

M2 FPFS / Simulation de Monte-Carlo / Thierry Fouque

Noms :
.....

Pour l'ensemble des analyses, vos calculs et vos résultats devront être sauvegardés sur le disque dur de l'ordinateur dans un répertoire à votre nom puis, à la fin de l'examen, transférés sur la **clé USB fournie**. Le nom du fichier de sauvegarde pour chaque question est systématiquement précisé.

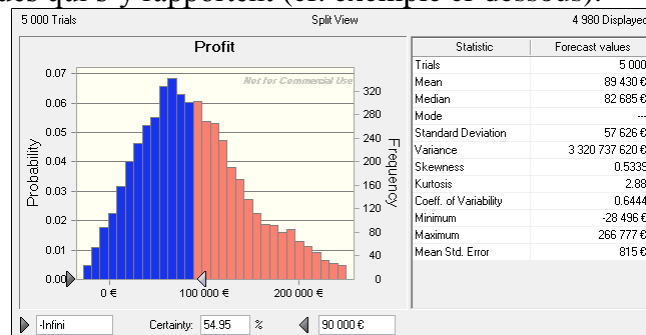
Attention, ne conservez qu'un seul fichier Excel comportant des instructions Crystal Ball ouvert à la fois.

Exercice n°1 – Utilisation du logiciel (unique intérêt de l'exercice).

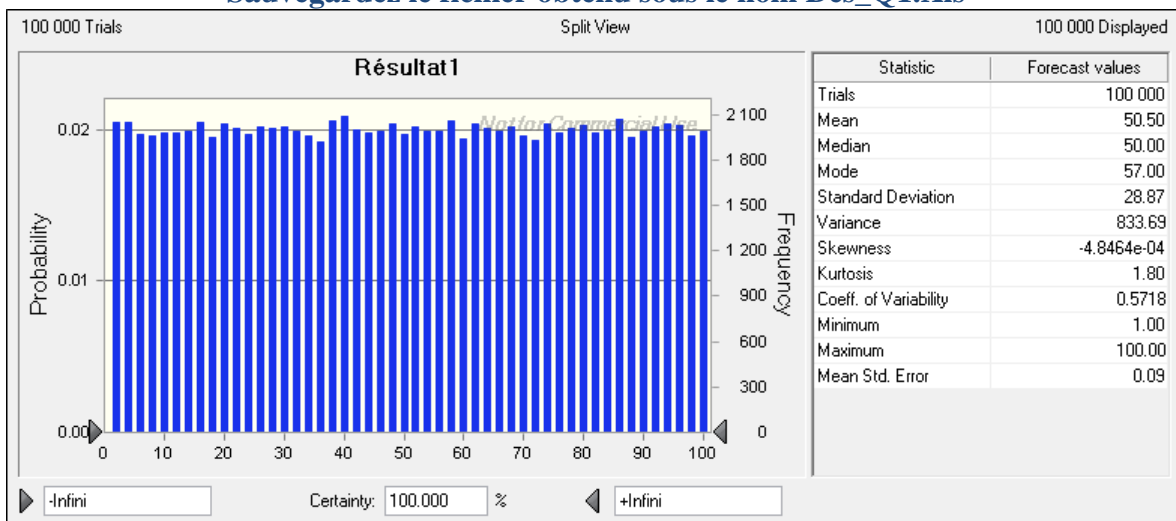
Pour l'ensemble des analyses de cet exercice, vous utiliserez $n=100\,000$ réplifications en fixant une valeur initiale (Seed) $z_0=999$ et une génération des nombres aléatoires par hypercube latin.

Pour simuler une valeur entière X_1 comprise entre 1 et 100 (bornes incluses), on lance deux dés à 10 faces¹. Le résultat du premier dé (nommé Dé1) correspond au chiffre des dizaines et le second (nommé Dé2) à celui des unités. Par exemple, si Dé1=7 et Dé2=5 alors $X_1=75$ (et non pas 57). Dans le cas particulier² où Dé1=Dé2=0, on pose $X_1=100$ (et non pas $X_1=0$).

- 1) Construisez une feuille de calcul permettant de reproduire cette expérience aléatoire et représentez graphiquement (avec Crystal Ball) la densité de probabilité de X_1 obtenue par simulation en y ajoutant également les statistiques qui s'y rapportent (cf. exemple ci-dessous).



