

Auditer un plan d'affaires prévisionnel par la méthode de Monte-Carlo

PAR MICHEL TERNISIEN, ÉCONOMISTE, MEMBRE DU COLLÈGE DES EXPERTS EN ÉVALUATION D'ENTREPRISES DE LA CCEF.

La méthode de Monte-Carlo permet, en utilisant les nombres aléatoires, de tester la fiabilité et le caractère raisonnable de prévisions de flux à moyen terme bâties sur un seul scénario, et plus particulièrement la dernière année d'un plan d'affaires proposé par l'entreprise à l'évaluateur. La mise en œuvre de cette méthode est présentée à partir d'une illustration pratique que nous déroulons dans cet article.

PROBLÉMATIQUE

Quand l'évaluateur recourt, pour valoriser une entreprise, à la méthode des cash flows futurs actualisés (« Discounted Cash Flows » ou « DCF »), l'une des difficultés réside dans la détermination du dernier cash flow contenu dans le plan d'affaires prévisionnel que lui transmet l'entreprise.

En effet, par construction, le cash flow de la dernière année pèse de manière substantielle dans la valorisation finale qui sera obtenue :

- une première fois dans le calcul de la valeur portant sur la période explicite de prévision (celle du plan d'affaires) ;
- une seconde fois dans le calcul de la valeur terminale.

De ce fait, lorsque l'évaluateur doit auditer le plan d'affaires que l'entreprise lui fait parvenir, il doit porter une attention particulière à la fiabilité du calcul du dernier cash flow prévisionnel : est-il correctement évalué ? N'est-il pas surestimé ? À l'inverse, n'est-il pas sous-estimé ?

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour effectuer ce test. L'une des plus pertinentes est celle dite de Monte-Carlo qui présente l'avantage d'introduire la notion de hasard, alors que le plan d'affaires repose sur l'hypothèse que les flux de

trésorerie prévisionnels se réaliseront nécessairement, sans qu'il y ait d'incertitude quant à leur montant.

Pour illustrer et rendre plus concrète l'application de cette démarche, nous nous appuyons sur un exemple pratique.

DÉMARCHE ILLUSTRÉE

Les données de la société Brake

Une entreprise industrielle, non cotée, de taille intermédiaire, opère dans le secteur de l'automobile en fabriquant, en sous-traitance des grands constructeurs, des pièces détachées.

Son dirigeant envisage de faire entrer au capital de sa société de nouveaux actionnaires. Pour cela, il a demandé à son conseil financier de valoriser son entreprise et a élaboré, avec l'aide de son directeur financier, un plan d'affaires prévisionnel portant sur 3 ans (de $N + 1$ à $N + 3$) figurant en page suivante.

L'objectif de l'évaluateur est de tester par la méthode de Monte-Carlo la fiabilité du cash flow disponible de l'année $N + 3$, estimé par le directeur financier à 68,6 M€.

Plan d'affaires prévisionnel de la société Brake

(M€)	N	N + 1	N + 2	N + 3	Moyenne
Chiffre d'affaires (CA)	349,3	363	376,4	394,2	
Taux de croissance du chiffre d'affaires		3,9 %	3,7 %	4,7 %	4,1 % (a)
EBITDA	70,2	73,6	76,8	81,2	
Taux d'EBITDA	20,1 %	20,3 %	20,4 %	20,6 %	20,4 % (b)
Taux de croissance de l'EBITDA		4,8 %	4,3 %	5,7 %	5,0 % (a)
Progression du BFR	- 1,1	- 1,6	- 1,8	- 2,1	
Cash flow opérationnel	69,1	72	75	79,1	
Investissements	- 6,2	- 8,8	- 9,8	- 10,5	
Taux d'investissement (en % du CA)	1,8 %	2,4 %	2,6 %	2,7 %	2,6 % (b)
Cash flow disponible (CFD)	62,9	63,2	65,2	68,6	
Taux de croissance du CFD		0,5 %	3,2 %	5,2 %	3,0 % (b)

(a) Moyenne géométrique sur les années N à N + 3. (b) Moyenne arithmétique sur les années prévisionnelles N + 1 à N + 3.

Le taux de marge brute d'exploitation (EBITDA/CA) est de 20,4 % en moyenne sur la période examinée. Mais il progresse, passant de 20,1 % à 20,6 % en N + 3. Le taux de croissance du chiffre d'affaires est de 4,1 % par an. Le taux d'investissement productif est de 2,6 % du chiffre d'affaires sur la période.

Modéliser les cash flows disponibles

La méthode de Monte-Carlo suppose plusieurs étapes. La première étape consiste à modéliser la

formation du cash flow disponible de l'entreprise (CFDE). Celui-ci est égal à l'EBITDA corrigé de la variation du besoin en fonds de roulement et des investissements en immobilisations corporelles et incorporelles.

