

Le logiciel dont les fonctionnalités et les caractéristiques sont exposées dans cette fiche est écrit en Visual Basic Application (VBA) et fonctionne sous Excel.

Il a été développé dans le cadre d'une étude pour une société de projets de la région parisienne qui gère plusieurs projets, avec un découpage en lots, en ouvrages, et une planification dans le temps. Les caractéristiques actuelles du logiciel répondent à ce besoin spécifique mais très général. Elles peuvent être adaptées, voire simplifiées, en fonction d'un contexte différent.

Le logiciel evaRisq comporte 3 parties.

## 1. La saisie des risques

La saisie des risques s'effectue dans une feuille Excel.

Une feuille peut contenir tous les risques d'une entité, éventuellement regroupés par nature (technique, management...).

Un risque peut être décrit par 27 cases, les cases obligatoires sont écrites en gras ci-dessous.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Données générales											Notes Qal		
Numéro	MacroR	Ligne	Lot	Ouvrag	Libellé	RegSourc	Période	Date Maj	Coments	Select	Proba	Coût	
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Pocc		Impact											
Min	Max	Loi	+	Moy	ecarT	V1 Min	P Mode	V2 Max	ferme	par1	par2	2018	2019

Les colonnes 1 à 11 contiennent les données générales telles que le **code** (N° ou texte) du risque, son libellé, des filtres pour sélectionner le ou les groupe(s) de risques à traiter, la date de mise à jour des données, des commentaires sur le risque et une option de **sélection du risque**.

Les colonnes 12 et 13 rapportent les notes attribuées lors de l'évaluation qualitative. Elles peuvent être renseignées dès le début et être utilisées pour la modélisation du risque.

La colonne 14 permet de renseigner la **probabilité d'occurrence** du risque. Elle est fixée à 1 par défaut.

Les colonnes 16 à 25 décrivent la modélisation de l'impact du risque, par une valeur fixe ou bien par une loi statistique. Le **nom de la loi** (uniforme, Triangulaire, Normale, LogNormale, Exponentielle, Beta, etc.) et les **paramètres** de la loi.

Lorsque les paramètres en entrée sont les valeurs Min, Mode et Max, la valeur moyenne de l'impact (c'est-à-dire en considérant Pocc=1) est calculée par le logiciel puis affichée en rouge à cet emplacement. Idem pour l'écart type en colonne 19.

Les colonnes 26 et suivantes décrivent l'**échancier** de l'impact.

### Transfert de fichiers risques

Les données mentionnées ci-dessus peuvent être saisies manuellement ou bien provenir d'un fichier externe qu'il faut alors transférer dans une feuille du fichier contenant le logiciel. Cette opération est réalisée automatiquement à l'aide d'une procédure de transfert.

## 2. Le paramétrage d'une exploitation

L'exploitation des données est décrite par plusieurs paramètres.

Germe des tirages aléatoires, nombre d'itérations de la simulation, risque de la VaR (valeur à risque).

Paramètres de modélisation alfa et/ou bêta pour les lois non bornées.

Paramètres pour le tracé de l'histogramme.

Sélection et filtrage des données (nom de la feuille Excel, lignes de début et de fin, critères de sélection)

Emplacement d'affichage des résultats (Onglet et première ligne)

## 3. L'affichage des résultats

A chaque exploitation les résultats sont affichés dans la feuille et à l'emplacement indiqués en paramètres (§2 ci-dessus). Il peut donc y avoir plusieurs exploitations par feuille. Elles peuvent être conservées pour la rédaction d'un rapport par exemple.

### 3.1 L'histogramme

L'histogramme offre une visibilité sur la distribution du risque-global et permet de tracer le graphique de cette distribution.

L'ossature de l'histogramme a été défini avant la simulation puis alimenté au cours des N itérations.

#### Exemple

Somme de 2 risques suivant une loi Triangulaire (10; 14; 16)

La somme des Min est égale à 20, la somme des Max est égale à 32 et la somme des Modes (appelés aussi valeurs de référence) est égale à 28.

L'intervalle [20 ;32] est ici découpé en 20 classes d'égale amplitude, à l'exception parfois des première et dernière classes.