Sauvegardez le fichier obtenu sous le nom Dés_Q1.Xls



¹ Les 10 faces du dé (supposé équilibré) sont numérotées de 0 à 9 inclus comme le montrent ces illustrations :

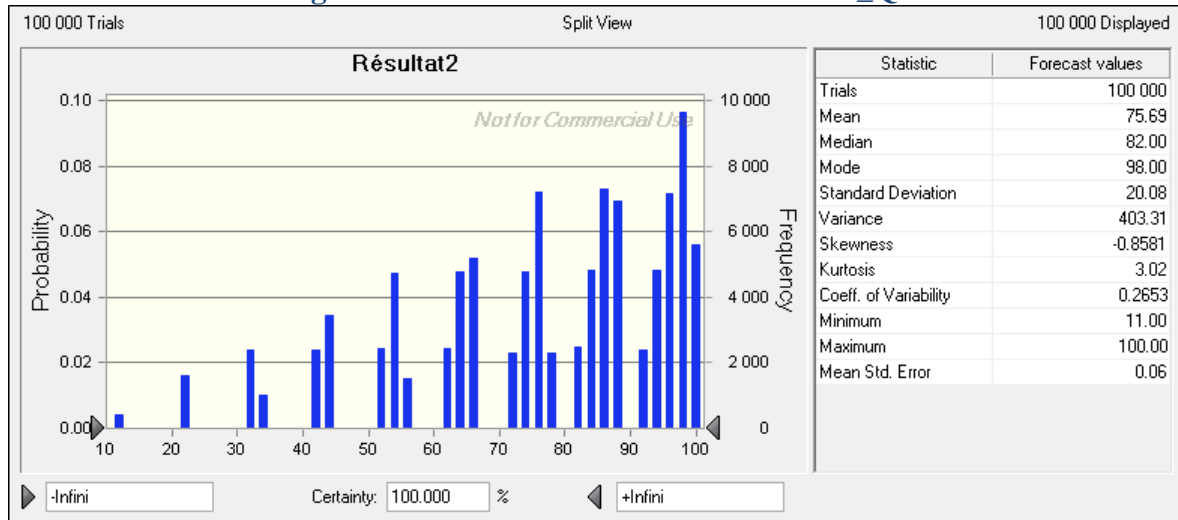


² Vous modéliserez ce cas particulier à l'aide d'un test (fonction SI).

