

Le processus de la décision d'investissement

Cash flows des projets et critères de décision

Jean-Charles Bagneris

v2020.12.1

Résumé

Comment estimer les cash flows d'un projet d'investissement et les utiliser pour calculer différentes mesures de performance utilisées dans le processus de décision.

Mots-clés : investissement, projet, VAN, TRI

Table des matières

Objectifs d'apprentissage	2
1 Le concept d'un projet d'investissement	2
2 Estimation des cash flows	3
2.1 Principes généraux de l'estimation des cash flows	3
2.2 Cash flow d'investissement : dépense initiale	6
2.3 Cash flows d'activité : mettre en oeuvre le projet	9
2.4 Cash flow de désinvestissement : fin d'un projet	11
3 Évaluation des projets, interactions entre projets et contraintes	13
3.1 Évaluation du projet : la Valeur Actuelle Nette	13
3.2 Ajustement de la VAN et mesures complémentaires	16
4 Quelques mots sur le processus de décision	23
4.1 Biais	24
4.2 Flexibilité et options	24
Résumé	25
Exercices	26
Réponses aux exercices	27

Objectifs d'apprentissage

Note : le terme "cash flow" est utilisé partout dans ce document où l'on devrait en principe trouver "flux de liquidité" en français. L'usage courant a pris le pas sur la correction linguistique, que le lecteur puriste veuille bien accepter nos excuses.

À la fin de ce module, les étudiants devraient pouvoir :

- Lister les différents types de cash flows liés à un projet d'investissement
- Réaliser en pratique l'estimation des cash flows à partir de prévisions d'activité
- Calculer la valeur actuelle nette (VAN) d'un projet d'investissement
- Ajuster la valeur actuelle nette pour prendre en compte différentes contraintes telles que des ressources limitées ou des projets mutuellement exclusifs
- Discuter du processus de décision, des biais à éviter et des bonnes pratiques à observer

1 Le concept d'un projet d'investissement

Définition : Investir

Investir est le processus par lequel des ressources sont utilisées pour faire l'acquisition d'immobilisations dans l'objectif de les utiliser pour générer des cash flows sur un certain nombre de périodes futures.

Cette définition simple contient en fait les aspects les plus importants de l'activité d'investissement :

- investir suppose de dépenser des ressources, et toutes les ressources ont un coût (voir le chapitre Le coût moyen pondéré du capital¹),
- investir est différent de consommer : on investit dans des *immobilisations* dans l'objectif de les utiliser pour générer des cash flows,
- la nature exacte des actifs est sans importance : il peut s'agir d'acheter des équipements informatiques, de construire une usine, d'acheter des actions pour acquérir un concurrent (croissance externe), tout ceci relève de l'investissement,
- les cash flows sont attendus sur plusieurs périodes futures : les techniques de *la valeur de l'argent dans le temps* seront utilisées pour prendre en compte correctement cette dimension temporelle.

Dans ce contexte, un projet d'investissement est un ensemble d'investissements liés qui forment une unité indépendante et cohérente. Idéalement, un projet d'investissement peut être vu isolément du reste de l'entreprise : il est borné. Définir clairement les limites d'un projet est important car cela permet de prendre en compte toutes (et uniquement) ses conséquences et implications pour prendre une décision relative à celui-ci.

On doit en particulier s'assurer d'inclure dans le projet toutes les dépendances : si un projet implique ceci ou cela, alors ceci ou cela fait partie du projet.

Le processus de décision concernant les projets d'investissement est compris dans un processus général connu sous le nom de *capital budgeting*, c'est-à-dire le processus de la gestion des investissements, qui va de la recherche de nouveaux projets au contrôle *a posteriori* de la performance des projets. C'est un processus fondamental pour toute entreprise : d'une certaine façon, une entreprise n'est rien d'autre qu'une "machine à investir", et le bilan en offre un bon résumé : le passif montre l'origine des ressources qui ont été investies jusqu'à présent, et l'actif indique dans quoi elles ont été investies.

1. <https://files.bagneris.net/>

Testez-vous

Avant de continuer avec la section suivante, faites ce petit test : retrouvez les mots manquants dans les phrases suivantes, extraites de la section que vous venez de lire :

Les ressources que l'entreprise investit ont toujours un [...].

Investir est différent de [...] parce qu'on investit dans des actifs qui seront utilisés pour générer des [...] dans le futur.

Si vous n'avez pas les réponses, recherchez les phrases dans la section, et assurez-vous de bien avoir compris. Vous pouvez également utiliser ces petites questions dans un logiciel de "spaced repetition", ou relire la section dans quelques jours et voir si vous en reprenez plus facilement les idées principales.

2 Estimation des cash flows

La définition ci-dessus permet de voir l'investissement comme le fait d'échanger une ressource immédiate contre des cash flows futurs espérés. Par ailleurs, la valeur d'un projet d'investissement – comme celle de n'importe quel actif – est la valeur actuelle de tous les cash flows qu'il produira dans le futur. De ces deux propositions, il suit qu'on doit estimer les cash flows (futurs, espérés, inconnus) d'un projet pour calculer la *contribution de ce projet à la valeur de l'entreprise*, qui est un critère important de la décision d'investissement.

L'estimation des cash flows est basée sur des prévisions, et prévoir est une activité difficile, dont les résultats sont entachés d'incertitude (risque). En fonction de la taille (combien d'argent va-t-il coûter) et de la nature du projet, on choisira d'être plus ou moins prudents ou pessimistes dans le processus d'estimation.

Une typologie classique des projets d'investissements, des plus simples à ceux qui vont demander le plus de travail dans le processus d'estimation, est la suivante :

- remplacements : une machine est inutilisable et doit être remplacée,
- projets obligatoires ou résultant de réglementations ou lois : projets requis par des tiers de l'entreprise tels que le gouvernement d'un pays ou les autorités locales,
- projets d'expansion : l'entreprise se développe dans son cœur de métier et sur ses marchés,
- diversification : l'entreprise commence un développement dans des activités nouvelles qu'elle n'avait pas encore explorées,
- autres projets à haut risque, tels que recherche et développement, adoption de techniques *disruptives*, changement majeur dans les activités de l'entreprise.

2.1 Principes généraux de l'estimation des cash flows

Comme on mesure la contribution du projet à la valeur de l'entreprise par la valeur actuelle de celui-ci, on doit utiliser une **série de cash flows** comme données dans le calcul de la valeur actuelle.

On rappelle que les résultats comptables ou bénéfiques ne sont pas des cash flows et de ce fait ne doivent pas être utilisés "tel que" pour l'investissement. La raison en est double :

- ces résultats prennent en compte des charges qui ne sont pas des dépenses (pas de sortie d'argent) telles que les dotations aux amortissements,
- les principes de la comptabilité font que produits et charges sont normalement enregistrés avant que le montant correspondant ne soit encaissé ou décaissé.

Utiliser des cash flows différentiels

Le processus de décision utilise comme "unité de base" un projet d'investissement, tel que défini ci-dessus. La décision porte donc sur le projet : faut-il l'entreprendre, l'oublier, l'entreprendre plutôt qu'un autre, le reporter etc. De ce fait, il faut estimer tous les cash flows du projet, mais seulement les cash flows du projet. Une bonne méthode pour le faire est celle des *cash flows différentiels*. Un cash flow différentiel est la différence entre le cash flow que l'entreprise recevra si elle investit dans le projet, et celui qu'elle recevra si elle n'investit pas.

Ne pas oublier les impôts

Comme les impôts doivent être payés et de ce fait entraînent une dépense, tous les cash flows doivent être considérés après impôt. Remarquez que l'on fait généralement l'hypothèse que l'entreprise est rentable en dehors du projet, et donc qu'elle paie des impôts. C'est important parce que cela explique pourquoi on a parfois des "impôts négatifs" dans les calculs de cash flows. Ces impôts négatifs sont en fait des économies d'impôt : si le projet entraîne une perte pour une période donnée, celle-ci va contribuer négativement au (donc *diminuer* le) total des impôts que l'entreprise devra payer sur la période.

Prendre en compte l'inflation

Comme les cash flows vont être actualisés (dans le cadre du calcul de la valeur actuelle) à un taux qui est basé sur le coût des ressources de l'entreprise, ce taux contient déjà l'inflation anticipée. De ce fait, les cash flows doivent être estimés en prenant en compte les effets de l'inflation. De plus, comme l'inflation a souvent des effets différents sur les composantes des cash flows (encaissements et décaissements), utiliser des cash flows hors inflation entraîne souvent des estimations erronées.

Ne jamais prendre en compte le coût du financement dans les cash flows

Les cash flows doivent être estimés indépendamment de l'influence du financement du projet : tous les coûts relatifs au financement doivent être ignorés. C'est parce que les coûts du financement sont pris en compte dans le calcul de la valeur actuelle, qui, encore une fois, suppose d'actualiser au coût des ressources (du financement). Cette façon de faire est bien plus saine au plan théorique, et de plus elle permet de mesurer les cash flows "économiques" du projet, et donc d'estimer sa performance indépendamment du financement qui sera finalement choisi – le plus souvent *après* la décision d'investir.