Pour modéliser, nous avons utilisé le même schéma que celui retenu par le directeur financier.

Modélisation du cash flow disponible pour l'entreprise (CFDE)		
Rubrique	Formule utilisée	Variables
Chiffre d'affaires (CA)	$CA \times (1 + \text{taux de croissance})$	Taux de croissance prévisionnel (% compris entre 2,70 % et 6,70 %)
EBITDA	$CA \times \text{Taux de marge brute d'exploitation}$	Taux de marge brute d'exploitation
Variation du BFR	$(CA \text{ journalier} \times \text{Encours moyen du BFR}) \times (1 + \text{croissance nominale du CA})$	Taux de croissance du CA et montant de l'encours normatif du BFR
Investissements	$\text{Investissement} = (\text{Taux d'investissement} \times CA)$	Taux d'investissement d'exploitation
Cash flow disponible		$\text{EBITDA} +/ - \text{Var. BFR} - \text{Investissement exploitation}$

Déterminer l'amplitude possible d'évolution des variables stratégiques du modèle financier

C'est la deuxième étape. Le modèle utilisé par l'entreprise repose sur quatre variables stratégiques (voir tableau ci-avant) :

- le taux de croissance annuel du chiffre d'affaires ;
- le montant de l'encours du BFR figurant au bilan (exprimé en nombre de jours de chiffre d'affaires) ;
- le taux de marge d'exploitation ;
- et le taux d'investissement.

Pour tester la fiabilité du cash flow disponible de l'année N + 3, l'évaluateur va introduire le hasard dans les variables stratégiques du plan d'affaires

prévisionnel. Pour cela, le procédé le plus usuel est de déterminer, pour chacune d'entre elles, deux bornes (une borne minimum et une borne maximum) que l'évaluateur, en accord avec l'entreprise, juge acceptables et entre lesquelles les variables stratégiques sont susceptibles d'évoluer.

EXEMPLE

S'agissant du taux de croissance, le directeur financier estime que, pour l'année N + 3, une erreur de 2 points en plus ou en moins par rapport au scénario de référence (+ 4,7 %) est plausible. L'amplitude est donc comprise entre 2,7 % et 6,7 %. C'est dans cet espace que seront créés les taux de croissance aléatoires.

Amplitude de l'évolution des variables stratégiques pour le calcul du cash flow disponible

Variable stratégique du plan d'affaires	Valeur N + 3 minimale	Valeur N + 3 maximale
Taux de croissance du chiffre d'affaires (CA)	2,7 %	6,7 %
Taux de marge d'exploitation (EBITDA/CA)	20,1 %	20,7 %
Taux d'investissement (Investissement/CA)	1,8 %	3,0 %
Encours du BFR	45 jours	50 jours

À l'intérieur de ces amplitudes, l'évaluateur va faire naître un nombre défini de valeurs aléatoires.

Produire des nombres aléatoires par l'applicatif « ALEA.ENTRE.BORNES »

La méthode de Monte-Carlo va consister à effectuer pour chacune des variables des tirages de nombres aléatoires inscrits dans les intervalles définis dans le tableau ci-dessus.

Objectif – L'intérêt de cette approche est double :

- rendre aléatoires les variables stratégiques ;
- et surtout combiner entre elles les variables afin d'obtenir in fine des cash flows disponibles régulés par les aléas, alors que le business plan de l'entreprise repose sur des variables fondées sur un scénario unique de référence.

Mode d'emploi – L'application contenue dans Excel « ALEA.ENTRE.BORNES » permet de procéder de manière simple au tirage des nombres aléatoires (« Formules », « Maths et trigonométrie », « ALEA.ENTRE.BORNES »).

Pour entrer une valeur minimale (« Min ») et une valeur maximale (« Max »), il est préférable d'introduire dans un premier temps deux nombres entiers et de diviser par 100.

EXEMPLE

Pour les taux de croissance, il a été défini un intervalle compris entre 2,70 % et 6,70 %. Il faut saisir dans l'applicatif 270 (Min) et 670 (Max) et diviser par 100, afin d'obtenir des nombres entiers comprenant 2 chiffres après la virgule.

Le clic OK sur une cellule du classeur ouvert va générer un premier nombre entier aléatoire. Pour en obtenir d'autres, il faut copier la cellule qui a généré le premier nombre aléatoire, « tirer » sur le nombre de lignes voulues : 30, 50, avec un maximum de 100 (voir ce point plus loin) et coller la fonction aléatoire. Est alors obtenue une suite de nombres aléatoires entiers compris dans l'espace défini (voir ci-dessous).