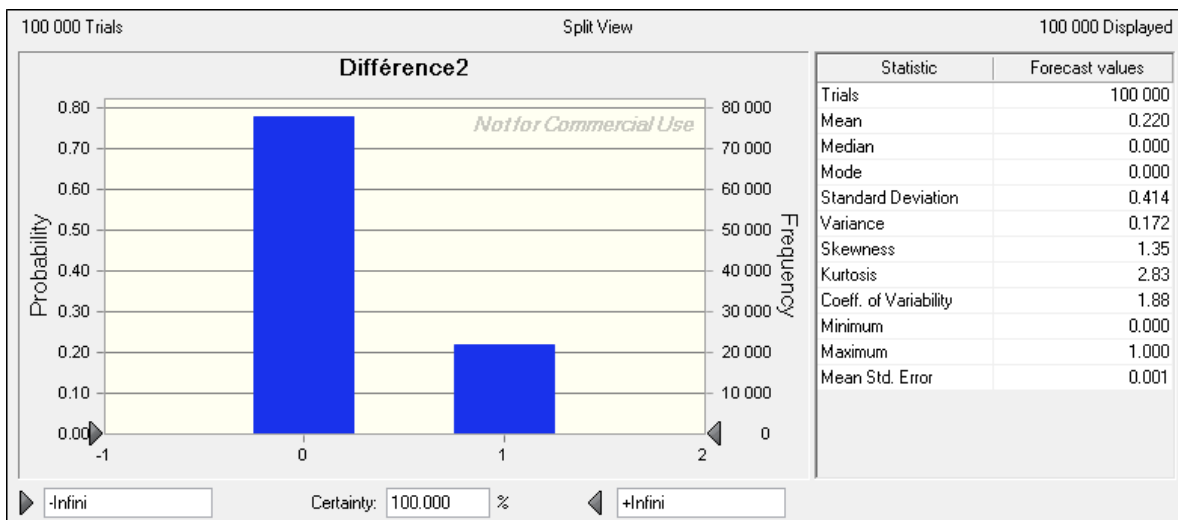
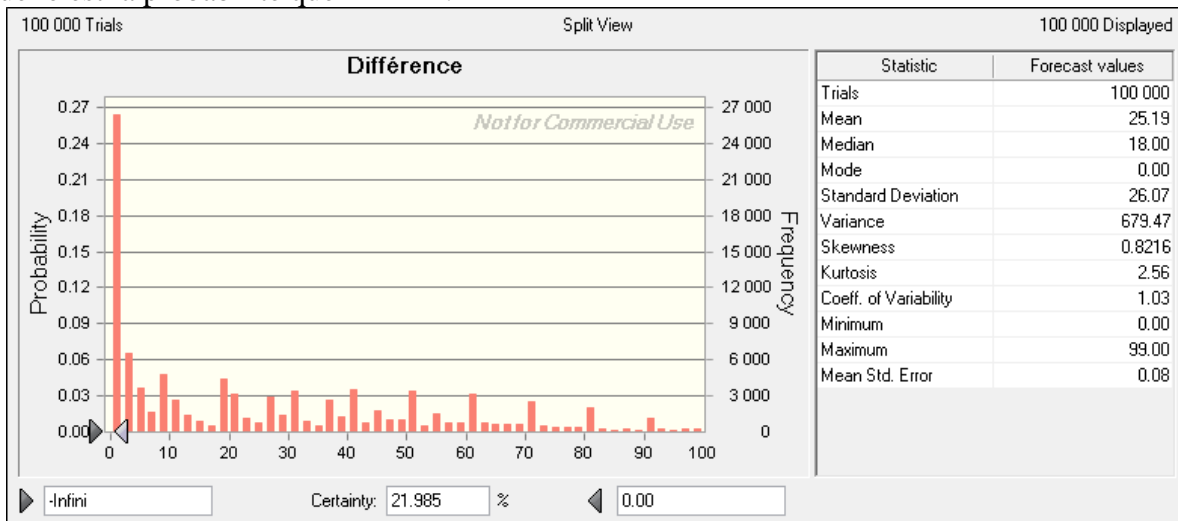
On décide de compléter l'expérience précédente en lançant un troisième dé (nommé Dé3). La valeur X_2 obtenue sera calculée en retenant la plus grande valeur entre les trois dés pour comme chiffre des dizaines et la seconde plus grande valeur³ pour le chiffre des unités. Par exemple, si Dé1=7, Dé2=5 et Dé3=9 alors $X_2=97$. Dans le cas particulier où au moins deux des trois dés sont égaux à 0, on pose $X_2=100$.

- 2) Complétez la feuille de calcul précédente afin de reproduire cette expérience aléatoire et représentez graphiquement (avec Crystal Ball) la densité de probabilité de X_2 obtenue par simulation en y ajoutant également les statistiques qui s'y rapportent.

Sauvegardez le fichier obtenu sous le nom Dés_Q2.Xls



- 3) Quelle est la probabilité que $X_1=X_2$?



³ Excel possède une fonction GRANDE.VALEUR(Liste ; n) permettant d'extraire la n^{ième} plus grande valeur d'une liste de nombres. La fonction PETITE.VALEUR(Liste ; n) fonctionne selon la même logique et permet d'extraire la n^{ième} plus petite valeur.

Exercice n°2 – Cas d'application VueClaire.

