'observations, les indices de coïncidence moyens, les valeurs p moyennes, et les proportions de cas significatifs selon diff

SECTION A	VAR À 99%, À UN ÉCART TYPE AU DESSUS DE LA VAR												VAR À 99%, À UN ÉCART TYPE AU DESSUS DE LA VAR														
	0,99						0,95						0,75						0,99						0,95		0,75
Niveau de confiance lié aux dépassements	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65		0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65				
Limite de risque VAR	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65		0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65				
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	15	15	15	15	15	12	12	12	12	15	15	16	16	16	16	16	15	15	15	15	15	12	12				
<b>6 mois et moins</b>	12	8	8	7	7	10	10	9	8	11	10	14	11	10	10	10	12	11	11	11	11	8	8				
Indice de coïncidence moyen	7,9394	6,7917	4,1250	2,7619	3,2000	5,0000	3,9167	3,3810	4,2667	3,8148	4,5714	8,8462	7,2727	6,4333	6,2000	6,0333	6,6667	6,5152	6,9000	6,6000	7,0833	7,0833					
Valeur p moyenne	0,1805	0,0293	0,1942	0,2328	0,4260	0,1112	0,3719	0,4295	0,4879	0,3552	0,3945	0,1546	0,0317	0,0231	0,0293	0,0458	0,0947	0,1125	0,1578	0,1594	0,0215	0,0215					
Cas significatifs, 99% et plus	0,5333	0,2000	0,2000	0,0667	0,0667	0,2500	0,2500	0,1667	0,1667	0,1333	0,1333	0,6250	0,3750	0,1250	0,1250	0,4000	0,2667	0,2667	0,2000	0,2500	0,2500						
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0667	0,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1667	0,0000	0,0000	0,0000	0,1333	0,1333	0,0625	0,2500	0,4375	0,3750	0,2000	0,3333	0,2667	0,3333	0,3333	0,3333						
Cas non significatifs, 90% et plus	0,2000	0,1333	0,3333	0,4000	0,4000	0,4167	0,5833	0,5833	0,5000	0,4667	0,4000	0,1875	0,0625	0,0625	0,1250	0,1250	0,2000	0,1333	0,2000	0,2000	0,0833	0,0833					
<b>Plus de 6 mois</b>	3	7	7	8	8	2	2	3	4	4	5	2	5	6	6	6	3	4	4	4	4	4					
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1333	0,1333	0,0667	0,0667	0,0667	0,0833	0,0833	0,1667	0,2500	0,2000	0,2667	0,1250	0,1875	0,1250	0,1250	0,0000	0,2000	0,1333	0,1333	0,0000	0,1667	0,0000					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0667	0,0667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0833	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1250	0,0625	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,1333	0,0000	0,0667	0,0000	0,0833					
Cas significatifs, 99% et plus	0,0000	0,2667	0,4000	0,4667	0,4667	0,0000	0,0833	0,0833	0,0833	0,0667	0,0667	0,0000	0,0000	0,1250	0,1875	0,2500	0,0000	0,0000	0,1333	0,2000	0,1667	0,2500					
Indice de coïncidence moyen	2,8889	6,8095	9,1429	9,6250	9,7500	3,3333	6,6667	4,5556	3,7500	3,7500	3,6000	2,1667	2,5333	5,0000	5,7778	7,3333	1,5556	3,3333	6,1667	8,5000	6,1667	8,5000					
Valeur p moyenne	0,2226	0,1202	0,0138	0,0718	0,0323	0,1346	0,1244	0,2708	0,2652	0,2652	0,2288	0,1657	0,2835	0,0910	0,0607	0,0096	0,2984	0,1346	0,0840	0,0073	0,0840	0,0073					
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	18	18	18	18	18	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	19	19	19	19	19	12	12				
<b>6 mois et moins</b>	15	10	7	6	6	15	12	11	11	11	11	13	12	10	9	8	16	14	11	10	8						
Indice de coïncidence moyen	5,7619	3,7778	3,5556	3,5333	2,9333	4,5641	4,0606	3,7333	3,4333	3,0333	3,0333	6,9744	6,2333	6,3704	5,8333	5,6250	5,5476	5,5000	5,2667	5,1000	5,5417	5,1250					