Les trois types de cash flows d'un projet

Tous les projets commencent par l'investissement proprement dit, achat d'actifs, construction d'usines, installation de machines etc. Puis vient la mise en oeuvre du projet, dont l'activité va durer un certain nombre d'années (souvent appelé *horizon temporel* ou *durée de vie* du projet), après quoi le projet se termine pour une raison ou une autre : de nouvelles technologies le rendent obsolète, de nouveaux produits le remplacent, etc. Les cash flows sont donc regroupés en fonction de ces trois périodes de la vie du projet :

- cash flows liés à la dépense d'investissement initiale,
- cash flows de l'activité pendant la durée de vie du projet,
- cash flows liés à la fin de vie du projet, ou à la fin de l'horizon de prévision.

Année	1	2	3	4	5
Chiffre d'affaires	600	3,000	5,000	8,000	4,000

Tab. 1 : Chiffres d'affaires estimés (en milliers) sur le projet Global Company

Traitement de l'incertitude

Finalement, comme les cash flows sont estimés à partir de prévisions d'activité, on peut utiliser les méthodes classiques de traitement de l'incertitude, telles que :

- arbres de décision,
- création de scénarios, hypothèses,
- simulations de type Monte-Carlo,
- analyse de sensibilité,

et bien d'autres. Rien ne vous empêche d'utiliser une méthode, dès lors que vous le faites correctement, et que vous vous souvenez que les cash flows seront ensuite actualisés à un taux qui comprend une prime de risque.

Le reste du chapitre utilisera un seul exemple global qui est présenté ci-dessous.

Exemple 1 : The Global Company

The Global Company est une entreprise qui fabrique et vend des équipements de réseau (switches, routeurs, points d'accès WiFi, etc.) pour les professionnels. Elle souhaite développer une nouvelle gamme de produit pour le grand public en utilisant son expérience pour proposer des produits bon marché sans faire de compromis sur la qualité et la sécurité.

Le projet d'investissement suppose la construction d'un nouvel atelier de production à côté des installations actuelles de l'entreprise. Un terrain avait été acquis il y a quelques années pour un autre projet qui avait finalement été annulé et le terrain est donc disponible.

Les estimations de chiffre d'affaire pour les cinq prochaines années sont résumées dans la table 1, et ont pour origine une étude de marché préliminaire.

Le département contrôle de gestion ajoute les informations suivantes : le coût de production pour ce genre d'appareils est estimé à 34% des ventes, et les frais administratifs et généraux sont de 5% plus un partie fixe de 80 000 €. Le besoin en fonds de roulement sera de 20 jours de ventes (c'est-à-dire 20 jours sur une base théorique de 360 jours par an).

Vous pouvez considérer que le projet sera abandonné au bout des 5 ans : les machines et équipements seront mis au rebut, et le terrain et l'atelier seront alors vendus.

Le taux marginal d'impôt sur les bénéfices de The Global Company est de 28% et son coût moyen pondéré du capital est 9,2%.

L'exemple complet est disponible (en anglais) en ligne² sur Google Spreadsheet³.

2. Notez que vous ne pouvez pas directement le modifier en ligne : vous devez d'abord le télécharger pour travailler sur votre propre version.

3. <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1P0t7DBQrc3Mhx16Aps2k974RCxJCGO3YngltUCe7pk/>

Testez-vous

On mesure la contribution d'un projet d'investissement à la valeur de l'entreprise par la [...] de celui-ci.

Un cash flow différentiel est la différence entre le cash flow que l'entreprise recevra si elle investit dans le projet, et [...].

Les trois grands types de cash flows d'un projet d'investissement sont le cash flow d'investissement, les cash flows [...] et les cash flows liés à [...].

On doit ignorer les cash flows liés au financement du projet parce qu'ils [...].

2.2 Cash flow d'investissement : dépense initiale

Le cash flow d'investissement est l'argent que l'entreprise doit dépenser (investir) pour acquérir les actifs nécessaires au projet : terrains, immeubles, machines, brevets, tous les actifs qui seront nécessaires pour "commencer à travailler".

Comme il s'agit d'un décaissement (une dépense d'argent), le montant associé dans les calculs sera négatif.

Les actifs doivent être disponibles avant que l'entreprise ne commence à exploiter le projet, donc la dépense d'investissement est généralement supposée être réalisée à "l'instant zéro", c'est-à-dire dès que la décision est prise. Il peut toutefois arriver que mettre en place les actifs prennent du temps : la construction d'une usine va s'étaler sur plusieurs mois, voire plusieurs années, par exemple. Les dépenses associées seraient alors étalées sur plus d'une période. Remarquez qu'en principe, l'activité ne commence réellement que quand le processus de construction est achevé.

Le calcul du cash flow d'investissement est très simple, il suffit d'additionner toutes les dépenses d'investissement. Deux cas particuliers réclament toutefois un peu plus d'attention :

- les "sunk costs" ou dépenses perdues,
- les coûts d'opportunité des actifs existant.

Sunk costs

Les "sunk costs" ou dépenses perdues sont des dépenses associées au projet qui ont déjà été réalisées et payées au moment où on prend la décision d'investir ou non. C'est souvent le cas d'études préliminaires ou de recherches antérieures. Ces dépenses perdues *ne doivent pas être prises en compte* dans les dépenses d'investissement, comme leur nom l'indique. La raison est qu'elles ne font plus de différence pour la décision à prendre. Souvenez-vous qu'on mesure des cash flows différentiels en faisant la différence entre la séquence des cash flows si l'entreprise investit et si elle ne le fait pas. Comme les dépenses perdues ont déjà été payées, quelle que soit la décision, elles ne font plus de différence sur la séquence de cash flows futurs.

Coûts d'opportunité des actifs existant

Que faut-il faire si l'entreprise envisage d'utiliser dans le projet des actifs dont elle dispose déjà ? Comme ces actifs sont déjà la propriété de l'entreprise, il n'y a pas de décaissement associé à leur acquisition. Mais

si ces actifs sont disponibles pour le projet, cela signifie qu'ils le sont pour d'autres projets également : il y a probablement un *coût d'opportunité* qui leur est associé. Un exemple courant est que si l'actif n'est pas utilisé dans le cadre du projet, il peut être vendu pour un certain prix : le coût d'opportunité serait alors le prix (après impôt) auquel l'entreprise aurait pu vendre cet actif si elle ne l'avait pas utilisé dans le cadre du projet. Encore une fois, le raisonnement est celui des cash flows différentiels, la différence entre la série de cash flows si on investit (l'entreprise utilise l'actif et n'encaisse pas le prix de vente) et si on n'investit pas (l'entreprise vend l'actif et reçoit le prix de vente).

Note 1 : Cash flow net d'impôt résultant de la vente d'un actif

Vendre une immobilisation a habituellement pour effet deux cash flows :

- un encaissement qui est le prix payé par l'acheteur pour l'immobilisation,
- des impôts (ou économies fiscales) à payer (économiser) sur la plus (ou moins) valeur réalisée en vendant l'immobilisation.

La plus ou moins value est la différence entre le prix de vente de l'immobilisation et sa valeur nette comptable au bilan au moment où elle est vendue. Pour calculer cette valeur nette comptable, on soustrait tous les amortissements pratiqués jusqu'à cette date du prix d'acquisition de l'actif. On se souviendra ici que les terrains ne s'amortissent généralement pas.

La plus ou moins value calculée est alors multipliée par le taux d'impôt approprié, et l'impôt ou l'économie résultant est combiné avec le prix de vente pour obtenir le cash flow après impôt (ou net d'impôt) associé à la vente de l'immobilisation.

La table ci-dessous résume ces différentes étapes :

P	=	Prix de vente
	-	Valeur nette comptable
	=	Plus ou moins value
	×	Taux d'impôt
T	=	Impôt ou économie fiscale
P - T		Cash flow après impôt

Voir l'exemple ci-dessous pour une application.

Exemple 2 : The Global Company - Cash flow d'investissement

Il nous faut des détails supplémentaires sur les actifs nécessaires au projet de The Global Company : le coût du nouvel atelier de production et de ses aménagements, ainsi que des informations sur le terrain que l'entreprise envisage d'utiliser.

Le département responsable du nouvel atelier indique que le bâtiment proprement dit coûtera 3,5 millions d'euros et sera totalement amorti sur 20 ans en linéaire. Les différents équipements et machines coûteront 0,8 million supplémentaires, amortis sur 5 ans en linéaire.

Concernant le terrain, l'entreprise a reçu une offre pour le vendre pour 1,2 million d'euros. Il avait été acquis pour 0,9 million il y a trois ans.

Finalement, l'étude de marché préliminaire qui a permis d'obtenir les données de la table 1 a coûté 35 000 €.

Avec les informations ci-dessus, on peut calculer le décaissement total correspondant à l'investissement, en prenant en compte les coûts d'opportunité et en évitant les "sunk costs" s'il y en a.

On commence simplement par additionner les dépenses d'investissement connues : 3,5 millions pour l'atelier et 0,8 million pour les équipements et machines, ce qui donne un total de 4,3 millions d'euros.

Concernant le terrain, il y a à l'évidence un coût d'opportunité, puisqu'il peut être vendu s'il n'est pas utilisé pour le projet : investir ferait perdre à l'entreprise l'opportunité de vendre le terrain pour 1,2 million. Notez que ce montant est avant impôt. On suppose que si l'entreprise vendait le terrain, elle devrait payer un impôt sur la plus value qu'elle réaliserait, c'est-à-dire la différence entre le prix de vente et la valeur nette comptable. Comme les terrains ne s'amortissent pas, la valeur nette comptable est le prix payé initialement pour le terrain, 0,9 million. On peut donc calculer le coût d'opportunité après impôt en utilisant la méthode décrite plus haut pour obtenir le cash flow après impôt résultant de la vente d'un actif :

	P	=	Prix de vente						1,200
		-	Valeur nette comptable						0,900
		=	Plus value						0,300
		×	Taux de l'impôt						0,28
	T	=	Impôt						0,084
	P - T		Cash flow après impôt						1,116

Donc le coût d'opportunité est de 1,116 million.