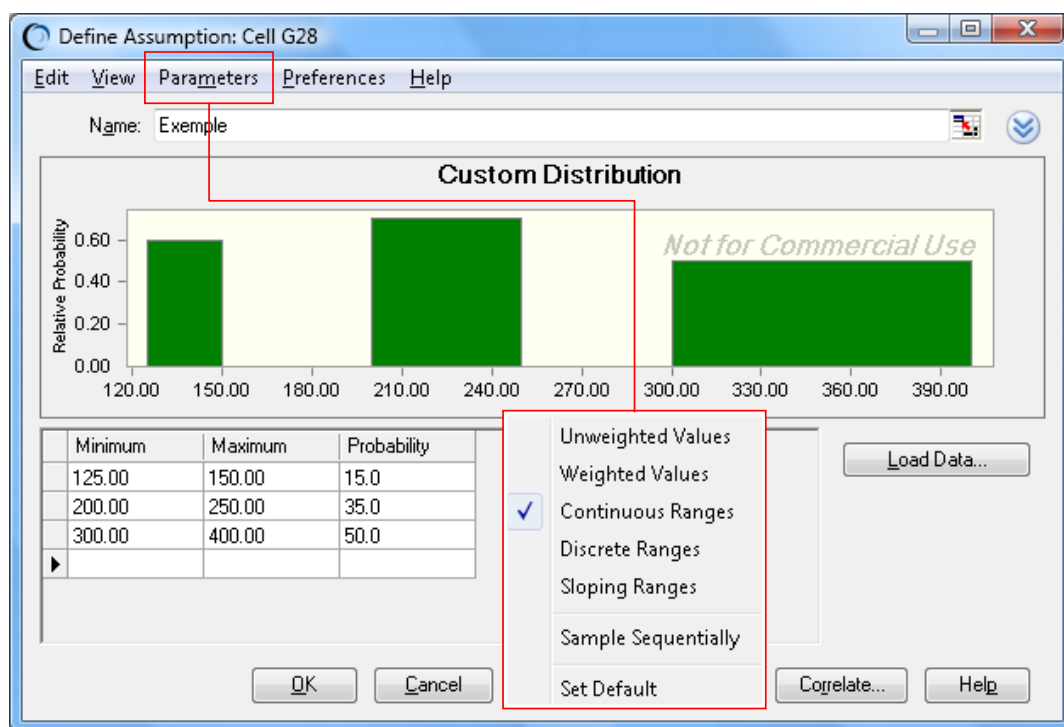
Pour l'ensemble des analyses de cet exercice, vous utiliserez $n=5\,000$ réplifications en fixant une valeur initiale (Seed) $z_0=999$ et une génération des nombres aléatoires par hypercube latin.

Un laboratoire pharmaceutique vient de terminer le développement d'un nouveau médicament destiné à soigner un problème de vision. Les premiers tests réalisés montrent que ce médicament donne des résultats intéressants mais le laboratoire ne sait pas si l'AFEPS⁴ (Agence Française d'Evaluation des Produits de Santé) va autoriser la mise sur le marché de cette nouvelle molécule.

Les coûts de développement se sont élevés à 10 millions d'Euros⁵. Les coûts additionnels des derniers tests à venir sont supposés être compris entre 3 € et 5 € millions. Les coûts marketing ne sont pas non plus connus avec certitude mais l'expérience passée laisse penser qu'ils peuvent être modélisés à l'aide d'une distribution triangulaire ayant comme paramètres 12 €, 16 € et 18 € millions.

Avant que l'AFEPS n'approuve la molécule, le laboratoire doit effectuer un test supervisé sur un échantillon de 100 patients pendant un an. L'AFEPS a indiqué que le médicament serait autorisé à condition de pouvoir corriger les problèmes de vision d'au moins 20 patients. Les tests réalisés par le laboratoire montrent un taux de succès de 25 %. On modélisera donc le nombre de patients soignés à l'aide d'une distribution binomiale.

Le laboratoire a déterminé que ce problème de vision concerne approximativement 12 millions de personnes en France et qu'on peut attendre une croissance comprise entre 0 et 5 % pour l'année à venir. Dans le même temps, il y a une chance sur quatre qu'un produit concurrent soit lancé et dans ce cas la taille du marché pourrait décroître de 5 à 15 %. Pour modéliser cette situation avec Crystal Ball, il est possible d'utiliser une fonction de type « Custom » comme sur le modèle donné ci-dessous⁶ :



