



**HAL**  
open science

# Modélisation et optimisation des actifs pour l'aide à la prise de décision stratégique dans les entreprises

Romain Ben Taleb

► **To cite this version:**

Romain Ben Taleb. Modélisation et optimisation des actifs pour l'aide à la prise de décision stratégique dans les entreprises. Autre [cs.OH]. Ecole des Mines d'Albi-Carmaux, 2024. Français. ⟨NNT : 2024EMAC0001⟩. ⟨tel-04583921⟩

**HAL Id: tel-04583921**

**<https://theses.hal.science/tel-04583921v1>**

Submitted on 22 May 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

# THÈSE



IMT Mines Albi-Carmaux  
École Mines-Télécom

en vue de l'obtention du

## DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE

*délivré par*

*IMT – École Nationale Supérieure des Mines d'Albi-Carmaux*

---

présentée et soutenue par  
**Romain BEN TALEB**

le 2 avril 2024

Modélisation et optimisation des actifs pour l'aide à  
la prise de décision stratégique dans les entreprises

---

**École doctorale et discipline ou spécialité :**

EDSYS : Génie Industriel

**Unité de recherche :**

Centre Génie Industriel, IMT Mines Albi

**Directeurs de thèse :**

Matthieu LAURAS, Professeur, IMT Mines Albi, France

Mathieu DAHAN, Assistant Professor, Georgia Institute of Technology, Etats-Unis

**Autres membres du jury :**

Chihab HANACHI, Professeur des universités, IRIT Toulouse (*Président*)

Bruno VALLESPIR, Professeur des universités, Université de Bordeaux (*Rapporteur*)

David LEMOINE, Professeur, IMT Atlantique (*Rapporteur*)

Frédérique BARDINET-EVRAERT, Maître de conférences, IAE Bordeaux (*Examinatrice*)

Yacine OUZROUT, Professeur des Universités, Université Lumière Lyon 2 (*Examinateur*)

Aurélie MONTARNAL, Maître assistante, IMT Mines Albi (*Examinatrice*)

Romain MICLO, Consultant chercheur, AGILEA (*Invité*)

Régis DOITEAU, Directeur financier, Bras droit des dirigeants (*Invité*)



# Sommaire

<i>Sommaire</i> . . . . .	iii
<i>Remerciements</i> . . . . .	v
<i>Avant propos</i> . . . . .	vii
<hr/>	
<b>1 Motivation de la recherche et problème industriel</b> . . . . .	1
1.1 Introduction du chapitre . . . . .	1
1.2 Les décisions stratégiques en entreprise et les mécanismes de prise de décision associés . . . . .	1
1.3 Les systèmes d'aide à la décision en entreprise et le rôle prépondérant des outils comptables . . . . .	5
1.4 Les limites des systèmes d'aide à la décision actuels . . . . .	10
1.5 Identification et formulation de la problématique métier . . . . .	12
1.6 Grille de lecture du manuscrit . . . . .	13
<b>2 Définition des questions de recherche</b> . . . . .	15
2.1 Introduction . . . . .	15
2.2 Retour d'expériences sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise . . . . .	16
2.3 État de l'art sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise . . . . .	22
2.4 Formulation des questions de recherche . . . . .	34
<b>3 Modélisation des actifs et de leurs interactions pour l'aide à la décision en entreprise</b> . . . . .	37
3.1 Introduction au cadre conceptuel . . . . .	37
3.2 État de l'art sur la prise en compte des actifs . . . . .	38
3.3 Proposition d'un méta-modèle original orienté vers la valeur . . . . .	46
3.4 Proposition de diagramme de causalité des actifs d'une entreprise . . . . .	51
3.5 Cas illustratif . . . . .	59
3.6 Synthèse . . . . .	71
<b>4 Optimisation des actifs de l'entreprise pour accompagner les décisions</b> . . . . .	73
4.1 Motivation pour l'optimisation des actifs comme aide à la décision stratégique . . . . .	73
4.2 État de l'art sur les modèles d'optimisation appliqués à la valeur . . . . .	76
4.3 Proposition de modèle d'optimisation des actifs . . . . .	80
4.4 Plan d'expériences . . . . .	89
4.5 Synthèse . . . . .	105
<b>5 Conclusion et perspectives</b> . . . . .	109

## Sommaire

---

5.1	Motivation de la recherche . . . . .	109
5.2	Question de recherche . . . . .	110
5.3	Contributions développées dans cette thèse . . . . .	111
5.4	Limites . . . . .	112

---

<i>Table des figures</i> . . . . .	115
<i>Liste des tableaux</i> . . . . .	117
<i>Bibliographie</i> . . . . .	119
<i>Table des matières</i> . . . . .	133

# Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude envers les personnes qui ont rendu cette thèse possible :

Je suis reconnaissant envers mes parents et ma grand-mère pour leur soutien constant et leur encouragement tout au long de ce voyage académique.

Mon directeur de thèse, Matthieu Luras dont les conseils éclairés, l'expertise et le soutien exigeant ont été cruciaux pour l'aboutissement de cette thèse.

Je remercie le jury de thèse pour son rôle crucial dans l'évaluation de cette thèse.

Également, mes collègues de laboratoire et de l'ensemble de l'école ont contribué de manière significative à mes recherches en partageant leurs idées et leur expertise.

Mes amis proches ont été une source constante de soutien et de motivation, et ont rendu cette aventure possible.

Je suis finalement reconnaissant envers l'IMT Mines Albi pour avoir initié et financé ce projet de recherche.



# Avant propos

Cette thèse vise à améliorer l'aide à la décision stratégique pour les dirigeants de petites et moyennes entreprises.

Tous les jours, des projets plus ou moins clairs de création d'entreprise font leur chemin. D'une ou plusieurs idées, d'une ou plusieurs discussions, des projets prennent forme. Nous souhaitons apporter aux créateurs d'entreprise, et aux dirigeants de PME une méthode pour les aider dans leurs activités de création de la valeur. Les entreprises exercent maintenant dans un monde incertain, et dans une société où les enjeux économiques sont toujours au centre, mais où d'autres dimensions sociales et environnementales jouent un rôle de plus en plus important.

Nous allons suivre Max T. dans ses idées de création d'entreprise qui sera notre interlocuteur représentatif des créateurs et créatrices d'entreprises d'aujourd'hui. Ici, il parle de son idée de projet à ses amis.

*Max, aime bien les jeux de calcul. Il remue sa tasse de café en observant une partie d'échecs sur la table d'à côté. Matis, son acolyte, gagne presque toujours aux jeux de gestion de ressources.*

*Max : « Matis, j'envisage de monter ma boîte de jeux de société. Je suis plutôt doué en calculs, et j'ai des idées pour rendre les jeux plus optimisés. Mais est-ce que ça peut rapporter, tu crois ? »*

*Matis, pragmatique, répond : « Max, avant tout, tu dois avoir un plan solide. Comme dans les jeux de gestion, tu dois bien gérer les finances, la production, la distribution, etc. Tout doit s'organiser pour que ton entreprise tourne bien. La gestion efficace des ressources, c'est la clé. »*

*Amélie qui mime à la perfection les personnages de roman, à la table voisine, intervient : « Max, dans le monde des jeux de société, ce n'est pas que les chiffres qui comptent. C'est aussi une question d'ambiance et d'interaction. Tu dois créer une atmosphère où les gens se sentent bien, comme dans*

*mes jeux de rôle. Des employés heureux sont plus productifs. »*

*Amélie se tourne vers lui avec un sourire : « J'ai entendu parler du capital humain, c'est l'ensemble des connaissances et des compétences des employés. C'est tout aussi important. Il faut que tu t'entoures de gens compétents, qui partagent ta passion pour les jeux de société. »*

*La discussion se poursuit, et les trois amis commencent à se poser des questions clés pour aider Max à prendre sa décision. Comment évaluer la performance d'une entreprise ? Comment anticiper les décisions à prendre dans la gestion d'une entreprise ? Comment prendre des décisions orientées vers l'optimisation de la valeur de l'entreprise ? Quelles ressources et quelles conditions permettront de réussir ce projet ?*

*Ils décident finalement de poursuivre leurs recherches et leurs réflexions pour aider Max à prendre une décision éclairée.*

Certaines des réponses à ces questions pourraient bien se trouver dans une thèse que vous vous apprêtez à lire.



# 1

## Motivation de la recherche et problème industriel

1.1	Introduction du chapitre . . . . .	1
1.2	Les décisions stratégiques en entreprise et les mécanismes de prise de décision associés . . . . .	1
1.3	Les systèmes d'aide à la décision en entreprise et le rôle prépondérant des outils comptables . . . . .	5
1.4	Les limites des systèmes d'aide à la décision actuels . . . . .	10
1.5	Identification et formulation de la problématique métier . . . . .	12
1.6	Grille de lecture du manuscrit . . . . .	13

### 1.1 Introduction du chapitre

L'objectif de ce chapitre est de présenter les motivations de cette thèse et le problème industriel.

Dans une première section, nous présenterons ce que sont les décisions stratégiques dans un contexte incertain pour les entreprises aujourd'hui.

Puis, nous examinerons comment les décisions stratégiques sont prises par les dirigeants dans les entreprises et notamment les Petites et Moyennes Entreprises (PME). Nous développerons particulièrement les méthodes et outils à disposition des dirigeants pour prendre des décisions.

Puis, nous analyserons les limites des outils actuellement utilisés par les dirigeants pour prendre des décisions afin d'en comprendre les avantages mais surtout les limites associées.

Enfin, nous présenterons la problématique industrielle afin d'apporter une solution pour l'aide à la décision dans les PME face aux limites rencontrées avec les outils actuels.

### 1.2 Les décisions stratégiques en entreprise et les mécanismes de prise de décision associés

#### La stratégie de l'entreprise : Les Domaines d'Activités Stratégiques

Les Domaines d'Activité Stratégiques (DAS) sont des segments ou des divisions spécifiques au sein d'une entreprise, délimités par des caractéristiques communes telles que des produits, des marchés ou des technologies PORTER MICHAEL E, 1982.

Les DAS mobilisent des ensembles de ressources que l'entreprise coordonne pour répondre aux besoins spécifiques des clients et des marchés ciblés. Les DAS sont définis en fonction de critères tels que la concurrence sur un marché donné, la différenciation des produits, les clients ou les canaux de distribution CARTIER et al., 2010. Ils sont utilisés pour orienter la stratégie globale de l'entreprise, facilitant la gestion, la prise de décision et l'allocation des ressources en fonction des spécificités de chaque domaine pour atteindre les objectifs fixés.

En outre, une entreprise est une organisation ou une structure, au sens de MINTZBERG, 1978 qui adapte ses ressources pour satisfaire la demande sur le marché MILANO, 2017.

Un DAS représente le choix d'une entreprise en matière de positionnement sur un marché et de structuration de ses activités MILLIOT, 2005.

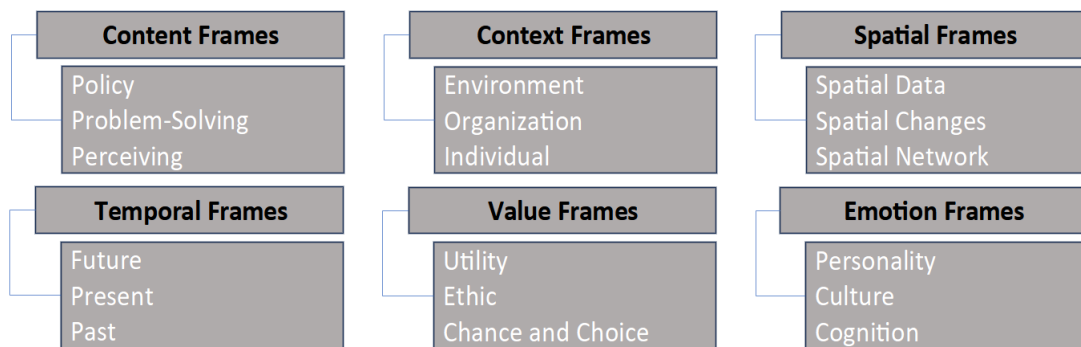
C'est pourquoi nous développerons les décisions stratégiques dans la suite de la présentation autour des DAS. C'est-à-dire à la façon dont les entreprises peuvent prendre les meilleures décisions possibles en lien avec leurs DAS afin de maximiser leur performance.

### L'analyse stratégique

L'analyse stratégique en entreprise GRANT, 2008 se réfère à l'évaluation approfondie des différents éléments qui influencent la position et les décisions d'une entreprise. Cela inclut généralement l'exploration des forces et faiblesses internes de l'entreprise (comme ses ressources, ses compétences, sa structure organisationnelle) ainsi que l'examen des opportunités et menaces externes (telles que le marché, la concurrence, les tendances économiques et technologiques). L'objectif est de comprendre l'environnement dans lequel évolue l'entreprise pour prendre des décisions stratégiques éclairées.

Les questions stratégiques, quant à elles, sont les interrogations fondamentales auxquelles une entreprise doit répondre pour définir sa stratégie et atteindre ses objectifs à long terme GRANT, 2008.

C. WU et al., 2023 proposent un cadre conceptuel pour l'analyse stratégique (Figure 1.1). Pour les auteurs, les décisions stratégiques sont prises dans un « monde multidimensionnel ». Appréhender les décisions stratégiques, peut consister à mettre en parallèle les choix des DAS avec les cadres d'analyse stratégique (Frames dans la Figure 1.1). L'analyse stratégique consiste alors à répondre aux choix d'activités et aux choix de structure sur chacun des cadres d'analyse. Ainsi, définir un ou des DAS est une réponse formulée aux questions d'ordre stratégique (Table 1.1).



**Figure 1.1** – Cadre d'analyse des décisions stratégiques, C. WU et al., 2023

Plus précisément, nous pouvons formuler une question pour chaque axe et cadre stratégique lié au choix des DAS. La Table 1.1 propose une question stratégique correspondant au positionnement sur le marché pour chaque Frame de C. WU et al., 2023. La Table 1.2 propose

une question type correspondant aux choix de structure des activités en fonction de chaque Frame.

Carac. DAS	Contenu	Contexte	Spatialité	Temporalité	Valeur	Émotions
Position sur un marché	Comment caractériser le marché ?	Quel est l'environnement sur ce marché ?	Quelles sont les conditions géographiques de ce marché ?	Quelle est la temporalité de ce marché ?	Ce marché est-il générateur de valeur pour l'entreprise ?	Ce marché correspond-il à l'identité de l'entreprise ?
Outils	Matrice de Ansoff	Forces concurrentielles de Porter	Matrice Porter/Millot	Analyse de cycle de vie du produit	Cadre de performance	Entreprises à mission
Sources	ANSOFF, 1957	PORTER, MICHAEL E, 1982	MILLIOT, 2005	STARK, 2020	ROBERTS, 1992	LEVILLAIN, 2015

**Table 1.1** – Les questions stratégiques inspirées du Cadre de Décision de C. WU et al., 2023 - 1/2 Positionnement sur un marché

Carac. DAS	Contenu	Contexte	Spatialité	Temporalité	Valeur	Émotions
Structure des activités	Les activités sont-elles adaptées pour le marché visé ?	Quelles sont les activités clés pour aller sur le marché visé ?	Quelle est la localisation des activités pour répondre aux besoins du marché ?	Quelle est la planification des activités dans le temps ?	Les activités créatrices de valeur ?	Les activités correspondent-elles à l'identité de l'entreprise ?
Outils	SWOT	Orders winners/Order qualifiers	Supply Chain Management	Strategic Planning	Analyse financière, Contrôle de gestion	Entreprises à missions
Sources	HELMS et al., 2010	FLYNN et al., 1995	ROKONUZZAMAN, 2018	THOMÉ et al., 2012	ROBERTS, 1992	LEVILLAIN, 2015

**Table 1.2** – Les questions stratégiques inspirées du Cadre de Décision de C. WU et al., 2023 - 2/2 Structure des activités

### Un environnement incertain

Aujourd'hui l'incertitude, l'instabilité et les perturbations ont émergé comme des éléments incontournables de la nouvelle normalité pour les entreprises et leurs environnements. Les facteurs tels que la mondialisation, les avancées technologiques rapides, les changements climatiques et les événements géopolitiques imprévisibles contribuent à créer un contexte complexe et volatile OGER et al., 2021, MICLO, 2016, BEN TALEB et al., 2021. Les organisations sont confrontées à des défis incessants, obligeant les dirigeants à abandonner les approches traditionnelles axées sur la stabilité au profit de la flexibilité et de l'adaptabilité MICLO, 2016. L'agilité devient ainsi un impératif stratégique, tandis que la capacité à anticiper et à réagir

rapidement aux changements devient un atout essentiel. En embrassant cette nouvelle réalité, les entreprises peuvent mieux positionner leur résilience, stimuler l'innovation et prospérer dans un environnement commercial en constante évolution.

L'environnement des entreprises a toujours été incertain, et des auteurs tels que LAWRENCE et al., 1967 ont identifié des mécanismes par lesquels les entreprises adaptent leur structure en fonction de l'instabilité de l'environnement. De plus, les méthodes pour prendre des décisions dans un contexte incertain se développent, avec l'ensemble des méthodes stochastiques par exemple (simulation FORTALEZA et al., 2022a, optimisation SAKIANI et al., 2012...). Ces méthodes seront discutées dans le Chapitre 2. Elles sont une illustration de la forte amplitude de l'incertitude atteinte aujourd'hui et de la dimension critique qu'il y a à adapter les méthodes d'aide à la décision stratégique à l'incertitude permanente. A ce titre, on pourra considérer les approches floues, stochastiques ou encore robustes LAHCEN et al., s. d.

C'est pourquoi les travaux développés dans cette thèse viseront à proposer une solution pour mieux prendre en compte l'incertitude dans les décisions stratégiques.

### Les décisions stratégiques

On distingue trois niveaux de décisions dans les entreprises. Chaque niveau correspondant à un horizon temporel et à un degré d'engagement spécifique pour l'entreprise :

- Les décisions stratégiques sont les décisions qui engagent l'entreprise sur le long terme. Ainsi, orienter une organisation sur le long terme nécessite d'adapter sa structure MILANO, 2017, ce qui a tendance à impacter durablement l'entreprise. En outre, une entreprise est positionnée sur un ou plusieurs marchés, ce qui impacte durablement son organisation MAGGI, 2006.
- Les décisions tactiques découlent des décisions stratégiques. Les décisions tactiques se situent à un niveau intermédiaire de l'organisation, entre la direction et les opérations quotidiennes. Elles sont prises par les gestionnaires intermédiaires et visent à traduire la stratégie globale de l'entreprise en actions concrètes. Les décisions tactiques concernent souvent la manière d'optimiser les processus opérationnels et de mettre en œuvre les grandes orientations stratégiques définies par la direction. Elles engagent donc l'entreprise sur le moyen terme GIBOIN, 2022.
- Les décisions opérationnelles relèvent du court terme, plus centrées sur l'activité de production ou de service que réalise l'entreprise. Elles concernent les activités quotidiennes et sont principalement axées sur l'exécution des tâches nécessaires au bon fonctionnement de l'entreprise. Ces décisions visent à atteindre les objectifs opérationnels, à résoudre les problèmes immédiats et à assurer le bon déroulement des processus BILGEN et al., 2004.

Ces trois niveaux de décisions sont essentiellement liés à un horizon de temps, une fréquence d'actualisation, et un niveau de risque MAGGI, 2006, GIBOIN, 2022, BILGEN et al., 2004. Toutefois, ils sont liés, car ce sont les décisions stratégiques à long terme qui commandent les décisions tactiques qui elles-mêmes commandent les décisions opérationnelles à court terme.

## 1.3 Les systèmes d'aide à la décision en entreprise et le rôle prépondérant des outils comptables

### Les méthodes d'analyse qualitatives

Les décisions dans les entreprises sont outillées par des méthodes qualitatives et des méthodes quantitatives (HAMBRICK et al., 1982).

Les méthodes qualitatives consistent à analyser les DAS de l'entreprise par leurs caractéristiques. Elles sont qualitatives, car elles permettent d'établir des listes de caractéristiques de l'entreprise (analyse SWOT), des listes des forces concurrentielles ou des descriptions de l'environnement de l'entreprise. Par exemple, on peut citer dans ces types d'outils, la matrice de ANSOFF, 1957, l'analyse des forces concurrentielles de PORTER MICHAEL E, 1982, les forces et faiblesses de l'entreprise (SWOT) HELMS et al., 2010 ...

En termes d'analyses exclusivement qualitatives, la méthode SWOT (Forces et Faiblesses, Opportunités et Menaces) consiste à dresser une liste des facteurs correspondant à ces dimensions dans un tableau. Ces facteurs permettant d'analyser les aspects favorables et défavorables à l'entreprise dans son environnement et par rapport à ses capacités internes (Figure 1.2).

Analyse de l'environnement (externe)	
Opportunités	Menaces
- Opportunité 1	- Menace 1
- Opportunité 2	- Menace 2
- Opportunité 3 ...	- Menace 3 ...
Favorable	Défavorable
Analyse de l'entreprise (interne)	
Forces	Faiblesses
- Force 1	- Faiblesse 1
- Force 2	- Faiblesse 2
- Force 3 ...	- Faiblesse 3 ...

Figure 1.2 – Structure d'une analyse SWOT, HELMS et al., 2010

Focalisée sur les arbitrages en termes de produits et marchés, un autre exemple de méthode qualitative est la matrice de ANSOFF, 1957. Elle consiste à identifier si les marchés existants (et les nouveaux marchés) peuvent admettre un produit existant (ou s'il faut développer un nouveau produit). Elle permet donc à l'entreprise de définir sa stratégie pour les couples produits/marchés (s'il faut rester sur un marché, aller sur un nouveau marché avec un produit existant, ou créer de nouveaux produits), Figure 1.3

		Marchés	
		Existants	Nouveaux
Produits	Existants	Pénétration de marché	Développement de marché
	Nouveaux	Développement de produit	Diversification

Figure 1.3 – Visualisation des combinaisons Produits/Marchés, ANSOFF, 1957

L'approche qualitative est parfois accompagnée d'une quantification des caractéristiques des DAS en lien avec les axes d'analyse proposés par la méthode retenue. Une quantification du marché, des forces concurrentielles, des caractéristiques de l'environnement sont alors nécessaires. Par exemple, la matrice du BCG permet de quantifier deux axes et de catégoriser

certains produits par les parts de marché et le potentiel de croissance GIBOIN, 2019. Grâce à cette analyse et au positionnement des produits du portefeuille de l'entreprise, elle facilite les arbitrages d'investissement ou désinvestissement dans certains produits du portefeuille.

### **Les méthodes quantitatives d'analyse a posteriori**

La comptabilité financière et analytique, l'analyse financière et le contrôle de gestion sont les quatre principales méthodes quantitatives à disposition des dirigeants pour l'aide à la décision stratégique BERLAND, 2002, SELMER, 2014, SPONEM et al., 2010.

D'abord, la comptabilité financière enregistre tous les flux financiers conformément au cadre juridique de toute entreprise. Elle permet d'établir le bilan, c'est-à-dire l'état du patrimoine de l'entreprise à un instant donné (ce qu'elle possède s'équilibre avec ce qu'elle doit aux différentes parties prenantes juridiques, dont les propriétaires). Et elle permet d'établir le compte de résultat, c'est-à-dire l'état net des flux liés aux ventes et aux dépenses, pour calculer le résultat, ou combien l'entreprise a généré de bénéfices ou de pertes GUEUTIN, 2022.

La comptabilité analytique rajoute une information analytique à ces flux (affectation à un objet : un produit, un centre de coût, une activité...). Elle permet une analyse plus détaillée liée à un objet BERLAND et al., 2013 ce qui donne une information plus précise que l'ensemble des flux agrégés dans la comptabilité financière. Par exemple si les achats de matière sont regroupés par nature dans un même compte en comptabilité financière, la comptabilité analytique permet de rajouter des codes spécifiques à des objets. Un objet peut être un centre de coût, par exemple les achats liés à une usine distinctement d'une autre (un code par usine), ou un code peut correspondre à un produit (on distinguera les achats de matière qui servent à produire chacun des produits de l'entreprise). Tout objet pertinent pour l'analyse peut être implémenté dans la comptabilité analytique.

L'analyse financière se base sur les états comptables, bilan ou compte de résultat pour donner une information synthétique sur (i) la rentabilité (à partir du compte de résultat, avec les Soldes Intermédiaires de Gestion par exemple), (ii) les équilibres du bilan (le Fond de Roulement Net Global - FRNG, ou le Besoin en Fond de Roulement - BFR - par exemple sont deux équilibres du bilan fondamentaux sur les ressources financières disponibles à long et court terme) ou (iii) la profitabilité (en rapportant la performance du résultat aux capitaux du bilan) GUEUTIN, 2022

Le contrôle de gestion regroupe un ensemble de méthodes pour analyser et apporter une information complémentaire à la comptabilité analytique et à l'analyse financière. Il est spécialement utilisé dans les méthodes plus élaborées de suivi des coûts (méthode des Centres d'analyse, méthode « Activity Based Costing - ABC ») et les problèmes de choix d'investissement BERLAND et al., 2013. Toute une famille des méthodes du contrôle de gestion peuvent être regroupées dans la catégorie des analyses de coûts : analyse des coûts cibles, analyse des coûts variables (méthode Coûts-Volume-Produit ou « du Résultat analytique »). Elles sont complétées par l'analyse du seuil de rentabilité qui permet à toute entreprise de savoir quel est le chiffre d'affaires à atteindre pour couvrir ses dépenses fixes grâce à la marge dégagée sur la vente de chaque produit (ou service). Le seuil de rentabilité est une analyse cruciale qui permet d'évaluer la faisabilité d'un chiffre d'affaires cible pour atteindre, a minima, un résultat nul, ou un objectif de résultat sur la base de la marge dégagée sur chaque produit (marge sur coûts variables).