Finalement, l'étude de marché a déjà été payée : que l'on investisse ou non maintenant n'y changera rien. C'est donc à l'évidence un "sunk cost".

Le cash flow d'investissement total (décaissement) est donc la somme des investissements dans les actifs, 4,3 millions, et du coût d'opportunité du terrain, 1,116 million :

$$4,3 + 1,116 = 5,416$$

Testez-vous

Le cash flow d'investissement est normalement un décaissement, il est donc [...].

Les *sunk costs* ne sont pas pris en compte dans le calcul du cash flow d'investissement parce qu'ils [...].

Les actifs dont l'entreprise est déjà propriétaire ne sont pas l'objet d'un décaissement, mais ils peuvent avoir un coût [...].

2.3 Cash flows d'activité : mettre en oeuvre le projet

Les cash flows d'activité sont les cash flows que l'entreprise obtiendra de la mise en oeuvre du projet jusqu'à la fin de sa durée de vie économique, l'horizon d'investissement.

Conformément aux principes généraux d'estimation des cash flows listés à la section précédente, on doit calculer des cash flows différentiels (c'est-à-dire les cash flows supplémentaires que le projet apportera à l'entreprise), en excluant les cash flows du financement (que l'on suppose non encore décidé, et dont l'influence sera prise en compte dans le taux d'actualisation), et en incluant les impôts.

Les prévisions d'activité liées au projet sont communément fournies sous la forme de prévisions de ventes, c'est-à-dire la séquence des chiffres d'affaires supplémentaires que le projet va générer au long des années.

À partir des ventes, la première étape est de calculer l'EBE (excédent brut d'exploitation) en soustrayant du chiffre d'affaires les décaissements liés à l'activité. Ils peuvent être fournis sous la forme de coûts fixes et de coûts variables, ou encore de prix de revient ou coûts de fabrication et de coûts d'administration, ou autre chose, mais l'idée est toujours la même : on soustrait les coûts d'activité du chiffre d'affaires, sans prendre en compte les dotations aux amortissements et aux provisions qui sont des charges mais pas des décaissements.

Une fois l'EBE calculé, il faut déduire l'impôt supplémentaire que l'entreprise aura à payer à cause du projet (ou ajouter les économies fiscales le cas échéant). Cela suppose le calcul du résultat imposable (résultat avant impôt) à partir de l'EBE, en soustrayant de celui-ci les dotations aux amortissements sur les actifs du projet. Mais souvenez-vous qu'il s'agit d'un calcul intermédiaire en vue de déterminer l'impôt : encore une fois, les dotations ne constituent pas un décaissement et ne sont donc pas des cash flows.

Finalement, pour prendre en compte l'effet des paiements différés (crédit client et fournisseur en particulier), on va soustraire du cash flow d'activité l'augmentation annuelle du BFR (besoin en fonds de roulement). Comme les cash flows sont calculés par période (habituellement des périodes d'un an), et que le BFR augmente progressivement, il faut décider de quand il faut soustraire l'augmentation de celui-ci : au début ou à la fin de chaque période ? Les ventes et les coûts associés sont totalement acquis (respectivement dépensés) en fin de période (ce n'est qu'en fin d'année qu'on aura accumulé le chiffre d'affaires total de l'année), la question est donc, faut-il soustraire l'augmentation du BFR entre la période $n-1$ et la période n de l'EBE de n , ou de celui de $n-1$? Il est raisonnable de considérer que l'argent nécessaire au financement de l'augmentation du BFR doit être disponible en début de période, c'est-à-dire à la fin de la période précédente, $n-1$.

Note 2 : Pourquoi anticiper sur l'augmentation du BFR

On comprends mieux la raison d'anticiper sur l'augmentation du besoin en fonds de roulement en considérant ce qui est réellement nécessaire au démarrage d'un projet.

Supposez (sans perte de généralité) un projet industriel : l'entreprise fabrique le produit fini en transformant des matières premières à l'aide de machines. Pour débiter le projet, il faut donc acquérir les machines : c'est le cash flow d'investissement, la dépense initiale en actifs immobilisés en période 0. Mais pour démarrer le processus de fabrication, il faut aussi des matières premières, c'est-à-dire qu'il faut décaisser de l'argent pour constituer un stock *avant* le démarrage effectif du projet, et donc, là encore, en période 0. Ces stocks sont bien sûr une des composantes du BFR du projet^a, et la nécessité de constituer ce stock de départ fait partie de l'augmentation du BFR liée au projet.

Comme on le voit, l'augmentation du BFR doit de fait être dépensée au début de la période 1, donc

en période 0. Cela s'ajoute à l'investissement en actifs immobilisés pour constituer la dépense totale nécessaire au démarrage du projet.

Ce raisonnement est bien sûr lié à la longueur des périodes utilisées dans le tableau des cash flows (granularité). Si la durée de la période est, comme souvent, d'un an, que signifie exactement de mettre une somme dans la colonne de "l'année 1" ? Prenons le chiffre d'affaires par exemple. Quand exactement celui-ci est-il réalisé ? Au début, au milieu ou à la fin de l'année ? La réponse est que le chiffre d'affaires de l'année se constitue progressivement au cours de celle-ci, mais le plus important pour nous est que *c'est seulement à la fin du dernier jour de l'année* que le chiffre d'affaires total a finalement été réalisé. Donc, placer ce montant dans la même colonne que la dépense en matières premières qui, elles, doivent être disponibles en début d'année (avant de commencer à fabriquer) paraît inapproprié : on placera donc l'augmentation du BFR dans la colonne précédente, pour prendre en compte cette différence.

a. Les principales composantes du besoin en fonds de roulement sont les créances clients, les stocks, et les dettes fournisseurs.

Le calcul du cash flow d'activité est finalement donné par :

$$CF_n = EBE_n - Impot_n - (BFR_{n+1} - BFR_n) \quad (1)$$

Exemple 3 : The Global Company - Cash flows d'activité

La table 2 montre les différentes étapes du calcul des cash flows du projet de l'année 0 à l'année 5. Tous les nombres sont en milliers d'euros.

Commentaires :

- Chiffre d'affaires : donné dans la table 1
- Coûts de fabrication : 34% des ventes
- Coûts variables d'administration : 5% du CA
- EBE = CA - Coûts de fabrication - Coûts d'administration fixes et variables
- Dotation aux amortissements = (3 500 / 20) Bâtiment + (800 / 5) Équipements et machines
- Imposable = EBE - Dotation aux amortissements
- Impôt = 28% de l'imposable. Quand l'imposable est négatif, il réduit d'autant le résultat imposable global de l'entreprise et entraîne donc une économie fiscale (impôt négatif)
- BFR = CA \times 20 / 360
- Augmentation du BFR = BFR_n - BFR_{n-1}
- Cash flow d'activité = EBE - Impôt - Augmentation du BFR

Testez-vous

Les cash flows d'activité sont les cash flows que l'entreprise obtiendra de [...] jusqu'à la fin de [...].

La première étape du calcul du cash flow d'activité à partir de chiffres d'affaires prévisionnelles est le calcul de [...].

Year	0	1	2	3	4	5
Chiffre d'affaires		600	3 000	5 000	8 000	4 000
Coûts de fabrication		204	1 020	1 700	2 720	1 360
Coûts fixes admin.		80	80	80	80	80
Coûts variables admin.		30	150	250	400	200
EBE		286	1 750	2 970	4 800	2 360
Dot. aux amortissements		335	335	335	335	335
Imposable		-49	1 415	2 635	4 465	2 025
Impôt		-14	396	738	1,250	567
BFR		33	167	278	444	222
Augmentation du BFR	33	133	111	167	-222	-222
Cash flow d'activité	-33	166	1 243	2 066	3 772	2 015

Tab. 2 : Cash flows d'activité (en milliers d'€) du projet de The Global Company

L'impôt supplémentaire généré par le projet [doit/ne doit pas] être déduit du cash flow d'activité.

Une augmentation du besoin en fonds de roulement est un [encaissement/décaissement].

2.4 Cash flow de désinvestissement : fin d'un projet

Tous les projets ont un *horizon temporel* : d'abord parce que rien ne dure éternellement dans le monde des affaires, et aussi parce que, quelle que soit la durée de vie réelle du projet, le nombre de périodes dans le futur pour lesquelles on peut faire des prévisions est limité au mieux à quelques années.

Il faut donc gérer la "fin du projet", ou, plus précisément, la dernière colonne du tableau des cash flows. Si le projet se termine effectivement, cela aura certainement des conséquences financières (que deviennent les immobilisations de celui-ci ?), et si il se prolonge au-delà de la période sur laquelle on peut faire des prévisions, la valeur globale des cash flows à recevoir après cette dernière période doit être estimée.

Fin effective du projet

Si le projet se termine vraiment, cela implique souvent des cash flows liés à son interruption. Ces cash flows peuvent être des encaissements et/ou des décaissements. Les décaissements peuvent être par exemple le coût de démolition d'installations désormais inutiles, de remise en état ou de nettoyage (dépollution) d'un site industriel etc. Des encaissements pourraient être le résultat de la vente d'immobilisations du projet, qui ne seront plus nécessaires après la fin de celui-ci.