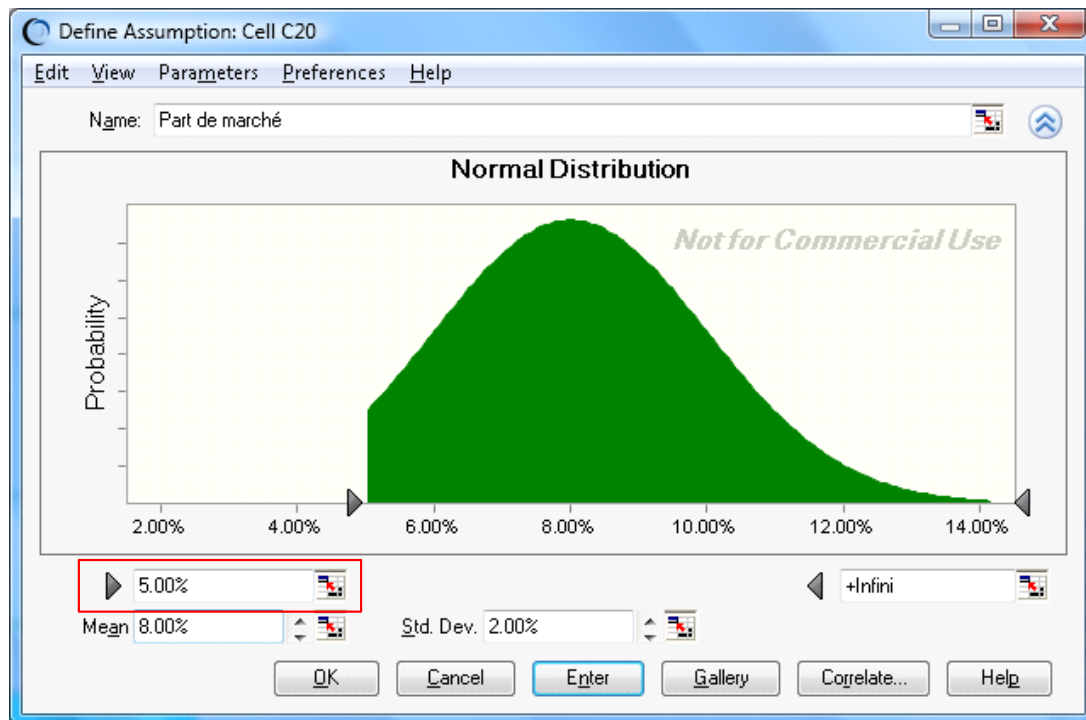
Si vous n'arrivez pas à reproduire ce résultat, vous pouvez procéder en deux temps et dans le pire des cas, retenir une valeur déterministe de -0.625 % (valeur moyenne qui donnera donc un nombre de personnes concernées (taille du marché) de 11.925 millions).

⁴ Le nom de l'agence a été inventé pour les besoins de l'exercice...

⁵ Pour l'ensemble de l'exercice, on raisonnera avec comme unité le million d'euros.

⁶ Ce que Crystal Ball nomme « Relative Frequency » se traduit en français par « densité ». La densité est calculée de façon à ce que l'aire de chacune des barres des histogrammes (donc en tenant compte de l'amplitude des classes) soit égale à la probabilité de la classe (exemples : $(150-125)*0.6=15$ et $(250-200)*0.7=35$).

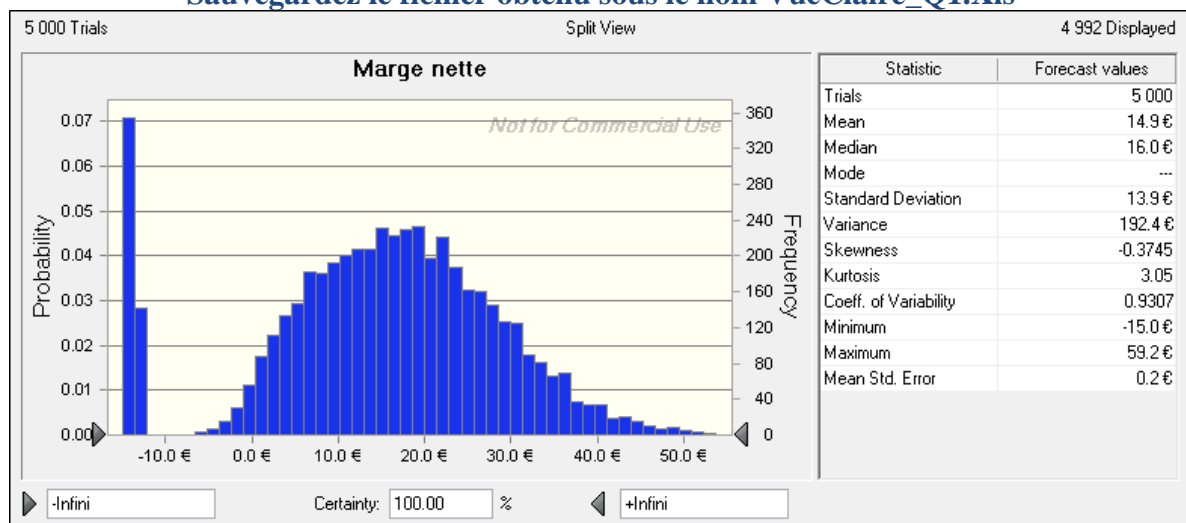
Par ailleurs, une étude de marché montre que l'éventuelle part de marché du laboratoire pourrait être correctement estimée à l'aide d'une loi normale avec une moyenne de 8 % et un écart-type de 2 %. Par contre, cette part de marché est supposée ne pas pouvoir être inférieure à 5 %. D'un point de vue technique, la distribution est donc tronquée comme cela est indiqué sur la copie d'écran ci-dessous :