Ces 20 intervalles définissent 21 bornes listées dans la 2<sup>ème</sup> colonne du tableau ci-contre. Ce sont les bornes supérieures (B.Sup) des classes, à l'exception de la 1<sup>ère</sup> valeur qui est la borne inférieure de la première classe.

% : pourcentage de valeurs dans la classe (=ni/N). La somme de ces valeurs doit être égale à 100

f(x)% : densité de probabilité en % de la classe. Cette valeur est égale à celle de la colonne "%" par unité de mesure (c'est une densité). La dimension de chaque classe est définie par le "pas" de l'histogramme qui est ici égal à (32-20)/20 soit 0.6 Donc f(x)% = %/pas.

F(x)% : fonction de répartition de la VA obtenue.  $F(i)\% = \sum_{j=1}^i \%(j)$

Centre	B. Sup	%	f(x)%	F(x)%
20,0	20,0	0,00	0,00	0,0
20,3	20,6	0,00	0,00	0,0
20,9	21,2	0,07	0,11	0,1
21,5	21,8	0,28	0,46	0,3
22,1	22,4	0,63	1,06	1,0
22,7	23,0	1,37	2,3	2,3
23,3	23,6	2,67	4,5	5,0
23,9	24,2	4,10	6,8	9,1
24,5	24,8	5,90	9,8	15,0
25,1	25,4	8,90	14,8	23,9
25,7	26,0	10,96	18,3	34,9
26,3	26,6	12,33	20,6	47,2
26,9	27,2	12,67	21,1	59,9
27,5	27,8	12,28	20,5	72,2
28,1	28,4	10,76	17,9	82,9
28,7	29,0	8,20	13,7	91,1
29,3	29,6	5,14	8,6	96,3
29,9	30,2	2,57	4,3	98,82
30,5	30,8	0,97	1,62	99,80
31,1	31,4	0,19	0,32	100
31,7	32,0	0,01	0,01	100

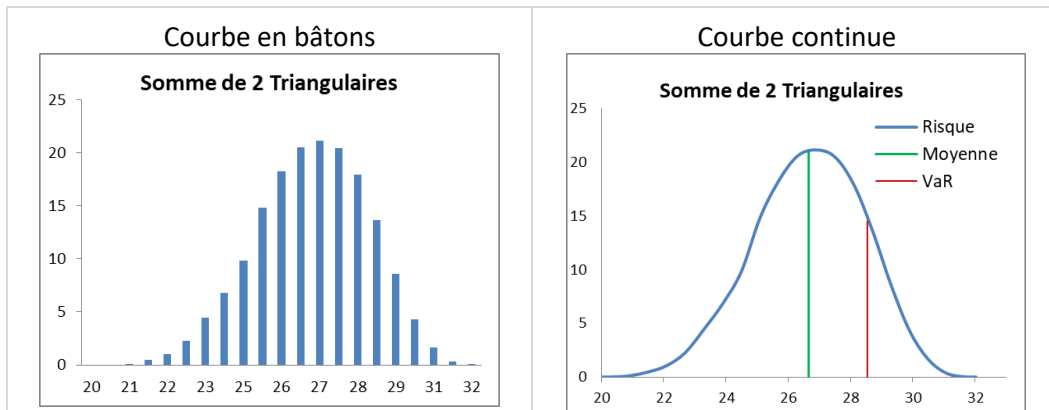
### 3.2 Le graphique

La représentation graphique de la distribution du risque global est actuellement l'unique fonctionnalité du logiciel qui est entièrement manuelle (elle pourrait être automatisée). Elle est réalisée à partir d'Excel en sélectionnant le type de graphique choisi dans le groupe "Graphiques" de l'onglet "Insertion".

Le graphique est défini en abscisse par le coût du risque (colonne Centre) et en ordonnée par la densité de probabilité f(x)%.

Le risque est représenté par une plage de coûts auxquels sont associés des probabilités. Deux points de vue peuvent être considérés.

- ☞ La distribution du risque-global correspondent à 20 couples de valeurs discrètes. Le graphique est représenté par une courbe en bâtons.
- ☞ La distribution du risque-global correspondent bien à 20 couples de valeurs discrètes, mais c'est le résultat d'un artifice de calcul qui permet de construire l'histogramme (discrétisation des résultats). On a retenu ici 20 classes, mais on aurait pu en retenir 30, ou 50, ou 200, etc. Auquel cas les bâtons auraient été de plus en plus rapprochés et leurs sommets auraient défini une courbe continue. Ce qui correspond à la réalité, car le coût du risque est bien une valeur continue. En suivant ce raisonnement, le graphique est représenté par une courbe continue que l'on obtient dans Excel avec le Graphique "Nuage".