Le cas de la vente d'immobilisations est assez courant, et le cash flow qui en résulte est parfois appelé "cash flow de désinvestissement" ou "*terminal year after tax non-operating cash flow*" (TNOCF). Il est calculé en utilisant la méthode proposée ci-dessus dans l'encadré "Cash flow après impôt résultant de la vente d'un actif", p.7.

Continuation du projet au-delà de l'horizon de prévision

Si le projet se poursuit au-delà de l'horizon après lequel il est déraisonnable de faire des prévisions, les cash flows qui suivent sont remplacés par une seule valeur globale, souvent appelée "valeur résiduelle".

		Équipements et machines	Terrain et bâtiment	
P	=	Prix de vente	0	2 000
	-	Valeur nette comptable	0	3 525
	=	Plus ou moins value	0	-1 525
	×	Taux d'impôt	0,28	0,28
T	=	Impôt ou économie fiscale	0	- 427
P - T		Cash flow après impôt	0	2 427

Tab. 3 : Cash flow de désinvestissement (en milliers d'€) du projet de The Global Company

En quoi cette solution est-elle meilleure (ou plus facile) que l'ajout de périodes (colonnes) supplémentaires au tableau ? C'est plus simple parce qu'au lieu d'estimer les cash flows des années futures un par un, ce qui serait probablement de moins en moins réaliste, on a simplement à estimer une seule valeur résiduelle : on s'intéresse au total, pas aux détails.

La valeur résiduelle est souvent calculée en capitalisant le dernier cash flow à l'infini ou sur un certain nombre d'années, avec ou sans croissance ou décroissance.

Exemple 4 : The Global Company - Désinvestissement

Le projet de The Global Company se termine au bout de 5 ans : on nous indique qu'il sera abandonné, et que les machines et équipements seront mis au rebut.

Concernant le terrain et le bâtiment (l'atelier), on estime qu'ils pourront être vendus au bout des 5 ans. Après avoir obtenu plus d'information, on apprend qu'un prix de vente raisonnable est 2 millions d'euros pour l'ensemble.

On a donc désormais toute l'information nécessaire pour calculer le cash flow de désinvestissement total. Le résultat est de 2 427 000 € et les détails du calcul sont dans la table 3. Remarquez que les immobilisations qui seront mises au rebut ont un "prix de vente" de zéro ici, mais qu'en pratique, cela pourrait coûter de l'argent (démontage, transport jusqu'à la casse etc.).

La valeur nette comptable du terrain et du bâtiment est calculée de cette façon :

- le terrain a été acquis pour 900 000 € et n'est pas amorti, donc sa valeur nette comptable est 900 000 €,
- le bâtiment a été acquis pour 3 500 000 € et est amorti sur 20 ans, soit à raison de 175 000 € chaque année. A la fin de l'année 5, sa valeur nette comptable est donc

$$3\,500\,000 - (5 \times 175\,000) = 2\,625\,000$$

La valeur nette comptable de l'ensemble terrain et bâtiment est finalement de :

$$900\,000 + 2\,625\,000 = 3\,525\,000$$

Le cash flow de désinvestissement se calcule [avant/après] impôts.

Si un projet se poursuit au-delà de l'horizon après lequel il est déraisonnable de faire des prévisions, les cash flows qui suivent sont remplacés par [...].

3 Évaluation des projets, interactions entre projets et contraintes

Une fois prête la série des cash flows prévisionnels, l'étape suivante est de les agréger pour calculer une valeur unique du projet. Le montant résultant représente la valeur que ce projet ajoutera à celle de l'entreprise (l'augmentation de valeur de l'entreprise dont le projet sera responsable), et est appelé *Valeur Actuelle Nette* ou VAN. On peut noter dès à présent que cette valeur peut être négative, auquel cas le projet détruit de la valeur et réduit celle de l'entreprise.

3.1 Évaluation du projet : la Valeur Actuelle Nette

Comme son nom l'indique, la valeur actuelle nette est une valeur actuelle, plus précisément la valeur actuelle des cash flows du projet. Elle est appelée valeur actuelle nette parce que les cash flows futurs sont généralement des encaissements, et l'investissement de départ un décaissement. La valeur actuelle nette est alors la valeur actuelle de tous les futurs cash flows, *nette de* (moins) le décaissement nécessaire pour les obtenir (l'investissement de départ).

Actualiser les cash flows permet de s'assurer que le processus de décision prend bien en compte deux facteurs importants, l'étalement des cash flows dans le temps, et le coût des ressources de l'entreprise.

L'étalement des cash flows dans le temps ne peut être ignoré, car la date à laquelle un cash flow est reçu ou payé est importante : on préfère recevoir le plus tôt possible et payer le plus tard possible (voir le chapitre "La valeur de l'argent dans le temps"⁴). Le processus d'actualisation utilise l'éloignement des périodes dans le futur pour augmenter le poids du facteur d'actualisation.

Le coût des ressources de l'entreprise, mesuré par le CMPC, est généralement le taux d'actualisation correct pour un projet d'investissement et est appelé le *taux de rendement requis* sur le projet. Cela permet de prendre en compte le coût du financement, que l'on a délibérément ignoré dans l'estimation des cash flows. Encore une fois, il est bien meilleur de procéder de cette façon au lieu d'essayer d'estimer (à l'avance) le coût financier d'un projet période par période.

Même dans le cas où le financement d'un projet est connu à l'avance, c'est-à-dire avant la décision finale d'investir ou non, calculer les cash flows de ce financement est moins simple qu'on ne le pense.

Imaginez que $x\%$ du projet seront financés par un emprunt spécifique : il est alors facile de trouver les cash flows de l'emprunt. Mais qu'en est-il du reste du financement $100 - x\%$? Si ce n'est pas de la dette, alors ce sont des capitaux propres. Quels sont les cash flows associés aux capitaux propres ? Comme on le sait, les dividendes ne sont pas la seule source de rendement pour les actionnaires. Et même s'il n'y avait que des dividendes, quelle proportion de ceux-ci seraient attribuables au projet ? Comment estimer les dividendes futurs que l'entreprise va payer pendant la durée de vie du projet ? Comment mesurer le poids du projet (son importance) dans l'entreprise ? Faut-il utiliser la valeur comptable de ses actifs ? Ou leur valeur de marché ? Et comment calculer la valeur de marché de ces actifs période après période ?

4. <https://files.bagneris.net/>

Et finalement, rappelez-vous que le processus d'actualisation est nécessaire pour prendre en compte l'étalement des cash flows dans le temps. Comment le ferait-on si on n'actualise pas parce que le coût des ressources est dans les cash flows ?

Calcul de la VAN

Calculer la VAN est trivial : on prend la somme des cash flows actualisés, en utilisant le CMPC comme taux d'actualisation dans la plupart des cas (voir ci-dessous les exceptions).

Cela donne la formule suivante :

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n} \quad (2)$$

avec CF_t le cash flow de la période t , n le nombre total de périodes, r le taux d'actualisation, qui, encore une fois, est généralement le CMPC de l'entreprise.

Note 3 : Quand le CMPC n'est-il pas le taux d'actualisation approprié ?

Le coût moyen pondéré du capital (CMPC) de l'entreprise dépend du niveau de risque supporté par les apporteurs de ressources : plus le risque est élevé, plus élevé sera le coût des ressources (encore une fois, lisez le chapitre sur "Le coût moyen pondéré du capital").

La plupart des projets d'investissement d'une entreprise se font dans son cœur de métier ou activité principale, et donc sont porteurs du même niveau moyen de risque que l'entreprise dans son ensemble. Le CMPC est alors le taux d'actualisation approprié pour le calcul de la VAN.

Mais si un projet d'investissement a un niveau de risque différent du niveau global, parce que par exemple il correspond à une diversification vers une autre activité, il lui faut alors un taux de rendement requis qui lui est propre et reflète correctement ce niveau de risque. Le mode de calcul de ce taux ne sera pas développé ici.

Exemple 5 : The Global Company - Calcul de la VAN

Pour calculer la VAN du projet de The Global Company, on procède en trois étapes :

- faire le total des cash flows (investissement, activité, désinvestissement) par période (souvenez-vous que le cash flow d'investissement n'apparaît qu'en période 0 et le désinvestissement seulement en période 5)
- actualiser les cash flows totaux de chaque période avec le CMPC de l'entreprise, qui est de 9,2%
- faire la somme des cash flows actualisés pour obtenir la valeur actuelle nette.

Le processus est détaillé à la table 4 et se passe de commentaires.

En utilisant ensuite la formule 2 ci-dessus, on obtient le résultat (en milliers d'euros) :

$$-5\,449 + \frac{166}{1,092} + \frac{1\,243}{1,092^2} + \frac{2\,066}{1,092^3} + \frac{3\,772}{1,092^4} + \frac{4\,442}{1,092^5} = 2\,845$$

Une fois la VAN calculée, une règle un peu fruste est d'investir dans le projet si la VAN est positive ou

Année	0	1	2	3	4	5
CF d'investissement	-5 416					
CF d'activité	-33	166	1 243	2 066	3 772	2 015
CF de désinvestissement						2 427
Total des cash flows	-5 449	166	1 243	2 066	3 772	4 442
Cash flows actualisés	-5 449	152	1 042	1 586	2 653	2 861
VAN	2 845					

Tab. 4 : Valeur actuelle nette (en milliers d'€) du projet de The Global Company

nulle, car cela signifie que le projet peut rémunérer les ressources qu'on lui a consacré, et, si la VAN est strictement positive, qu'il crée de la valeur pour l'entreprise. A l'inverse, si la VAN est négative, le projet doit être éliminé parce qu'il détruit de la valeur.