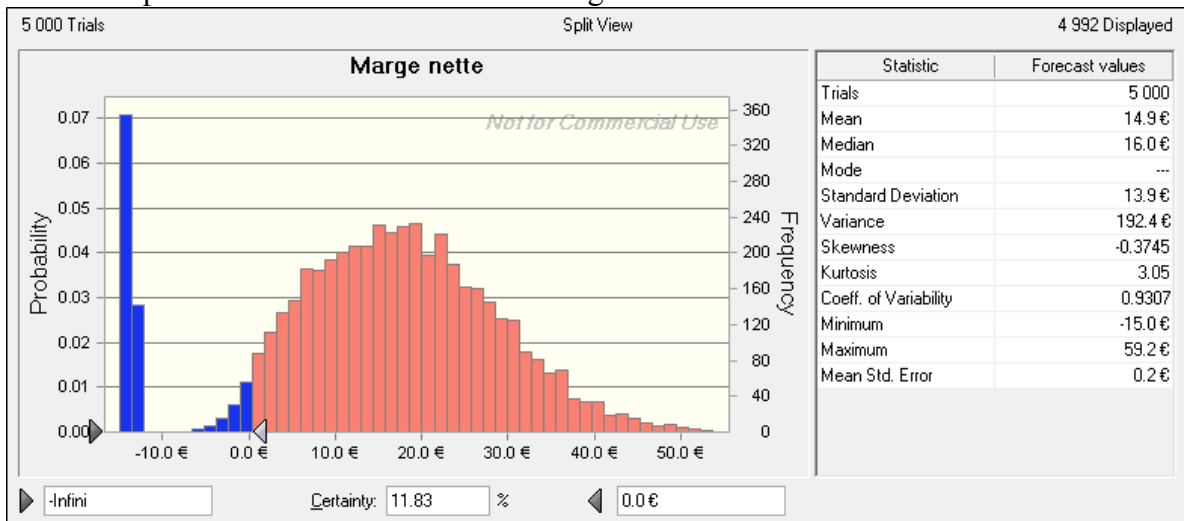
Finalement, la marge unitaire (par client) est de 48 €. Si le produit est approuvé, on calcule la marge brute comme étant égale au produit de la marge unitaire par la part de marché et par la taille du marché à la fin de la première année. On obtient la marge nette en soustrayant tous les coûts. Si le produit n'est pas approuvé, la marge nette (perte nette) est égale à la somme des coûts de développement et des coûts additionnels des derniers tests (en revanche, les dépenses de marketing ne sont engagées qu'à partir du moment où le produit est approuvé).

- 1) Exécutez la simulation et représentez graphiquement la densité de probabilité du résultat (marge nette) en y ajoutant également les statistiques qui s'y rapportent. Expliquez la forme (distribution bimodale) du résultat.

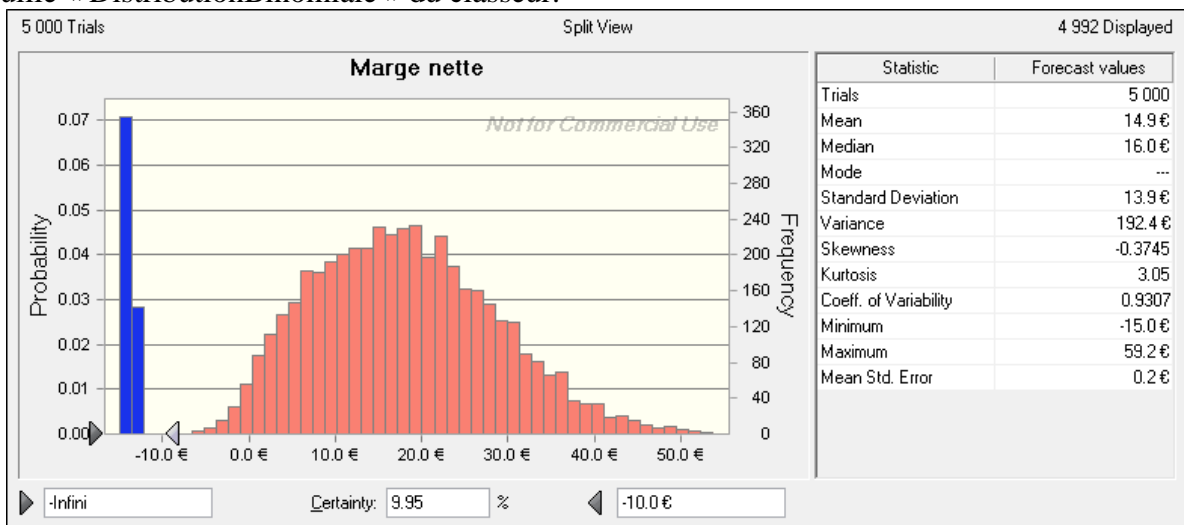
Sauvegardez le fichier obtenu sous le nom VueClaire_Q1.Xls