Valeur p moyenne	0,1588	0,3131	0,2862	0,3029	0,3057	0,2550	0,1984	0,2719	0,2734	0,2941	0,2941	0,1395	0,297	0,1375	0,1529	0,0676	0,246	0,2173	0,1402	0,0707	0,0548	0,0960					
Cas significatifs, 99% et plus	0,2778	0,1111	0,0556	0,0556	0,0000	0,2353	0,1176	0,1176	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,2105	0,1053	0,1053	0,1053	0,1667	0,1667					
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,1667	0,0556	0,0556	0,0000	0,0556	0,0588	0,1765	0,1765	0,1765	0,1176	0,1176	0,0588	0,2941	0,3529	0,1176	0,1176	0,3158	0,3684	0,1053	0,1053	0,0833	0,0833					
Cas non significatifs, 90% et plus	0,3889	0,3889	0,2778	0,2778	0,2778	0,5882	0,4118	0,4118	0,4706	0,4706	0,2353	0,2353	0,1176	0,2941	0,2353	0,3158	0,2632	0,3684	0,3158	0,4167	0,4167						
<b>Plus de 6 mois</b>	3	8	11	12	12	2	5	6	6	6	6	6	4	5	7	8	9	3	5	8	9	4	4				
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1111	0,1667	0,2222	0,2222	0,1667	0,0588	0,2353	0,2941	0,2353	0,2353	0,2353	0,2353	0,1765	0,2353	0,0526	0,1053	0,2105	0,2632	0,2500	0,2500							
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,0556	0,0000	0,0000	0,0556	0,0556	0,0000	0,0000	0,0588	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1176	0,0588	0,0526	0,1053	0,0526	0,0526	0,0000	0,0000							
Cas significatifs, 99% et plus	0,0000	0,2778	0,3889	0,3889	0,4444	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,0588	0,1765	0,1765	0,2353	0,0526	0,1053	0,1579	0,0833	0,0833				
Indice de coïncidence moyen	2,8889	7,1667	7,0909	7,8056	8,4722	6,6667	3,0667	3,1111	3,7778	3,2222	3,8889	1,7500	3,8000	4,9524	5,3750	5,3704	5,8889	5,4667	4,1667	4,4815	3,5000	4,4167					
Valeur p moyenne	0,2226	0,1131	0,1339	0,1111	0,0644	0,1244	0,3249	0,2069	0,1691	0,2320	0,1941	0,2070	0,1657	0,1645	0,1576	0,1307	0,1951	0,1675	0,2482	0,1929	0,3440	0,1451					
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																											
Nombre de dépassements non consécutifs	11	11	11	11	11	8	8	8	8	9	9	11	11	11	11	11	9	9	9	9	9	9					
<b>6 mois et moins</b>	6	3	2	2	2	2	2	2	2	6	6	9	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4			
Indice de coïncidence moyen	6,8000	6,6667	4,3333	4,3333	8,3333	6,6667	4,3333	4,3333	8,3333	7,1111	6,0000	4,4583	4,6667	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333	6,8333			
Valeur p moyenne	0,1883	0,4162	0,2838	0,2838	0,5019	0,1244	0,2838	0,2838	0,5019	0,0995	0,1029	0,2269	0,3971	0,5062	0,3416	0,3416	0,1894	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348	0,3348			
Cas significatifs, 99% et plus	0,1818	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,4444	0,3333	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,2222	0,2222	0,2222	0,2222	0,2222	0,2222	0,2222				
Cas significatifs, entre 95% et 99%	0,1818	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1111	0,2222	0,2727	0,0909	0,0909	0,0909	0,0909	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000				
Cas non significatifs, 90% et plus	0,1818	0,1818	0,0909	0,0909	0,0909	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1111	0,4545	0,1818	0,1818	0,1818	0,1818	0,0909	0,0909	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111				
<b>Plus de 6 mois</b>	5	8	9	9	9	6	6	6	6	3	3	2	7	7	8	8	6	6	6	6	5	5					
Cas non significatifs, 90% et plus	0,3636	0,1818	0,2727	0,1818	0,1818	0,1250	0,1250	0,1250	0,1250	0,1111	0,1111	0,0000	0,2727	0,0													