Ces analyses sont ensuite utiles à la décision BERLAND, 2002. Par exemple l'analyse des coûts cibles est utile à la conception de produits (ou services) en déterminant la valeur de marché du nouveau produit et en affectant une part de cette valeur à chacun de ses composants. Ainsi, on peut concevoir un produit (ou un service) qui se décompose en composants dont le coût ne doit pas dépasser sa part de valeur dans le produit. Les méthodes d'analyse de coûts, dans leur ensemble, permettent une meilleure gestion des coûts au niveau des unités (centres

d'analyse, comme une usine par exemple, ou un service administratif...) ou des activités (avec l'ABC). Elles permettent donc à l'entreprise d'améliorer ses performances financières en diminuant ses coûts.

En synthèse, la Figure 1.4 montre l'articulation de ces quatre méthodes qui partent toutes du même matériel : les flux et opérations comptables.

Principe	Nom de la méthodologie	Fonction
Analyse	<b>Analyse Financière</b> basée sur les Etats comptables	Contrôle a posteriori de la rentabilité des capitaux
Agrégation	<b>Bilan et Compte de Résultat</b> (Etats financiers obligatoires - juridique)	Permet aux parties prenantes (Actionnaires, Etat, Fournisseurs, Clients, Salariés, Financeurs) de connaître la performance financière de l'entreprise a posteriori
Matériel	<b>Flux et Opérations Comptables</b> (issues des contrats - juridique)	Assurer l'exhaustivité et la conformité des activités de l'entreprise dans son cadre d'exercice juridique
Analyse N1	<b>Comptabilité Analytique</b> (Flux et Opérations avec un Objet)	Classification des coûts et des produits - a posteriori
Analyse N2	<b>Contrôle de Gestion</b> (Budgets, Investissements)	(i) Analyse des coûts et de la rentabilité (ii) Projections de performance (Budgets, Investissements) (iii) Contrôle de la bonne réalisation des prévisions

Figure 1.4 – Articulation des méthodes quantitatives et financières

### Les outils et méthodes de planification stratégique

L'analyse des principales méthodes d'aide à la décision stratégique a mis en évidence des méthodes essentiellement tournées sur des approches a posteriori (prise de décision sur la base d'informations constatées passées). Pour autant, la notion même de stratégie et de décision stratégique implique une perspective basée sur des approches a priori. C'est l'enjeu des méthodes dites de planification stratégique.

La planification stratégique consiste pour l'entreprise à définir les choix stratégiques dans des prévisions sur l'avenir que l'entreprise souhaite réaliser. Il s'agit de planifier les choix en matières d'activités et d'allocation de ressources qui permettront à l'entreprise d'atteindre ses objectifs financiers DENT, 1996.

Pour les choix d'investissement, les méthodes du contrôle de gestion consistent à établir un résultat prévisionnel rapporté au coût de l'investissement (valeur actuelle nette, taux de rendement interne) en prenant en compte l'impact du taux d'actualisation BERLAND, 2020.

Sur la base de la comptabilité financière, un des outils les plus répandus pour la planification stratégique dans les entreprises est le « Budget ». Les budgets synthétisent l'aspect financier de la planification des activités. Il s'agit de l'outil financier privilégié pour les prises de décisions stratégiques dans la mesure où ils traduisent les choix en termes de produits et marchés adressés et en termes de planification des activités (DAS) BERLAND, 2002, BERLAND et al., 2013, BECKER et al., 2016, SELMER, 2019 (Figure 1.5).

Un établissement rigoureux du budget est très engageant pour l'entreprise. En effet, c'est sur la base de ces prévisions, financières, traduisant la planification et l'allocation des ressources, que seront prises les décisions dans l'entreprise. Le suivi du budget, est une des activités principales des contrôleurs de gestion qui calculent les écarts entre la réalisation effective des activités (les ressources réellement employées et les résultats réellement atteints) en comparaison avec les objectifs prévus dans les budgets BERLAND, 2002.

Des processus standardisés tels que le « Sales & Operations Planning (S&OP) » THOMÉ et al., 2012 existent pour l'aide à la décision stratégique. Le S&OP repose sur trois composantes : la planification de la demande, une planification des priorités et une planification des capacités. La demande est l'entrée du processus et regroupe les activités de prévisions de la demande et

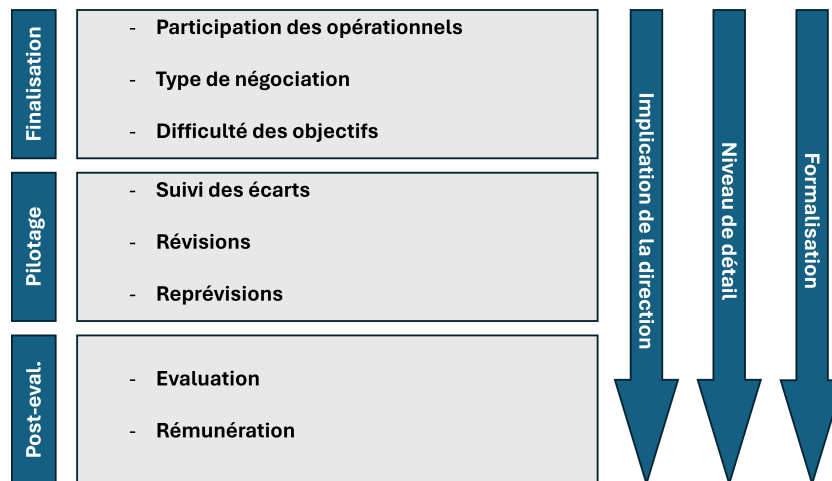


Figure 1.5 – Le processus budgétaire, SPONEM et al., 2010

de la distribution. Elle permet d'établir une prévision stratégique de la demande. La gestion des priorités de production est décomposée en trois étapes : le Production Plan (PP), le Master Production Schedule (MPS), et le Material Requirement Planning (MRP). Ces trois étapes viennent détailler le niveau de décision stratégique en une planification des ressources jusqu'au niveau opérationnel. En effet, le PP est une planification à horizon long terme, de 12 à 18 mois. Le MPS est une planification plus précise à 6 à 18 mois. Le MRP est actualisé plusieurs fois par exercice avec un horizon de 3 à 6 mois et se concentre les besoins de ressources telles que les matières premières. Le MRP détaille les planifications de commandes des ressources pour la production. À chacune de ces étapes, les capacités de production sont évaluées, planifiées et arbitrées pour réaliser les trois niveaux des prévisions de production.

Ainsi, actuellement, des outils standards et adaptatifs à chaque entreprise sont existants pour aider à la planification stratégique. Nous avons cité les deux principaux, les budgets d'une part et les méthodes d'aide à la décision stratégique telles que le S&OP d'autre part.

### Les outils logiciels d'aide à la décision stratégique

Les méthodes de suivi des résultats du contrôle de gestion telles que les calculs des écarts BERLAND, 2002 ont évolué vers les méthodes de Business Intelligence BERLAND et al., 2020. Elle est utilisée pour vérifier que les activités et les résultats réalisés (c'est-à-dire dans le passé, même proche, voire instantanément) correspondent aux objectifs fixés par la direction.

L'objectif principal de la BI est de transformer des données brutes en informations exploitables, permettant ainsi aux entreprises de prendre des décisions éclairées et stratégiques.

« La BI fait référence aux technologies, outils et pratiques permettant de collecter, d'intégrer, d'analyser et de présenter d'importants volumes d'informations afin d'améliorer la prise de décision » DAYAL et al., 2009.

L'architecture de la Business Intelligence repose généralement sur un entrepôt de données. C'est un référentiel centralisé où sont stockées et consolidées les données provenant de différentes sources, telles que les bases de données opérationnelles de l'entreprise. L'entrepôt de données est conçu pour faciliter la recherche, l'accès et l'analyse des informations de manière efficace.

D'après DAYAL et al., 2009, les éléments clés de l'architecture BI comprennent :

- Un (ou des) entrepôt de données (Data Warehouse) : C'est le cœur de l'architecture BI. Il rassemble des données provenant de multiples sources au sein de l'entreprise.

Ces données sont transformées, nettoyées et organisées pour faciliter les analyses ultérieures.

- Des outils de visualisation : Ces outils permettent de présenter les données de manière visuelle, souvent sous forme de tableaux de bord interactifs, de graphiques ou de rapports. Cela permet aux utilisateurs de comprendre rapidement les tendances, les modèles ou les indicateurs clés.
- Des outils d'interrogation et d'analyse : Ces outils permettent aux utilisateurs d'explorer les données, de poser des questions spécifiques et d'obtenir des réponses détaillées. Ils offrent des fonctionnalités d'analyse approfondie pour mieux comprendre les données et les relations entre différents ensembles de données.
- Des outils de reporting : Ils permettent de générer des rapports structurés et automatisés basés sur les données extraites de l'entrepôt. Ces rapports sont souvent utilisés pour suivre les performances, présenter des indicateurs clés de performance (KPI) et communiquer des informations importantes aux parties prenantes de l'entreprise.

Au-delà des outils de BI, les décisions stratégiques en entreprises sont généralement soutenues par des Systèmes d'Information de gestion d'entreprise tels que les ERP. Ces progiciels collectent, organisent et rendent accessibles les informations dans les entreprises SELMER, 2023.

Les systèmes d'information des entreprises les plus structurées emploient des standards à toutes les étapes du processus de décision DELTOUR et al., 2017. Les entreprises qui développent de tels systèmes d'information peuvent employer deux types de solutions en fonction de la couverture des métiers dont elles ont besoin.

Soit, elles choisissent un logiciel spécifique pour chaque métier de l'entreprise : un logiciel de comptabilité, un logiciel de production, un logiciel de gestion commerciale... chacun indépendant DELTOUR et al., 2017.

Soit, elles choisissent une solution intégrée qui couvre l'ensemble de ses métiers BIDAN et al., 2017, CARTON, 2006. C'est le rôle principal des outils type ERP qui permettent de planifier, exécuter, et suivre la réalisation de, potentiellement, toutes les activités d'une entreprise. Les ERP sont des outils du système d'information où chaque entreprise peut paramétrer ses activités uniques VOLKOFF, 2003 dans une architecture qui s'adapte à la plupart des métiers. Les ERP sont conçus de façon modulaire de sorte qu'ils permettent à l'entreprise de spécifier ses activités sur chacune des fonctions de l'organisation : module commercial (devis, facturation, suivi clients, encaissements...), module de production (machines, processus de production, ressources matérielles, ressources humaines...), module de gestion RH (contrats, suivi des temps, affectations...), module de gestion financière (comptabilité, gestion de trésorerie, budgets...). L'intérêt des ERP est qu'ils sont structurés par des bases de données et des interfaces qui communiquent d'un métier à l'autre de l'entreprise. L'agrégation d'information y est donc facilitée, car c'est un des objectifs de ces outils : « l'unification des processus, systèmes et/ou données depuis de multiples systèmes informatisés » SEDDON et al., 2010.

### **Conclusion sur les outils d'aide à la décision**

Maintenant que nous avons une meilleure vision des méthodes et outils existants pour aider les entreprises à prendre des décisions stratégiques, nous proposons d'en évaluer la pertinence au regard des éléments de contexte socio-économique que nous connaissons désormais.

## 1.4 Les limites des systèmes d'aide à la décision actuels

La section suivante détaillera les limites des systèmes d'aide à la décision employés dans les entreprises et plus particulièrement les PME.

### L'approche principalement comptable :

Les systèmes d'aide à la décision stratégique, dont les outils comptables sont les principales composantes, offrent un point de vue bien particulier aux décideurs. En effet, la comptabilité est une constatation a posteriori des engagements de l'entreprise, les engagements des créanciers et vis-à-vis des fournisseurs. Les processus comptables sont élaborés pour aider à l'établissement du bilan et du compte de résultat de fin d'année. Dans ce contexte, l'établissement des budgets est fortement cadré par des hypothèses comptables. SPONEM et al., 2010 listent un ensemble de critiques adressés aux budgets dans ce sens.

Les méthodes employées pour la planification stratégique sont généralement des méthodes basées sur des méthodes de projection simples. Toutefois, il existe un large panel de méthodes possibles, depuis un calcul simple, jusqu'à des méthodes data-driven basées sur une analyse systématique des données internes et externes de l'entreprise GANJIDOOST et al., 2022. En particulier, dans un nombre encore important de PME, les estimations sont réalisées avec des méthodes très souvent basiques. Les budgets d'investissement et de trésorerie sont alignés sur cette logique avec des informations issues du bilan, quand les ventes et les dépenses sont estimées à partir des comptes de résultats antérieurs.

Les projections étant établies sur des bases comptables, un certain niveau de précision dans les processus de création de valeur PORTER, 1985 ne sont pas employés dans la planification stratégique BEN TALEB et al., 2023a. Ainsi, les différentes composantes de la chaîne de valeur de PORTER, 1985 sont réduites à leurs aspects comptables dans la planification stratégique. Ne sont donc pas prises en compte toutes les caractéristiques des composantes de la valeur (au niveau de l'infrastructure, de la gestion des ressources humaines, de la technologie, et de la logistique) comme le modélise la chaîne de valeur. Les données comptables perdent l'information sur tous les processus internes de l'entreprise, sa structure, son organisation, ses processus créateurs de valeur. La démarche de KAPLAN et al., 1992 vient apporter une réponse à cette limite, en prenant en compte les axes d'apprentissage organisationnel, de maîtrise des processus, et de satisfaction client, en plus de la seule dimension financière. Seulement le « Balanced Score Card » KAPLAN et al., 1992 est utilisé comme un outil de pilotage, c'est-à-dire de suivi de la performance plutôt que comme un outil de planification stratégique GILLET-GOINARD et al., 2020.

### La prépondérance des méthodes « a posteriori »

À l'exception des méthodes de planification stratégique, la plupart des méthodes d'aide à la décision stratégique sont basées sur des analyses a posteriori.

La comptabilité est une méthode d'enregistrement des flux qui vise à enregistrer les opérations passées et elle vise à établir les états financiers d'une période antérieure à une date arrêtée (la clôture de l'exercice comptable). Ce principe est le même en ce qui concerne les méthodes d'analyse financière qui s'opèrent sur les états financiers passés.

De plus, la comptabilité analytique qui permet de classifier les charges et les produits, est surtout une méthode d'affinement de l'information comptable, donc a posteriori.

Le contrôle de gestion, par les méthodes d'analyse qu'il offre, est également basé sur l'analyse des coûts a posteriori. Toutefois, le contrôle de gestion propose également un ensemble de méthodes, en établissant les budgets, ou en employant les résultats des analyses a posteriori pour aider à la planification stratégique. Toutefois, ces méthodes sont limitées, notamment en matière de prise en compte de l'incertitude.

En effet, on constate que dans la plupart des entreprises, l'exercice de la planification stratégique n'utilise que très peu de capacités de scénarisation SELMER, 2014. Or, dans un environnement incertain tel que nous le connaissons aujourd'hui COKINS, 2016, la prise de décision stratégique a besoin de connaître à l'avance un grand nombre de scénarios. Anticiper les risques et les opportunités que l'entreprise peut rencontrer est au cœur même de la décision stratégique. Mais la réalisation de cette anticipation utilise très peu les capacités de simulation disponibles avec la puissance des outils informatiques actuels.

Les outils comptables, même lorsqu'ils supportent des fonctions de planification, n'intègrent pas de fonctionnalité pour générer, arbitrer et suivre un grand nombre de scénarios. Les méthodes d'optimisation numériques sont peu répandues dans les outils actuels.

#### **La faible prise en compte de l'incertitude :**

L'établissement de la planification stratégique sur une base comptable est en pratique basée sur les données des années précédentes et sur l'établissement de plusieurs hypothèses LÖNING et al., 2013. Les outils comptables et de projection des données financières (souvent des tableurs) sont peu flexibles pour prendre en compte l'incertitude LÖNING et al., 2013. Le nombre d'hypothèses généralement testées est réduit SELMER, 2019, de l'ordre de deux à trois scénarios. On compte généralement une hypothèse optimiste où les ventes augmentent et les dépenses diminuent. On compte également une hypothèse « réaliste » où l'entreprise prévoit de réaliser la même activité que l'année dernière. Et enfin une hypothèse pessimiste où la performance de l'entreprise ne s'améliore pas ou se dégrade. Ce faible nombre de scénarios s'explique par le fait que les données comptables n'offrent pas une représentation fine du modèle de création de valeur de l'entreprise. Ils ne prennent pas en compte d'autres variations que celles de la demande, ou de façon synthétique des dépenses, sans envisager de variabilité dans les paramètres qui participent à la création de valeur.

Une critique principale adressée aux budgets est qu'ils ne supportent pas une analyse et une planification stratégique qui permettrait aux entreprises de saisir les opportunités sur les marchés BEN TALEB et al., 2021. Les budgets sont adaptés pour projeter un nombre limité de scénarios. Et seulement à la marge, des méthodes telles que le « Budget Base Zero » ou le « Beyond Budgeting » envisagent les budgets de façon radicalement différente, en étant plus flexibles et permettant plus de réactivité dans les décisions stratégiques BERLAND et al., 2021. En effet, ils constatent que l'exercice de planification stratégique par les budgets est souvent un exercice qui consiste à reporter sur l'année suivant la structure des activités de l'année précédente. Or le « Budget Base Zero » ou le « Beyond Budgeting » considèrent que le processus budgétaire doit être l'occasion pour la direction de l'entreprise de réévaluer les opportunités stratégiques, et d'envisager une réallocation de ressources, si nécessaire, totalement différente de celle de l'année précédente. Ces méthodes viennent donc proposer un cadre pour la réallocation des ressources en fonction des nouveaux objectifs stratégiques.

Parmi les méthodes prenant en compte l'incertitude, l'ISO 31000 (Management des risques) est une norme de management, ou un standard pour les processus de prise de décisions stratégiques qui peut permettre de prendre en compte les risques et les opportunités.

BEN TALEB et al., 2021 proposent une lecture du processus de prise de décision décrit dans la norme ISO 31000 en 7 étapes qui forment une boucle d'analyse et de décisions :

- Identifier les risques et les opportunités
- Évaluer l'impact et le risque d'occurrence
- Définir les alternatives
- Évaluer les coûts et les bénéfices
- Prendre une décision
- Mettre en œuvre la décision
- Contrôler

### Maturité des modèles et outils d'aide à la décision

Aujourd'hui, les avancées remarquables des outils d'aide à la décision, particulièrement dans les domaines de la simulation, de l'optimisation et de l'intelligence artificielle comme le machine learning, offrent une réponse plus adaptée aux défis liés à l'incertitude dans les décisions stratégiques DPHIL et al., 2021. Ces méthodes permettent une modélisation plus précise des scénarios dans des contextes incertains, intégrant des facteurs variables et des données imprévisibles. La simulation stochastique LEITNER et al., 2015, par exemple, permet de générer des milliers de résultats possibles, prenant en compte un large éventail de variables incertaines pour éclairer les choix stratégiques. De même, l'optimisation robuste LEUNG et al., 2007 offre la capacité de concevoir des stratégies résilientes face à l'incertitude, en identifiant des solutions qui demeurent efficaces malgré des changements inattendus.

Appliquées aux enjeux stratégiques, ces méthodes offrent une perspective nouvelle et plus éclairée pour les prises de décision dans des domaines tels que la planification à long terme, la gestion des risques et l'exploration de nouvelles opportunités DPHIL et al., 2021. Elles permettent d'anticiper les impacts potentiels de choix stratégiques et d'adapter les plans en fonction des évolutions imprévisibles du marché ou de l'environnement concurrentiel. En intégrant la gestion de l'incertitude dans la réflexion stratégique, ces outils offrent ainsi aux décideurs la possibilité de prendre des décisions plus informées et résilientes, mieux alignées avec les objectifs et les visions à long terme des entreprises et des organisations

D'une part, ces méthodes sont de plus en plus utilisées pour une large variété de problèmes, mais en même temps, elles ne sont employées pour les problèmes stratégiques et de prise d'incertitude, que dans peu d'entreprises au regard de la littérature et des pratiques en entreprise (ce qui sera développé dans le Chapitre 2).

## 1.5 Identification et formulation de la problématique métier

Dans les sections précédentes, nous avons décrit le contexte de cette thèse, et avons constaté les challenges suivants :

- Les outils d'aide à la décision à disposition des dirigeants adoptent surtout une approche comptable.
- Les outils d'aide à la décision à disposition des dirigeants sont essentiellement des outils d'analyse a posteriori.
- Les outils de planification stratégique actuels ne prennent que très peu en compte l'incertitude de l'environnement actuel dans lequel exercent les entreprises.
- Les méthodes d'optimisation numériques ne sont pas embarquées dans les outils comptables

Dans la pratique, la faible utilisation des méthodes standardisées et de ces outils conduit les dirigeants à formaliser la stratégie dans de simples documents financiers, les budgets. Ils sont établis avec les méthodes qui sont principalement rétrospectives alors que l'exercice de la planification est une activité prospective MIRZAEY et al., 2017.

La problématique métier de cette thèse est donc formulée comme suit : **Comment aider les dirigeants d'entreprises à prendre des décisions stratégiques prospectives ?**

L'ambition de nos travaux est de développer un système d'aide à la décision stratégique capable d'adresser au moins une partie des limites actuelles constatées.

## 1.6 Grille de lecture du manuscrit

Les trois prochains chapitres développeront le positionnement et les contributions de cette thèse.

Tout d'abord, la méthodologie de recherche employée sera détaillée. Sur cette base, un premier travail d'investigation terrain et d'état de l'art permettra de détailler l'état de l'art en termes d'aide à la décision stratégique pour les PME. Dans un premier temps, on décrira les outils et méthodes employées par les directions d'entreprises, ce qui ouvrira sur leurs limites. Puis, on décrira les solutions proposées dans la littérature qui apportent des solutions aux besoins en matière d'aide à la décision stratégique. Ce deuxième chapitre formulera les quatre questions de recherche qui en résultent avec les verrous académiques associés.

- Comment modéliser une entreprise par une approche orientée vers la valeur ?
- Quelle est la dynamique de création de valeur entre les actifs de l'entreprise ?
- Comment optimiser les actifs d'une entreprise pour maximiser sa valeur ?
- Comment employer les capacités de scénarisation pour l'aide à la décision stratégique ?

Le chapitre trois et le chapitre quatre développeront la réponse de cette thèse aux quatre questions de recherche, avec deux contributions académiques par chapitre, dans une logique de conception jusqu'à l'expérimentation et l'évaluation des solutions.

D'abord, le troisième chapitre de la thèse présentera une modélisation permettant de supporter l'aide à la décision stratégique pour toute entreprise. Elle développera deux contributions : un méta-modèle générique qui explique la valeur d'une entreprise par la définition et l'implémentation de sa stratégie et un diagramme de causalités entre les actifs de l'entreprise qui permettent de générer sa valeur.

Puis, le quatrième chapitre de cette thèse illustre comment les décisions stratégiques en entreprise peuvent être orientées vers la valeur. En effet, on va optimiser les actifs de l'entreprise avec un objectif de maximisation de la valeur. D'une part, un modèle type « Mixed Integer Programming » (Programmation linéaire mixte en nombres entiers) sera construit pour modéliser les actifs qui créent de la valeur au sein d'une entreprise avec un objectif de maximisation. La planification stratégique des décisions sur les actifs pourra être optimisée en prenant en compte les contraintes propres de ces actifs et leurs propriétés. D'autre part, ce modèle mathématique d'optimisation sera élevé en un plan d'expériences pour évaluer à priori la performance d'une entreprise dans un grand nombre de scénarios. Enfin, les résultats de cette expérience seront analysés en utilisant les méthodes d'analyse des données et de visualisation pour mieux comprendre a priori l'impact des actifs sur la valeur de l'entreprise.

L'enchaînement des quatre contributions de cette thèse est structuré autour de la conception d'une méthode et d'un outil dynamique d'aide à la décision (Figure 1.6).

Le dernier chapitre présentera les limites de ce travail et les axes de recherche et de développement qui peuvent être poursuivis dans la continuité de cette thèse.



Figure 1.6 – Méthodologie de la Thèse

# 2

## Définition des questions de recherche

2.1	Introduction . . . . .	15
2.2	Retour d'expériences sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise . . . . .	16
2.2.1	Objectif de l'enquête par entretien . . . . .	16
2.2.2	Trame du questionnaire . . . . .	16
2.2.3	Échantillon couvert par les interviews . . . . .	17
2.2.4	Conduite des entretiens . . . . .	17
2.2.5	Analyse qualitative des données issues des entretiens . . . . .	17
2.2.6	Résultats . . . . .	18
2.2.7	Synthèse . . . . .	21
2.3	État de l'art sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise . . . . .	22
2.3.1	Méthodologie . . . . .	22
2.3.2	Espace de problèmes : Enjeux académiques liés à l'aide à la décision stratégique . . . . .	24
2.3.3	L'espace de solutions proposé dans la littérature . . . . .	26
2.3.4	Synthèse . . . . .	34
2.4	Formulation des questions de recherche . . . . .	34

### 2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous détaillerons comment nous avons établi les questions de recherche de cette thèse.