2) Quelle est la probabilité d'obtenir un résultat négatif ?

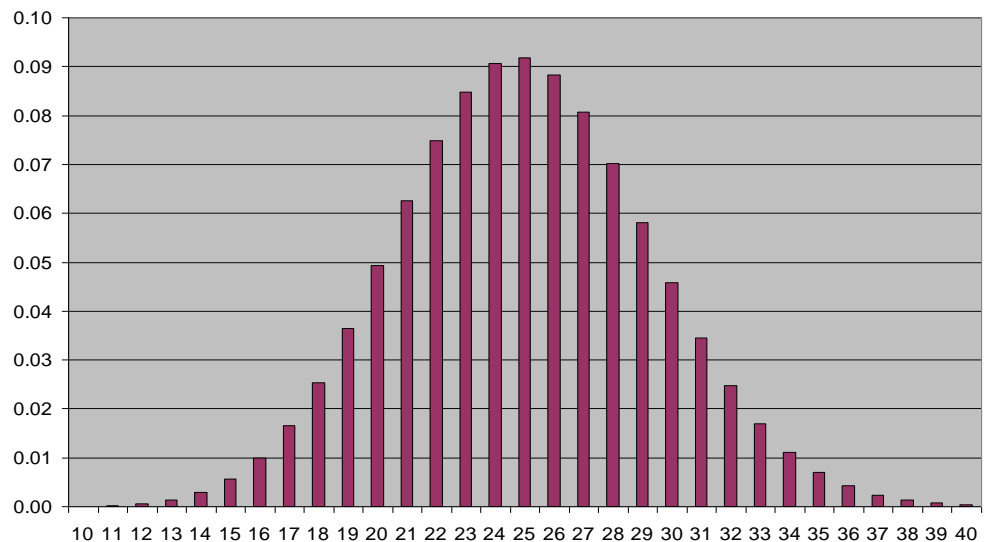


3) Quelle est la probabilité d'obtenir un résultat inférieur à -10 € millions ? A quelle situation cela correspond-il ? Expliquez comment ce résultat peut être obtenu à partir des données figurant sur la feuille « DistributionBinomiale » du classeur.



x	P(X=x)
0	0.0000
1	0.0000
2	0.0000
3	0.0000
4	0.0000
5	0.0000
6	0.0000
7	0.0000
8	0.0000
9	0.0000
10	0.0001
11	0.0003
12	0.0006
13	0.0014
14	0.0030
15	0.0057
16	0.0100
17	0.0165
18	0.0254
19	0.0365
20	0.0493
21	0.0626
22	0.0749
23	0.0847
24	0.0906
25	0.0918
26	0.0883
27	0.0806
28	0.0701
29	0.0580

P(X≤x)
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0000
0.0001
0.0004
0.0010
0.0025
0.0054
0.0111
0.0211
0.0376
0.0630
0.0995
0.1488
0.2114
0.2864
0.3711
0.4617
0.5535
0.6417
0.7224
0.7925
0.8505



- 4) Etudiez l'évolution du résultat si on fait varier la marge unitaire (par client) entre 46 € et 50 € par pas de 2 €. Commentez les résultats obtenus.

