

# Annexe C

## Sélection d'une loi

### Contenu de l'annexe

- Quelles lois dois-je utiliser ?
- Quels paramètres dois-je introduire ?

Cette annexe présente tous les types de loi disponibles pour la définition d'hypothèses sous Crystal Ball.

Pour plus d'informations sur la sélection des lois, consultez l'Annexe A du document *Crystal Ball User Manual*.

## Quelles lois dois-je utiliser ?

Le choix de la loi d'une hypothèse est l'une des étapes les plus difficiles dans l'élaboration d'un modèle Crystal Ball. Crystal Ball dispose de 21 lois en continu et discrètes pouvant être utilisées pour la description d'une hypothèse. Une loi personnalisée est également possible. Celle-ci peut combiner une approche en continu et une approche discrète.

- La loi en **continu** considère que toutes les valeurs comprises dans la plage de valeurs sont possibles. Par conséquent, chaque plage de valeurs contient un nombre infini de valeurs possibles. Ces lois se présentent sous la forme de courbes lisses et solides.
- La loi **discrète** représente des nombres entiers distincts. Ces lois se présentent sous la forme d'un histogramme.

La première étape dans le choix de la loi de probabilité consiste à utiliser toutes les données disponibles pour la variable. En l'absence de données, utilisez vos connaissances en physique ou les conditions de la variable pour vous aider à choisir la loi adéquate. Définissez ensuite les limites raisonnables d'une loi simple.

**Tableau C.1 Liste des lois de Crystal Ball**



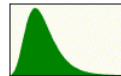
<i>Loi</i>	<i>Conditions</i>	<i>Applications</i>	<i>Exemples</i>
 Normale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La valeur moyenne est la plus probable.</li> <li>• Symétrie par rapport à la moyenne.</li> <li>• La variable a plus de chance d'être proche de la moyenne que d'en être éloignée.</li> </ul>	Phénomène naturel.	Taille des gens, taux de reproduction, inflation.
 Triangulaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le minimum et le maximum sont fixés.</li> <li>• La valeur la plus probable se trouve dans cette plage et forme un triangle avec le minimum et le maximum.</li> </ul>	Lorsque vous connaissez les valeurs minimale et maximale ainsi que les valeurs les plus probables, cette loi peut être utile <i>en présence de données limitées</i> .	Estimation des ventes, nombre de voitures vendues en une semaine, valeurs de stock, frais de marketing.
 Log-normale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'y a pas de limite supérieure. La limite inférieure est zéro.</li> <li>• Cette loi présente une asymétrie positive. La plupart des valeurs se trouvent à proximité de la limite inférieure.</li> <li>• Logarithme naturel de la loi.</li> </ul>	Situations dans lesquelles les valeurs doivent présenter une asymétrie positive et <i>ne peuvent pas</i> être négatives.	Prix de l'immobilier, actions, échelle des salaires, capacité du réservoir d'huile.

Tableau C.1 Liste des lois de Crystal Ball (suite)

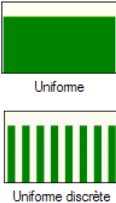
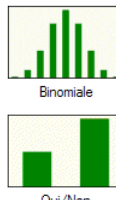
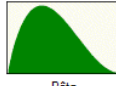
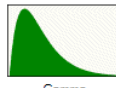
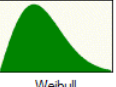
 <p>Uniforme</p> <p>Uniforme discrète</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le minimum est fixé.</li> <li>Le maximum est fixé.</li> <li>Toutes les valeurs de la plage ont les mêmes chances de se produire.</li> <li>La loi Uniforme discrète est l'équivalent discret de la loi Uniforme.</li> </ul>	<p>Lorsque vous connaissez la plage de valeurs et quand toutes les valeurs ont les mêmes chances de se produire.</p>	<p>Évaluation d'un bien immobilier, fuite dans une conduite.</p>
 <p>Binomiale</p> <p>Oui/Non</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour chaque tirage, il existe deux résultats possible, la réussite ou l'échec.</li> <li>Les tirages sont indépendants.</li> <li>La probabilité est la même d'un tirage à l'autre.</li> <li>La loi oui/non équivaut à la loi binomiale pour un tirage.</li> </ul>	<p>Décrit le nombre de fois où un événement intervient au cours d'un nombre d'essais fixe, également utilisé pour la logique Booléenne (vrai/faux ou sous tension/hors tension).</p>	<p>Nombre de fois où le côté face d'une pièce de monnaie apparaît dans 10 lancers, chance de succès ou risque d'échec.</p>
 <p>Bêta</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les valeurs minimale et maximale sont comprises entre 0 et une valeur positive.</li> <li>La forme peut être spécifiée comme deux valeurs positives, alpha et bêta.</li> </ul>	<p>Représente la variabilité sur une plage donnée, décrit des données empiriques.</p>	<p>Représente l'efficacité des appareils d'une société.</p>
 <p>Gamma</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les occurrences possibles d'une unité de mesure sont illimitées.</li> <li>Les occurrences sont indépendantes.</li> <li>Le nombre moyen d'occurrences reste le même d'une unité à l'autre.</li> </ul>	<p>S'applique pour les quantités physiques. Par exemple, le délai entre des événements lorsque l'événement en question n'est pas totalement aléatoire.</p>	<p>Exigence qu'un nombre donné d'unités soient vendues au cours du délai d'approvisionnement, phénomènes météorologiques (concentration de polluants).</p>
 <p>Weibull</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cette loi est flexible et peut prendre en considération les propriétés des autres lois.</li> <li>Lorsque les paramètres de forme sont égaux à 1, la loi est identique à la loi exponentielle. Lorsque les paramètres sont égaux à 2, la loi est identique à la loi Rayleigh.</li> </ul>	<p>Tests d'effort et d'endurance, autres valeurs physiques.</p>	<p>Délai de défaillance pour une étude de fiabilité. Résistance à la rupture lors du contrôle d'un matériau.</p>