La règle ci-dessus fait délibérément l'impasse sur toute les données du projet sauf une (la VAN), qui de plus est fondée sur des prévisions : il y a certainement beaucoup plus d'information pertinentes sur un projet d'investissement qu'un simple nombre, quelle que soit sa sophistication et le soin qu'on aura mis à le calculer. Une section complète est consacrée ci-dessous au **processus de décision**. Pour le moment, considérons que la VAN est une estimation suffisante de la performance financière d'un projet.

La VAN est une mesure robuste et pratique, car elle est facile à calculer et elle procure une *valeur* (exprimée en unité monétaire). En conséquence, les VAN peuvent être additionnées ou soustraites sans perdre leur signification :

- la VAN de l'investissement dans les deux projets A et B est la somme des VAN de A et de B.
- la VAN de l'investissement dans le projet A *plutôt que* dans le projet B est la différence entre les VAN de A et de B.

Il est important de se souvenir de ces propriétés car, comme on le verra plus loin, elles ne sont pas vraies pour d'autres mesures telles que le taux de rendement interne ou le délai de récupération.

NPV

Calculates the net present value of an investment based on a series of periodic cash flows and a discount rate.

Sample Usage

`NPV(0.08, 200, 250, 300)`

`NPV(A2, A3, A4, A5)`

Syntax

`NPV(discount, cashflow1, [cashflow2, ...])`

- **discount** - The discount rate of the investment over one period.
- **cashflow1** - The first future cash flow.
- **cashflow2, ...** - [OPTIONAL] - Additional future cash flows.

Fig. 1 : Documentation de la fonction NPV()

Note 4 : Attention à la fonction NPV ou VAN dans les tableurs

Les tableurs (*spreadsheet*) sont souvent utilisés pour les calculs liés à la décision d'investissement : la présentation en tableau et les recalculs quasi-instantanés les rendent vraiment pratiques pour ce genre de problèmes.

Vous devez toutefois savoir que la fonction VAN() ou, en anglais, NPV() que ces logiciels proposent a une dénomination trompeuse : elle **ne calcule pas la VAN** telle qu'on l'a définie ci-dessus, mais la valeur actuelle d'une série de cash flows : le premier cash flow de la série n'est pas considéré comme étant acquis ou dépensé immédiatement (période 0) mais comme le premier cash flow *futur* (période 1). La figure 1 montre un extrait de la documentation de Google spreadsheet (en anglais) : vous pouvez remarquer sous la description de la syntaxe que `cashflow1` est bien défini comme le premier cash flow *futur*.

Donc si vous souhaitez utiliser cette fonction pour calculer la VAN, faites le correctement et en particulier n'oubliez pas de soustraire le décaissement de la période 0 pour obtenir la véritable VAN.

Testez-vous

La valeur actuelle nette est la valeur actuelle de [...] nette de (moins) le [...].

Actualiser les cash flows permet de s'assurer que le processus de décision prend bien en compte deux facteurs importants, [...] et le [...].

Si la VAN est positive ou nulle, cela signifie que le projet peut [...].

3.2 Ajustement de la VAN et mesures complémentaires

Vous avez probablement entendu parler d'autres critères pour la décision d'investissement, tels que le taux de rendement interne (TRI) et le délai de récupération ou *payback*, qui sont les plus utilisés (souvent à tort). Pour les présenter, on va d'abord discuter des circonstances dans lesquelles la VAN seule n'est pas suffisante pour obtenir une synthèse *financière* correcte d'un projet, et par suite, quand et si ces autres mesures sont des compléments appropriés. On dira finalement quelques mots d'un contrôle qu'il est prudent de faire, le point mort de la VAN.

Rationnement des ressources

Théoriquement, dans un monde où les marchés financiers sont parfaits et efficaces, les entreprises peuvent obtenir des ressources sans limite dès lors qu'elles les investissent dans des projets à VAN positive. Cela veut dire pour l'essentiel que la "taille" d'un projet d'investissement n'est pas pertinente, et à moins que deux projets ne soient mutuellement exclusifs, il ne devrait pas être nécessaire de choisir entre eux : pourvu qu'ils aient tous deux des VAN positives, il faut entreprendre les deux, puisqu'on trouvera les ressources nécessaires.

Exemple 6 : The Global Company - Un autre projet

Supposez que The Global Company envisage un autre projet, dont la dépense initial d'investissement

soit de 500 000 € et qu'il ait à peu près la même VAN que le premier projet (2,8 millions). Que faut-il faire ?

Dans un monde de marchés financiers parfaits, le fait que l'on investisse plus de 5 millions d'euros dans le projet 1 plutôt que un demi million dans le projet 2 pour obtenir *la même VAN* n'est pas pertinent : comme les deux projets ont une VAN positive, l'entreprise trouvera suffisamment de ressources pour investir dans les deux. Il n'y a pas de raison de choisir ou de les comparer.

Dans le monde réel, les marchés ne sont pas parfaits, les investisseurs (pour la plupart) sont (encore) des humains et donc ils introduisent des biais dans leur processus de décision. Cela peut conduire à une limitation des ressources disponibles pour les entreprises. De plus, la plupart des entreprises sont organisées en divisions et départements plus ou moins indépendants, qui ont leurs propres budgets d'investissement et de fonctionnement⁵, ce qui limite *de facto* le montant des ressources qu'ils peuvent allouer à leurs projets.

Si les ressources sont limitées, la *taille* (le montant de la dépense initiale) du projet devient bien sûr pertinente. Une façon triviale de la prendre en compte est d'utiliser des valeurs relatives. La VAN est simplement la différence entre la valeur actuelle des cash flows futurs et la dépense initiale : pour obtenir une valeur relative, il suffit d'en faire un ratio, et d'utiliser une division au lieu d'une soustraction, en divisant la valeur actuelle des cash flows futurs par la valeur absolue de la dépense d'investissement. Le résultat est appelé *indice de profitabilité* et peut être utilisé pour classer les projets par "profitabilité", afin d'allouer les ressources limitées de l'entreprise aux plus profitables d'entre eux en priorité⁶.

La formule de calcul de l'indice de profitabilité est donc :

$$IP = \frac{VA}{\text{abs}(CF_0)} = 1 + \frac{VAN}{\text{abs}(CF_0)} \quad (3)$$

Où VA est la valeur actuelle des cash flows futurs, en commençant avec CF_1 , le cash flow de la première période.

Exemple 7 : The Global Company - Indice de profitabilité

La VAN du projet de The Global Company est de 2 845 000 € et on peut lire à la table 4 que la dépense totale en période 0 est 5 549 000 €. L'indice de profitabilité du projet est donc :

$$IP_1 = 1 + \frac{2\,845\,000}{5\,549\,000} = 1,52$$

Remarquez que si un autre projet existait réellement avec la même VAN et une dépense initiale de 500 000 € seulement, comme dans l'exemple précédent, son IP serait bien meilleur :

$$IP_2 = 1 + \frac{2\,845\,000}{500\,000} = 6,69$$

Interactions entre les projets

5. C'est la raison pour laquelle la décision d'investissement fait partie d'un processus plus large souvent appelé "capital budgeting".

6. On notera que, comme les projets d'investissement sont rarement divisibles, dépenser les ressources en prenant les projets dans l'ordre décroissant de leur indice de profitabilité n'est pas toujours optimal si cela conduit à laisser des ressources inutilisées.

Année	0	1	2	3	4	5
CF d'investissement	-5 416					
CF d'activité	-22	79	1 155	1 978	3 684	1 916
CF de désinvestissement						2 427
Total des cash flows	-5 438	79	1 155	1 978	3 684	4 343
Cash flows actualisés	-5 438	72	968	1 519	2 591	2 797
VAN	2 509					

Tab. 5 : Cash flows et VAN (en milliers d'€) avec l'effet cannibalisation

Bien que l'on souhaite autant que possible "isoler" un projet d'investissement pour calculer ses cash flows et sa profitabilité, on ne peut ignorer qu'il est envisagé par une entreprise qui a d'autres projets et activités. Ces derniers vont probablement interagir avec le projet à l'étude, et ces interactions doivent être prises en compte.

Les interactions entre projets peuvent prendre différentes formes :

- indépendance complète,
- conséquences sur d'autres activités telles que la synergie ou la cannibalisation,
- exclusivité mutuelle,
- dépendance totale.

Quand les projets sont totalement indépendants, il n'y a rien de spécial à faire, sauf peut-être vérifier que le CMPC de l'entreprise est le taux d'actualisation approprié pour le projet, voir l'encadré "Quand le CMPC n'est-il pas le taux d'actualisation approprié."

En fait les projets ont souvent des conséquences sur les autres activités de l'entreprise, soit positives (synergie), soit négatives (cannibalisation, c'est-à-dire le transfert de ventes d'un projet ou activité vers un autre). Ces effets doivent être inclus dans le calcul des cash flows.