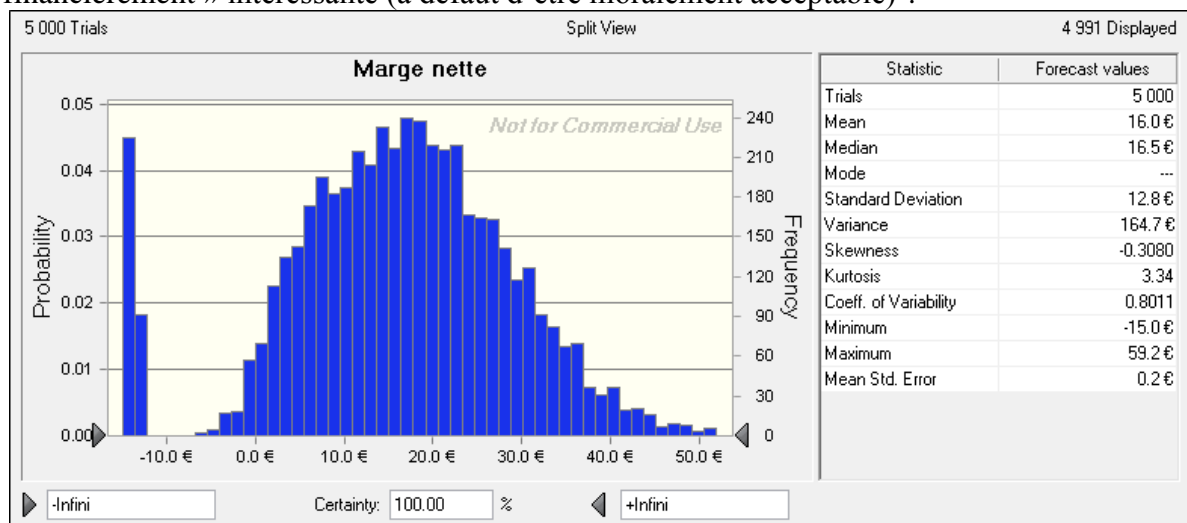
Sauvegardez le fichier obtenu sous le nom VueClaire_Q4.Xls

Trend Chart	Marge unitaire (€:046.00)	Marge unitaire (€:047.00)	Marge unitaire (€:048.00)	Marge unitaire (€:049.00)	Marge unitaire (€:050.00)
Overlay Chart					
Forecast Chart					
	13.1 €	14.0 €	14.9 €	15.8 €	16.7 €

	46 €	47 €	48 €	49 €	50 €
Statistics:	Forecast values	Forecast values	Forecast values	Forecast values	Forecast values
Trials	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000
Mean	13.1 €	14.0 €	14.9 €	15.8 €	16.7 €
Median	14.1 €	15.0 €	16.0 €	16.9 €	17.9 €
Mode	---	---	---	---	---
Standard Deviation	13.2 €	13.5 €	13.9 €	14.2 €	14.6 €
Variance	173.3 €	182.7 €	192.4 €	202.3 €	212.5 €
Skewness	-0.3368	-0.3561	-0.3745	-0.3922	-0.4091
Kurtosis	3.01	3.03	3.05	3.08	3.10
Coeff. of Variability	1.00	0.9646	0.9307	0.9006	0.8737
Minimum	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €
Maximum	55.6 €	57.4 €	59.2 €	61.0 €	62.8 €
Range Width	70.5 €	72.4 €	74.2 €	76.0 €	77.8 €
Mean Std. Error	0.2 €	0.2 €	0.2 €	0.2 €	0.2 €

Percentiles:	Forecast values	Forecast values	Forecast values	Forecast values	Forecast values
0%	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €	-15.0 €
10%	-6.4 €	-5.9 €	-5.3 €	-4.8 €	-4.2 €
20%	3.8 €	4.5 €	5.2 €	6.0 €	6.6 €
30%	7.6 €	8.4 €	9.2 €	10.0 €	10.8 €
40%	11.0 €	11.9 €	12.7 €	13.6 €	14.5 €
50%	14.1 €	15.0 €	16.0 €	16.9 €	17.9 €
60%	17.0 €	18.0 €	19.0 €	20.0 €	21.0 €
70%	20.2 €	21.3 €	22.3 €	23.4 €	24.5 €
80%	23.9 €	25.0 €	26.2 €	27.3 €	28.5 €
90%	28.8 €	30.1 €	31.4 €	32.6 €	33.9 €
100%	55.6 €	57.4 €	59.2 €	61.0 €	62.8 €

- 5) Une forte activité de lobbying (en clair, un bakchich⁷ de 500 000 €) permettrait d'obtenir de l'AFSSAPS qu'elle abaisse son seuil d'acceptation de 20 à 19 patients soignés. Pensez-vous que cette pratique soit « financièrement » intéressante (à défaut d'être moralement acceptable) ?



⁷ Cet exemple est purement théorique...