Dans une première section, nous présenterons une enquête menée auprès de dirigeants de PME sur les décisions stratégiques prises en entreprise pour mieux appréhender l'état des pratiques et outils en entreprise aujourd'hui.

Dans une seconde section, nous développerons un état de l'art sur les méthodes d'aide à la décision stratégique, ce qui constituera notre espace de solutions pour améliorer l'aide à la décision stratégique.

Nous concluons par la formulation des questions de recherche de cette thèse.

## 2.2 Retour d'expériences sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise

### 2.2.1 Objectif de l'enquête par entretien

L'enquête qualitative a eu pour but d'identifier et de caractériser le problème industriel lié à l'aide à la décision stratégique dans les PME : « Les dirigeants de PME rencontrent-ils des limites dans leur contexte actuel pour assurer leur prise de décision stratégique ? » Deux entretiens exploratoires ont été conduits avant la campagne de l'enquête qualitative visant à préciser la question de recherche pour l'enquête auprès des dirigeants de PME. Un contrôleur de gestion, et un ancien responsable financier et contrôleur de gestion ont participé à ces entretiens exploratoires, d'une durée de deux heures, et permettant d'aboutir à la trame de questionnaire ci-dessous.

### 2.2.2 Trame du questionnaire

Afin de collecter des éléments de réponse à la définition de la question de recherche, cinq questions ont été adressées aux dirigeants interviewés.

- Pouvez-vous nous présenter votre entreprise et votre marché ?  
La première question de l'entretien permet de contextualiser et de qualifier les éléments de réponses apportés aux questions suivantes.
- Pourriez-vous présenter des décisions que vous êtes amené à prendre pour gérer votre entreprise ? Pouvez vous citer quelques exemples de décisions stratégiques que vous êtes amené à prendre ?  
Afin de pouvoir mieux qualifier les limites à l'aide à la décision que rencontrent les dirigeants, la deuxième question vise à leur demander quels types de décisions les dirigeants prennent dans la direction de leur entreprise. L'élaboration de cette question vise à mieux définir, par le point de vue des praticiens, la notion de décision stratégique.
- Comment prenez-vous les décisions ?
- De quels outils disposez-vous pour prendre des décisions ?  
Les deux précédentes questions visent à mettre en lumière les processus de prise de décision mis en œuvre par les dirigeants interviewés en leur demandant le « comment » et « avec quels outils » prennent-ils des décisions ? L'objectif est de permettre de contextualiser les éventuelles limites rencontrées dans les processus et les outils actuels.
- De quelles améliorations ou innovations voudriez-vous disposer pour améliorer l'aide à la décision ?  
La dernière question formule nous permet de donner des directions souhaitées par l'industrie à notre question de recherche.

Les cinq questions posées visent donc à définir ce que sont et comment sont prises les décisions stratégiques par les dirigeants de PME et quelles limites ils rencontrent dans les aides à la décision dont ils disposent actuellement.

### 2.2.3 Échantillon couvert par les interviews

La typologie de l'entrepreneuriat en France par secteurs d'activité peut être rappelé grâce à la cartographie de l'INSEE : « Cartographie des PME en France d'après l'INSEE – données de 2018 » (hors micro-entreprises) *PME en France - Les entreprises en France | Insee 2023*

Les dirigeants ont été interviewés de sorte à disposer d'un échantillon représentatif de la population des PME en France. D'une part, l'échantillon recouvre bien un ensemble d'entreprises jusqu'à 250 salariés maximum et sur un ensemble diversifié d'activités commerciales et industrielles. Toutefois, le nombre d'entreprises ne permet pas d'avoir un échantillon représentatif de toutes les réponses possibles aux questions posées. 9 entreprises ont répondu favorablement à l'invitation de participer à l'enquête, représentées par 8 dirigeants ou cadres en exercice (un dirigeant nous a parlé de deux entreprises). Le choix d'interviewer les dirigeants, représentants légaux de ces entreprises, et/ou leur direction financière permet d'interroger les personnes en mesure de prendre les décisions stratégiques dans l'entreprise, et peuvent donc exprimer une vision fondée sur leur pratique professionnelle et leur expérience. Le tableau ci-dessus permet de visualiser les secteurs d'activité, effectifs moyens et personne interviewée pour chaque entreprise ayant participé à l'enquête (Table 2.1).

Domaine d'activités	Nombre d'employés	Fonction de(s) l'interviewé(s)
Conseil and services en Gestion RH	2	Dirigeant
Produits et services informatiques de gestion	20	Directeur financier
Construction dans le domaine de l'énergie	200	Directeur financier et Contrôleur de gestion
Bureau d'étude pour la construction	6.5	Dirigeant fondateur
Services d'aide à la personne à domicile	80	Dirigeant fondateur
Fabrication de biens et Services numériques	6	Dirigeant fondateur
Fabrication de biens	15	Contrôleur de gestion
Bureau d'études et conseil aux entreprises	20	Fondateur
Réseaux sociaux professionnels	2	Dirigeant fondateur

Table 2.1 – Les dirigeants ayant répondu à l'enquête

### 2.2.4 Conduite des entretiens

Toutes les personnes ayant participé à l'enquête ont donc été informées du sujet de recherche. La trame du questionnaire a été envoyée préalablement à l'entretien. Chaque entretien a débuté par une présentation du sujet de recherche expliqué par un des chercheurs et la trame d'entretien a été résumée à l'oral avant le début de l'entretien semi-directif. Un entretien semi-directif est une méthode de recherche qualitative où un chercheur pose des questions ouvertes prédéfinies tout en permettant des échanges spontanés. Il offre une structure flexible, encourageant les participants à approfondir leurs réponses et à partager leurs perspectives, tout en laissant place à des discussions libres pour explorer davantage les sujets.

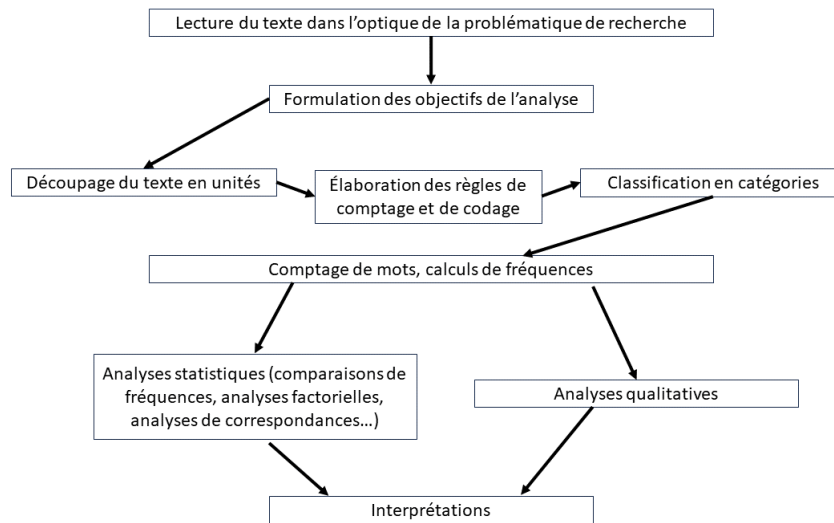
Dans tous les cas, chacun des chercheurs participant à l'enquête a réalisé une prise de note détaillée des réponses aux questions, qui ont été ensuite réunies pour chaque entretien, avant l'analyse qualitative des données.

### 2.2.5 Analyse qualitative des données issues des entretiens

Les interviews ont été systématiquement retranscrites sur la base des prises de note pendant l'entretien. Le codage des données collectées dans l'entretien a ensuite été utilisé pour deux types d'analyses.

Une première analyse a été réalisée avec l'analyse de contenu (BARDIN, 2013) afin d'identifier les énoncés des interviewés apportant directement une information pour la recherche menée (HSIEH et al., 2005 : « In conventional content analysis, coding categories are derived directly from the text data. With a directed approach, analysis starts with a theory or relevant research findings as guidance for initial codes. A summative content analysis involves counting and comparisons, usually of keywords or content, followed by the interpretation of the underlying context » “). Puis une seconde analyse a été réalisée avec l'emploi de la méthode de l'analyse thématique. Ici, les énoncés sont regroupés lorsqu'ils apportent une information convergente, permettant d'identifier les thématiques communes aux différentes réponses des interviewés NOWELL et al., 2017.

La méthodologie employée suit le schéma de la Figure 2.1 GRENIER et al., 2014.



**Figure 2.1** – Méthodologie de l'analyse de contenu par GRENIER et al., 2014, d'après BARDIN, 2013

## 2.2.6 Résultats

### Les décisions stratégiques

Les dirigeants interviewés relèvent tous le niveau stratégique de leurs prises de décisions. Ils identifient en grande majorité deux types de décision relevant du niveau stratégique : les décisions relatives aux investissements (équipements, ressources humaines...) et les décisions relatives au positionnement de l'entreprise en termes d'offre de produits et services.

Les choix d'investissement regroupent différentes formes de ressources acquises par les entreprises. Pour certaines, les investissements consistent à l'embauche de nouveaux personnels qu'il faut former pendant une certaine période (jusqu'à 18 mois) avant que leur salaire ne soit couvert par la valorisation auprès des clients. D'autres investissements sont identifiés dans les équipements informatiques et logiciels des entreprises. Pour une entreprise, les investissements plus spécifiques, et appelés « Assets » par les interviewés, sont des projets de construction immobilière et énergétique qui vont ensuite générer du revenu pendant plusieurs années.

En termes de positionnement de l'offre des produits et services, chaque personne interviewée nous a expliqué le positionnement de son entreprise dans son secteur d'activité et par rapport à ses concurrents. Les choix de positionnement peuvent s'assimiler à une spécificité de choix

d'investissement dans la mesure où pour se positionner sur un nouveau marché, les entreprises doivent engager des ressources permettant de réaliser cette nouvelle offre.

Tous les dirigeants interviewés ont expliqué que la difficulté des choix d'investissements réside dans l'incertitude qui pèse sur l'obtention d'un retour financier positif. L'incertitude peut impacter certaines composantes de l'entreprise à différents niveaux. Pour l'embauche et la formation d'un salarié, le risque inhérent est celui que le salarié quitte l'entreprise à l'issue d'une période où son activité n'a pas couvert les dépenses engagées. Pour des investissements dans des actifs physiques, telles que des centrales électriques, le risque pèse sur le processus de constitution de l'actif : tout au long du projet de construction, des dépenses sont engagées sans avoir de certitude sur la bonne réalisation du jalon suivant. L'actif n'est rentable que si sa construction est achevée. On distingue donc une incertitude interne, sur l'organisation et les activités de l'entreprise (certaines entreprises ont des activités structurelles, et d'autres activités sont plus ponctuelles, peu prédictibles par exemple). Et une incertitude liée à l'environnement de l'entreprise sur laquelle elle ne peut avoir d'effet par une décision de gestion. Par exemple, certains secteurs d'activité industriels constatent des impacts de l'activité industrielle en Asie sur leur activité avec un effet de report de quelques mois avant que la tendance ne se réalise en France.

Certaines entreprises parmi les plus jeunes, ont mis en place des systèmes de veille informationnelle par des moyens divers. Certaines utilisent des alertes informatiques sur la publication d'articles sur leur entreprise, ou encore une même entreprise est implantée dans différents incubateurs pour être en permanence attentive aux informations liées à l'entrepreneuriat. La veille la plus courante dans les entreprises interviewées, est la veille réglementaire. Les changements de législation créent des contraintes à planifier et au moins une entreprise projette l'impact de certains projets de loi sur son organisation, les embauches à prévoir pour répondre aux nouvelles réglementations potentielles. Un autre dirigeant s'intéresse à l'évolution de la réglementation du secteur de l'énergie sans pour autant avoir de modèle précis pour projeter des décisions macro-économiques au niveau plus fin de sa structure. Au moins une autre entreprise a identifié une opportunité de marché liée à l'expertise du dirigeant dans une activité de mise en conformité des PME à une obligation du Code du Travail.

Par ailleurs, le codage des réponses à la deuxième question permet d'avoir une cartographie des décisions stratégiques des dirigeants (Figure 2.2).

Types de décisions		Nombre d'occurrences / 8 entretiens	Echantillon
<b>Identification et choix d'investissements</b>		<b>5</b>	<b>1;2;4;6;8</b>
Types de décisions	Investissements matériels ou sur des projets	5	1;2;4;6;8
	Investissements en R&D	3	1;2;8
	Choix des modes de croissance (externe ou interne)	1	6
	Recherche des financements	2	2;8
<b>Développement, Diversification de l'offre de produits et services</b>		<b>8</b>	<b>1;2;3;4;5;6;7;8</b>
Types de décisions	Choix des recrutements	6	1;2;4;6;7;8
	Développement du produit au fil de l'eau avec les retours clients et autres choix commerciaux	4	3;4;5;8
	Promotion de l'entreprise et ses métiers dans la branche professionnelle	1	6
<b>"Toute décision impactant la valorisation de l'entreprise"</b>		<b>3</b>	<b>3;5;6</b>
Décision	Choix d'augmentation des capitaux propres ou de dividende	1	6

**Figure 2.2** – Types de décisions stratégiques

Le codage des réponses à la troisième question permet de mieux comprendre comment sont prises les décisions stratégiques (Figure 2.3).

Comment sont prises les décisions ?		Nombre d'occurrences / 8 entretiens	Echantillon
<b>En fonction des objectifs financiers de performance...</b>		<b>7</b>	<b>1;2;3;4;5;7;8</b>
Types de leviers	Fixation d'objectifs en chiffre d'affaires	7	1;2;3;4;5;7;8
	Fixation d'objectifs plus précis sur les SIG (type EBITDA)	2	1;2
	Suivi et prévision de la trésorerie	4	1;2;4;8
<b>... dont découlent les plannings de capacité</b>		<b>8</b>	<b>1;2;3;4;5;6;7;8</b>
Types de leviers	Organisation des budgets d'activité	5	1;3;4;7;8
	Organisation des ressources humaines	5	1;3;4;7;8
	Arbitrage des projets d'investissement (ROI des projets...)	6	1;2;4;5;6;8
<b>... et les décisions d'ordre commercial</b>		<b>8</b>	<b>1;2;3;4;5;6;7;8</b>
<b>En fonction des prévisions sur le marché</b>		<b>8</b>	<b>1;2;3;4;5;6;7;8</b>
Types de leviers	Evolution du cadre réglementaire	3	6;7;8
	Evolution de la demande	8	1;2;3;4;5;6;7;8
	Evolution de la concurrence	3	2;6;7

Figure 2.3 – Méthodes de prises de décisions stratégiques

### Les outils actuellement utilisés pour la prise de décision stratégique

Suite aux interviews réalisées auprès des décideurs, nous avons pu établir une liste d'outils actuellement utilisés pour l'aide à la décision stratégique grâce au codage des réponses à la troisième question :

Parmi les outils les plus répandus, on compte les tableurs et les outils de suivi et d'aide au pilotage :

- En premier lieu, car les plus répandus, les tableurs servent à différents usages. D'abord à garder trace et à organiser l'information de gestion dans les entreprises. Les plus petites et plus jeunes entreprises utilisent les tableurs pour l'organisation du travail et la répartition des tâches entre les personnes. Elles réalisent aussi le suivi de leurs indicateurs financiers réalisés dans d'autres feuilles de tableur.

Dans les entreprises de plus grandes tailles dans l'échantillon, les tableurs permettent de produire des modèles de l'entreprise pour réaliser des projections de performance financière. Dans tous les cas, tous les dirigeants interrogés ont en tête les objectifs de performance financière de l'entreprise. Le niveau de détail des objectifs que nous ont communiqués les dirigeants n'est pas identique, certains mettant en avant seulement un objectif de chiffre d'affaires, quand d'autres ont une vision plus précise au niveau des soldes intermédiaires de gestion avec des objectifs d'Excédent Brut d'Exploitation et de Résultat net par exemple.

Les modèles développés en interne par les dirigeants sont utilisés par trois des plus grandes entreprises de l'échantillon pour évaluer l'impact des investissements sur la performance financière de l'entreprise. Les tableurs sont donc des outils très répandus pour établir les objectifs et les budgets prévisionnels et suivre et organiser les activités.

- Les systèmes et outils de pilotage : Certains des décideurs utilisent avec leurs équipes de direction, des outils de pilotage, type tableau de bord. Chacune de ces entreprises emploie les données disponibles pour suivre la réalisation des objectifs. Parmi celles qui utilisent un tableau de bord, la variété des données n'est pas la même. Une TPE (Très Petite Entreprise) utilise le tableau de bord financier généré automatiquement par l'expert-comptable lors de la mise à jour de la comptabilité, disponible en ligne. Dans d'autres structures, le tableau de bord, plus proche des activités, permet aux cadres dirigeants de fonder leurs hypothèses prévisionnelles sur des données

historiques relatives à leur domaine de responsabilité. Une autre entreprise utilise des tableaux de suivi de gestion des projets d'investissements et permet aux décideurs les arbitrages de continuation ou non des investissements sur des projets à l'étude ou démarrés.

Une entreprise a investi dans un système transversal de suivi des prises de décisions, orienté traçabilité des décisions. Avec cet outil, les décisions peuvent être prises sur la base des données historiques alimentées au cours des précédentes réunions de service, et organiser les activités par suite de ces décisions. Cet outil n'est pas intégré avec l'ERP et son module financier, ce qui ne permet pas la projection des décisions sur le plan financier.

### **Les limites des outils actuels**

L'analyse des outils existants révèle une certaine adaptation des outils aux besoins des dirigeants, leur complexité d'utilisation évoluant souvent de pair avec la taille de l'entreprise. Les plus petites entreprises disposent des outils les plus simples. Les start-ups et les plus grandes entreprises de l'échantillon ont, elles, une plus grande diversité de données en entrée et donc des outils plus complexes à construire ou à utiliser.

Toutefois, cette complexité croissante d'utilisation ne semble pas aller de pair avec une aide à la décision de qualité croissante. En effet, les entreprises utilisant les modèles et outils les plus élaborés nous font part des limites d'intégration des incertitudes dans les rendus synthétiques de ces outils. Deux types d'incertitudes ont été relevées par plusieurs dirigeants de l'échantillon :

- Les outils actuels ne permettent pas d'intégrer des données exogènes à l'entreprise. Les capacités de modélisation des outils actuels sont plutôt adaptées à des environnements stables avec une structure stable de l'entreprise, où peu de facteurs externes peuvent avoir un impact faible sur l'entreprise. L'évaluation de l'impact de forts changements dans l'environnement n'est pas possible avec ces outils.
- Les outils actuels ne permettent pas projeter des processus d'investissements dans lesquels interviennent de multiples sources d'incertitude avant que les actifs ne contribuent à la performance financière de l'entreprise.

Par ailleurs, la segmentation des outils sur des problématiques spécifiques a été constatée. Les outils actuels proposés sur le marché ne sont pas intégrés avec les autres modules permettant l'aide à la décision. Des tableaux de bord comptables ne sont pas connectés aux actions commerciales, et les outils d'aide à la décision présentés ne sont pas tous connectés aux données comptables.

### **2.2.7 Synthèse**

On retrouve sans surprise une correspondance forte entre la littérature sur les décisions stratégiques et les décisions effectivement prises par les dirigeants de PME.

Comme le concept de « Domaine d'activités stratégiques » le suggère, les principales décisions stratégiques relèvent des choix des activités (portefeuille de produits : amélioration des produits existants, nouveaux produits) et des investissements nécessaires pour réaliser ces activités (les ressources humaines sont cruciales pour toutes les entreprises interrogées). On remarquera cependant la grande récurrence des questions posées par les dirigeants en matière de prise en compte de l'incertitude dans ces décisions stratégiques. Les stratégies mises en places telles que la veille réglementaire sont des activités clés dans certaines organisations.

Les dirigeants établissent tous, sous des formalisations plus ou moins complexes, des objectifs financiers pour leur entreprise. D'un point de vue financier, on peut dire que l'essentiel de ces indicateurs sont des Soldes Intermédiaires de Gestion sur lesquels des objectifs sont déterminés. Ces objectifs financiers traduisent l'objectif des dirigeants de créer de la valeur.

Toutefois, les outils d'aide à la décision montrent qu'ils sont tous développés à partir d'outils génériques, surtout les tableurs, que les dirigeants adaptent à leur modèle d'entreprise. Ils servent à formaliser les objectifs financiers et l'allocation de ressources qui en découle, comme dans les budgets, même si ce terme n'a pas été utilisé par les répondants. Les outils de suivi (tableau de bord et reporting) sont également structurés sur la base d'une information comptable et financière. Enfin, certains des outils d'aide à la décision sur une dimension métier plutôt que financière sont également utilisés, mais à la marge seulement.

Malgré l'importance de cette dimension dans la prise de décision, les outils actuels de support ne permettent pas de prendre en compte l'incertitude dans la projection des résultats et la fixation des objectifs qui relèvent des seuls arbitrages des dirigeants.

## 2.3 État de l'art sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise

### 2.3.1 Méthodologie

Une revue de la littérature a été menée afin d'identifier les questions de recherche et les solutions concernant le problème de la prise de décision stratégique en contexte incertain. Les deux questions initiales qui ont permis de sélectionner les articles sont les suivantes :

- Quels sont les enjeux actuels dans la prise de décision stratégique des entreprises ?
- Quelles méthodes et outils permettent l'aide à la décision stratégique des dirigeants ?

La revue de la littérature a été réalisée en deux temps : Les requêtes ont été faites dans la base Scopus avec la recherche des mots clés dans le titre, le résumé et les mots clés des articles.

Le champ de recherche en stratégie étant très large, nous avons restreint le champ de l'espace de problèmes à un domaine spécifique de recherche : le contrôle de gestion.

Le contrôle de gestion est un domaine de recherche et un domaine métier qui permet d'outiller les décisions stratégiques BERLAND et al., 2013. Le domaine de recherche développe des outils d'aide à la décision pour l'évaluation et le pilotage de la performance tels que KAPLAN et al., 1992. Le métier des contrôleurs de gestion est très impacté par les évolutions technologiques et ces changements, les opportunités, les limites qu'ils représentent, et leurs impacts organisationnels sont étudiés dans la recherche académique en contrôle de gestion KOROBEYNIKOVA et al., 2021. Les méthodes appliquées du contrôle de gestion sont largement issues des travaux de recherche tels que les méthodes de calculs de coûts et les méthodes de management associés (Activity Based Costing et Activity Based Management COKINS, 2002)

Les limites du contrôle de gestion comme champ de recherche est qu'il se concentre essentiellement sur la performance financière des entreprises. Il porte une plus grande attention aux processus internes de l'entreprise plutôt qu'aux facteurs externes.

Toutefois, le contrôle de gestion est un domaine qui rassemble une grande diversité de travaux et permettra de s'articuler avec l'espace de solutions. En effet, les avantages et les limites de ce choix concordent vers des enjeux communs et des solutions pouvant être compatibles avec tout problème d'aide à la décision stratégique. En effet, le contrôle de gestion est caractérisé par ce qu'il est aussi en mesure de fournir une aide à la décision tournée vers le futur MIRZAEY et al., 2017, ce qui est moins évident pour les méthodes exclusivement comptables.

### **Espace de problèmes : Enjeux académiques liés à l'aide à la décision stratégique**

Les deux premières questions sur les enjeux stratégiques et les méthodes actuelles a fait l'objet d'une analyse indépendante. La première requête visait à identifier les enjeux dans la littérature en contrôle de gestion

REQUETE n°1 : (« Management Accounting » et termes associés) : ( ( « cost accounting » OR « account management » OR « accounting management » OR « analytical accounting » OR « analytical accounts » OR « management accounts » OR « managerial accounting » OR « administrative accounting » OR « management accounting » ) AND ( « avenue for research » OR « research agenda » OR « challenge » OR « survey » OR « overview » ) )

Cette requête réalisée au mois de juin 2021 dans Scopus et Web of Science a permis d'extraire 28 articles, eux-mêmes étant des revues de la littérature. L'analyse des articles a été réalisée en suivant les méthodes qualitatives de l'analyse de contenu et l'analyse thématique. Suite à la lecture de ces articles, une cartographie des enjeux en termes de décision stratégique a été établie sous formes d'arbres. Une première classification de ces enjeux et méthodes a été réalisée par chronologie, suivie d'une seconde classification thématique NOWELL et al., 2017.

### **Recherche de l'espace de solutions**

La dernière question visant à identifier les possibles apports des méthodes numériques aux problèmes d'aide à la décision stratégique. La requête formulée sur Scopus et Web of Science au mois de juin 2021 vise à identifier les contributions scientifiques dans le domaine des décisions stratégiques :

REQUETE n° 2 : ( « decision making » and ( « cost accounting » OR « account management » OR « accounting management » OR « analytical accounting » OR « analytical accounts » OR « management accounts » OR « managerial accounting » OR « administrative accounting » OR « management accounting » ) AND ( « operation\* research » OR « machine learning » OR « artificial intelligence » OR « analytics » OR « simulation » OR « optim\* » ) )

Des résultats de cette requête ont été extraits et analysés : 92 articles contribuant à répondre aux questions de prise de décision grâce aux méthodes numériques. L'analyse des articles a été réalisée en suivant les méthodes qualitatives de l'analyse de contenu et de l'analyse thématique.