Exemple 8 : The Global Company - Effet sur les ventes globales

Le département marketing de The Global Company vient de vous informer qu'une petite partie des ventes des appareils destinés à l'industrie vient en fait déjà du grand public. Les estimations sont d'environ 200 000 € de ventes d'appareils pour l'industrie qui sont en fait vendus au grand public chaque année. Pour prendre en compte ce nombre, on doit réduire d'autant les ventes du projet chaque année. Ainsi en année 1, par exemple, suivant le principe des cash flows différentiels, on reconnaîtra que d'un côté le projet apporte 600 000 € de ventes (table 1), et de l'autre qu'il détruit 200 000 € de ventes d'appareils industriels (puisque ces ventes seront reportées sur la nouvelle gamme).

La table 5 montre les nouveaux cash flows et la VAN qui résultent de la prise en compte de l'effet cannibalisation – vous êtes encouragés à refaire les calculs pour bien les comprendre. On a fait l'hypothèse que les coûts de fabrication et les coûts administratifs étaient les mêmes pour le projet et les autres activités de l'entreprise.

Quand deux projets sont mutuellement exclusifs, il n'y a aucun moyen que l'entreprise investisse dans les deux simultanément. Il ne s'agit généralement pas d'un problème de ressources financières, mais de considérations pratiques : par exemple, les deux projets utiliseraient le même terrain.

Un cas intéressant et courant est le choix entre deux actifs qui auraient la même destination et utilisation,

par exemple des machines utilisées en production. Comme les deux équipements ont la même destination, on peut imaginer que leur effet sur la production (et donc les ventes) serait le même. En suivant encore une fois le principe des cash flows différentiels, on ne prendrait donc la décision que sur la base des seuls coûts des équipements, c'est-à-dire les cash flows négatifs. Une machine pourrait par exemple être moins gourmande en énergie, ou avoir des coûts de maintenance moins élevés, mais être plus chère à l'achat... Comme la comparaison se ferait sur les coûts uniquement (puisque les gains seraient identiques), on choisirait alors la "moins négative" des deux VAN (qui ne seraient en fait que la valeur actuelle des coûts ou décaissements), et donc le moins cher des équipements en prenant en compte la totalité des coûts.

Mais ce cas de figure présente souvent un autre problème : que faire si les machines ou équipements que l'on doit comparer ont également des durées de vie (d'utilisation) différentes ? Comment "corriger" la VAN pour prendre en compte le fait que l'un devrait être remplacé avant l'autre ?

La solution est d'utiliser le coût annuel équivalent (CAE), parfois appelé annuité équivalente. La logique est la suivante : on "annualise" la VAN de chacun des projets, et on compare ensuite sur la valeur annualisée. Pour annualiser la VAN (on rappelle qu'il s'agit en fait de la valeur actuelle des coûts), il faut la diviser par la somme des facteurs d'actualisation sur la durée de vie du projet :

$$CAE = \frac{VAN}{\frac{(1 - (1 + CMPC)^{-n})}{CMPC}} \quad (4)$$

Exemple 9 : The Global Company - Coût annuel équivalent

Une machine utilisée dans le processus de production de The Global Company est subitement tombée définitivement en panne et doit être remplacée de façon urgente. On notera qu'il ne s'agit pas d'une "décision d'investissement" car l'entreprise n'a d'autre choix que remplacer la machine manquante. Il y a toutefois un choix à faire car deux fournisseurs proposent des équipements appropriés et compatibles. La table 6 montre les cash flows après impôts associés à chaque machine, y compris la dépense d'investissement de départ en année 0 (le prix à déboursier pour acheter la machine). La machine A devra être mise à la casse et remplacée au bout de 3 ans, alors que la machine B dure 4 ans.

On peut calculer la valeur actuelle des décaissements après impôts pour chaque machine, en actualisant les cash flows au CMPC de l'entreprise (qui est donné p.5) :

$$VAN_A = -400 - \left[50 \times \frac{(1 - 1,092^{-3})}{0,092} \right] = -526$$

$$VAN_B = -400 - \left[45 \times \frac{(1 - 1,092^{-4})}{0,092} \right] = -545$$

Il semble que la machine A soit un petit peu moins chère, mais souvenez-vous qu'on devrait la remplacer avant la machine B. Prenons en compte la "dimension temps" en calculant le coût annuel équivalent de chaque machine, en utilisant toujours le CMPC de l'entreprise comme taux d'actualisation :

$$CAE_A = \frac{-526}{\frac{(1 - 1,092^{-3})}{0,092}} = -209$$

Année	0	1	2	3	4
Machine A	-400	-50	-50	-50	
Machine B	-400	-45	-45	-45	-45

Tab. 6 : Décaissements (en milliers d'€) pour les 2 machines envisagées

$$CAE_B = \frac{-545}{\frac{(1-1,092^{-4})}{0,092}} = -169$$

La machine B a le plus faible coût annuel équivalent.

Il faut noter que l'utilisation du coût annuel équivalent suppose que les équipements considérés peuvent être renouvelés aux mêmes conditions (dépense d'investissement et coûts de fonctionnement) lorsqu'ils doivent être remplacés.

Finalement, quand deux projets sont complètement dépendants ou liés, c'est-à-dire que le projet un *implique* le projet deux, ils doivent alors être étudiés ensemble : ils ne forment en fait qu'un seul et unique projet.

Le taux de rendement interne (TRI)

Le calcul du taux de rendement interne (TRI) se fait avec les mêmes données que celles utilisées pour la VAN, la série chronologique des cash flows du projet. C'est la raison pour laquelle il est parfois considéré comme une aussi bonne mesure de performance des projets que la VAN, et qu'on peut utiliser la VAN ou le TRI indifféremment. *C'est totalement faux*. Le TRI et la VAN sont des mesures complètement différentes, et, en particulier, elles peuvent conduire à des classements opposés de différents projets – et oui, le classement correct est celui donné par la VAN. Pour voir pourquoi, on va d'abord définir le TRI puis discuter de ses problèmes et limites.

Le TRI est le taux d'actualisation pour lequel la somme des cash flows actualisés serait nulle. C'est la raison pour laquelle il est appelé taux de rendement "interne" : le calcul utilise uniquement les données internes au projet, et, en particulier, n'utilise pas le coût des ressources de l'entreprise, qui peut être considéré comme externe au projet.

Le TRI souffre de nombreuses limites, soit propres à celui-ci, soit liées à un contexte particulier de la décision d'investissement. Ces limites le rendent difficile à utiliser (et parfois dangereux) si on ne le maîtrise pas réellement.

Les problèmes spécifiques au TRI lui-même et à sa définition sont :

- Il n'existe pas de "formule" pour le calculer directement, il faut utiliser des méthodes numériques qui permettent de l'approcher. Ces méthodes ne garantissent ni l'existence d'une solution, ni que la solution trouvée est unique. Cela dépend de la série de cash flows.
- Le nom du TRI, "taux de rendement" interne est trompeur : il ne représente pas nécessairement le taux de rendement obtenu si on investit dans le projet, car il suppose que tous les cash flows reçus seront immédiatement réinvestis à un taux égal au TRI pour le nombre de périodes restant.
- Le TRI est un taux, pas une valeur. De ce fait, on ne peut pas ajouter, soustraire ou combiner (par exemple en faisant une moyenne) les TRI de différents projets.

Dans le contexte de la décision d'investissement, le problème est naturellement que le calcul du TRI ne prend pas en compte le coût des ressources de l'entreprise (le CMPC). Cela signifie en particulier que

si vous classez différents projets en fonction de leur TRI respectif, c'est comme si vous évaluiez chaque projet avec un taux d'actualisation différent. Je ne connais rien qui puisse justifier de faire ça, et, encore une fois, ne le faites pas, cela conduit simplement à des décisions erronées.

Exemple 10 : The Global Company - Taux de rendement interne

Pour calculer le TRI de la série de cash flows, le plus simple est d'utiliser la fonction TRI() (IRR() en anglais) du tableur. La figure 2 montre le calcul pour le projet de The Global Company. Remarquez la formule, la fonction IRR() est utilisée sur la série de cash flows, des cellules B22 à G22.

Ici le TRI est 22,03%. Il est plus élevé que le CMPC de l'entreprise, ce qui signifie que le projet est rentable (si les prévisions de cash flows sont correctes, naturellement), et qu'il crée de la valeur pour l'entreprise. On le savait déjà avec la VAN, qui de plus nous indiquait exactement *combien* de valeur (ce que le TRI ne nous dit pas).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Cash flows						
2							
3	Année	0	1	2	3	4	5
21							
22	Total cash flows	-5 449	166	1 243	2 066	3 772	4 442
23	Cash flows actualisés	-5 449	152	1 042	1 586	2 653	2 861
24							
25	VAN et autres calculs						
26							
27	VAN	2 845					
28	Indice de profitabilité	1,52					
29	TRI	22,03%					
30							

Fig. 2 : Calcul du TRI sur tableur

Finalement, faut-il utiliser le TRI dans le cadre de la décision d'investissement ? Probablement non. Si vous cherchez sur internet des cas d'utilisation du TRI à la place de la VAN, vous en trouverez naturellement beaucoup. Ils sont tous faux d'une façon ou d'une autre. Par exemple, certains indiquent que le TRI est meilleur que la VAN parce que "la VAN utilise un taux d'actualisation arbitraire". Si vous avez lu jusqu'ici, vous savez que le taux d'actualisation n'est pas arbitraire : c'est le coût des ressources qui seront investies dans le projet. De plus, même si on n'a pas besoin d'un taux d'actualisation pour calculer le TRI, une fois celui-ci trouvé, il faudra bien le comparer à quelque chose pour décider si ce taux est suffisant pour que le projet soit acceptable. Et donc vous aurez besoin également d'un "taux arbitraire", semble-t-il.