Extrait d'une liste de nombres aléatoires dans un intervalle compris entre 2,70 et 6,70

6,67	3,21
5	5,89
3,55	6,1
3,6	4,02
3,87	5,01

La création d'une 2^e colonne appelée « Chiffre d'affaires aléatoire » permet d'introduire dans la première cellule la formule suivante : chiffre d'affaires de l'année N + 2 (c'est une donnée constante) × [1 + (taux de croissance aléatoire/100)].

Le « copié / collé » permet d'obtenir un nombre déterminé de CA aléatoires pour N + 3.

EN PRATIQUE Il faut diviser le taux de croissance aléatoire par 100 afin d'avoir un pourcentage, alors que dans l'étape précédente, on obtient des nombres entiers avec deux chiffres après la virgule.

Il est procédé de la même manière pour chacune des variables stratégiques, en respectant les intervalles préalablement définis et en utilisant les formules qui correspondent explicitées ci-dessous.

Formules à utiliser pour obtenir des cash flows aléatoires

Paramètre financier aléatoire	Formule
Chiffre d'affaires aléatoire (CA aléatoire)	$CAN + 2 \times [1 + (\text{Taux de croissance aléatoire}/100)]$
EBITDA	CA aléatoire × Taux de marge aléatoire (compris entre 20,1 % et 20,7 %)
Variation du BFR	$(CA \text{ aléatoire}/365 \times \text{encours BFR aléatoire}) \times \text{taux de croissance aléatoire}/100$, avec encours BFR compris entre 45 et 50 jours
Investissement	Chiffre d'affaires aléatoire × taux d'investissement aléatoire compris entre 20,1 % et 20,7 %
Cash flow disponible	EBITDA – Var. du BFR – investissement

À la fin du process sont générés des cash flows disponibles pour l'année $N + 3$ dans lesquels a été introduite la notion de hasard pour chacune des variables stratégiques qui définissent le cash flow disponible.

Combien de nombres aléatoires doit-on créer ?

Quelle est la quantité de nombres aléatoires à produire pour s'assurer avec une certaine fiabilité du cash flow de l'année $N + 3$ communiqué par l'entreprise ?

La plupart des auteurs évoquent un grand nombre de données aléatoires pour mener à bien une approche de type Monte-Carlo. Pourtant, la création de 50 à 100 nombres aléatoires constitue une démarche suffisante, dès lors que la détermination des amplitudes d'évolution des variables stratégiques a été définie.

EXEMPLE

Pour la variable stratégique « taux de croissance », il suffit de tirer 50 taux de croissance aléatoires compris entre 2,7 % et 6,7 %. L'existence de doublons dans la création de nombres aléatoires est une question secondaire.

POURQUOI UN NOMBRE SI FAIBLE ? Sur le plan statistique, pour obtenir une estimation raisonnable au moyen d'un intervalle de confiance, il existe 3 possibilités.

La première est d'augmenter le risque d'avoir tort (risque α) pour améliorer la précision de l'intervalle de confiance. L'usage est de retenir un $\alpha = 5 \%$, c'est-à-dire que l'on décide d'avoir 95 chances sur 100 d'avoir raison et 5 chances sur 100 d'avoir tort. Il est possible de réduire cette probabilité en prenant $\alpha = 10 \%$ ou $\alpha = 15 \%$, voire plus, pour améliorer la précision de l'intervalle de confiance. Mais il ne serait pas pertinent d'obtenir une meilleure précision au prix d'une plus forte probabilité d'erreur. Cette première possibilité est donc à écarter. Il faut retenir un α de 5 %, comme le veut l'usage en statistique.

La deuxième possibilité est de sélectionner un échantillon de grande taille. C'est la voie suivie dans la plupart des ouvrages de finance qui traitent de la simulation de Monte-Carlo. Certains auteurs évoquent même des échantillons comprenant plusieurs dizaines de milliers d'éléments. Outre que cette solution engendre un travail matériel très conséquent, on démontre que le gain de précision, au-delà d'un seuil de 200 nombres, s'amoindrit considérablement au fur et à mesure que le tirage s'accroît en taille. Cette seconde solution n'est donc pas la bonne voie à suivre pour l'évaluateur.

La troisième solution est de réduire l'écart-type des données. C'est la voie qui a été privilégiée dans cet article. Pour réduire l'écart-type d'une série de données, il faut limiter l'étendue de l'évolution des variables stratégiques, en définissant un maximum et un minimum dans une amplitude qui demeure raisonnable et vraisemblable. C'est ce que nous avons fait ici. Procéder ainsi réduit considérablement l'écart-type des données et offre une précision bien meilleure que celle obtenue par un échantillon de grande taille.

Figurer la série des nombres aléatoires

En utilisant l'application « ALEA.ENTRE.BORNES », le tirage change dès lors qu'on interviert sur les cellules du tableur. Pour éviter cet inconvénient, on doit figer, à un moment donné, le tirage qui vient d'être effectué avec la procédure suivante : « copier zone du tirage », « clic droit », « collage spécial », « valeur ». Une liste définitive de nombres aléatoires est générée.