### 2.3.2 Espace de problèmes : Enjeux académiques liés à l'aide à la décision stratégique

La lecture détaillée des articles type « survey » permet de cartographier les enjeux majeurs dans le domaine du Contrôle de gestion sur les dernières années. Pour réaliser cette cartographie, la méthode a consisté à extraire directement du contenu qui apporte une information pour notre revue de la littérature, puis les catégories sont issues du codage grâce à une analyse thématique. Le codage réalisé est décrit dans le tableau ci-dessous :

Auteurs	Année	Contenu	Thématique	Code
Michael D. Shields and Chee W. Chow	1991	Comparaison des méthodes de contrôle de gestion utilisées dans les firmes Américaines et Japonaises pour l'aide à la Décision de court terme	Les méthodes de contrôle de gestion répondent aux besoins des entreprises de développer un avantage concurrentiel	1
Jeremy F. Dent	1996	Management and Management Accounting enable firms to get a competitive advantage on markets		1
F. Mitchell and G. C. Reid	2000	Importance des décisions stratégiques et des leviers managériaux dans les petites entreprises	Un contrôle de gestion spécifique pour les petites entreprises doit prendre en compte l'importance des personnes dans les petites entreprises	4
F. Mitchell and G. C. Reid	2001	La technologie est un levier important pour le management des petites entreprises	La digitalisation a des impacts potentiel importants sur le contrôle de gestion	5
Wim A. Van der Stede, S. Mark Young, Clara Xiaoling Chen	2005	Méthodologie pour la recherche contrôle de gestion, Evaluation de la qualité des preuves dans les survey	La recherche en science de gestion doit être garantie par une approche méthodologique et théorique scientifiques	3
Sven Modell	2005	Méthodologie pour la recherche contrôle de gestion, Triangulation entre les survey et les études de cas		3
Michael Bromwicha, Robert W. Scapens	2016	Appel à une recherche permettant d'aggréger la connaissance accumulée dans des domaines spécialisés		3
Konstantinos G. Paspaspyropoulos, Vaios Bloumis, Athanasios S. Christodoulou, Periklis K. Birtsas, Kyriakos E. Skordas	2012	Le contrôle de gestion environnemental peut développer ses propres méthodes, notamment pour la comptabilisation des émissions carbone	La dimension environnementale de l'activité de l'entreprise peut être prise en compte grâce aux méthodes de contrôle de gestion environnemental	2
D. Cullen, C. Whelehan	2011	Le contrôle de gestion environnemental fait face à un manque de taxonomies et de consensus		2
Klaus Möller, Utz Schäfer, Frank Verbeeten <sup>3</sup>	2020	La recherche sur l'impact potentiel de la digitalisation sur le contrôle de gestion est discuté, mais pas à proportion de l'importance que ce sujet génère dans les entreprises qui planifient déjà des projets technologiques	La digitalisation a des impacts potentiel importants sur le contrôle de gestion	5
Nikola Kostić, Tomaž Sedej	2020	La blockchain peut avoir un impact important sur les relations inter-organisations		5

Figure 2.4 – Codage des enjeux académiques dans l'aide à la décision stratégique

Ce codage permet de regrouper par décennie les thématiques les plus citées parmi les 27 articles analysés.

- **Compétition et Avantage concurrentiel (Code 1 : Figure 2.4)** Une grande ligne de questionnements s'identifie dans les années 90 et 2000 autour de la décision stratégique dans l'environnement globalisé et concurrentiel de l'entreprise où celle-ci doit acquérir des avantages concurrentiels. Le développement des échanges internationaux à l'échelle globale conduit les entreprises à entrer en concurrence depuis n'importe quelle localisation dans le monde. Ce contexte conduit à une préoccupation majeure dans la littérature en stratégie et donc en contrôle de gestion.

Par exemple, DENT, 1996 identifie la compétition internationale comme un enjeu majeur du contrôle de gestion. Il relève donc cinq enjeux majeurs pour le contrôle de gestion dans cette période : « The first is to foster multiple perspectives, the second is the coordination of complexity, the third concerns competitor analysis and a fourth concerns resource allocation. The fifth is to overcome centrifugal tendencies, developing a clarity of strategic intent, binding managers together worldwide and rewarding behaviour in the corporate, as opposed to local, interest. » (traduction) « Le premier enjeu est de favoriser de multiples perspectives, le deuxième est la coordination de la complexité, le troisième concerne l'analyse des concurrents, et le quatrième porte sur l'allocation des ressources. Le cinquième est de surmonter les tendances centrifuges, en développant une clarté d'intention stratégique, en liant les gestionnaires à l'échelle mondiale et en récompensant les comportements dans l'intérêt de l'entreprise, par opposition à l'intérêt local. »

Dans cette tendance à la recherche des avantages concurrentiels, les chercheurs comparent des méthodes de contrôle de gestion mises en œuvre dans les entreprises les plus performantes, souvent en choisissant des entreprises issues de différentes régions du monde SHIELDS et al., 1991

- **Environmental Studies (Code 2 : Figure 2.4)** Depuis les années 2010, un fort courant de littérature en contrôle de gestion met en avant les enjeux liés aux questions environnementales et à la responsabilité sociale et environnementale des entreprises. Par exemple en novembre 2021, sur une requête avec seulement uniquement le mot clé « Management Accounting » dans Web of Science, sur 454 articles publiés en 2021, 99 articles sont identifiés comme relevant des champs de recherche suivants : « Environmental Studies », « Green Sustainable Science Technology » ou « Environmental Sciences ».
- **Recherche théorique (Code 3 : Figure 2.4)** De nombreux développements de méthodes de calcul pour le contrôle de gestion sont souvent spécialisés pour la réponse à un problème donné (analyse de rentabilité, seuils de rentabilité, méthodes de calculs des coûts). D'un autre côté, les chercheurs et les praticiens appellent à de la recherche théorique faisant la synthèse de ces contributions. MITCHELL et al., 2000 proposent d'étudier les spécificités des PME. BROMWICH et al., 2016 appellent à une théorisation résumant les contributions dans les différents sujets académiques affiliés au contrôle de gestion.
- **Spécificité des PME (Code 4 : Figure 2.4)** Des recherches se concentrent sur les spécificités de la stratégie dans les Petites et Moyennes entreprises (PME) JONES et al., 2014. Par exemple, les stratégies d'internationalisation BAPORIKAR, 2014 prennent un sens plus spécifique dans les PME qui disposent de moins de ressources que les plus grandes entreprises pour s'implanter sur des nouveaux marchés. Les questions liées aux actifs et les « actifs clés stratégiques » sont des choix stratégiques qui permettent à des PME d'être concurrentielles face à des « Géants » dans des secteurs spécifiques COSENZ, 2014.
- **Digitalisation (Code 5 : Figure 2.4)** Sur les dernières années, un large champ de recherche pose la question du rôle de la digitalisation dans le contrôle de gestion et la prise de décision. Les contributions s'articulent en grande partie autour des technologies de Data Visualization et Data Analytics compte tenu de l'importance grandissante des volumes et de la pertinence des données collectées par les entreprises dans les différentes composantes de leurs systèmes d'information. MÖLLER et al., 2020 identifient les niveaux organisationnels des entreprises sur lesquels la digitalisation a un impact : la fonction financière, le reporting, les compétences et la structure de l'organisation. BURRITT et al., 2016 avancent que l'Industrie 4.0 parmi laquelle la digitalisation des entreprises, pourrait permettre de mieux prendre en compte les enjeux environnementaux au travers de la comptabilité environnementale et du contrôle de gestion environnemental.

### 2.3.3 L'espace de solutions proposé dans la littérature

#### Une revue de la littérature sur l'aide à la décision

L'article de TROTMAN et al., 2011 propose une revue de la littérature sur les résultats de la recherche réalisés dans le domaine des Sciences de la Décision appliquées au Contrôle de Gestion depuis les années 1970 jusqu'aux années 2010. En lisant les résultats de TROTMAN et al., 2011 chronologiquement et par catégorie (comptabilité, audit, et contrôle de gestion), nous avons à nouveau réalisé un codage thématique dans l'intention de mettre en lumière des questions génériques auxquels ces travaux répondent :

- Comment prendre des décisions dans un contexte incertain ?
- Quels types de biais peuvent impacter la prise de décision ?
- Quelle information est requise pour prendre des décisions ?
- Qu'est-ce que le processus de prise de décisions ?
- Comment évaluer la performance des décisions ?
- Quelles sont les caractéristiques de la prise de décision dans les organisations ?
- Quelles caractéristiques impactent le système de contrôle de gestion ?
- Comment évaluer la performance de l'organisation ?
- Comment prédire la performance ?

#### Synthèse des méthodes identifiées dans l'espace de solutions

En plus des articles analysés et contribuant chacun par une proposition de méthode pour un problème spécifique, un article de revue de la littérature LEITNER et al., 2015 synthétise un nombre important de recherches basées sur les méthodes de simulation appliquées aux problèmes du contrôle de gestion. L'analyse de cet article a consisté dans un premier temps à voir si les thématiques de problèmes abordées correspondent aux thématiques identifiées dans la revue de TROTMAN et al., 2011 Il apparaît effectivement que les recherches compilées par LEITNER et al., 2015 correspondent bien aux neuf questions trouvées de la revue de TROTMAN et al., 2011. Afin de classifier les contributions à ces questions dans des familles de méthodes, un autre codage a été réalisé sur l'ensemble des articles du corpus (92 articles). Ce codage a permis, de façon temporaire, d'identifier quatre catégories de méthodes par rapport aux problèmes qu'elles permettent de résoudre ou à d'autres caractéristiques :

- Les méthodes d'allocation de ressources (« Resources Allocation »)
- Les méthodes basées sur l'atteinte d'objectifs (« Goal oriented »)
- Les méthodes axées vers la résolution de problèmes d'ordre stratégique (« Strategic Matters »)
- Les méthodes basées sur une approche systémique (« Systems Modeling »)

Les tableaux suivants réalisent la mise en correspondance des neuf questions codées dans TROTMAN et al., 2011 avec les quatre types de méthodes codées dans LEITNER et al., 2015.

Les résultats de la revue de la littérature consisteront à (i) confirmer l'existence d'une grande variété de méthode pour les décisions stratégiques (ii) identifier quelles méthodes peuvent être retenues pour la réponse à notre recherche (iii) identifier quels types travaux ne sont pas développés à ce jour (iv) élaborer les sous-questions de recherche pour le développement de notre thèse.

Les méthodes de simulation recouvrent un ensemble de méthodes. Généralement, la prise en compte de l'incertitude est implémentée par des méthodes stochastiques AOUNI et al., 2017. Certaines méthodes stochastiques sont des standards, telle que la méthode de Monte Carlo HARRISON et al., 2007.

Les méthodes de simulation permettent de modéliser le comportement des entreprises. Elles sont employées pour évaluer la performance des entreprises CHRISTENSEN et al., 1997. Elles permettent également de simuler divers types de systèmes de management et de contrôle de gestion (« MAC » : Management Accounting and Control) et d'évaluer l'impact de ces méthodes sur la performance des entreprises KOLLOCK, 1993. À la jonction de l'analyse de performance et des méthodes de gestion, des recherches implémentent des méthodes de calcul de coûts standardisées dans des problèmes de simulation BALACHANDRAN et al., 1996, LEA et al., 2002.

Les méthodes d'optimisation (« Goal Oriented ») permettent également d'évaluer la performance d'une entreprise LEA et al., 2002. Les méthodes basées sur des objectifs peuvent employer des modèles mathématiques de programmation linéaire ou de la Théorie des contraintes GOLDRATT et al., 1992. Certains des auteurs associent les modèles mathématiques d'optimisation à des méthodes de calculs de coûts standardisées également YANG et al., 2020

De la même façon, dans les méthodes de simulation ou d'optimisation, l'aide à la décision consiste dans une évaluation économique qui peut prendre la forme d'indicateurs financiers comme la valeur actuelle nette (« NPV » : Net Present Value). TZIRALIS et al., 2009 combine un processus d'optimisation et un processus de simulation pour l'analyse d'investissements.

De la même façon, les modèles d'optimisation et de simulation peuvent être supportés par une approche systémique. La représentation de l'entreprise comme un système est une approche transversale dans cet espace de solutions AXELROD, 2007, WALDROP, 1993, M. SMITH et al., 2009, BERENDS et al., 1999, WALL, 2013.

Ainsi nous avons classifié plusieurs articles dans la catégorie aux solutions de problèmes d'ordre stratégiques. Par exemple, MATSUI, 2012 propose une optimisation de l'ensemble de la chaîne logistique, HARRISON et al., 2007 relève l'importance cruciale des processus dans les entreprises, ou TOURAN et al., 2006 propose l'emploi de ses méthodes pour la planification des projets.

Quelques extraits des articles et leur catégorisation sont visibles dans les Tableaux 2.2 à 2.7 :

Revue de la littérature : Espace de Solutions	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<b>Comment prendre des décisions dans un contexte incertain ?</b>				
■ AOUNI et al., 2017 « The stochastic goal programming (SGP) was one of the aggregating procedures proposed to solve the SC problems. »	X	X	X	
■ LEITNER et al., 2015 « A prominent methodology, which is frequently applied to questions of MAC and which falls in the class of stochastic models, is Monte-Carlo simulation. Monte-Carlo methods are basically grounded on the idea of stochastic values as inputs for computations of models, and, consequently, are often used for sensitivity analyses HARRISON et al., 2007. »				X
■ LEITNER et al., 2015 : LEA et al., 2002 : Moreover, they prove that short-and long-term profitability are not necessarily conflicting, i.e., they show that the utilization of management accounting systems that increase short-term profit also appear to be beneficial with respect to long-term profit.		X		
■ TZIRALIS et al., 2009 : « Investment attributes definition occurs by genetic algorithm optimization, while the analysis of the investment is realized through simulation. The method also proposes the NPV Expected Shortfall and the NPV Risk Preference Index as investment evaluation criteria. »			X	
<b>Quels types de biais peuvent impacter la prise de décision ?</b>				
■ LEITNER et al., 2015 : « by employing a variant of the NK-model investigates the effects of imperfect decision-facilitating and decision-influencing information for different levels of complexity of the decision-problems and under the regime of different reward structures, other coordination mechanisms and learning capabilities of decision-makers. While the simulation results indicate that these “variables” interfere in a subtle way with respect to firm performance, suggesting that imperfect information eventually might also yield positive effects on overall performance »	X	X		
■ LEITNER et al., 2015 : « While these research efforts reflect unsystematic errors in the ex-ante evaluations of alternatives, further simulation-based research activities were made in order to investigate the effects of systematic errors (biases), when evaluating alternatives. Employing a simulation based on stochastic processes, adaptive processes tend to reproduce success and, thus, lead to a bias against risky and novel alternative options. In a somewhat reverse perspective, it might be beneficial to induce a “pro-innovation-bias” in organizations as a counterpart to several traditional “mechanisms” »			X	X

Table 2.3 – Revue de la littérature : Espace de Solutions 2/6

Revue de la littérature : Espace de Solutions	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<p><b>Which information is required to make decisions ?</b></p> <p>■ LEITNER et al., 2015 : « With respect to induction in the context of management research, on the other hand, there are always the problems of data availability and measurement HARRISON et al., 2007. Simulation methodologies allow for facing this particular complexity (AXELROD, 2007 ; WALDROP, 1993). Simulation can be regarded as being a promising methodology, which combines the advantages of both induction and deduction. When building simulation models, one typically starts with specifying a set of explicit assumptions regarding the system of concern (e.g., an organization). »</p> <p>■ LEITNER et al., 2015 : « RAGHUNATHAN, 1999 focuses on a central question related to managerial decision-making : how does information quality and decision-maker quality impact decision quality ? He employs a stochastic simulation approach and argues that the quality of information can be crucially affected by information technology. In order to express the quality of the information provided to the decision-maker, RAGHUNATHAN, 1999 uses an accuracy measure as a proxy for data quality dimensions (cf. also WANG et al., 1996). »</p>	X	X	X	X
<p><b>Qu'est-ce qu'un processus de décision ?</b></p> <p>■ LEITNER et al., 2015 : « ZHANG et al., 2009 investigate ways to increase the efficiency of organizational planning procedures in complex product development projects. In particular, they apply an agent-based simulation approach, which considers human behavior, task networks, and organizational interdependencies. They generate a number of management insights. For example, they find that job-rotation can be a satisfying strategy for balancing workload. They also provide evidence that the process of team formation does not only need to consider characteristics of team members, but also the features of the product development process and that, in order to plan efficiently, it is not necessarily required to keep all team members capacities at a high level. »</p> <p>■ LEITNER et al., 2015 : « Among the various simulation-based research efforts in the domain of organizational design we put particular emphasis on the relatively new field of agent-based simulation models : In this context, agents are autonomous decision-making entities which pursue certain objectives (e.g. BONABEAU, 2002 ; SAFARZYNSKA et al., 2010 » ;</p> <p>■ TEFATSION, 2006 : « Agents may represent individuals » ; « it allows to map hierarchical structures of heterogeneous decision-making agents in terms of business units, departments and individual managers (CHANG et al., 2006 ; ANDERSON, 1999). Dosi et al., 2003, building on the framework of NK-fitness landscapes, focus on the decomposition of organizational decision problems into partial problems in terms of a “division of cognitive labour »</p>			X	

Table 2.4 – Revue de la littérature : Espace de Solutions 3/6

Revue de la littérature : Espace de Solutions	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « Another “mode” of search and strategic decision-making is investigated by GAVETTI et al., 2005. By employing an agent-based simulation approach based on the idea of NK fitness landscapes, the authors investigate analogical reasoning, i.e., applying insights developed in one context to a new setting (p. 693). »</p>			X	X
Comment évaluer la performance de la prise de décision ?				
<p>■ BALACHANDRAN et al., 1996 - « Cost of congestion, operational efficiency and management accounting »</p>	X			
<p>■ YANG et al., 2020 : « This study proposes a decision model of Activity-Based Costing (ABC) concept and Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) techniques that integrates the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL), Analytic Network Processes (ANP), the ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) and Zero-One Goal Programming (ZOGP) »</p>		X	X	
Quels sont les spécificités de la prise de décision dans les organisations ? ?				
<p>■ FARHADLOO et al., 2016 - Modeling customer satisfaction from unstructured data using a Bayesian approach - « Written opinions constitute unstructured input data, which are first transformed into semi-structured data using an existing method for aspect-level sentiment analysis. Next, the overall customer satisfaction is modeled using a Bayesian approach based on the individual aspect rating of each review. This probabilistic method enables the discovery of the relative importance of each aspect for every unique product or service. »</p>		X		
<p>■ MATSUI, 2012 : « We first present the total optimal solution of the supply chain as the benchmark. The following lemma would hold if total optimization of the whole of the supply chain were attainable. »</p>		X	X	
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « One can regard the rise of simulation as research methodology as the natural consequence of the fact that organizational and managerial behavior typically result from complex and interdependent processes HARRISON et al., 2007. »</p>			X	X
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « Based on a review of forecasting procedures for project cost escalation and empirical data, they set up a stochastic simulation that considers uncertainty in terms of delays and different characterizations of escalations. By doing so, TOURAN et al., 2006 provide a simulation model that can be utilized for project planning decision support. »</p>			X	

Table 2.5 – Revue de la littérature : Espace de Solutions 4/6

Revue de la littérature : Espace de Solutions	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « From a meta-perspective, one can regard simulation experiments as the construction of a model that represents a specific entity, which can, e.g., be organizations or groups of individuals. By experimentation with this descriptive computer model (e.g., by varying variables and their interrelationships), researchers aim at investigating the effect on the system's behavior, e.g., with respect to system (in)stability or a particular notion of performance (J. S. SMITH, 2003 ; BERENDS et al., 1999 ; WALL, 2013). »</p>				X
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « The main question of concern is speed and efficiency of system adaptation (e.g., RIVKIN et al., 2007). The model class originally stems from evolutionary biology (KAUFFMAN et al., 1987 ; KAUFFMAN, 1995), but was successfully transferred to the domain of management science (LEVINTHAL, 1997), so that it can be applied to questions of MAC. The core feature of NK fitness landscapes is the explicit modeling of interactions among attributes, explaining its value for research in managerial science »</p>				X
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « a simulation, based on the idea of NK fitness landscapes, to analyze, how well different organizational forms can cope with changes in the environment while searching for higher levels of performance »</p>				X
Quelles décisions impactent le contrôle de gestion (MAC - Management Accounting) ?				
<p>■ SCHNEEWEISS, 2003 : draws on Social Network Theory (SNT) as offering an explanation about how the dynamic processes implicit in his framework may operate in effecting change within organizations and as a consequence, why particular pathways may be adopted</p>	X			
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « KOLLOCK, 1993 places his research on the edge of cooperation and accounting systems. In particular, by stochastic simulation he investigates advantages of different strategies for cooperation given (i) different accounting systems for tracking exchanges and (ii) noise. Strategies for cooperation basically stem from the prisoner's dilemma. With respect to different types of accounting systems, KOLLOCK, 1993 distinguishes between relaxed and restrictive systems. He characterizes relaxed accounting systems by not necessarily balanced accounts where not all records are tracked in very much detail, while the rules incorporated into restrictive accounting systems are much more narrow. Kollock (1993) argues that implementing flexible accounting systems (at least for internal purposes) can bring along its advantages. One argumentation could be that flexible systems do not react to noise as strongly as restrictive accounting systems do. »</p>		X	X	X

### Revue de la littérature : Espace de Solutions

	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<p>■ BURTON et al., 1989 : Using historical information in the design of a decentralized firm's budgetary planning system - « Scope and Purpose-Mathematical models can be used to model organizations. Decomposed linear programming models have in particular been used to model interactive planning in hierarchical organization. In this paper a budgeting procedure is simulated and the effect on performance of different use and availability of information is investigated. »</p>			X	
<p>■ GONZÁLEZ et al., 2000 : « In this paper we propose the use of fuzzy sets to represent the provisional information related to costs, demands and other variables. Moreover, we suggest including the problem of shortest route for the distribution vehicles. Finally, to solve this complex problem we propose using a genetic algorithm with a fuzzy fitness function. »</p>			X	
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « Moreover, simulation techniques allow for addressing the complexities and interdependencies of (entire) organizations, and for overcoming difficulties that arise from distributed decision-making or multiple interrelated layers of decision-making authority within organizations (JAHANGIRIAN et al., 2010) ».</p>				X
<b>Comment évaluer la performance des organisations ?</b>				
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « By stochastic simulation, LEA et al., 2002 focus on how the management accounting system and the methodology to determine the product mix impact on (short- and long-term) performance for different shop characterizations, that is shops with flat and deep product structure. With respect to the type of management accounting system, they examine the case of traditional costing systems, activity-based costing systems, and throughput accounting. For the case of product mix decisions, they consider two algorithms, one complex algorithm that is basically based on linear programming and considers a lot of constraints (LP), but might be difficult to solve, and one alternative algorithm that is based on the Theory of Constraints product mix heuristic (TOCh) and only considers dominant bottlenecks as constraints (GOLDRATT et al., 1992). »</p>		X	X	
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « In particular, there is a body of literature that focuses on the effect of errors in costing systems and procedures on the quality of provided information. CHRISTENSEN et al., 1997 investigate the case of a multiproduct setting and the ability to define (or estimate) separable cost functions. In particular, they ground the ability to define separable cost functions on a particular nested technology (e.g., production function specifications) and test the ability of activity-based costing procedures to produce relatively accurate estimates of marginal costs. »</p>				X

Table 2.7 – Revue de la littérature : Espace de Solutions 6/6

Revue de la littérature : Espace de Solutions	Resources Allocation	Goal Oriented	Strategic matters	Systems Modeling
<p>■ « In their seminal paper, LABRO et al., 2007 investigate the effect of (measurement, aggregation, and specification) errors on the accuracy of costing information in a two-stage activity-based cost allocation procedure. They employ a stochastic simulation approach. »</p> <p>■ NIELSEN et al., 2014 : An example of System Dynamics Modelling's use in the design of a Balanced Scorecard - « This paper focuses on how System Dynamics Modeling (SDM) can contribute to an increased understanding of business in an 'analytics' setup. Such improved understanding is necessary to identify the variables that most effectively support a company's strategy in a Balanced Scorecard (BSC). By combining the idea of a BSC as a causal loop system with systems thinking, the current paper aims to address not only the conceptual domain concept of 'comprehensiveness' related to BSC, i.e. the 'scope' (learning) and 'differentiation' (system dynamics causality and feedback), but also the methodological domain concept of 'precision' (solution by differential equations) »</p>			X	X
<b>Comment prédire la performance ?</b>				
<p>■ LEITNER et al., 2015 : « From a long-range perspective, ZOTT, 2003 investigates how differences in firm performance within an industry arise. Therefore, he sets up a simulation model that considers dynamic capabilities that endogenously evolve through experimentation and imitation, that is, through internal and external search for configurations of organizational resources and/or operational routine »</p> <p>■ LEITNER et al., 2015 : « SIGGELKOW et al., 2005 employ a simulation, based on the idea of NK fitness landscape. Results indicate that in the most demanding case of highly turbulent environments in combination with high decisional complexity, two organizational forms turn out to be most appropriate : first, an organization making use of lateral communication and rewards based on firm performance, and, second, an organization with highly centralized decision-making »</p> <p>■ By stochastic simulation, FENG et al., 2010 investigate the efficiency of rolling horizon planning procedures. In particular, they analyze the efficiency of rolling horizon models of (i) fully integrated, (ii) partially integrated, and (iii) decoupled sales and operations planning against fixed horizon planning models</p> <p>■ MIRZAEY et al., 2017 : Consider Financial accounting and Statistic Methods as past oriented, when Artificial Intelligence and Management Accounting is looking forward.</p> <p>■ GAVETTI et al., 2005 : « the framework of NK fitness landscapes, put more focus on the processes of strategic decision-making with respect to long-term performance, by analyzing forward-looking search processes in contrast to backwardlooking ones »</p>				

### 2.3.4 Synthèse

La méthodologie proposée pour définir la question de recherche a donc consisté en deux étapes. D'abord une enquête auprès de dirigeants d'entreprises pour identifier leur besoin industriel, et ensuite, une revue de la littérature pour identifier comment y répondre. Sur la base de cette méthodologie, on peut donc conclure sur deux affirmations :

- Les méthodes d'optimisation et de simulation dans leur grande variété sont utilisées pour répondre à des problèmes de prise de décision notamment stratégique. Elles permettent même d'apporter des solutions à quasiment l'ensemble des problèmes d'aide à la décision c'est-à-dire qu'elles couvrent un grand nombre de problèmes (Allocation de ressources, Problèmes basés sur des objectifs, Problèmes d'ordre stratégique). Elles peuvent donc être utilisées pour aider les dirigeants à prendre des décisions prospectives.
- Les méthodes d'aide à la décision type optimisation ou simulation ne sont pas développées sur la base d'une approche systémique de l'entreprise pour prédire les performances de l'entreprise. L'étude d'une approche systémique sera donc privilégiée si elle permet d'aider les décisions stratégiques.