Tableau C.1 Liste des lois de Crystal Ball (suite)

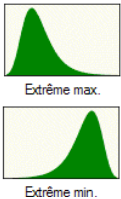

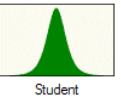
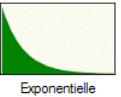
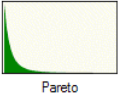
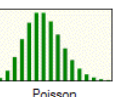
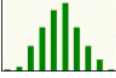
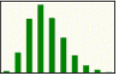
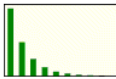

 <p>Extrême max.</p> <p>Extrême min.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions et les paramètres sont complexes. Voir : Castillo, Enrique. <i>Extreme Value Theory in Engineering</i>. Londres : Academic Press, 1988.</li> </ul>	Indique la valeur maximale (Extrême max.) ou la valeur minimale (Extrême min.) d'une réponse sur une période donnée ou la résistance à la rupture des matériaux.	Débit maximal ou minimal des crues, précipitations et séismes, charges et tolérances des aéronefs.
 <p>Logistique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions et les paramètres sont complexes. Voir : Fishman, G. <i>Springer Series in Operations Research</i>. NY : Springer-Verlag, 1996.</li> </ul>	Représente la croissance.	Augmentation d'une population comme fonction d'une variable temps, certaines réactions chimiques.
 <p>Student</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La valeur médiane est la plus probable.</li> <li>Symétrie par rapport à la moyenne.</li> <li>Avec un degré de liberté supérieur ou égal à 30, se rapproche d'une loi normale.</li> </ul>	Données économétriques.	Taux de change.
 <p>Exponentielle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La loi illustre le temps entre les occurrences.</li> <li>La loi n'est pas affectée par les événements précédents.</li> </ul>	Représente des événements qui se répètent de manière aléatoire.	Délai entre deux coups de téléphone, délai entre l'arrivée de clients.
 <p>Pareto</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les conditions et les paramètres sont complexes. Voir : Fishman, G. <i>Springer Series in Operations Research</i>. NY : Springer-Verlag, 1996.</li> </ul>	Analyse d'autres lois associées à des phénomènes empiriques.	Étudie les lois liées aux taux de population d'une ville, la taille des sociétés, les fluctuations du prix des actions.
 <p>Poisson</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre d'occurrences possible n'est pas limité.</li> <li>Les occurrences sont indépendantes.</li> <li>Le nombre moyen d'occurrences reste le même d'une unité à l'autre.</li> </ul>	Décrit le nombre de fois qu'un événement se produit au cours d'un intervalle donné (temps).	Nombre d'appels passés par minute, nombre de produits défectueux sur 100 m <sup>2</sup> de matériel.

Tableau C.1 Liste des lois de Crystal Ball (suite)

 <p>Hypergéométrique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre total d'éléments (population) est fixe.</li> <li>La taille de l'échantillon (nombre de tirages) représente une partie de la population.</li> <li>La probabilité de réussite change après chaque tirage.</li> </ul>	<p>Décrit le nombre de fois où un événement se produit sur un nombre de tirages fixe. Les tirages dépendent des résultats précédents.</p>	<p>Probabilité pour une pièce prélevée d'une boîte d'être défectueuse (sans remplacer les pièces prélevées dans la boîte pour le tirage suivant).</p>
 <p>Binomiale nég.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre de tirages n'est pas fixe.</li> <li>Les tirages continuent jusqu'à atteindre le <i>énième</i> tirage réussi. Le nombre de tirage n'est jamais inférieur à <i>n</i>.</li> <li>La probabilité de réussite est la même d'un tirage à l'autre.</li> </ul>	<p>Modélise la loi du nombre de tirages ou d'échecs jusqu'à la <i>énième</i> occurrence positive.</p>	<p>Nombre d'appels qu'un vendeur doit effectuer pour obtenir 10 commandes.</p>
 <p>Géométrique</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le nombre de tirages n'est pas fixe.</li> <li>Les tirages se poursuivent jusqu'au premier succès.</li> <li>La probabilité de réussite est la même d'un tirage à l'autre.</li> </ul>	<p>Décrit le nombre de tirages nécessaires jusqu'à la première occurrence positive d'un événement.</p>	<p>Nombre de parties de roulettes nécessaires avant de gagner, nombre de forages nécessaire avant de voir jaillir le pétrole.</p>
 <p>Personnalisée</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Loi très flexible, utilisée pour représenter une situation ne pouvant être modélisée à l'aide des autres types de loi.</li> <li>Peut être en continu, discrète ou une combinaison des deux.</li> <li>Utilisée pour introduire un ensemble de points de données à partir d'une plage de cellules.</li> </ul>		