Il est procédé de même pour l'ensemble des variables stratégiques sur lesquelles l'évaluateur souhaite une création de nombres aléatoires.

A NOTER Il est recommandé de figer les tirages au dernier moment. En effet, il n'est pas inintéressant de procéder à plusieurs tirages successifs en notant la moyenne de chaque tirage, ce qui permet de s'assurer d'une convergence du cash flow moyen.

Enfin, pour obtenir les cash flows aléatoires, une dernière colonne est à créer :

CFDE = EBITDA - Δ BFR - Investissements.

Récapitulatif du process d'obtention des CFD aléatoires

Taux de croissance aléatoires	CA $N + 3$ aléatoires	Taux de marge brute aléatoires	EBITDA aléatoires	BFR en jours aléatoires	Variations normatives du BFR aléatoires	Taux investissement aléatoires	Investissements aléatoires	CFDE aléatoires
-------------------------------	-----------------------	--------------------------------	-------------------	-------------------------	---	--------------------------------	----------------------------	-----------------

Déterminer les paramètres de la loi de distribution et calculer l'intervalle de confiance

Après l'obtention des cash flows disponibles aléatoires, deux paramètres pourront être déterminés : la moyenne (M) et l'écart-type (s') de ces cash flows. Supposons que le tirage de 50 nombres sur chacune des quatre variables conduise aux résultats suivants.

Paramètres	Montant
Moyenne (M) des CFD aléatoires	69,0 M€
Écart-type (s) des CFD aléatoires	1,6 M€

Coefficient de précision $Z\alpha$ en fonction de la taille de l'échantillon avec $\alpha = 5\%$ - Intervalle bilatéral

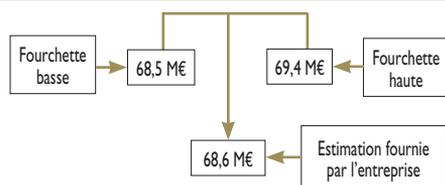
Taille échantillon	30	40	50	60	70	80	90	100
Estimation bilatérale	0,373	0,320	0,284	0,258	0,238	0,223	0,209	0,198

Intervalle de confiance et conclusion

L'intervalle de confiance est déterminé de la manière suivante : $M \pm (Z\alpha \times s)$. Ceci nous donne :

- une fourchette basse (avec un tirage de 50 nombres) de $69,0 - (0,284 \times 1,6) = 68,5$ M€ ;
- une fourchette haute de $69,0 + (0,284 \times 1,6) = 69,4$ M€.

Visualisation du cash flow N + 3 fourni par l'entreprise dans l'intervalle de confiance



On constate dans le schéma ci-dessus que le cash flow disponible de l'année N + 3 fourni par l'entreprise (68,6 M€) est inclus dans l'intervalle de confiance compris entre 68,5 M€ et 69,4 M€.

L'évaluateur peut conclure que l'estimation du dernier cash flow communiquée par l'entreprise peut être considérée comme fiable, car elle appartient à l'intervalle déterminé par ses soins, et ce, en rendant aléatoires les variables stratégiques utilisées par la société Brake pour établir son plan d'affaires prévisionnel.

Le faible écart-type (1,6 M€) résulte de la détermination en amont des intervalles de fluctuation des quatre variables stratégiques analysées précédemment.

Pour effectuer l'estimation au moyen d'un intervalle de confiance, il est nécessaire de disposer d'un troisième paramètre, le coefficient de précision, que nous appellerons $Z\alpha$ avec $\alpha = \pm 2,5\%$ pour un test bilatéral. La valeur de ce paramètre dépend du niveau de confiance (dans notre exemple, 95 %) et de la taille de l'échantillon. Il est donné par le tableau ci-dessous.

Dans cet exemple, la méthode de Monte-Carlo, en ayant introduit la notion d'aléa, a permis de conforter les hypothèses du scénario central élaboré par l'entreprise.

L'essentiel

- ▶ La méthode de Monte-Carlo simule le hasard pour probabiliser des valeurs et peut trouver son application dans un modèle financier.
- ▶ Elle permet d'obtenir des cash flows disponibles régulés par les aléas pour un business plan de l'entreprise reposant sur un scénario unique de référence.
- ▶ Les variables stratégiques d'un plan d'affaires peuvent être le chiffre d'affaires, l'encours du BFR en jours de CA, le taux de marge d'exploitation et le taux d'investissement d'exploitation.
- ▶ Pour chacune de ces variables stratégiques, une amplitude raisonnablement possible sera définie et les nombres aléatoires permettront de déterminer un intervalle de confiance des valeurs de ces variables.