Un écart dans la littérature semble donc concerner la jonction de ces méthodes : optimisation, simulation, et approche systémique pour prédire les performances des entreprises. Or, la littérature propose un ensemble de méthodes de type optimisation et simulation pour résoudre les problèmes d'ordre stratégique. Face aux enjeux identifiés dans l'enquête auprès des dirigeants, on trouve bien en correspondance les méthodes d'optimisation et de simulation comme des réponses aux besoins de prise en compte de l'incertitude dans les décisions stratégiques. L'usage de ces méthodes sera donc une composante essentielle des réponses que cette thèse va développer.

## 2.4 Formulation des questions de recherche

Cette section permet de synthétiser l'état de l'art et des pratiques en entreprise pour développer notre thèse pour l'aide à la décision des dirigeants de PME autour de la question principale (QPR) suivante : **QPR : Comment aider les dirigeants d'entreprise à prendre des décisions stratégiques prospectives ?**

En effet, d'après l'enquête auprès des dirigeants et la revue de la littérature :

- La notion de décision stratégique est bien la réalité du métier des dirigeants d'entreprises. Elle se définit comme les choix relatifs aux domaines d'activité stratégique d'une entreprise. Elle prend forme dans la planification, la réalisation et le suivi des activités.
- Les formalisations de la stratégie sous forme d'objectifs et de documents prennent des formes variables dans les entreprises. Les budgets financiers sont une constante que l'on retrouve dans toutes les entreprises. Cependant, les dirigeants rencontrent des difficultés pour formaliser les modèles de création de valeur de leurs entreprises à l'aide des outils existants (majoritairement des tableaux). Un objectif de cette thèse sera donc de fournir aux dirigeants un cadre conceptuel pour la modélisation de leur entreprise.

La première sous-question de recherche (SQR) sera donc : **SQR-1 : Comment modéliser une entreprise par une approche orientée vers la valeur ?** La réponse

à cette question apportera une contribution qui emploie l'ingénierie des modèles pour représenter l'entreprise à partir de sa stratégie.

La deuxième sous-question de recherche aura pour objectif d'éclairer le résultat précédent en précisant la dynamique entre les actifs (les ressources de l'entreprise) qui permettent de créer de la valeur : **SQR-2 : Quelle est la dynamique de création de valeur entre les actifs de l'entreprise ?** La contribution qui en découlera permettra de combler un écart dans la littérature dans la mesure où l'approche systémique n'est pas généralement employée dans des problèmes de prévision de performance des entreprises.

- Les outils actuels utilisés par les dirigeants de PME pour la planification stratégique et financière n'emploient pas nécessairement les méthodes d'optimisation qui sont pourtant développées dans de nombreux autres domaines. La troisième sous-question de recherche visera à montrer : **SQR-3 : Comment optimiser les actifs d'une entreprise pour maximiser sa valeur ?**
- Les outils actuels employés par les dirigeants de PME ne permettent pas de projeter l'impact de l'incertitude sur les performances de leur entreprise. La dernière sous-question de recherche sera donc : **SQR-4 : Comment employer les capacités de scénarisation pour l'aide à la décision stratégique ?** Ici la proposition consistera à élever le problème d'optimisation en un plan d'expériences. Ce plan d'expérience permettra de prévoir le potentiel de valeur d'une entreprise dans un grand nombre de scénarios, c'est-à-dire, prenant en compte à un premier degré, l'impact de l'incertitude. L'analyse de ce plan d'expérience offrira également une aide à la décision stratégique par l'analyse de l'impact des facteurs sur la performance de l'entreprise.



# 3

## Modélisation des actifs et de leurs interactions pour l'aide à la décision en entreprise

3.1	Introduction au cadre conceptuel . . . . .	37
3.2	État de l'art sur la prise en compte des actifs . . . . .	38
3.2.1	Motivation du cadre conceptuel pour l'aide à la décision . . . . .	38
3.2.2	Motivation pour l'élaboration d'un méta-modèle orienté vers la valeur . . . . .	39
3.2.3	Motivation pour la conception d'un Diagramme de Causalité entre les Actifs . . . . .	42
3.3	Proposition d'un méta-modèle original orienté vers la valeur . . . . .	46
3.4	Proposition de diagramme de causalité des actifs d'une entreprise . . . . .	51
3.5	Cas illustratif . . . . .	59
3.5.1	Motivation . . . . .	59
3.5.2	Présentation du cas illustratif . . . . .	59
3.5.3	Présentation des 3 expériences pour développer une aide à la décision stratégique . . . . .	61
3.6	Synthèse . . . . .	71

### 3.1 Introduction au cadre conceptuel

Le présent Chapitre va développer les composantes conceptuelles de cette thèse.

D'abord, la réponse à la question de recherche « Comment aider les dirigeants d'entreprises à prendre des décisions prospectives ? nous conduit à la proposition d'un méta-modèle.

Un méta-modèle est un outil qui permet de regrouper des informations issues de différents domaines. Un méta-modèle est un modèle qui définit la structure et les règles pour créer d'autres modèles.

« Un méta-modèle est une description de la syntaxe abstraite d'un langage, capturant ses concepts et ses relations, en utilisant une infrastructure de modélisation » PAIGE et al., 2014. Il sert de modèle pour la création de modèles, d'où son nom « méta-modèle ».

En effet, un méta-modèle permet de supporter un grand nombre de modèles, dans son cadre conceptuel, et de traduire la réalité d'une grande variété de cas spécifiques : des instances BÉNABEN et al., 2016, GRETT et al., 2019.

Les méta-modèles sont généralement développés pour leur capacité à être traduits dans des machines par le codage informatique BÉNABEN et al., 2017. Certains outils permettent même d'automatiser cette étape. Cette capacité informatique permet ensuite d'intégrer des données spécifiques à un cas (instanciation) issu du monde réel ou des cas basés sur des données théoriques. La visée d'un modèle, une instance du méta-modèle, est alors de supporter une logique métier grâce aux relations qu'il définit entre les entités. Cette logique métier, spécifique à chaque entreprise, permet d'aller en direction d'une réponse sous forme d'aide aux décisions prospectives adaptée à des entreprises différentes.

Le méta-modèle proposé servira donc de base à la suite de cette thèse. Dans ce chapitre, nous montrerons que le méta-modèle, pour supporter les décisions stratégiques, peut être instancié dans une logique de simulation. La simulation permet de projeter le comportement d'un système dans le temps FORRESTER, 1990, et donc à fortiori de donner des informations prospectives sur une entreprise dont on connaît le fonctionnement.

Pour illustrer le méta-modèle, la deuxième contribution offrira un focus sur un élément central du méta-modèle : les actifs de l'entreprise (concept issu de la comptabilité). En effet, le méta-modèle présente les composantes d'une entreprise qui permettent de relier sa stratégie (à un bout) à sa valeur (à l'autre bout). Les actifs jouent un rôle central, car ce sont eux qui produisent et consomment les flux dans l'entreprise, donc ses résultats, donc sa valeur.

Le Chapitre 3 développera donc, en suivant, un diagramme de causalité entre les actifs. En effet, le méta-modèle précise que les actifs peuvent consommer ou produire des flux d'autres actifs de façon générique. Toutefois, la matérialité des actifs ou leur immatérialité limite le nombre possible d'interactions qui peuvent exister dans une entreprise. Une revue de la littérature centrée sur le concept d'actif permettra d'identifier au moins les relations entre les actifs déjà identifiées dans la littérature. On pourra mettre en lumière les boucles de causalités qui impactent la Trésorerie, c'est-à-dire, l'actif qui représente la valeur de l'entreprise. Le lien est donc fait avec la terminaison du méta-modèle orienté vers la valeur.

## 3.2 État de l'art sur la prise en compte des actifs

### 3.2.1 Motivation du cadre conceptuel pour l'aide à la décision

Pour être compétitive et durable, toute entreprise doit maximiser sa valeur. Toutefois, contrairement aux sociétés cotées en bourse qui peuvent évaluer leur valeur sur la base de leur cotation, la plupart des petites et moyennes entreprises (PME) qui ne sont pas cotées en bourse ne peuvent pas avoir un accès direct et en temps réel à cette information essentielle. Les rapports comptables traditionnels ne donnent aux décideurs des PME qu'un aperçu limité de l'impact réel de leurs décisions quotidiennes sur les performances et la valeur de l'entreprise. La plupart du temps, l'évaluation financière d'une PME n'est effectuée qu'une fois par an, car le processus associé prend du temps et des ressources, nécessitant plusieurs mois. Pour résoudre ce problème, nous proposons dans ce chapitre un méta-modèle axé sur la valeur qui permet une évaluation dynamique de la valeur d'une PME sur la base d'une large définition de ses actifs. Ces actifs couvrent un éventail plus large de ressources de l'entreprise et prennent mieux en compte les actifs immatériels. La proposition, qui sera illustrée par une étude de cas, examine les avantages de l'incorporation des actifs dans l'évaluation des PME.

Connaître la valeur d'une entreprise de façon prospective est d'une importance primordiale. Elle est nécessaire pour proposer un prix lorsque l'entreprise entre sur un marché coté, ou lorsque les propriétaires de l'entreprise décident de vendre leurs actions. La valeur peut également être communiquée aux parties prenantes dans le cadre de diverses négociations (par exemple, avec des clients, des fournisseurs ou des investisseurs). Il est généralement admis

que la prise de décision stratégique doit reposer sur la mise en œuvre de décisions visant à produire des résultats qui correspondent aux objectifs de l'entreprise et qui améliorent sa valeur. Dans le Dictionnaire en ligne de l'université de Cambridge (CAMBRIDGE, 2023), la stratégie est définie comme « un plan détaillé pour réussir dans des situations telles que la guerre, la politique, les affaires, l'industrie ou le sport, ou la capacité de planifier de telles situations ». En revanche, les décisions opérationnelles sont plus granulaires et découlent de la mise en œuvre de la stratégie. En estimant la performance financière, il est possible de fournir des variables décisionnelles significatives pour soutenir les décisions en vue d'atteindre les objectifs. Par conséquent, nous pouvons supposer qu'une vision claire de la valeur de l'entreprise est essentielle à la prise de décisions stratégiques et opérationnelles.

Malheureusement, l'évaluation de cette valeur n'est pas évidente, en particulier pour les PME. Les méthodes existantes sont généralement basées sur les états financiers qui sont produits après que les opérations financières ont eu lieu, ont été enregistrées, organisées et présentées conformément aux normes comptables. Ce processus prend du temps et des ressources et ne fournit généralement qu'une évaluation a posteriori de l'entreprise. La plupart du temps, en particulier pour les PME, la valeur n'est calculée qu'une fois par an, d'un point de vue a posteriori. Et elle n'est basée que sur un critère financier. Malheureusement, cette approche présente de nombreuses limites, car la majeure partie de la valeur d'une entreprise est également liée à d'autres caractéristiques telles que le capital humain ou la réputation.

En outre, la plupart des méthodes d'évaluation existantes ne considère pas les incertitudes comme une composante de leur évaluation. Comme le mentionne BENNIS et al., 1986, dans le monde actuel de la volatilité, de l'incertitude, de la complexité et de l'ambiguïté (VUCA), l'hypothèse déterministe n'est plus valable. Nous développerons un méta-modèle qui répond à ces enjeux. Nous examinerons en particulier le potentiel de ce méta-modèle à enrichir les méthodes conventionnelles en matière d'information financière et de comptabilité de gestion au regard de notre question de recherche : comment soutenir l'aide à la décision prospective ?

### **3.2.2 Motivation pour l'élaboration d'un méta-modèle orienté vers la valeur**

Dans cette section, nous examinons les principaux concepts nécessaires à l'élaboration d'un modèle d'entreprise qui part de la stratégie en tant que niveau supérieur de prise de décision et aboutit à une évaluation financière de l'entreprise. Le modèle doit être en mesure de tenir compte de l'impact de l'incertitude sur les performances d'une entreprise et donc sur sa valeur.

La valeur, concept clé de cette section, est abordée en premier lieu, avec une définition plus précise de la stratégie. Nous présentons ensuite les processus de l'entreprise comme le moyen d'atteindre les objectifs d'une entreprise. Ensuite, nous discutons d'une définition plus large des ressources employées dans les processus avec le concept d'actifs. Enfin, la prise en compte de l'incertitude dans le méta-modèle est détaillée dans la dernière sous-section.

#### **La valeur d'une entreprise comme aide à la décision stratégique**

L'évaluation de la valeur d'une entreprise est un processus crucial dans le monde des affaires, car elle permet aux propriétaires de l'entreprise de prendre les décisions les plus importantes pour leur entreprise : vendre, acquérir, investir, etc... BARNETO et al., 2021

Les méthodes actuelles sont regroupées en trois catégories : (i) les méthodes basées sur les actifs et les flux SCHMIDLIN, 2014, (ii) les méthodes comparatives HOWELL III et al., 2001, (iii) les méthodes mixtes BARNETO et al., 2021. La première catégorie analyse la valeur d'une entreprise en fonction de la valeur de ses actifs et de ses revenus financiers. La deuxième catégorie évalue la valeur d'une entreprise en fonction de son secteur d'activité et de ses concurrents. La troisième catégorie de méthodes est une combinaison des deux premières

catégories. Chacune de ces méthodes recueille des données dans les états financiers qui incluent l'incertitude avec simplement au plus un scénario pessimiste, un scénario nominal et un scénario optimiste. Ces méthodes s'appuient également sur une gamme limitée d'actifs et ne tiennent pas compte de tous les actifs existants tels que le capital humain ou la réputation. Dans la première catégorie, la littérature fournit différentes méthodes d'évaluation des actifs BARNETO et al., 2021. Elles convergent vers des méthodes qui considèrent chaque actif indépendamment de sa contribution à la performance de l'entreprise. Récemment, de plus en plus d'articles AMADI-ÉCHENDU et al., 2010, HUGHES et al., 2019 tendent à analyser les combinaisons d'actifs à cette fin et traitent des actifs immatériels tels que la connaissance, le capital humain, les données, les processus d'entreprise, qui ne sont pas nécessairement comptabilisés dans les états financiers.

L'un des premiers articles sur l'évaluation des actifs informatiques NOLAN et al., 2005 fournit une méthode d'estimation qui avertit les décideurs de la criticité des ressources informatiques immatérielles. Les auteurs proposent de comptabiliser les actifs matériels informatiques et de multiplier par 10 leur valeur pour évaluer la valeur immatérielle.

Une méthode couramment utilisée pour la gestion des actifs financiers dans les projets d'investissement est la méthode des flux de trésorerie actualisés LUEHRMAN, 1997. Cette méthode proposée dans les années 1930 GRAHAM, 1939 permet aux entreprises d'incorporer, par calcul, l'impact du temps sur la valeur actuelle nette des flux de trésorerie futurs. Cette méthode est ensuite admise pour l'évaluation de l'ensemble de l'entreprise sur la base des prévisions du tableau de flux de trésorerie.

L'analyse de portefeuille est proposée comme méthode pour comparer et agréger l'évaluation d'un ensemble d'actifs HOWELL III et al., 2001. Elle est basée sur l'intégration de différentes tendances grâce à différentes mesures qui peuvent avoir un impact sur la valeur financière des actifs. Par exemple, un groupe d'actifs peut être évalué en fonction de son exposition au risque sectoriel. En outre, les actifs financiers tels que les actions ou les options bénéficient d'une grande variété de méthodes d'évaluation telles que le modèle d'évaluation des actifs financiers - MEDAF (Capital Asset Pricing Model - CAPM) ROSS, 1976.

La méthode des options réelles applique un processus stochastique à la valeur financière future d'un actif POSEN et al., 2018, CAI et al., 2006. Elle est à la fois pertinente sur le marché des options (les options sont un type spécifique d'actifs financiers dont la valeur peut être calculée par la méthode des options réelles). Ou encore, elle peut être utile pour l'évaluation de l'ensemble de l'entreprise, étant donné que ses capitaux propres représentent la valeur à date et que le revenu peut augmenter ou diminuer conformément au modèle stochastique. Même si ces méthodes intègrent différents facteurs susceptibles d'influer sur la valeur des actifs, elles considèrent toutes les actifs comme des inducteurs indépendants de la performance et de la valeur de l'entreprise.

L'analyse de portefeuille d'actifs HOWELL III et al., 2001, MOURA-LEITE et al., 2012, YANG et al., 2020 représente une tendance importante dans la littérature lorsqu'il s'agit d'un ensemble d'actifs. L'analyse de portefeuille considère que chaque actif contribue à la performance globale du propriétaire ou du gestionnaire de l'actif. De plus, la norme ISO 55000 introduit le concept de « système d'actifs ». De ce point de vue, les actifs de l'entreprise sont reliés par des interrelations potentielles et effectives qui conduisent dynamiquement à la performance de l'organisation.

Comme présenté dans les paragraphes suivants, nous considérons que la première catégorie de méthodes d'évaluation financière est adaptée à l'évaluation des entreprises, mais trop

restrictive par une prise en compte limitée des actifs. De plus, ces méthodes n'intègrent pas la prise de décision stratégique ou opérationnelle sur l'entreprise-système. Enfin, la conception de processus peut intégrer un éventail d'actifs plus large que celui habituellement considéré en comptabilité et en génie industriel.

### **La stratégie comme point d'entrée**

Selon MINTZBERG, 1987, toute personne à qui l'on demanderait une définition de la stratégie répondrait que la stratégie est un plan : « Selon cette définition, les stratégies présentent deux caractéristiques essentielles : elles sont élaborées avant les actions auxquelles elles s'appliquent et elles sont développées de manière consciente et ciblée. » Dans son dictionnaire, MINTZBERG, 1987 donne une autre définition de la stratégie : « un plan, une méthode ou une série de manœuvres ou de stratagèmes pour obtenir un objectif ou un résultat spécifique ». Dans GRANT, 2008, la stratégie est la mise en œuvre efficace « d'objectifs simples, cohérents et à long terme », « d'une compréhension profonde de l'environnement concurrentiel » et « d'une évaluation objective des ressources ». La modélisation d'entreprise, qui vise à évaluer l'entreprise, nécessite d'intégrer la stratégie de l'entreprise à travers la capacité des décideurs à définir ses objectifs.

### **Les processus, outils de la stratégie pour atteindre les objectifs**

Pour GRANT, 2008 pour une mise en œuvre efficace de la stratégie consiste à définir des « objectifs simples, cohérents et à long terme ». Nous retrouvons cette formulation dans la norme ISO/IEC 33020 :2019 « Technologies de l'information - Évaluation des processus ». « La capacité d'un processus est une caractéristique de qualité liée à l'aptitude d'un processus à répondre de manière cohérente aux objectifs actuels ou prévus de l'entreprise ». Selon cette définition, les processus sont utilisés dans les entreprises pour atteindre les objectifs fixés.

### **Les actifs en tant que système**

Dans la norme *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0 s. d.*, les ressources sont spécifiées comme étant un concept ouvert qui définit toute ressource utilisée pour réaliser un processus : « La classe Ressource est utilisée pour spécifier les ressources qui peuvent être référencées par les activités. Ces ressources peuvent être des ressources humaines ainsi que toute autre ressource affectée aux activités au cours de l'exécution du processus ». Ce concept est suffisamment générique pour prendre en charge n'importe quelle catégorie d'actifs proposée dans nos travaux. Mais la norme BPMN précise également que « la définition d'une ressource est « abstraite » parce qu'elle ne définit que la ressource, sans détailler comment elles participent au processus, ou interagissent. » Les actifs peuvent correspondre à une définition plus large que les ressources communément admises dans la conception des processus industriels. La typologie des actifs issue d'une revue de la littérature spécifique sera présentée après l'explication du méta-modèle.

### **L'incertitude et sa prise en compte dans la valorisation de l'entreprise**

L'une des principales limites des méthodes actuelles d'évaluation des entreprises réside dans leur approche déterministe, alors que l'environnement évolue rapidement BEN TALEB et al., 2021. Les méthodes comparatives intègrent le risque du secteur en comparant l'entreprise évaluée à ses concurrents ou à d'autres entreprises ayant les mêmes activités BARNETO et al., 2021. Néanmoins, les méthodes basées sur les actifs et les flux n'incluent pas les risques spécifiques à l'entreprise. Pour la définition de l'incertitude, nous nous référons au cadre de la physique de la décision (Physics Of Decision Framework, POD) MORADKHANI et al., 2021, CERABONA et al., 2020. Le cadre POD permet de définir l'incertitude avec des « potentiels » qui ont un impact sur les systèmes représentés. Ces potentiels comprennent les caractéristiques du système, les interactions entre les éléments du système, les aspects financiers et la capacité d'innovation du système. Il considère également la prise de décision comme la fonction qui réduit les différences entre « l'état actuel du système et ses objectifs ».

### 3.2.3 Motivation pour la conception d'un Diagramme de Causalité entre les Actifs

Le méta-modèle repose sur la capacité des actifs à produire et consommer des flux qui constituent la valeur de l'entreprise. Les actifs sont le cœur de ce méta-modèle. Il est donc nécessaire de clarifier la dynamique potentielle entre les actifs. La motivation de ce Diagramme de Causalité en complément du méta-modèle est détaillée dans cette sous-section au travers d'une typologie des actifs identifiés dans la littérature. Dans la mesure où les actifs sont un concept clés de la comptabilité financière (ils sont représentés dans le bilan financier) on recherchera à étendre l'approche purement comptable par une analyse de la littérature académique sur le terme « asset » qui recoupe des définitions plus étendues. On se basera notamment sur la « Resource-Based View » comme théorie qui développe de nombreuses recherches sur le rôle critique des ressources pour les entreprises. La « Resource-Based View (RBV) » est une théorie de la stratégie d'entreprise qui met l'accent sur l'importance des ressources internes uniques et des capacités spécifiques d'une organisation pour obtenir un avantage concurrentiel soutenu. Elle affirme que la possession de ressources rares, précieuses, difficiles à imiter et non substituables forme la base d'une performance supérieure et durable pour une entreprise KOZLENKOVA et al., 2014.

#### Contexte

Quelques auteurs comme BEN TALEB et al., 2023a, BARNETO et al., 2021, PHILIPPART, 2018 ont démontré l'importance d'inclure tous les actifs de l'entreprise dans le processus de prise de décision afin d'améliorer la performance de l'entreprise. Selon les normes comptables, les actifs sont les ressources contrôlées par une entreprise et qui peuvent générer des revenus *IFRS - Conceptual Framework for Financial Reporting 2022*. La plupart des actifs peuvent être comptabilisés dans le bilan, qui est l'un des états financiers annuels obligatoires.

Néanmoins, la comptabilité fournit des lignes directrices pour des actifs spécifiques, notamment des actifs immatériels tels que la marque, dont l'évaluation est difficile, et donne des règles qui excluent un grand nombre de ressources de la comptabilisation en tant qu'actifs *IFRS - Conceptual Framework for Financial Reporting 2022*. Cependant, seules des approches qualitatives et conceptuelles semblent avoir été proposées pour l'instant dans la perspective de la modélisation d'entreprise basée sur les actifs BEN TALEB et al., 2021.