## Vers une gestion de la VaR plus efficace: la VaR conditionnelle et sa tendance

SECTION B		VAR À 99%, À UN ÉCART TYPE EN DESSOUS DE LA VAR										VAR À 95%, À UN ÉCART TYPE EN DESSOUS DE LA VAR											
Niveau de confiance lié aux dépassements		0,99					0,95					0,75					0,99					0,75	
Limite de risque VAR		0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65	0,99	0,95	0,85	0,75	0,65	0,95	0,85	0,75	0,65	0,75	0,65
<b>PORTEFEUILLE DE RÉFÉRENCE</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs		16	16	16	16	16	15	15	15	15	17	17	11	11	11	11	11	15	15	15	15	18	18
<b>6 mois et moins</b>		11	9	9	7	6	8	8	7	6	10	9	8	6	5	5	5	10	9	8	8	10	10
Indice de coïncidence moyen		8,0303	4,3333	1,5833	1,9167	1,6667	5,1667	2,9048	3,2000	3,0000	4,6667	4,0952	7,9048	5,6667	4,8667	4,8667	4,4000	6,3667	7,0833	6,7083	6,7083	6,6000	6,6000
Valeur p moyenne		0,0148	0,0884	0,3819	0,5683	0,5490	0,0792	0,2892	0,4260	0,3830	0,3990	0,3692	0,2014	0,0531	0,0334	0,0334	0,0459	0,0904	0,1302	0,0236	0,0236	0,0753	0,0753
Cas significatifs, 99% et plus		0,4375	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,2000	0,0667	0,0667	0,1765	0,1176	0,3636	0,1818	0,0000	0,0000	0,0000	0,2667	0,2000	0,1333	0,1333	0,1667	0,1667	
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,1875	0,1250	0,0000	0,0000	0,0000	0,1333	0,0000	0,0000	0,0588	0,1818	0,2727	0,3636	0,3636	0,2727	0,2667	0,3333	0,3333	0,2778	0,2778	0,2778	0,2778	
Cas non significatifs, 90% et plus		0,0625	0,3125	0,5625	0,4375	0,3750	0,2000	0,4667	0,4000	0,3333	0,4118	0,3529	0,1818	0,0909	0,0909	0,0909	0,1818	0,1333	0,1333	0,0667	0,1111	0,1111	
<b>Plus de 6 mois</b>		5	7	7	9	10	7	7	8	9	7	8	3	5	6	6	6	5	6	7	7	8	8
Cas non significatifs, 90% et plus		0,3125	0,1250	0,0625	0,1250	0,1875	0,1333	0,0000	0,0667	0,1333	0,1765	0,2353	0,2727	0,1818	0,1818	0,1818	0,0000	0,2000	0,1333	0,2000	0,0667	0,1667	0,0556
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0909	0,0909	0,0909	0,1818	0,0667	0,0667	0,0667	0,1333	0,1111	0,1667
Cas significatifs, 99% et plus		0,0000	0,3125	0,3750	0,4375	0,3333	0,4667	0,4667	0,4667	0,2353	0,2353	0,0000	0,1818	0,2727	0,2727	0,3636	0,0667	0,2000	0,2000	0,2667	0,1667	0,2222	
Indice de coïncidence moyen		1,6000	7,3333	9,1429	8,2963	7,7667	8,1429	10,9524	9,7500	8,7037	6,7619	6,0833	1,8889	4,7333	5,7778	6,0556	7,3333	3,3333	5,7778	5,2381	6,3333	5,7083	6,6667
Valeur p moyenne		0,3084	0,0261	0,0138	0,0917	0,0909	0,0487	0,0015	0,0323	0,0914	0,1522	0,1642	0,1932	0,1681	0,0607	0,0332	0,0096	0,2170	0,0607	0,1090	0,0887	0,0975	0,0798
<b>PORTEFEUILLE SOUS GESTION ACTIVE</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs		17	17	17	17	17	18	18	18	18	17	17	12	12	12	12	12	17	17	17	17	19	19
<b>6 mois et moins</b>		11	8	6	5	4	9	7	6	6	9	9	9	8	6	6	6	12	9	9	8	10	9
Indice de coïncidence moyen		6,9667	2,9048	2,3333	2,3333	1,9167	4,2222	3,5333	2,9333	2,6000	3,2917	2,8750	2,8917	5,1905	5,3333	4,5556	3,8889	6,0667	6,4167	5,6250	5,4167	5,3333	5,1481
Valeur p moyenne		0,1047	0,2892	0,4689	0,3627	0,2446	0,4079	0,4025	0,3057	0,3332	0,2761	0,3128	0,1261	0,1696	0,0209	0,0417	0,0796	0,2435	0,1390	0,1712	0,0882	0,1624	0,0877
Cas significatifs, 99% et plus		0,1765	0,0588	0,0000	0,0000	0,0000	0,1111	0,0556	0,0000	0,0588	0,0588	0,4167	0,0833	0,0000	0,0000	0,0000	0,1765	0,1176	0,1176	0,1176	0,1053	0,1053	
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,4118	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0556	0,0556	0,0588	0,1667	0,4167	0,5000	0,3333	0,2500	0,2941	0,2353	0,1176	0,1176	0,1053	0,1053	