Le délai de récupération

Une autre mesure courante sur les projets d'investissement est appelée délai de récupération ou *payback* en anglais. L'idée est assez simple : combien de périodes sont-elles nécessaires pour que les cash flows reçus du projet, accumulés, permettent de récupérer la somme investie au départ ?

Ici comme dans le cas du TRI, on ne mesure pas une valeur, et encore une fois on ne peut pas combiner les résultats (délais de récupération) de différents projets : le délai de récupération de deux projets n'est pas la somme de leurs délais de récupération, le délai de récupération de "ce projet plutôt que celui-ci" n'est pas la différence de leurs délais respectifs. Mais le problème le plus important du délai de récupération est qu'il ignore délibérément tous les cash flows qui arrivent après ce délai, puisque le calcul s'arrête une fois le délai atteint.

Le payback ne doit jamais être utilisé comme unique critère, que ce soit pour décider si un projet doit

Année	0	1	2	3	4	5
Total des cash flows	-5 449	166	1 243	2 066	3 772	4 442
Cumul des cash flows	-5 449	-5 283	-4 040	-1 975	1 797	6 240

Tab. 7 : Cumul des cash flows (en milliers d'€) du projet de The Global Company

être entrepris (comment définir une valeur acceptable pour le délai ?) ou pour classer des projets (parce que, par définition, il ne prend pas en compte l'ensemble des cash flows et que donc le classement serait erroné). Le délai de récupération peut toutefois être utilisé en complément de la VAN car il donne une idée de la "vitesse" à laquelle les cash flows sont générés par un projet. On notera que la VAN reflète aussi cette valeur au travers de l'actualisation, mais de façon moins évidente.

Exemple 11 : The Global Company - Délai de récupération

Pour calculer le payback ou délai de récupération, on fait simplement le cumul des cash flows au long des périodes, en commençant à l'instant 0. Quand les cash flows accumulés passent par zéro et deviennent positifs, le délai de récupération est atteint. La table 7 montre les cash flows accumulés pour le projet de The Global Company : comme on peut le voir, le délai de récupération est situé dans la quatrième année, au bout de trois ans et demi à peu près.

Un contrôle utile : le point mort de la VAN

Faire des prévisions est très difficile et il faut reconnaître que les prévisions sont rarement exactes, et quand elles le sont, on a tendance à sous-estimer la part de chance dans cette réalisation.

Il est donc prudent d'avoir une *marge de sécurité* quand on fait des prévisions : le niveau d'erreur relative qui est acceptable, c'est-à-dire qui ne changerait pas votre conclusion et donc votre décision.

Dans le cadre de la décision d'investissement, on va calculer le niveau moyen minimal de cash flow par période, le cash flow d'activité qui permettrait d'atteindre la VAN acceptable minimale, zéro.

Plus grande sera la différence entre nos prévisions et ce niveau minimal de cash flow, plus grande sera la marge de sécurité, car cela permettra une erreur plus grande dans les prévisions sans pour autant affecter notre conclusion.

On notera également que, une fois calculé le cash flow minimal acceptable, il est trivial d'en déduire le minimum de ventes qui permettrait de l'atteindre, ce qui est plus proche de l'idée de point mort.

Exemple 12 : The Global Company - Point mort de la VAN

Calculons le cash flow moyen minimal nécessaire pour avoir une VAN nulle sur le projet de The Global Company. Les cash flows d'investissement et de désinvestissement ne dépendent pas du niveau d'activité : on se contente d'utiliser les valeurs trouvées précédemment dans le calcul de la VAN. On négligera l'augmentation du BFR en période 0 pour plus de simplicité. Le cash flow minimal cherché est la solution X de l'expression :

$$-5\,416 + \frac{X}{1,092^1} + \frac{X}{1,092^2} + \dots + \frac{(X + 2\,427)}{1,092^5} = 0$$

Dans la formulation ci-dessus, les valeurs X forment une annuité constante sur les 5 ans, on peut

donc appliquer la formule raccourcie de la valeur actuelle de celle-ci :

$$-5\,416 + \left(X \times \frac{(1 - 1,092^{-5})}{0,092} \right) + \frac{2\,427}{1,092^5} = 0$$

Et finalement :

$$X = \left(5\,416 - \frac{2\,427}{1,092^5} \right) \times \frac{0,092}{(1 - 1,092^{-5})} = 996$$

Le cash flow moyen qui ressort des prévisions est :

$$\frac{(166 + 1\,243 + 2\,066 + 3\,772 + 2\,015)}{5} = 1\,852$$

On a donc ici une marge de sécurité importante, car le cash flow minimal est d'environ 54% seulement du cash flow moyen prévu.

Testez-vous

La valeur actuelle d'un projet en valeur relative de sa taille est appelée [...].

Le [...] est utile quand il faut choisir entre des actifs qui auraient la même utilisation.

Le problème principal du TRI, c'est qu'il ne prend pas en compte le [...].

Pour estimer la marge de sécurité sur les prévisions, on calcule le [...] de la VAN.

4 Quelques mots sur le processus de décision

Une fois les cash flows déterminés et la VAN et des mesures complémentaires calculées, il faut prendre une décision. Les questions qui se posent prennent généralement deux formes :

- l'entreprise doit-elle investir dans ce projet ?
- compte tenu de l'ensemble des projets disponibles, dans lesquels l'entreprise doit-elle investir ?

Remarquez que ce ne sont naturellement pas les seules questions possibles, d'autres, plus complexes, peuvent se présenter, comme par exemple "quand est-il optimal d'investir dans ce projet ?".

Il peut sembler trivial de répondre à ces questions en utilisant les calculs et outils présentés plus haut : il faut investir dans le projet si et seulement si sa VAN est positive, il faut choisir en priorité les projets avec l'indice de profitabilité le plus élevé, etc.

Cela serait ignorer complètement le fait qu'un projet est un ensemble complexe qui présente de nombreuses autres dimensions que les seules données financières, tels que les aspects légaux, humains, environnementaux, industriels et autres. Les cash flows et la VAN constituent des données pertinentes dans le cadre de la prise de décision, mais pas la réponse finale. *La décision est un processus* et il doit

prendre en compte toute l'information pertinente. La plupart des entreprises ont (ou devraient avoir) des procédures clairement définies pour les décisions importantes, et la décision d'investissement ne fait pas exception.

4.1 Biais

Les décisions que nous, humains, prenons, sont affectées par des biais cognitifs qui ont été sérieusement étudiés depuis quelques années, notamment dans le cadre de la finance comportementale. L'idée est de ne plus faire l'hypothèse simplificatrice que tous les agents se comportent rationnellement au moment de prendre une décision.

Deux biais sont particulièrement courants en ce qui concerne la décision d'investissement.

Tout d'abord, il arrive souvent que plus on aura mis de soin à estimer les prévisions, plus le processus aura été sophistiqué, plus on aura tendance à les considérer comme "vraies". Elles ne le sont pas. Les prévisions sont au mieux des estimations raisonnées à propos d'un futur qu'on ne connaît pas, et c'est ainsi qu'il faut les prendre. Une conséquence importante est qu'aucun nombre de votre feuille de calcul ne doit être considéré comme gravé dans le marbre et définitif. Il doit y avoir un processus de révision qui permet de corriger les données au fur et à mesure du passage du temps, un contrôle du projet et des ses résultats, et la possibilité de modifier une décision lorsque c'est possible (voir la section "Flexibilité et options" ci-dessous).

Ensuite, il est fréquent qu'une réunion ayant pour objet la décision à prendre commence par une présentation du projet, avec sans doute de jolies slides et un rapport écrit. Le problème est que dans la plupart des cas, le projet est présenté par *ses promoteurs*, parce qu'ils sont les seuls à l'avoir étudié dans le détail. Ce n'est pas grave, à condition qu'un autre point de vue (opposé) soit présenté au cours de la réunion – ce qui est rarement le cas. Il doit y avoir une forme de contradiction et des arguments *contre* le projet présenté (aucun projet n'est jamais parfait), sinon la décision sera biaisée en faveur du projet, quelle que soit la bonne fois des rapporteurs.

4.2 Flexibilité et options

La plupart des projets contiennent des options, et ces options ont une valeur qui ne doit pas être oubliée dans le cadre de la prise de décision. Il existe des modèles de valorisation de ces options, qui ne seront pas traités ici, mais les options d'un projet doivent au minimum être identifiées et prises en compte dans le processus de la prise de décision.

La plupart des options sont liées à une forme de flexibilité dans la gestion du projet. Les plus communes sont :

- la possibilité de reporter le projet (investir plus tard plutôt que maintenant)
- l'option d'abandon : stopper un projet suffisamment tôt si les résultats ne sont pas conformes aux attentes,
- l'option d'extension : développer un projet qui a de bons résultats,
- options de flexibilité dans les processus de production et de vente : externaliser (ou rapatrier) une partie de la production, modifier les prix, le système de distribution etc.