Parallèlement, LEITNER et al., 2015 ont analysé l'utilisation des techniques de simulation pour résoudre des questions comptables et financières au cours des 50 dernières années. Ils ont montré que les modèles existants ne considéraient jamais l'entreprise de manière systémique et que seuls certains actifs comptables étaient généralement examinés. De toute évidence, les modèles systémiques ont été utilisés pour évaluer les différentes dimensions de la performance opérationnelle d'une entreprise RAHIMIFARD et al., 2009, mais jamais pour évaluer ou prédire sa performance financière LEITNER et al., 2015, et donc sa valeur. Des auteurs tels que NALCHIGAR et al., 2014 ont proposé des modèles qui incluent les influences externes et internes sur la performance des entreprises, mais pas dans une perspective axée sur les actifs.

De leur côté, RAHIMIFARD et al., 2009 ont modélisé, dans une perspective axée ressources, le cas d'une seule unité de production manufacturière. Bien qu'il soit axé sur les actifs, ce modèle est loin de prendre en compte tous les actifs d'une entreprise. Par conséquent, nous pensons qu'il est possible de l'améliorer en cherchant à répertorier de manière exhaustive tous les actifs comptables et non comptables d'une entreprise ; en cherchant à les relier en termes de relations de cause à effet sur les flux de trésorerie.

La deuxième contribution de cette thèse vise à identifier et à formaliser les liens de causalité qui existent entre les différents actifs d'une entreprise afin de maximiser sa valeur globale. L'ambition de ce travail de recherche est de permettre aux praticiens d'instrumenter des modèles d'évaluation ex post et ex ante de type simulation ou optimisation.

Le paragraphe suivant détaille la méthodologie développée pour établir la typologie des actifs et l'identification de leurs relations potentielles dans les entreprises.

## Méthodologie

La première étape de notre méthodologie de recherche vise à répondre à la question suivante :

- Quels types d'actifs sont identifiés dans la littérature ?

Pour répondre à cette première question, nous nous sommes d'abord référés aux actifs existants dans les normes comptables *IFRS - Conceptual Framework for Financial Reporting 2022*. Ensuite, nous avons recherché dans la base de données Scopus les articles contenant les mots-clés « asset » OU « resource-based view » afin d'explorer la littérature. La première étape du processus consiste à distinguer et à exclure les articles qui ne traitent que des actifs financiers, à savoir les actions de la société, les options, les obligations et tous les autres actifs financiers dont la valeur est basée sur la performance d'une société sous-jacente. L'objectif de cette recherche est de trouver dans la littérature les occurrences du terme « actif » qui élargit le concept comptable en signifiant qu'il s'agit d'une ressource utilisée par une entreprise pour créer de la valeur. Nous avons ensuite identifié la liste des actifs de toute entreprise, par la méthode du codage GRENIER et al., 2014, afin de regrouper les différentes ressources dans des catégories spécifiques. Pour compléter ce processus et renforcer l'analyse documentaire, nous avons ensuite traité plusieurs requêtes avec la structure suivante « type d'actif est un actif » pour confirmer que la littérature contient cette affirmation (tableau 1). Ainsi, nous avons testé ces hypothèses à chaque fois qu'une catégorie d'actifs était identifiée par l'analyse qualitative précédente. Les résultats des tests ont confirmé chaque catégorie d'actifs.

**Table 3.1** – Requêtes dans le Résumé, le Titre et les Mots-clés

#	Request in Abstract, Title and Key Words	Articles	Results
1	« customer portfolio » AND asset	20	7
2	« human resources as an asset »	4	4
3	« information technology » PRE/2 asset	100	10+
4	« innovation » PRE/1 asset	93	5+
5	« material asset »	265	10+
6	« organization as an asset »	3	1
7	« product portfolio » PRE/2 asset	2	1
8	« reputation is an asset »	4	4
9	« stock is an asset »	2	2
10	« supply network » PRE/2 asset	8	6
11	« cash flow cycle » AND asset	2	1

Le tableau 3.1 présente les requêtes précises effectuées dans Scopus, le nombre d'articles renvoyés par Scopus et les colonnes de résultats qui comptent combien de ces réponses correspondent à la définition de l'actif que nous cherchons à comprendre. On compte « au moins » s'il y a un « + », par exemple : il y a « au moins dix articles pour les actifs matériels ».

Dans notre recherche, le terme « actif » en tant que « ressource pouvant générer des revenus » n'est pas nécessairement « contrôlé » comme l'exigent les normes comptables. Les ressources humaines ne sont pas des actifs pour les IFRS CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR FINANCIAL REPORTING, 2023 car les contrats qui les lient à l'entreprise ne sont pas (et ne doivent pas être) des contrats de propriété. En outre, le critère de comptabilisation d'un actif « qui génère des revenus » n'est admis en comptabilité que lorsque le flux de trésorerie est opéré

c'est-à-dire qu'il a fait l'objet d'une transaction. Nous remarquons que les ressources d'un système peuvent participer à la génération de revenus ou de flux de trésorerie indirectement en ayant un impact sur d'autres actifs.

Ainsi, notre définition des actifs est basée sur un socle de définition commun avec les IFRS CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR FINANCIAL REPORTING, 2023, mais va au delà ce que qu'il est possible de trouver dans des états financiers établis selon ces standards. On aura donc identifié, dans la littérature, une plus grande variété de types d'actifs que ce qui est possible de prendre en compte en comptabilité.

## Identification des actifs

Cette sous-section est le premier résultat de la méthodologie mise en place pour établir une typologie des actifs identifiés dans la littérature. Elle est un prérequis au Diagramme de Causalités des actifs développé dans la section 3.3 de ce Chapitre. Sur la base de la définition selon laquelle un actif est une ressource utilisée par les entreprises pour créer de la valeur, nous les avons classés dans les catégories suivantes.

**Les Clients** : M. SMITH et al., 2009 ou NALCHIGAR et al., 2014 considèrent les clients comme un actif pour toute entreprise. Ils considèrent les relations avec les clients comme une ressource qui explique les performances de l'entreprise. Ils identifient les « relations avec la clientèle ou le capital marque » comme un facteur essentiel de la valeur marchande des entreprises. M. SMITH et al., 2009 souligne que les investissements en faveur de la satisfaction et de la fidélisation de la clientèle soutiennent les performances de l'entreprise.

**Les Ressources humaines** : Les ressources humaines sont directement identifiées comme un actif de l'entreprise. BOLLINGER et al., 2001 explique que la connaissance dérivée de « l'intelligence collective et des compétences des employés » est une ressource clé pour les entreprises. En outre, BARNEY et al., 1998 explique que « les rapports affirment sans ambages que le personnel de l'entreprise est son atout le plus important ».

**Les Technologies de l'information** : Les technologies de l'information sont clairement considérées comme un actif essentiel de l'entreprise par FINK et al., 2017 et les actifs informatiques soutiennent les autres actifs de l'entreprise.

**L'Innovation** : L'innovation est un actif qui fusionne différentes formes d'investissement dans de nouveaux processus, de nouvelles ressources ou de nouveaux produits. Elle peut prendre diverses formes, telles que des prototypes ou des brevets. La capacité d'innovation des ressources d'une entreprise est également considérée comme la principale explication de l'innovation dans les entreprises pharmaceutiques HESS et al., 2011.

**Les Ressources matérielles** : Il s'agit de tous les matériaux nécessaires à la production, des consommables à court terme aux équipements à long terme tels que les machines, les terrains et les véhicules, comme nous l'avons vu dans ASCM, 2022 (Association for Supply Chain Management). Par exemple, RIPPEL et al., 2016 considèrent les unités de fabrication comme des actifs pour les entreprises.

**L'Organisation** : Les certifications ISO 9001 ou 14000 sont des méthodes de gestion qui procurent un avantage à l'entreprise et à son organisation. Ainsi, HART et al., 2011 et BOTTERWECK et al., 2014 considèrent les certifications de management comme des actifs de l'entreprise. Nous déduisons de plusieurs définitions que les méthodes de gestion sont un indice permettant d'identifier l'organisation comme un actif spécifique. L'ASCM définit les méthodes de planification des ventes et des opérations comme un processus qui fournit des capacités stratégiques aux décideurs. Les certifications de management deviennent une ressource pour la capacité de l'entreprise à créer de la valeur.

**Les Produits** : GEORGIPOULOS et al., 2002 considère la nécessité d'investissements spécifiques dans des actifs pour créer des produits. Cela permet de considérer les produits et le portefeuille de produits comme un actif. DEVINNEY et al., 1988 propose d'appliquer la

gestion de portefeuille aux installations électriques dans le secteur de l'énergie. Ainsi, nous concluons que les produits que l'entreprise possède ou peut produire (portefeuille) peuvent être considérés comme des actifs pour l'entreprise.

**La Réputation** : DELGADO-BALLESTER et al., 2005 identifie la marque comme un actif basé sur le marché. ERDEM et al., 2002 explique que la réputation a un impact sur le prix des produits. RAI et al., 2021 décrit l'impact de la marque de l'employeur sur la loyauté des employés. Par déduction, la réputation de l'entreprise peut être considérée comme un actif qui influe sur d'autres actifs et sur la valeur de l'entreprise.

**Les Stocks** : L'identification des stocks se réfère à la définition des inventaires dans les normes comptables internationales et plus précisément dans l'IAS 2 (IFRS) *IFRS - IAS 2 - Inventories 2022*.

**Le Réseau d'approvisionnement** : PHILIPPART, 2018 confirme que le réseau d'approvisionnement est un actif pour une entreprise et souligne l'importance de comptabiliser les relations d'approvisionnement comme des actifs incorporels. L'actif de la chaîne d'approvisionnement est également influencé par les certifications écologiques qui réduisent le risque et gèrent l'incertitude comportementale parmi les membres de la chaîne d'approvisionnement STRANIERI et al., 2022.

**La Trésorerie** : La trésorerie est le dernier type d'actif rencontré dans la littérature. On trouve des définitions des flux de trésorerie à la fois dans la littérature académique et dans les normes comptables internationales. L'IAS 7 (IFRS) *IFRS - IAS 7 - Statement of Cash Flows 2022*, qui normalise le « tableau des flux de trésorerie », définit les flux de trésorerie comme suit : « Le flux de trésorerie est la somme de toutes les ventes moins tous les coûts des autres actifs ». Selon SOENEN, 1973, les flux de trésorerie influencent et sont influencés par tous les autres actifs. Le flux de trésorerie positif le plus important est la somme des ventes aux clients, mais les actifs qui appartiennent à l'entreprise peuvent être vendus, s'ils sont détenus par l'entreprise, comme les ressources matérielles (par exemple, une machine). En outre, la plupart des méthodes documentées pour calculer l'évaluation d'une entreprise sont basées sur les flux de trésorerie passés et prévus.

## Conclusion

Nous avons donc identifié onze types d'actifs existant dans toutes les entreprises, à savoir : Les clients, les ressources humaines, les technologies de l'information, l'innovation, les ressources physiques, l'organisation, les produits, les stocks, le réseau d'approvisionnement et les flux de trésorerie. Il s'agit d'actifs dans une définition plus large du concept que celle que l'on trouve dans les normes comptables. C'est en agissant sur tous ces actifs que les entreprises parviennent à influencer leurs performances et leur valeur. Le défi consiste maintenant à comprendre les liens de causalité qui existent entre ces actifs, en particulier en ce qui concerne le flux de trésorerie, source de la valeur de l'entreprise.

### 3.3 Proposition d'un méta-modèle original orienté vers la valeur

Dans cette section, nous proposons un méta-modèle (Figure 3.1) qui organise une base de connaissances nécessaires pour représenter une entreprise, de ses objectifs à sa valeur. Nous développons ce méta-modèle dans le but de permettre l'évaluation de l'entreprise, à l'instar de GRUBER, 1995 qui estime qu'un méta-modèle doit être orienté vers un objectif. Le méta-modèle vise à synthétiser les enjeux présentés dans la motivation afin de supporter l'aide à la décision grâce à ses caractéristiques : (i) il permet l'évaluation des performances dont le point de départ est la stratégie, (ii) il élargit la conception des ressources, (iii) il inclut l'incertitude dans l'évaluation de l'entreprise. Nous choisissons ce type de modèle parce qu'il vise à définir une représentation générique d'une variété de cas existants.

#### Description du méta-modèle

La **Stratégie** repose sur la mise en œuvre d'**Objectifs** par l'entreprise afin de produire des **Résultats** qui correspondent à ses **Objectifs**. Comme indiqué dans le contexte, une entreprise exécute ses **Processus** pour atteindre ses **Objectifs**. Pour exécuter ces **Processus**, nous incorporons deux concepts : Les **Actifs** et les **Contrats**.

Les **Contrats** représentent la norme de travail. Chaque **Contrat** est une étape élémentaire d'un **Processus**. Les **Processus** sont définis comme un ensemble organisé de **Contrats** qui sont exécutés en fonction de leurs relations d'antécédence. Un **Processus** regroupe les **Contrats** requis dans des graphes orientés qui permettent d'exécuter chaque **Processus**. Les **Contrats** externes (impliquant les parties prenantes), tels que les contrats de vente, et les **Contrats** internes (n'impliquant que des ressources internes), tels que la gamme de fabrication, sont inclus dans cette définition en tant que description des étapes nécessaires à l'exécution d'un **Processus**.

Les **Actifs** sont les ressources matérielles et immatérielles utilisées par l'entreprise pour exécuter un **Contrat**. Les actifs consomment et produisent des **Flux** de cinq types possibles : Matière, Information, Finance, Travail ou Environnement. Par exemple, la production de biens repose sur la consommation et la production de **Flux** matériels. De nombreux **Processus** nécessitent des données ou des informations. Les ventes ou les achats induisent des **Flux** financiers. Et la plupart des activités des entreprises peuvent produire des gaz à effet de serre. La décision opérationnelle concernant un **Actif** peut consister à l'utiliser, à l'obtenir, à le mettre à jour ou à le sortir. Ces décisions sont considérées comme des décisions opérationnelles qui permettent à l'entreprise de mettre en œuvre sa **Stratégie**.

Ces **Flux** peuvent être agrégés par catégorie dans la classe **Résultats** par différentes opérations arithmétiques : sommes ou différences.

Les **Résultats** financiers, ainsi que la valeur des **Actifs** sont les constituantes des états financiers sur lesquels sont calculés la **Valeur** d'une entreprise grâce à des méthodes telles que les Discounted Cash Flow pour calculer la Valeur Actuelle Nette BARNETO et al., 2021, NAJAFI et al., 2006. C'est pourquoi la **Valeur** de l'entreprise est directement reliée aux **Résultats**.

Enfin, les **Ressources financières** de l'entreprise, c'est-à-dire le passif du bilan, sont générés par l'équilibre financier entre les **Actifs** et le passif du bilan de l'entreprise (**Actif** = Passif = **Ressources Financières** + **Résultats** financiers). La variation de **Valeur** de l'entreprise

peut impacter ses **Ressources financières** par la difficulté ou la facilité à lever des fonds. Dans l'autre sens, une réduction de l'endettement de l'entreprise, de ses engagements au passif, peut améliorer sa **Valeur**.

Les rapports financiers sont obligatoires pour presque toutes les entreprises et fournissent des informations financières sur la valeur des entreprises, à partir des états eux-mêmes ou de l'analyse financière de ces états. Grâce à la coordination de l'ingénierie et de la comptabilité, nous pouvons définir le bilan et le compte de résultat comme des informations agrégées sur les flux financiers d'une entreprise. D'autre part, les rapports non financiers sont de plus en plus répandus.

En effet, le méta-modèle peut supporter la génération du compte de résultat et du bilan de façon conventionnelle par trois classes : La classe **Résultats** contient toutes les informations nécessaires pour établir le compte de résultat financier. La classe **Actifs** contient les informations pour la partie Actif du bilan comptable. La classe **Ressources financières** rassemble toutes les informations sur le Passif de l'entreprise, seconde composante du bilan qui s'équilibre avec l'Actif du Bilan.

Enfin, le méta-modèle est partiellement compatible avec la nouvelle génération d'évaluation de la performance basée sur le Reporting type triple-bottom-line (TBL) pour l'évaluation des performances sociales et environnementales POPE et al., 2004, XUE et al., 2022. La classe **Résultat**, en agrégeant les **Flux** de type Financier, Environnemental, Matériel et liés aux Ressources Humaines, peut servir à alimenter des éléments de suivi de la performance alignés sur la TBL (économique, social, environnemental). Par exemple, Le bilan carbone est une déclaration basée sur les **Flux** agrégés de CO2 comptabilisés par l'entreprise.

### Capacité du méta-modèle à évaluer la valeur des entreprises

Le fait de considérer la comptabilité comme une information sur les flux permet de comptabiliser et de communiquer des informations sur les classes liées à la classe Flux. Les flux sont consommés ou produits par les actifs, directement liés aux flux. Il est donc possible de comptabiliser la contribution des actifs dans les états des flux.

Les résultats de l'entreprise sont des agrégations des différents types de flux. Les flux financiers sont ceux actuellement utilisés dans les méthodes de valorisation financière des entreprises. En supportant l'exhaustivité des flux, le méta-modèle permet donc a minima de calculer les résultats et d'appliquer les méthodes conventionnelles de valorisation.

De fait, les méthodes de valorisation d'entreprise regroupent un ensemble de méthodes. Les premières sont basées sur la prise en compte des actifs et des passifs dans une approche patrimoniale. Or les actifs et les ressources financières sont bien représentés par le méta-modèle. D'autres méthodes sont basées sur les flux. Que ce soit les flux financiers (produits et charges) dans le compte de résultat ou les flux de Trésorerie, le méta-modèle permet également leur enregistrement dans la structure de connaissances proposées.

En prenant en compte l'incertitude, le méta-modèle ouvre un champ de possibilités pour évaluer la valeur à venir d'une entreprise. En effet, en appliquant des méthodes projectives, on sera en mesure d'évaluer a priori le potentiel de valeur d'une entreprise, comme on l'illustrera avec les cas illustratifs.

La capacité à enregistrer et restituer tous les autres flux soutient l'opportunité de développer un système de traçabilité de la performance sur des indicateurs de la TBL. La Triple Bottom Line (TBL) est un concept de durabilité qui vise à évaluer la performance d'une entreprise selon trois critères : économique, social et environnemental. Elle considère non seulement les bénéfices financiers (profit), mais aussi les impacts sociaux (people) et environnementaux (planet). Cette approche encourage les entreprises à prendre en compte leur responsabilité sociale et environnementale tout en générant des profits, visant ainsi un équilibre entre la rentabilité financière, le bien-être social et la durabilité environnementale POPE et al., 2004.

Enfin, on peut donc assurer que le méta-modèle orienté vers la valeur peut fournir une aide à la décision. La suite de cette thèse illustrera cette affirmation : comment le méta-modèle peut supporter des méthodes projectives telles que la simulation ou l'optimisation. Il peut donc permettre d'estimer le potentiel de valeur d'une entreprise dans l'avenir, et anticiper toute une gamme de décisions (les décisions portant sur les actifs) pour aider les dirigeants d'entreprise à prendre des décisions prospectives.

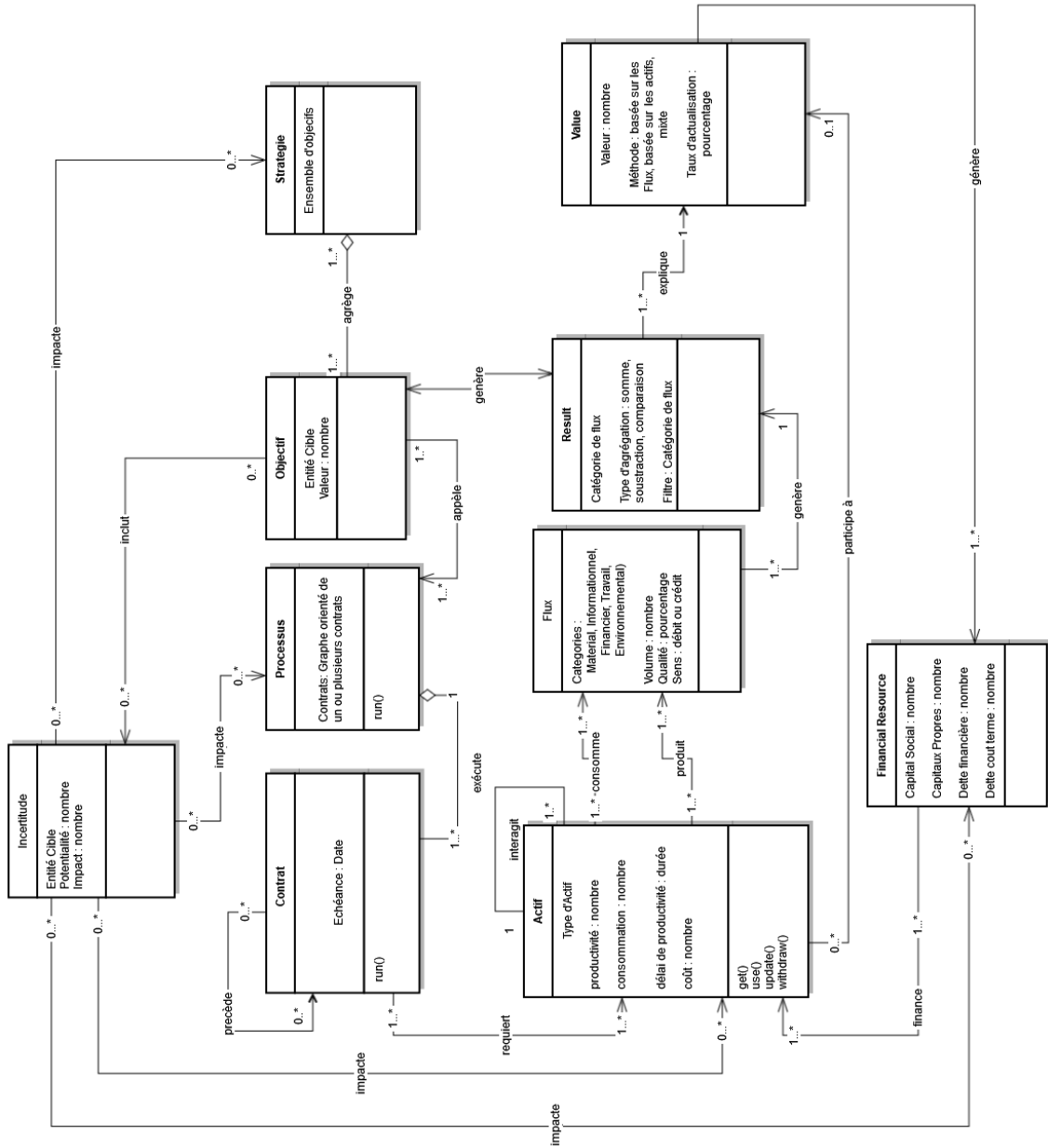


Figure 3.1 – Méta-modèle orienté vers la valeur

## Conformité du méta-modèle

Dans un état de l'art sur la modélisation d'entreprise, VERNADAT, 2020 propose une synthèse des cadres conceptuels développés depuis quatre décennies. Il permet de caractériser tout type de modèle d'entreprise par rapport à sa capacité à supporter l'aide à la décision. L'image qui suit représente une grille d'analyse pour caractériser tout modèle d'entreprise sur trois axes.

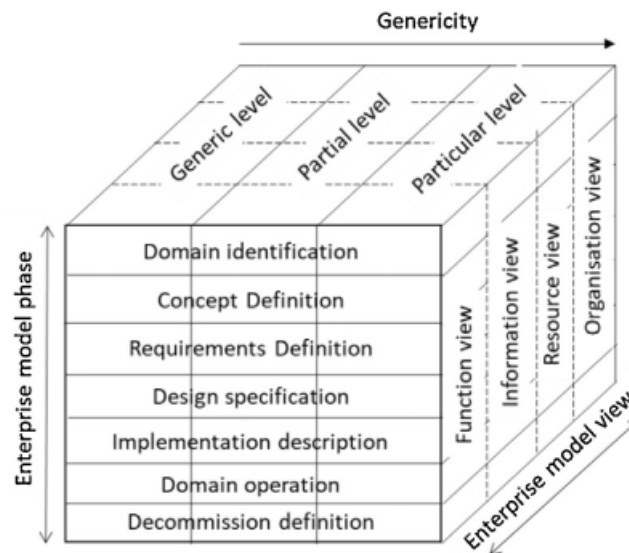


Figure 3.2 – Framework pour la modélisation d'entreprise VERNADAT, 2020

La généricité du méta-modèle est la capacité qui dit s'il est capable de supporter une grande variété de cas spécifiques. Les cas illustratifs développés dans cette thèse vont illustrer cette capacité sur au moins deux exemples, mais la conformité du méta-modèle aux standards comptables permet d'anticiper une forte généricité.

La vue par laquelle est observée l'entreprise regroupe différents paradigmes dans la modélisation d'entreprise, reflétant sa structure et son fonctionnement (vue fonctionnelle, vue par les ressources...). Si assurément la vue par les ressources est centrale dans le méta-modèle, elle n'exclut pas une adaptation à une approche fonctionnelle implémentée dans une entreprise sur la base de processus, ou des types d'actifs (responsabilité fonctionnelle sur un type d'actif).