## Quels paramètres dois-je introduire ?

Le tableau ci-dessous énonce les paramètres nécessaires pour chaque loi de Crystal Ball 7. Les lois sont présentées par ordre alphabétique et par type (en continu ou discrète).

Pour plus d'informations sur ces paramètres, consultez la description de chaque loi se trouvant à l'Annexe A du document *Crystal Ball User Manual*. Le Chapitre 4 du document *Crystal Ball Reference Manual* répertorie les valeurs par défaut pour chaque paramètre. Ces deux manuels sont disponibles en ligne (Démarrer > Programmes > Crystal Ball 7 à partir du menu Démarrer de Windows ou Aide (?) > Crystal Ball à partir de la barre de menus d'Excel lorsque Crystal Ball est actif).

**Tableau C.2 Lois et paramètres**


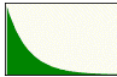
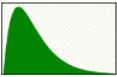

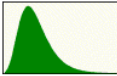
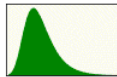
<i>Loi</i>		<i>Paramètre 1</i>	<i>Paramètre 2</i>	<i>Paramètre 3</i>	<i>Paramètre 4</i>
<b>Lois en continu</b>					
Bêta		alpha (supérieur à 0,3 ; la somme d'alpha et de bêta doit être inférieure à 1 000)	bêta (supérieur à 0,3 ; la somme d'alpha et de bêta doit être inférieure à 1 000)	valeur maximale	valeur minimale
Exponentielle		taux (supérieur à 0)			
Gamma		emplacement	échelle (supérieur à 0)	forme (supérieur à 0,05 et inférieur à 1 000)	
Logistique		valeur moyenne	échelle (supérieur à 0)		
Log-normale		valeur moyenne	écart-type		
Extrême max.		plus probable	échelle (supérieur à 0)		

Tableau C.2 Loïs et paramètres (suite)




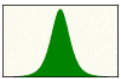

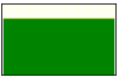
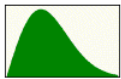
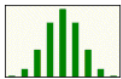

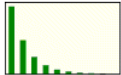

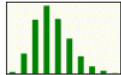
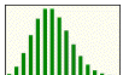

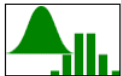
<i>Loi</i>		<i>Paramètre 1</i>	<i>Paramètre 2</i>	<i>Paramètre 3</i>	<i>Paramètre 4</i>
Extrême min.	 Extrême min.	plus probable	échelle (supérieur à 0)		
Normal	 Normale	valeur moyenne	écart-type		
Pareto	 Pareto	emplacement (supérieur à 0)	forme (supérieur à 0,05)		
Loi de Student	 Student	point milieu	échelle (supérieur à 0)	degré de liberté (nombre entier compris entre 1 et 30 inclus)	
Triangulaire	 Triangulaire	valeur minimale	valeur la plus probable	valeur maximale	
Uniforme	 Uniforme	valeur minimale	valeur maximale		
Weibull	 Weibull	emplacement	échelle (supérieur à 0)	forme (supérieur à 0,05)	
<b>Lois discrètes</b>					
Binomiale	 Binomiale	probabilité (entre 0 et 1)	tirages (un nombre entier supérieur à 0 et inférieur à 1 000)		
Uniforme discret	 Uniforme discrète	minimum (nombre entier)	maximum (nombre entier)		

Tableau C.2 Lois et paramètres (suite)

<b>Loi</b>		<b>Paramètre 1</b>	<b>Paramètre 2</b>	<b>Paramètre 3</b>	<b>Paramètre 4</b>
Géométrique	 Géométrique	probabilité (entre 0 et 1)			
Hypergéométrique	 Hypergéométrique	réussite	tirages (nombre entier inférieur à la population)	population (un nombre entier supérieur à 0 et inférieur à 1 000)	
Binomiale négative	 Binomiale nég.	probabilité (entre 0 et 1)	forme (un nombre entier supérieur à 0 et inférieur à 1 000)		
Poisson	 Poisson	taux (entre 0 et 1 000)			
Oui/Non	 Oui/Non	probabilité			
<b>Loi personnalisée</b>					
Personnalisé	 Personnalisée	Reportez-vous à l'Annexe A du document <i>Crystal Ball User Manual</i> .			