L'avantage de la courbe continue, outre le fait qu'elle correspond à la réalité du coût d'un risque, est de pouvoir représenter des caractéristiques comme la moyenne, la médiane, la VaR, etc. *(et elle utilise moins d'encre lors de l'impression)*

Pour des raisons pratiques, qui apparaîtront clairement à l'utilisateur après quelques essais, il est conseillé d'utiliser des onglets différents pour les représentations en bâtons et en continue.

### 3.3 Les statistiques

Plusieurs caractéristiques du risque-global sont calculées au cours de la simulation.

Nombre de risques retenus / Coût de référence (somme des modes) / Moyenne et Intervalle à 95% / Mode / Médiane / Écart type / Coefficient d'asymétrie  $g_1$  et  $g_2$  / Valeur à Risque / ...

Les résultats mentionnés ici n'incluent pas les coûts constants représentés par la loi "fixe". Cependant ces coûts sont pris en compte pour un second calcul de la moyenne, la médiane et la VaR.

### 3.4 Echancier des risques

Selon le cas, le risque global peut être représenté dans un échancier sur la période considérée.

### 3.5 Contribution des risques

La contribution des risques classés par ordre décroissant permet de mettre en évidence ceux qui sont les plus pénalisants.

### 3.6 Identification de la loi du risque-somme

La somme de 2 lois Uniforme est une loi Triangulaire. La somme d'un grand nombre de lois quelconques a de fortes chances d'être une loi Normale ou de s'en approcher (théorème central limite). Dans ces 2 cas, le risque-somme peut être représenté par une loi statistique connue qui sera alors utilisée pour consolider les risques à un niveau supérieur.

Dans le cas général, il peut être utile d'identifier la loi du risque-somme.

L'examen de la courbe apporte une première réponse, selon qu'elle présente une forme connue ou non. Dans le premier cas, il est nécessaire de vérifier que cette première impression n'est pas trompeuse. On utilise pour cela le test du  $\chi^2$  ( $khi^2$ ) et le tracer de la courbe théorique

### 3.6.1 Test du $\chi^2$

Ce test est utilisé pour mesurer l'écart entre 2 distributions de probabilité.

#### Exemple pour une loi Normale.

On fait l'hypothèse (dite H0) que le risque-global suit une loi Normale

On note

$f_{obs}$  la distribution observée du risque-global décrite dans l'histogramme

$f_{th}$  la distribution théorique du risque-global calculée avec l'hypothèse H0

On appelle  $\chi^2$  la quantité suivante

$$\chi^2 = \sum_1^n \frac{(f_{th} - f_{obs})^2}{f_{th}}$$

n étant le nombre d'intervalles de l'histogramme, c'est-à-dire le nombre de valeurs de la distribution.

Le  $\chi^2$  quantifie l'écart, au sens des moindres carrés, entre les 2 distributions. S'il est inférieur à un certain seuil, l'hypothèse H0 est acceptée, c'est-à-dire que la distribution observée s'ajuste bien à une loi Normale. Par contre, si cette valeur est supérieur au seuil, l'hypothèse H0 est théoriquement rejetée. Dans la pratique, on peut retenir H0 si le  $\chi^2$  n'est pas "trop ?" supérieur au seuil.

Le seuil est calculé par le logiciel en fonction du nombre de classes, du nombre de paramètres estimés (par exemple la moyenne et l'écart type) et du seuil de confiance renseigné par l'utilisateur.

### 3.6.2 Tracer de la courbe théorique

La distribution théorique  $f_t(x)$  identifiée avec le test du  $\chi^2$  permet de tracer la courbe de la loi théorique sur le même graphique que celui de la distribution observée du risque.

Dans l'exemple précédent, la loi Normale de paramètres identiques à ceux du risque est représentée par la courbe mauve clair.

Les écarts importants correspondent aux fortes valeurs des termes composant le  $\chi^2$ .

L'hypothèse de la loi Normale n'est pas retenue.