La phase permet de distinguer les modèles qui représentent le « what » (ce qui est fait) du « how » (comment l'entreprise fonctionne) et du « do it » (comment l'entreprise exécute ses activités). Les processus et les contrats du méta-modèle distinguent le « how », comment l'entreprise fonctionne. Le « what », ce qui est fait, est réalisé à travers les flux, une fois que l'incertitude a pu impacter les actifs. Toutefois, le méta-modèle ne permet pas en l'état de spécifier des tâches à accomplir à un logiciel de type métier qui permettrait de supporter une activité de l'entreprise. Mais à un niveau d'analyse supérieur, on peut considérer que le méta-modèle peut permettre d'implémenter un outil d'aide à la décision qui exécute des méthodes de valorisation d'entreprise.

Le méta-modèle proposé correspond donc bien aux propriétés identifiées pour les modèles d'entreprises dans la mesure de celles que nous avons identifiées dans cette section.

### 3.4 Proposition de diagramme de causalité des actifs d'une entreprise

Ici, nous proposons de focaliser le développement sur les relations entre les actifs qui sont un élément pivot et crucial du méta-modèle. En effet, la définition comptable des charges et des produits définit ces derniers comme des variations des valeurs des actifs CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR FINANCIAL REPORTING, 2023. Ce qui signifie que tous les flux dans l'entreprise peuvent se résumer à des interactions entre les actifs.

Cependant, la comptabilité, en respect des principes qui la régissent, comme le principe de prudence, ne permet de comptabiliser qu'une partie seulement des actifs que nous avons identifiés. De plus, l'enregistrement des valeurs des actifs dans un bilan comptable et des flux financiers dans un compte de résultat ne donne aucune information sur les relations entre les actifs qui permettent de générer ces flux.

#### Relations entre les actifs : Revue de la littérature

Pour identifier les relations entre les actifs, nous avons utilisé le mot-clé « impact » dans les requêtes. Ce terme est couramment utilisé pour indiquer qu'une variable a un effet sur une autre. Avec des requêtes formatées comme [« type d'actif » et « impact\* » et « autre type d'actif »], nous avons identifié au moins les relations suivantes entre les actifs dans la littérature, même si elles ne sont pas exhaustives.

Pour analyser les résultats de ces recherches, nous avons utilisé deux types d'inférences pour conclure à un résultat. D'une part, certains articles fournissent directement un résultat à l'analyse, comme par exemple dans BARNEY et al., 1998 : « En fait, la plupart des rapports annuels des entreprises affirment clairement que le personnel de l'entreprise est son actif le plus important ». D'autre part, les résultats ont été déduits par inférence du texte original, comme par exemple dans : « Par conséquent, la certification peut devenir une ressource qui interagit avec les capacités de l'entreprise, exprimant des complémentarités qui stimulent la formation de capacités dynamiques » STRANIERI et al., 2022. Dans cet exemple, le texte original n'utilise pas le terme « actif », mais nous pouvons en déduire que la « certification », dans ce contexte, est une ressource organisationnelle.

La deuxième étape de la méthodologie de recherche a consisté à modéliser les résultats de l'analyse documentaire sous la forme d'un modèle de boucle causale ou d'un diagramme de causalité AGYAPONG-KODUA et al., 2012. Un diagramme de causalités aide à visualiser la manière dont les différentes variables d'un système sont liées les unes aux autres. Ce type de modèle correspond aux conclusions qualitatives de l'analyse documentaire selon lesquelles les actifs de l'entreprise ont un impact les uns sur les autres. Les liens, individuellement d'un actif à l'autre sont donc représentés dans le diagramme. De plus, en lisant le diagramme une fois complété, élément par élément, nous pouvons lire un certain nombre de boucles causales. Les boucles causales sont des caractéristiques très importantes de ce type de modèle. Un lien marqué « + » indique une relation positive dans laquelle une augmentation de la variable causale entraîne, toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de la variable d'effet. Un lien marqué « - » indique une relation négative où une augmentation des résultats de la variable causale entraîne, toutes choses égales par ailleurs, une diminution de la variable d'effet. On peut dire qu'un lien causal positif entraîne un changement dans la même direction et qu'un lien opposé entraîne un changement dans la direction opposée, c'est-à-dire que si la variable de départ du lien augmente, l'autre variable diminue et vice versa AGYAPONG-KODUA et al., 2012.

Les interactions entre les actifs identifiés dans la littérature sont présentées ci-dessous :

**Clients (eng, « Clients »)** : La réputation et l'innovation ont un impact direct sur les clients. Par exemple, ERDEM et al., 2002 indique que la réputation a un impact positif sur le prix du produit. En outre, ils démontrent l'impact positif de la marque et des relations avec les clients sur la valeur marchande de l'entreprise. Les clients, par le biais des ventes, ont un impact direct sur les flux de trésorerie, comme l'explique la norme IFRS 15 *IFRS - 15 - Revenue from Contracts with Customers 2022*.

**Ressources humaines (eng, « Human resources »)** : Les ressources humaines sont nécessaires à la fabrication des produits (ASCM) et peuvent accroître l'innovation ou la réputation HESS et al., 2011.

**Technologies de l'information (eng, « Information technology »)** : JEFFERS et al., 2008 résume le rôle des outils informatiques en distinguant quatre fonctions dans les entreprises : (a) « la technologie comme outil de substitution de la main-d'œuvre », (b) « la technologie comme outil de productivité », (c) « la technologie comme outil de traitement de l'information », (d) « la technologie comme outil de relations sociales ». Les technologies de l'information peuvent avoir un impact positif sur les ressources matérielles et humaines en tant qu'outil de productivité ou un impact négatif en tant qu'outil de substitution de la main-d'œuvre. Elles peuvent également influencer l'organisation en améliorant les capacités de gestion, comme l'indique FINK et al., 2017, RIVARD et al., 2014.

**Innovation (eng, « Innovation »)** : Selon MARTINIDIS et al., 2022, les ressources humaines peuvent avoir un impact positif sur l'innovation. En outre, SCHUMPETER, 1937 identifie d'autres sources d'innovation : les matériaux, les produits, la commercialisation, les processus ou l'organisation. Ainsi, l'innovation peut augmenter ou diminuer en fonction d'autres actifs tels que les technologies de l'information ou l'organisation FREEL, 2005.

**Ressources matérielles (eng, « Material resources »)** : Les ressources matérielles et les stocks peuvent être achetés auprès d'un réseau de fournisseurs ou produits dans l'entreprise. Ils peuvent être produits par les ressources humaines qui fabriquent les produits de l'entreprise en utilisant d'autres ressources matérielles. Les ressources matérielles augmentent lorsqu'elles sont acquises ou produites et diminuent lorsqu'elles sont utilisées (amortissement et dépréciation - IFRS) ou vendues.

**Stocks (eng, « Stocks »)** : Les ressources matérielles et les produits stockés, avant d'être utilisés ou vendus, sont considérés comme un actif de stock (IFRS, ASCM). Les quantités en stock évoluent de la même manière que les ressources matérielles et peuvent être vendues aux clients.

**Organisation (eng, « Organization »)** L'organisation peut améliorer le réseau d'approvisionnement en réduisant les risques et l'incertitude STRANIERI et al., 2022. Elle peut améliorer la capacité de l'entreprise en matière d'innovation RAHIMIFARD et al., 2009 et de gestion des clients TOMIC et al., 2018. L'organisation peut également être améliorée par les technologies de l'information, telles que les systèmes de veille stratégique ou les systèmes ERP JEFFERS et al., 2008.

**Produits (eng, « Products »)** : ils peuvent être gérés comme un portefeuille acquis directement auprès du réseau d'approvisionnement ou comme le résultat positif d'une innovation HAWLEY et al., 1999. Ils sont produits en employant des ressources matérielles et humaines afin d'être vendus à des clients SOENEN, 1973. Fondamentalement, les opérations de vente augmentent le flux de trésorerie *IFRS - IAS 7 Statement of Cash Flows 2022*.

**Réputation (eng, « Reputation »)** ERDEM et al., 2002 explique que la réputation a un impact sur le prix des produits par la sensibilité des clients aux prix. RAI et al., 2021 informe de l'impact positif de la marque de l'employeur sur la loyauté des employés. La réputation est renforcée par le travail des ressources humaines et par l'innovation.

**Réseau d'approvisionnement (eng, « Supply network »)** : Le réseau d'approvisionnement peut être influencé positivement par l'organisation de l'entreprise. Il fournit des

ressources matérielles (augmentation) à un coût payé par le flux de trésorerie (diminution) STRANIERI et al., 2022.

**Trésorerie (eng, « Cash flow »)** : La trésorerie est la somme de toutes les ventes moins tous les coûts des autres actifs compte tenu des délais de paiements. Tous les autres actifs peuvent avoir un impact sur le flux de trésorerie. L'acquisition de nouveaux actifs est considérée comme un investissement qui diffère des coûts fixes liés à la propriété ou à l'utilisation des actifs. Le flux positif de Trésorerie le plus important est la somme des ventes aux clients, mais certains actifs appartenant à l'entreprise peuvent être vendus, comme les ressources matérielles (une machine par exemple) ou les stocks DELGOSHAEI et al., 2014.

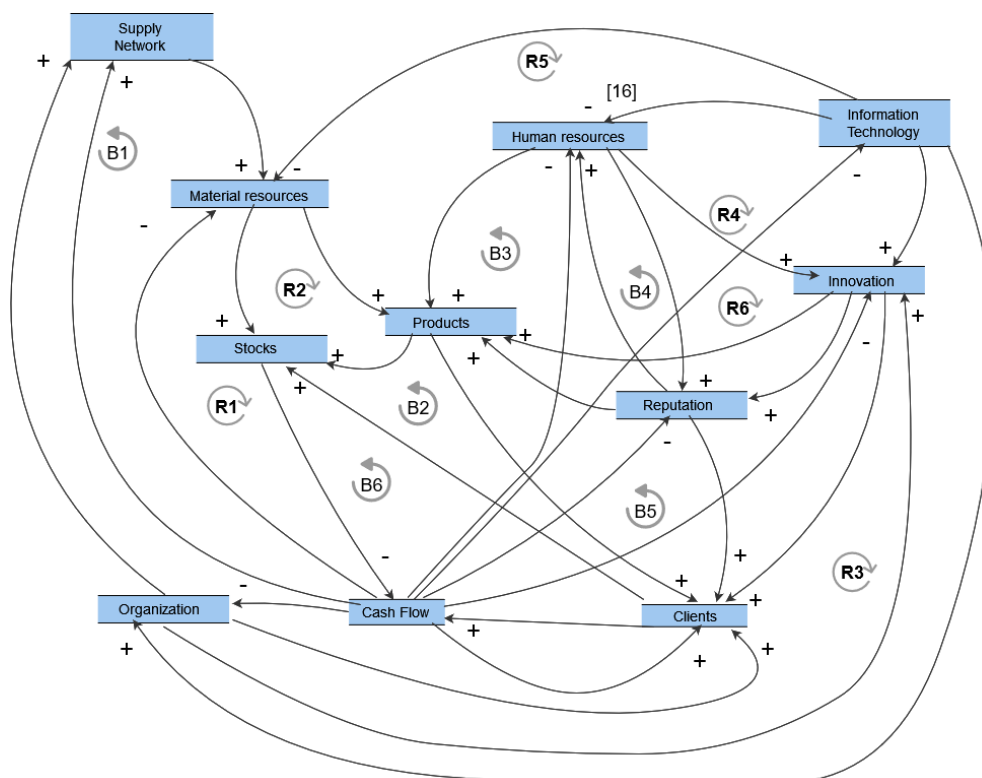


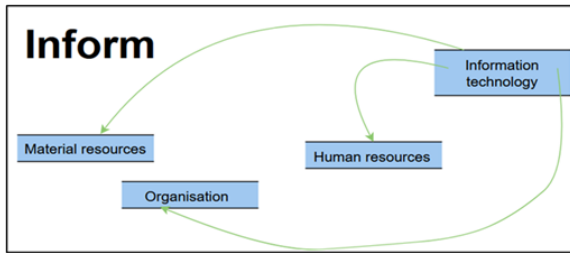
Figure 3.3 – Diagramme de causalités entre les actifs, BEN TALEB et al., 2023a

À ce stade de la recherche, nous n'avons identifié ces relations entre les actifs qu'à l'aide d'une méthodologie qualitative et de liens qualitatifs. La prochaine étape consistera à mettre en évidence la manière dont ces liens peuvent être formellement analysés grâce à la méthodologie du diagramme de causalité et, plus tard, à montrer comment cette analyse peut aider à la modélisation des entreprises et à la prise de décision axée sur la valeur.

### Relations entre les actifs : Vue par capacités

Les relations entre les actifs sont marquées par des liens de causalités que nous trouvons dans la littérature. Nous regroupons certains d'entre eux autour de leurs actifs. Cette organisation ou division du diagramme de causalité correspond à la définition des capacités de l'entreprise, initialement mentionnée par TEECE et al., 2003. Elle reprend la définition de ISOBE et al., 2008 : « Les capacités dynamiques représentent les processus naturels par lesquels une entreprise crée un système circulaire, par le déploiement de capacités [au sens des compétences] sur les marchés de produits et par l'intégration de divers types de ressources au sein de l'organisation TEECE et al., 1997 ».

**Capabilité : « Informer »**

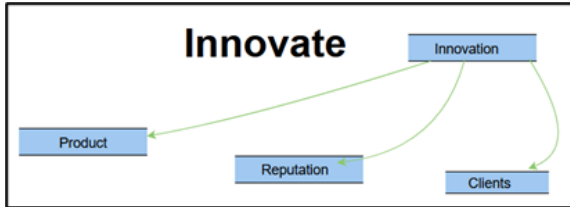


**Figure 3.4** – Capabilité : « Informer »

Nous ferons apparaître les flux de différentes natures avec des couleurs spécifiques : (i) Flux financiers ; orange, (ii) Flux d'information : vert, (iii) Flux matériels : violet, (iv) Flux de travail : rouge.

Les technologies de l'information ont un impact positif sur la productivité des ressources humaines et matérielles et sur l'efficacité de l'organisation. ORLIKOWSKI et al., 2001 considèrent les technologies de l'information comme un « outil de substitution au travail », un « outil de productivité », un « outil de traitement de l'information » et un « outil de relations sociales ». FINK et al., 2017 révèlent la Business Intelligence comme un atout et une capacité que nous déduisons comme une relation entre la technologie de l'information et l'organisation de l'entreprise. SAVINO et al., 2015 mettent en évidence les systèmes de gestion intégrés en tant qu'actifs et VERREAULT et al., 2006 étudient comment les technologies de l'information sont un « soutien à la stratégie d'entreprise » et comment les technologies de l'information « soutiennent les actifs pour la performance de l'entreprise ».

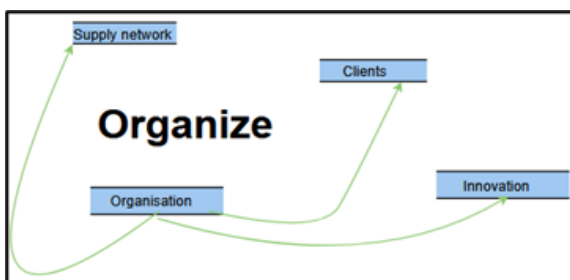
**Capabilité : « Innover »**



**Figure 3.5** – Capabilité : « Innover »

SILER et al., 2003 traitent des impacts de l'innovation tels que la « croissance de la productivité ». BERSALI et al., 2014 soulignent l'impact de l'innovation sur la satisfaction et la fidélité des clients. UTTERBACK et al., 1975 établissent une corrélation entre le « processus d'innovation » et « le stade de développement de la technologie du processus de production de l'entreprise et sa stratégie de concurrence et de croissance ». HESS et al., 2011 établissent également une corrélation entre l'emploi de « scientifiques vedettes » et de ressources spécifiques comme facteur d'innovation dans l'industrie pharmaceutique.

**Capabilité : « Organiser »**



**Figure 3.6** – Capabilité : « Organiser »

Comme exemples de cette capacité, nous avons trouvé dans la littérature deux types de processus de gestion formalisés, à savoir la planification des ventes et des opérations et les certifications en gestion. Pour l'American Production and Inventory Control Society APICS, 2023 le processus Sales & Operations Planning (S&OP) est un « processus d'élaboration de plans tactiques visant à donner à la direction la capacité d'orienter stratégiquement ses activités afin d'obtenir un

avantage concurrentiel de manière continue en intégrant des plans de marketing axés sur le client pour les produits nouveaux et existants à la gestion de la chaîne d'approvisionnement. Le processus rassemble tous les plans de l'entreprise en un seul ensemble de plans agrégés ». MOURA-LEITE et al., 2012 « suggèrent que la RSE [Responsabilité Sociale et Environnementale] est un actif stratégique partagé basé sur les idées de l'organisation industrielle et des écoles institutionnelles ». STRANIERI et al., 2022 considèrent que les certifications respectueuses de l'environnement « sont envisagées comme un outil permettant de réduire les risques internes et donc de gérer l'incertitude comportementale au sein de la chaîne d'approvisionnement. Par conséquent, la certification peut devenir une ressource qui interagit avec les capacités de l'entreprise, exprimant des complémentarités qui stimulent la formation de capacités dynamiques ». TOMIC et al., 2018 rappellent le lien entre la mise en œuvre d'ISO 9001 et l'amélioration de la satisfaction de la clientèle.

### Capabilité : « Maintenir et Investir »

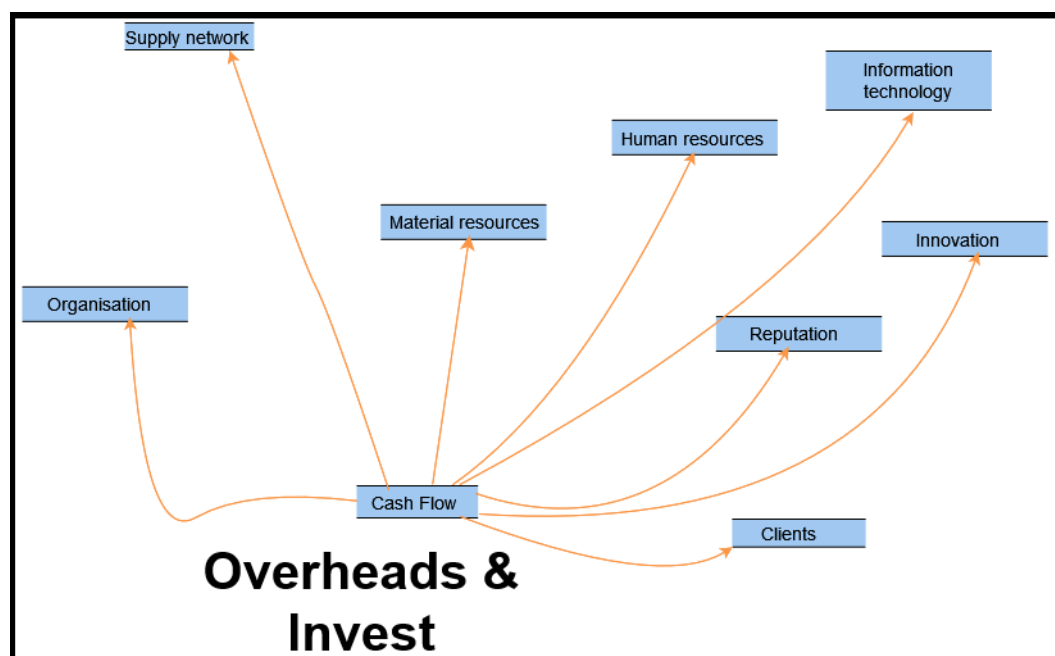
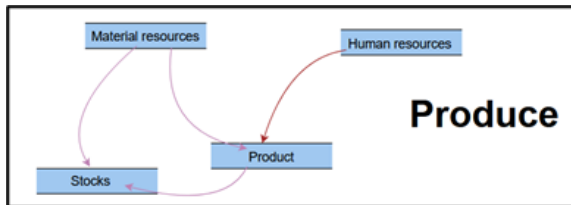


Figure 3.7 – Capabilité : « Maintenir et Investir »

Extrait du cadre conceptuel des IFRS CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR FINANCIAL REPORTING, 2023 : « Les charges sont des diminutions d'actifs ou des augmentations de passifs qui se traduisent par des diminutions de capitaux propres, autres que celles relatives aux distributions aux détenteurs de créances sur les capitaux propres ». Dans la figure à gauche, nous considérons les frais généraux comme les dépenses qui découlent de la diminution de la trésorerie. Ils ont un impact sur l'état des actifs en affectant une ou plusieurs de leurs propriétés que nous ne discutons pas ici, mais principalement leur capacité ou leur quantité. Elles doivent être distinguées des investissements qui sont des dépenses spécifiques visant à convertir la trésorerie en actifs corporels ou incorporels à long terme. Dans l'IAS 7 *IFRS - IAS 7 - Statement of Cash Flows 2022*, la définition du « tableau des flux de trésorerie » précise : « La présentation séparée des flux de trésorerie provenant des activités d'investissement est importante car les flux de trésorerie représentent la mesure dans laquelle des dépenses ont été effectuées pour des ressources destinées à générer des revenus et des flux de trésorerie futurs. Seules les dépenses qui se traduisent par un actif comptabilisé dans l'état de la situation

financière peuvent être classées en tant qu'activités d'investissement ».

**Capabilité : « Produire »**

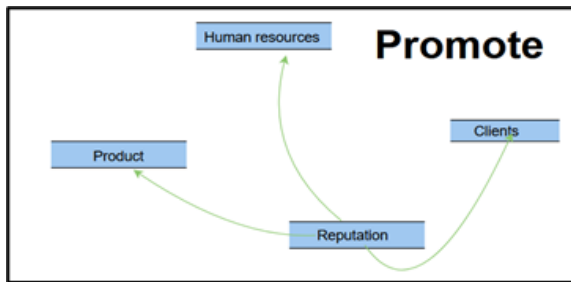


**Figure 3.8** – Capabilité : « Produire »

Dans le Dictionnaire de la chaîne d’approvisionnement de l’ASCM (Association for Supply Chain Management), 17e édition ASCM, 2022, la productivité est « une mesure globale de la capacité à produire un bien ou un service. Il s’agit du résultat réel de la production par rapport à l’apport réel de ressources. La productivité est une mesure relative dans le temps ou par rapport à des entités communes (travail, capital, etc.) ». Dans la

littérature sur la production, des tentatives ont été faites pour définir la productivité totale lorsque les effets du travail et du capital sont combinés et divisés par la production. Un exemple en est le ratio calculé en additionnant la valeur monétaire du travail, de l’équipement en capital, de l’énergie, des matériaux, etc. et en le divisant par la valeur monétaire de la production au cours d’une période donnée. Il s’agit d’une mesure de la productivité totale des facteurs. [...] En économie, le rapport entre la production en termes de dollars de ventes et un intrant tel que la main-d’œuvre directe en termes de salaires totaux. On parle également de productivité à facteur unique ou de productivité à facteur partiel FISCHER et al., 2008. Et les stocks sont « (i) les articles en cours d’inventaire. (ii) Des produits stockés ou des pièces de service prêtes à être vendues. Ils diffèrent des stocks, qui sont généralement des composants ou des matières premières ».

**Capabilité : « Promouvoir »**

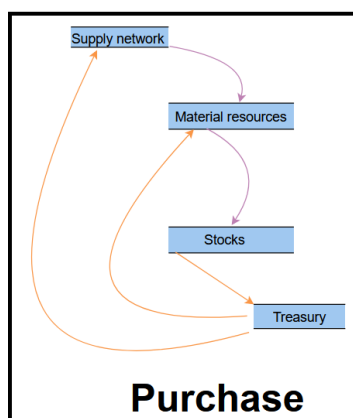


**Figure 3.9** – Capabilité : « Promouvoir »

LANDON et al., 1998 expliquent que la réputation a un impact sur le prix des produits : « Les résultats empiriques montrent que la prime de prix associée à une meilleure réputation dépasse de loin celle associée aux améliorations de la qualité actuelle. ». ERDEM et al., 2002 soulignent la réduction de la sensibilité du prix à la clientèle liée à la réputation des produits : « Les marques peuvent influencer sur les différentes étapes du processus de choix du consommateur et, par conséquent, sur les différentes composantes

des fonctions d’utilité du consommateur ». « Nos résultats indiquent que la crédibilité de la marque diminue la sensibilité au prix ». RAI et al., 2021 rappellent l’impact de la marque de l’employeur sur la fidélité des employés. KOZLENKOVA et al., 2014 expliquent l’impact commun de la marque et de la relation avec les clients sur la valeur marchande de l’entreprise : « Jusqu’à 70% de la valeur marchande d’une entreprise peut provenir de ses ressources immatérielles (Capraro et Srivastava 1997), et la performance organisationnelle semble de plus en plus liée aux ressources immatérielles, telles que les relations avec les clients ou la valeur de la marque (Lusch et Harvey 1994). »

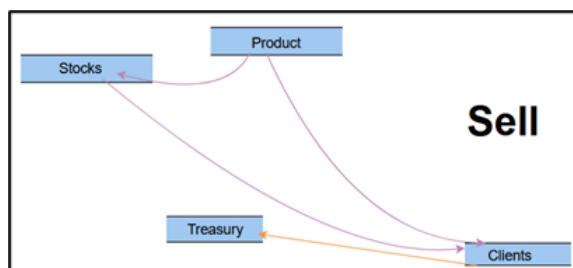
**Capabilité : « Acheter »**



**Figure 3.10** – Capabilité : « Acheter »

Les achats de l'entreprise consistent en l'acquisition des ressources matérielles nécessaires à l'activité de production ou de services de l'entreprise. Les achats se distinguent des investissements, car ils concernent les ressources qui vont être consommées par l'activité. Les achats permettent d'activer le réseau d'approvisionnement, car ces achats sont effectués auprès de l'ensemble des fournisseurs de l'entreprise. Dans ce cas, la trésorerie n'est impactée qu'après la date d'échéance des dettes à court terme générées par la capacité « Achat » *IFRS - IAS 7 - Statement of Cash Flows 2022*. Les achats auprès des fournisseurs sont généralement accordés avec un délai de paiement. Ce délai de paiement impacte la trésorerie en permettant de conserver cette trésorerie tout le temps de la dette. Cet effet des dettes fournisseurs est compensé par l'effet des stocks. Les stocks sont des ressources matérielles temporairement conservées dans l'entreprise, mais qui ne génèrent pas de trésorerie tant qu'ils sont maintenus. Les stocks vont donc générer de la trésorerie avec les ventes mais « bloquent » de la trésorerie durant leur existence. Ces deux effets opposés de la dette fournisseur et des stocks est la composante essentielle de calcul du Besoin en Fond de Roulement (BFR).