Résumé

- Investir c'est dépenser des ressources dans des actifs immobilisés dans le but de les exploiter pour obtenir des cash flows futurs.
- Un projet d'investissement est un ensemble cohérent d'investissements interdépendants.
- Il y a 3 types de cash flows sur un projet d'investissement : la dépense initiale d'investissement, les cash flows d'activité pendant la vie du projet et le cash flow de fin de vie du projet ou de désinvestissement.
- Pour estimer correctement les cash flows, il faut utiliser des cash flows différentiels, prendre en compte l'inflation et les impôts, et exclure tous les cash flows liés au financement du projet.
- Les cash flows d'investissement doivent inclure les coûts d'opportunité, mais exclure les *sunk costs* ou dépenses perdues.
- Les cash flows d'activité sont calculés en soustrayant les impôts et le BFR supplémentaire entraînés par le projet du supplément d'EBE que celui-ci va générer.
- Le cash flow de désinvestissement est souvent (mais pas toujours) le cash flow après impôt résultant de la revente des actifs du projet lorsqu'il se termine.
- Les cash flows sont alors utilisés pour calculer la valeur actuelle nette (VAN) en actualisant ceux-ci à un taux approprié : soit le CMPC, soit un taux propre au projet lorsque c'est nécessaire.
- Des aménagements de la VAN tels que l'indice de profitabilité ou le coût annuel équivalent peuvent être calculés pour tenir compte de certaines contraintes.
- Le taux de rendement interne et le délai de récupération sont tous les deux affectés de sérieux défauts et doivent autant que possible être évités dans le cadre de la décision d'investissement.
- Le calcul du point mort de la VAN permet d'estimer la marge de sécurité sur les prévisions de cash flow : il est conseillé de faire ce calcul pour tous les projets.
- La décision d'investissement est un processus complexe, et la VAN et les cash flows ne sont que des données supplémentaires qui doivent être prises en compte dans ce processus. Attention aux biais classiques de la prise de décision tels que une confiance exagérée dans les prévisions, ou l'absence de point de vue contradictoire dans l'examen du projet.
- La plupart des projets présentent des options qui ont de la valeur et doivent être considérées dans le processus de prise de décision.

Exercices

Donner toutes les réponses avec deux décimales. Rappelez-vous de n'arrondir que le résultat final : il ne faut jamais arrondir aucun résultat intermédiaire.

1. Considérez un projet dans le cadre duquel une entreprise obtiendrait 3 000 de ventes supplémentaires chaque année pendant 5 ans. L'investissement nécessaire serait de 4 500, amortis en linéaire sur les 5 ans. Les actifs seront sans valeur à la fin du projet. Les coûts de fabrication sont de 36% des ventes, et il y a des frais fixes de 430 par an. Le supplément de BFR serait négligeable. Le taux marginal d'imposition de l'entreprise est 28%.
 - Quel est le cash flow d'activité attendu chaque année du projet ?
 - En utilisant un taux d'actualisation de 10,6%, calculer la VAN du projet
 - Quel est le point mort de la VAN de ce projet ?
 - Quel montant de ventes supplémentaires annuel assurerait le point mort de la VAN ?
2. La table 8 montre les prévisions d'EBE pour un projet d'investissement. L'investissement en immobilisations serait de 3 400 amortissables sur 4 ans. On estime que ces actifs pourraient être revendus pour 420 à la fin du projet. Le BFR s'élèvera à 8% de l'EBE et le taux de l'impôt est 1/3. Supposez que le taux de rendement requis est 9,4%. Quelle est la VAN de ce projet ? Son indice de profitabilité ?
3. Une entreprise doit remplacer sa flotte de véhicules de livraisons et envisage deux possibilités :
 - acheter les véhicules. Le prix total serait de 180 000, l'entretien coûterait 15 000 par an et les véhicules seraient totalement amortis sur 3 ans en linéaire. Ils seraient alors sans valeur et donc doivent être remplacés tous les 3 ans.
 - louer les véhicules. Le coût serait de 80 000 par an, entretien inclus.

Vous pouvez faire l'hypothèse que les deux options sont renouvelables sans changement dans le futur. Tous les coûts sont avant impôt, le taux marginal de l'impôt est 30% et le taux de rendement requis 11%. Quelle solution a le plus faible coût annuel équivalent ?

Année	1	2	3	4	5
EBE	820	1 600	2 200	2 200	1 800

Tab. 8 : Prévisions d'EBE pour l'exercice 2

Réponses aux exercices

1. Considérez un projet dans le cadre duquel une entreprise obtiendrait 3 000 de ventes supplémentaires chaque année pendant 5 ans. L'investissement nécessaire serait de 4 500, amortis en linéaire sur les 5 ans. Les actifs seront sans valeur à la fin du projet. Les coûts de fabrication sont de 36% des ventes, et il y a des frais fixes de 430 par an. Le supplément de BFR serait négligeable. Le taux marginal d'imposition de l'entreprise est 28%.

- Quel est le cash flow d'activité attendu chaque année du projet ?

On utilise la formule 1 et on obtient :

$$3\,000 \times (1 - 0,36) - 430 - (3\,000 \times (1 - 0,36) - 430 - 4\,500/5) \times 0,28 - 0 = 1\,324,80$$

- En utilisant un taux d'actualisation de 10,6%, calculer la VAN du projet

Le cash flow d'investissement est -4 500 (investissement dans les actifs), et le cash flow de désinvestissement est nul : les actifs sont à la fois totalement amortis et sans valeur à la fin du projet. On obtient :

$$-4\,500 + 1\,324,8 \times \frac{(1 - 1,106)^{-5}}{0,106} = 445,99$$

- Quel est le point mort de la VAN de ce projet ?

C'est le cash flow qui procurerait une VAN égale à zéro :

$$4\,500 \times \frac{0,106}{(1 - 1,106^{-5})} = 1\,205,34$$

- Quel montant de ventes supplémentaires annuel assurerait le point mort de la VAN ?

En utilisant le mode de calcul du cash flow d'activité et le point mort de la VAN on a :

$$\text{Ventes} \times (1 - 0,36) - 430 - (\text{Ventes} \times (1 - 0,36) - 430 - 4\,500/5) \times 0,28 - 0 = 1\,205,34$$

Et donc

$$\text{Ventes} = \frac{(1\,205,34 + 430 - (430 + 4\,500/5) \times 0,28)}{(1 - 0,36) \times (1 - 0,28)} = 2\,740,75$$

2. La table 8 montre les prévisions d'EBE pour un projet d'investissement. L'investissement en immobilisations serait de 3 400 amortissables sur 4 ans. On estime que ces actifs pourraient être revendus pour 420 à la fin du projet. Le BFR s'élèvera à 8% de l'EBE et le taux de l'impôt est 1/3. Supposez que le taux de rendement requis est 9,4%. Quelle est la VAN de ce projet ? Son indice de profitabilité ?

La table 9 donne le détail des calculs des cash flows de chaque année. La VAN est alors :

$$-3\,465,60 + \frac{767,60}{1,094} + \frac{1\,302,00}{1,094^2} + \frac{1\,750,00}{1,094^3} + \frac{1\,782,00}{1,094^4} + \frac{1\,624,00}{1,094^5} = 1\,940,85$$

L'indice de profitabilité est donc :

$$1 + \frac{1\,940,85}{3\,465,60} = 1,56$$

3. Une entreprise doit remplacer sa flotte de véhicules de livraisons et envisage deux possibilités :


- acheter les véhicules. Le prix total serait de 180 000, l'entretien coûterait 15 000 par an et les véhicules seraient totalement amortis sur 3 ans en linéaire. Ils seraient alors sans valeur et donc doivent être remplacés tous les 3 ans.
- louer les véhicules. Le coût serait de 80 000 par an, entretien inclus.

Vous pouvez faire l'hypothèse que les deux options sont renouvelables sans changement dans le futur. Tous les coûts sont avant impôt, le taux marginal de l'impôt est 30% et le taux de rendement requis 11%. Quelle solution a le plus faible coût annuel équivalent ?

La table 10 détaille le calcul des coûts annuels équivalents.

Les sources de ce document sont disponibles sur <https://gitlab.com/jcbagneris/finance-sources>.

La plus récente version peut être téléchargée depuis <https://files.bagneris.net/>.

 Ce travail est protégé par une licence Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.fr>. Les termes de cette licence vous permettent de modifier ce document et de l'utiliser comme base de votre travail dès lors que vous me citez comme auteur de la version d'origine et que votre version est publiée avec une licence identique.

Année	0	1	2	3	4	5
Investissement	-3 400					
EBE		820	1 600	2 200	2 200	1 800
Dot. aux amortissements		850	850	850	850	
Résultat avant impôt		-30	750	1 350	1 350	1 800
Impôt @1/3		-10	250	450	450	600
BFR		66	128	176	176	144
Augmentation du BFR	66	62	48	0	-32	-144
Cash flow d'activité	-66	768	1 302	1 750	1 782	1 344
Désinvestissement						280
Total des cash flows	-3 466	768	1 302	1 750	1 782	1 624

Tab. 9 : Cash flows pour l'exercice 2

Option	Achat	Location
Investissement	-180 000	
EBE	-15 000	-80 000
Dot. aux amortissements	60 000	0
Imposable	-75 000	-80 000
Impôt @30%	-22 500	-24 000
Cash flow d'activité	7 500	-56 000
VAN	-161 672	
Coût annuel équivalent	-66 158	-56 000

Tab. 10 : Calculs pour l'exercice 3