Cas non significatifs, 90% et plus		0,0588	0,4118	0,3529	0,2941	0,2353	0,3889	0,3333	0,2778	0,4118	0,4118	0,1667	0,0000	0,0000	0,2500	0,2353	0,1765	0,2941	0,2353	0,3158	0,2632		
<b>Plus de 6 mois</b>		6	9	11	12	13	9	11	12	12	8	8	3	4	6	6	6	5	8	8	9	9	10
Cas non significatifs, 90% et plus		0,2941	0,1765	0,1765	0,1765	0,2353	0,2222	0,1667	0,1667	0,1667	0,1765	0,1765	0,2500	0,3333	0,1667	0,1667	0,1667	0,2353	0,1765	0,1765	0,2353	0,1579	0,1579
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,0588	0,0588	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0556	0,0556	0,0556	0,0588	0,0588	0,0000	0,0000	0,1667	0,0833	0,0833	0,0000	0,1176	0,0588	0,0588	0,1053	0,1053
Cas significatifs, 99% et plus		0,0000	0,2941	0,4706	0,5294	0,5294	0,2778	0,3889	0,4444	0,4444	0,2353	0,2353	0,0000	0,0000	0,1667	0,2500	0,2500	0,0588	0,1765	0,2353	0,2353	0,2105	0,2632
Indice de coïncidence moyen		2,1111	6,6296	7,7273	8,4167	7,7949	6,7037	8,3030	8,4722	8,4722	7,1667	1,8889	2,1667	5,1111	5,7778	6,6667	4,1333	5,3750	6,0000	5,5556	5,7407	6,0667	
Valeur p moyenne		0,2354	0,0319	0,1117	0,0633	0,1018	0,1098	0,1273	0,0644	0,0644	0,0960	0,0960	0,1932	0,1657	0,1161	0,0607	0,0326	0,1327	0,1576	0,0766	0,1124	0,0887	0,0953
<b>PORTEFEUILLE DES ÉCARTS DE RENDEMENTS</b>																							
Nombre de dépassements non consécutifs		9	9	9	9	9	12	12	12	12	9	9	7	7	7	7	7	13	13	13	13	11	11
<b>6 mois et moins</b>		8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	2	2	2	2	5	4	4	4	3	3
Indice de coïncidence moyen		5,0000	4,3333	4,3333	8,3333	8,3333	6,1667	4,3333	8,3333	8,3333	8,3333	2,8889	4,3333	8,3333	8,3333	8,3333	6,5000	8,5556	8,5556	8,5556	10,1667	10,1667	
Valeur p moyenne		0,3400	0,2838	0,2838	0,5019	0,5019	0,2821	0,2838	0,5019	0,5019	0,5019	0,3372	0,2838	0,5019	0,5019	0,5019	0,3178	0,2563	0,2563	0,3348	0,3348		
Cas significatifs, 99% et plus		0,3333	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,1111	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1538	0,1538	0,1538	0,1538	0,1818		
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,1111	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0769	0,0769	0,0769	0,0769	0,0000		
Cas non significatifs, 90% et plus		0,4444	0,1111	0,1111	0,1111	0,1111	0,0833	0,0833	0,0833	0,0833	0,1111	0,7143	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1538	0,0769	0,0769	0,0769	0,0909		
<b>Plus de 6 mois</b>		1	7	7	7	10	10	10	10	10	7	7	1	5	5	5	5	8	9	9	9	8	8
Cas non significatifs, 90% et plus		0,0000	0,4444	0,1111	0,1111	0,1111	0,2500	0,1667	0,1667	0,1667	0,1111	0,1111	0,0000	0,2857	0,0000	0,0000	0,0000	0,1538	0,1538	0,0769	0,0769	0,0000	
Cas significatifs, entre 95% et 99%		0,1111	0,1111	0,3333	0,3333	0,3333	0,1667	0,0833	0,0833	0,0833	0,1111	0,1429	0,2857	0,2857	0,2857	0,1429	0,2308	0,1538	0,2308	0,0769	0,3636	0,1818	
Cas significatifs, 99% et plus		0,0000	0,2222	0,3333	0,3333	0,3333	0,4167	0,5833	0,5833	0,5833	0,5556	0,5556	0,0000	0,1429	0,4286	0,4286	0,5714	0,2308	0,3846	0,3846	0,5385	0,3636	0,5455
Indice de coïncidence moyen		5,3333	4,3810	6,8095	6,8095	6,8095	5,9000	8,8000	8,8000	8,8000	8,7143	8,7143	5,3333	5,0000	7,1333	7,1333	7,7333	5,8750	7,0000	7,6667	8,3333	7,7500	8,5000
Valeur p moyenne		0,0209	0,2120	0,0220	0,0220	0,1118	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0162	0,0162	0,0209	0,0425	0,0107	0,0107	0,0073	0,0301	0,0780	0,0706	0		