**Capabilité : « Vendre »**

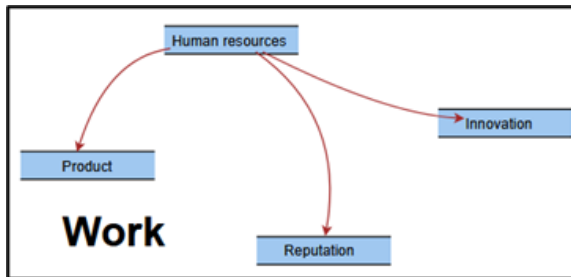


**Figure 3.11** – Capabilité : « Vendre »

L'IFRS 15 *IFRS - 15 - Revenue from Contracts with Customers 2022* résume la définition des ventes dans la section consacrée aux « Produits des contrats » : « Une entité doit comptabiliser un contrat avec un client qui entre dans le champ d'application de la présente norme uniquement lorsque tous les critères suivants sont remplis. Les parties au contrat ont approuvé le contrat (par écrit, oralement ou conformément à la norme ou avec d'autres pratiques commerciales habituelles) et se sont engagées

à exécuter leurs obligations respectives ; l'entité peut identifier les droits de chaque partie concernant les biens ou les services à transférer ; l'entité peut identifier les conditions de paiement des biens ou des services à transférer ; le contrat a une substance commerciale (c'est-à-dire que le risque, l'échéancier ou le montant des flux de trésorerie futurs de l'entité devraient changer du fait du contrat) ; et il est probable que l'entité percevra la contrepartie à laquelle elle aura droit en échange des biens ou des services qui seront transférés au client. ».

**Capabilité : « Travailler »**



**Figure 3.12** – Capabilité : « Travailler »

MARTINIDIS et al., 2022 présente l'effet causal du facteur humain sur l'innovation : Le facteur humain dans l'innovation se compose essentiellement de trois éléments : (1) le capital humain, qui fait référence à l'éducation, aux connaissances et aux compétences ; (2) le capital social, qui fait référence à la force des liens sociaux et à la cohérence sociale ; et (3) le capital psychologique, qui fait référence aux valeurs, aux attitudes et aux comportements des individus. Les résultats de leur recherche ont confirmé

ce point de vue et ont montré quels indicateurs spécifiques des trois types de capital avaient eu un impact positif sur l'économie locale et sur la production d'innovation. ABRATE et al., 2019 mesurent l'effet potentiel de la réputation personnelle sur la performance dans l'économie du partage : « À ce jour, il existe peu d'informations sur l'ampleur de la réputation personnelle par rapport à la réputation du produit. Dans le même temps, il est important d'exclure toutes les explications alternatives possibles pour des performances de revenus différentes, telles qu'une différenciation dans les attributs ou services spécifiques ». RAI et al., 2021 rappellent l'effet de la marque de l'employeur : « Les résultats soulignent le rôle de la marque employeur sur des concepts tels que l'adéquation personne-organisation, l'identification organisationnelle et l'intention de rester. En outre, le mécanisme établi souligne le rôle de l'adéquation P-O pour réaliser les avantages tels que l'identification organisationnelle et la fidélisation des employés » Nous avons cité le lien entre les ressources humaines et le produit, qui est à la fois impliqué dans la capacité de « travailler » et de « produire ».

**Relations entre les actifs : Boucles Causales impliquant la Trésorerie**

La vue complète du diagramme de causalités (Figure 3.3) souligne la différence entre les liens des boucles causales qui reposent sur des flux financiers, matériels, informationnels et de travail. Le modèle précédent est un diagramme de causalité qui met en évidence la dynamique au sein des entreprises dans une perspective d'actifs. Ce diagramme de causalité pourra servir de support à la modélisation pour la simulation afin d'estimer les performances et la valeur des entreprises.

Douze boucles influençant directement le flux de trésorerie, et donc la valeur de l'entreprise, ont été identifiées dans le Tableau 3.2. Six boucles correspondent à la définition des boucles de renforcement et six boucles correspondent aux boucles d'équilibrage. La lecture de ces boucles donne un aperçu des décisions qui peuvent être prises sur les actifs de l'entreprise et qui ont un impact sur sa performance via sa Trésorerie et donc sa valorisation.

Le diagramme de causalité montre les potentielles interactions entre les actifs. On remarque que la Trésorerie est liée à tous les actifs, au moins pour la raison qu'elle permet de les acquérir sur leurs marchés spécifiques à un coût d'acquisition. De plus, la plupart des actifs ont un coût de fonctionnement ou d'autres types de coûts plus spécifiques : coût de possession, cout d'entretien... De l'autre côté, le principal flux qui augmente la Trésorerie est le flux de vente des produits aux clients.

La mise à plat des différentes relations entre les actifs montre bien que de nombreux actifs interviennent entre les flux d'achat et les flux de vente. On peut donc représenter toute la dynamique du système sur la base des relations potentielles entre les actifs. Cette approche de modélisation à elle seule vient apporter une aide à la décision en permettant de visualiser un ensemble de relations entre les actifs qui peuvent avoir un impact sur la Trésorerie et donc la valeur de l'entreprise.

A ce stade de la recherche, nous avons seulement identifié ces relations entre les actifs par une méthodologie qualitative et des liens qualitatifs. La prochaine étape de notre développement consistera à mettre en évidence la manière dont ces liens peuvent être formellement quantifiés et à mettre en évidence la manière dont cette analyse peut soutenir la modélisation des entreprises et la prise de décision axée sur la valeur.

Ce diagramme de causalité entre les Actifs pourra donc être instancié, de façon complète ou partielle, et être employé pour supporter d'autres méthodes du génie industriel : des méthodes projectives telles que la simulation et l'optimisation. Ainsi, ce diagramme est une base conceptuelle pour la suite de cette thèse qui consistent à instancier le diagramme de causalité sur une partie de ses actifs. Une entreprise peut ne pas avoir tous les actifs représentés dans le diagramme, et seulement certains actifs peuvent suffire pour créer de la valeur.

La prochaine étape de ce chapitre va consister à instancier le méta-modèle et le diagramme de causalité, de façon partielle, afin d'illustrer leur capacité à supporter des méthodes numériques. La méthode de simulation par Système Dynamique est la plus appropriée à partir d'un Diagramme de Causalités.

## 3.5 Cas illustratif

### 3.5.1 Motivation

Dans cette section, nous proposons un cas illustratif afin d'illustrer l'usage possible du méta-modèle et du diagramme de causalité des actifs dans un problème d'aide à la décision. Le cas illustratif va employer les classes « Actif », « Flux », « Résultats » et « Ressources financières » du méta-modèle, car elles sont suffisantes pour instancier un modèle de simulation. La simulation est retenue pour instancier les deux modèles en même temps, car elle permet de projeter le comportement d'un système MOIGNE et al., 1994 et donc d'anticiper les décisions qui doivent être prises dans le monde réel pour atteindre le comportement prédit, et donc possible du système. La simulation en système dynamique (SD) AGYAPONG-KODUA et al., 2012, FORRESTER, 1990 est retenue, car le diagramme de causalité indique ce type de simulation pour représenter les relations entre les « Stocks » (au sens système dynamique) et les Flux. On a donc bien une correspondance entre les entités du méta-modèle et la conception d'un système dynamique. (i) Les « Actifs » du méta-modèle qui consomment et produisent des Flux sont des « Stocks » au sens du système dynamique. (ii) Les Flux représentent le même concept dans le méta-modèle et dans les systèmes dynamiques, ils représentent le transfert d'un élément dans le système.

De plus, ces quatre classes (« Actif », « Flux », « Résultats » et « Ressources financières » du méta-modèle) permettent d'établir les états financiers qui constituent une présentation standardisée et partagée de la performance d'une entreprise. On enrichira les méthodes comptables d'une proposition pour évaluer la valeur d'un actif spécifique en comparant deux simulations. En effet, le changement d'un paramètre entre deux simulations, toutes choses égales par ailleurs, permet d'évaluer l'impact de ce paramètre (le salaire en l'espèce) sur la performance de l'entreprise. Cette variable qui impacte directement la capacité de l'entreprise à vendre ses produits (force commerciale) est également une propriété de l'actif « Ressources humaines ». On pourra donc évaluer la valeur de cet actif par une comparaison des résultats comptables dans les deux simulations (tout choses égales par ailleurs).

### 3.5.2 Présentation du cas illustratif

Max T., un entrepreneur, souhaite créer une entreprise qui concevra et distribuera des jeux de société à ses clients. L'entrepreneur souhaite mettre en place une simulation pour estimer

**Table 3.2** – Description des boucles impliquant la Trésorerie

Type de boucle	Description	Actifs impliqués
R1 - Renforcement	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources matérielles diminue la Trésorerie, augmentant les stocks et diminuant la Trésorerie	Matériel (+) Stocks (-) la Trésorerie (-)
R2 - Renforcement	Diminuer la Trésorerie pour augmenter l'organisation augmente le réseau d'approvisionnement qui augmente les ressources matérielles qui augmentent les stocks qui réduisent la Trésorerie	Organisation (+) Réseau d'approvisionnement (+) Matériel (+) Stocks (-) la Trésorerie (-)
R3 - Renforcement	Diminuer la Trésorerie pour augmenter l'organisation augmente l'innovation qui augmente les produits qui augmentent les stocks qui réduisent la Trésorerie	Organisation (+) Innovation (+) Produits (+) Stocks (-) la Trésorerie (-)
R4 - Renforcement	Diminuer la Trésorerie pour augmenter la technologie de l'information réduit les ressources humaines qui augmentent les produits qui augmentent les clients qui augmentent la Trésorerie	Technologie de l'information (-) Ressources humaines (+) Produits (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
R5 - Renforcement	Diminuer la Trésorerie pour augmenter la technologie de l'information réduit les ressources matérielles qui augmentent les produits qui augmentent les clients qui augmentent la Trésorerie	Technologie de l'information (-) Matériel (+) Produits (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
R6 - Renforcement	L'innovation augmente la réputation qui augmente les ressources humaines qui augmentent l'innovation	Innovation (+) Réputation (+) Ressources humaines (+)
B1 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter le réseau d'approvisionnement augmente les ressources matérielles qui augmentent les stocks qui diminuent la Trésorerie	Réseau d'approvisionnement (+) Matériel (+) Stocks (+) la Trésorerie (-)
B2 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources matérielles augmente les produits qui augmentent les clients qui augmentent la Trésorerie	Matériel (+) Produits (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
B3 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources humaines augmente les produits qui augmentent les clients qui augmentent la Trésorerie	Ressources humaines (+) Produits (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
B4 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources humaines augmente la réputation qui augmente les clients qui augmentent la Trésorerie	Ressources humaines (+) Réputation (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
B5 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources humaines augmente l'innovation qui augmente les clients qui augmentent la Trésorerie	Ressources humaines (+) Innovation (+) Clients (+) la Trésorerie (-)
B6 - Équilibre	Diminuer la Trésorerie pour augmenter les ressources matérielles augmente les produits qui augmentent les clients qui augmentent la Trésorerie	Matériel (+) Produits (+) Clients (+) la Trésorerie (-)

les performances financières futures de son entreprise. Pour ce faire, il a défini un ensemble d'hypothèses et de règles pour simuler les décisions concernant les actifs. Les résultats des expériences de simulation permettront au créateur d'entreprise d'évaluer si la stratégie prévue atteint ses objectifs de performance, ainsi que l'ensemble des décisions à prendre sur les actifs durant la durée du problème (48 mois), pour atteindre ces niveaux de performance.

La simulation permettra au décideur d'évaluer quantitativement la stratégie qu'il souhaite tester. Cette stratégie consiste à développer de nouveaux jeux grâce à ses propres compétences dans un premier temps, et de réinvestir une partie de la trésorerie dans l'embauche de nouveaux salariés. Les salariés auront une double compétence : ils auront pour objectif de vendre des jeux aux clients, et ils auront comme rôle de participer à la création de nouveaux jeux pour constituer un portefeuille de produits. La distribution des jeux se fera via deux canaux de vente. D'une part les ventes via les magasins spécialisés, et d'autre part les ventes dans des événements culturels de type salons du jeu. La vente par le réseau de distribution engendre la captation d'une marge par les commerçants. De l'autre côté, les ventes réalisées dans les salons du jeu engendrent un coût fixe, mais ne captent pas de marge par un tiers. Tous les jeux sont fabriqués par un fournisseur qui approvisionne sans délai toute la demande des clients prévue instantanément (par simplification). Un stock de sécurité de 5% de la demande est également produit en plus de la demande. La demande est modélisée par une fonction prenant en compte à la fois la force commerciale (nombre d'employés et productivité) mais aussi le nombre de jeux en portefeuille. La trésorerie, actif central dans le système, regroupe le chiffre d'affaires issu des ventes, et les coûts liés aux autres actifs.

**Précisions sur les règles de gestion :** L'entreprise commence avec une seule ressource humaine qui est le créateur de l'entreprise. Lorsque les flux de trésorerie sont positifs, il recrute d'autres employés pour 10 % de ce montant. Ces employés restent dans l'entreprise et leur coût persiste même lorsque la trésorerie est négative. Toutes les ressources humaines consacrent une partie de leur temps de travail à la création de nouveaux jeux (Innovation) et à des activités de promotion commerciale (Réputation). Plus il y a d'employés, plus l'entreprise peut générer de trésorerie, mais aussi, plus elle dépense (boucles). D'autres contraintes sont implémentées : le nombre de jeux qui peut être vendu dans les événements (250 maximum par mois), le taux de recrutement de nouveaux salariés (pas plus de 0,5 employé par mois).

### 3.5.3 Présentation des 3 expériences pour développer une aide à la décision stratégique

Trois expériences vont être menées pour aider à la prise de décision stratégique du créateur d'entreprise. Les trois expériences sont fondées sur un modèle identique d'actifs et de relations entre les actifs modélisé avec le logiciel Anylogic Simulation Software (C) BORSHCHEV, 2013. Les expériences divergent quant à la valeur d'un ou plusieurs paramètres qui sont des caractéristiques des actifs.

**Expérience n°1 - Description du « Scenario : BASE »** Le premier scénario correspond à une première idée de l'entreprise que se fait le créateur. Elle peut être considérée comme un scénario nominal (Figures 3.13, 3.14).

Type	Nom	Description	Règle	Equation
Flux	buysEv	nombre de jeux achetés lors des Évènements	représente 10% des Clients. Max = 250	$\min(0,10 * \text{Clients}, 250)$
Flux	buysSpe	nombre de jeux achetés dans les magasins	représente le reste de la demande hors évènements	$\text{Clients} - \min(0,10 * \text{Clients}, 250)$
Flux	craft	nombre de jeux fabriqués	fabrique la demande +5% de stock	$(\text{distribSpe} + \text{distribEv}) * 1.05$
Flux	create	part du salaire de l'entrepreneur affecté en R&D	100% du salaire de l'entrepreneur est de la R&D	wageCreator
Flux	develop	part des salaires des employés affecté en R&D	20% des dépenses de salaires	$0.2 * \text{Employees} * \text{wageEmp}$
Flux	distribEv	nombre de jeux vendus lors des Évènements	basé sur la demande des Clients	buysEv
Flux	distribSpe	nombre de jeux vendus dans les magasins	basé sur la demande des Clients	buysSpe
Flux	enablestoCraft	N'est pas utilisé. Représente une variable booléenne signifiant que les jeux sont inventés	non utilisé	0
Flux	marge	représente la marge captée par les magasins	pour chaque jeu vendu un magasin perçoit 15€ de marge	$\text{buysSpe} * 15$
Flux	pays	paiement financier du fabricant fournisseur	le fabricant est payé sur la basé d'un coût de prod.	$\text{prodCost} * \text{craft}$
Flux	paysCr	salaire de l'entrepreneur	fixe	$\text{Creator} * \text{wageCreator}$
Flux	paysEmp	embauche de nouveaux salariés	quand la Trésorerie est positive, l'entreprise embauche pour un montant de 10% de la Trésorerie	$\max(0,10 * \text{Treasury}, 0)$
Flux	paysgame	chiffre d'affaires	demande * prix de vente	$\text{buysSpe} * \text{gameprice} + \text{buysEv} * \text{gameprice}$
Flux	produces	R&D permettant de créer des jeux. Pris en compte dans la formule de GamesPortfolio	non utilisé	0
Flux	promote	génération de clients par les employés	le travail des Employés est de générer des Clients	$\text{Employees} * \text{cliperemp}$
Flux	sells	chiffre d'affaires	demande * prix de vente	$\text{Clients} * \text{gameprice}$
Flux	sumCostEv	coût mensuel de participation à un évènement	le réseau d'évènements s'étoffe mais les ventes sont plafonnées	$200 * \text{EventsNetwork}$
Flux	wages	coût mensuel des salaires dont créateur	nombre d'employés multiplié par le salaire fixe	wages
Flux	wagesCost	impact des salaires sur la trésorerie	nombre d'employés multiplié par le salaire fixe	$\text{Clients} * \text{gameprice}$
Stock	Clients	nombre de clients (valeur initiale = 100)	dépend du nombre d'Employés qui vend des jeux et du nombre de jeux dans le Portfolio	$0 * \text{sells} + 0 * (\text{paysgame} + \text{buysSpe} + \text{buysEv}) + \text{pr}$ $\min(\text{GamesPortfolio} * 2, 300 / (\text{GamesPortfol}$ $\text{io} + 1))$
Stock	Creator	nombre d'entrepreneur (valeur initiale = 1)	un entrepreneur a fondé l'entreprise et y travaille	$0 - (0 * \text{paysCr}) + (0 * \text{create})$
Stock	Employees	nombre d'employés (valeur initiale = 0)	dépend des montants de salaires payés. Quand c'est possible les salaires augmentent de 10% de la trésorerie disponible - mais au maximum un employé est embauché tous les deux mois	$\min(\text{paysEmp} / 2000, 0.5) -$ $0 * (\text{wages} + \text{develop} + \text{promote})$

Figure 3.13 – Description du modèle de Simulation dans Anylogic 1/2

Stock	EventsNetwork	nombre d'événements où l'entreprise participe	dépend du ratio de Clients dans les Evènements les nouveaux jeux ne sont pas créés de façon linéaire. Hypothèse : les nouveaux jeux sont créés plus vite au début de l'entreprise. le coût moyen de R&D contrôle l'évolution du Portfolio	$buysEv/avgSales-0*distribEv-0*sumCostEv$ $Math.log(1+ResearchDevelopement/avgCostRD)$ $+0*produces-0*enablestoCraft$
Stock	GamesPortfolio	nombre de jeux que l'entreprise peut faire fabriquer et vendre		
Stock	GamesCrafter	coût total payé au fabricant	le fabriquant est payé sur la basé d'un coût de prod. 5% de la demande	$(enablestoCraft+craft)*0+pays$
Stock	GamesStock	nombre de jeux dans le stock de sécurité	comptabilise la marge cumulée payée aux distributeurs (magasins spécialisés)	$0.05*(distribSpe+distribEv)-0*craft$
Stock	MarginShop	stock de calcul : n'est pas un actif du méta-modèle	somme les coûts de R&D	sumCostEv
Stock	ResearchDevelopement	salaires cumulés affectés à la R&D	nombre de magasins partenaires pour distribuer	develop+create-0*produces
Stock	SpecialShops	nombre de magasins partenaires pour distribuer	comptabilise le coût cumulé de participation aux évènements type salons du jeu	$buysSpe/avgSales-0*distribSpe-0*marge$
Stock	TotalCostEvents	stock de calcul : n'est pas un actif du méta-modèle		marge
Stock	TotalWages	stock de calcul : n'est pas un actif du méta-modèle	comptabilise le coût cumulé des salaires	$wages-0*wagesCost$
Stock	Treasury	trésorerie cumulée (valeur initiale = 10000)	résultat par différence entre le chiffre d'affaire et tous les coûts dont la marge des revendeurs (8)	$paysgame-marge-0*(paysEmp+paysCr)-wagesCost-delay(pays, 1)-sumCostEv$
Stock	Turnover	stock de calcul : n'est pas un actif du méta-modèle	comptabilise le chiffre d'affaires total	sells
Variable	avgCostRD	moyenne des coûts de R&D nécessaire pour aboutir à la finalisation d'un jeu	valeur fixe	30000
Variable	avgSales	nombre moyen de jeux vendus dans un salon du jeu (event) ou dans un magasin	nombre moyen de jeux vendus dans un salon du jeu (event) ou dans un magasin	30
Variable	cliperemp	nombre moyen de nouveaux clients mensuels générés par l'activité des employés	nombre moyen de nouveaux clients mensuels générés par l'activité des employés	$wageEmp/400$
Variable	gameprice	prix de vente final moyen d'un produit à un client	prix de vente final moyen d'un produit à un client	40
Variable	payedCashCrafter	trésorerie payée au fournisseur (1 mois de délai)	trésorerie payée au fournisseur (1 mois de délai)	$delay(GamesCrafter, 1)$
Variable	prodCost	coût de production pour un jeu	coût de production pour un jeu	10
Variable	wageCreator	salaire de l'entrepreneur	salaire de l'entrepreneur	3000
Variable	wageEmp	salaire d'un employé	salaire d'un employé	2000

Figure 3.14 – Description du modèle de Simulation dans Anylogic 2/2

La première et la deuxième expérience sont des simulations qui peuvent être analysées indépendamment. Nous comparerons les résultats des deux expériences qui sont menées avec tous les paramètres identiques, à l'exception d'un seul, ce qui permettra d'évaluer l'impact de ce seul paramètre sur l'ensemble du système, et la performance qui en résulte.

La troisième expérience consiste à développer un plan d'expériences en faisant varier plusieurs paramètres pour obtenir un plus grand nombre de scénarios dans une seule expérience. Les paramètres qui varient sont des propriétés des actifs afin d'évaluer l'impact de cette variabilité sur la performance financière de l'entreprise.

Un plan d'expériences est une approche statistique systématique utilisée pour concevoir des expériences afin d'obtenir des informations significatives sur les relations entre les variables d'un processus ou d'un système. Son objectif principal est d'optimiser les résultats en identifiant l'impact des facteurs sur une réponse spécifique tout en minimisant le nombre d'expériences nécessaires. En permettant une analyse statistique rigoureuse, un plan d'expériences aide à comprendre et à quantifier les effets des variables, contribuant ainsi à l'amélioration de la prise de décisions. PILLET, 2001.

### **Expérience n°1 : Résultats du « Scenario : BASE »**

Le comportement global de la Trésorerie montre bien l'effet des boucles de renforcement et de balancement dans la dynamique des flux entre les actifs :

- Dans un premier temps, la Trésorerie diminue jusqu'à un minimum négatif, car la Trésorerie positive initiale (Capital Social) a déclenché l'embauche de presque un salarié équivalent temps plein. Cependant, cette embauche ne génère pas suffisamment de nouvelles ventes (en plus des 100 clients de départ) pour couvrir les salaires de l'employé et du créateur, ainsi que les autres charges (fabrication et distribution)
- Dans un second temps, le comportement de la Trésorerie tend vers une forme logarithmique. En effet, le salarié et le créateur ont généré suffisamment de R&D et de nouveaux jeux pour augmenter suffisamment le nombre de clients et donc de ventes. Une fois ce cap atteint, l'entreprise peut continuer à recruter et développer de nouveaux jeux pour assurer sa croissance. La croissance des ventes est contrôlée dans le modèle par une fonction logarithmique.
- Une faible inflexion est repérée au moment où le nombre maximal de ventes dans les événements est atteint. Elle réduit légèrement la croissance de la trésorerie, mais faiblement, car les ventes perdues sont transférées vers le réseau de magasins. Le coût des événements est largement couvert par les ventes des magasins.

Scenario : BASE				
BILAN - 48 mois				
ACTIF		PASSIF		
Recherche et Développement	252 933 coûts	252 934	Capital Social	10 000
Portfolio de produits	62 jeux	-	Résultat	1 493 474
Réseau de fournisseurs	181 302 jeux fabriqués	-		
Réseau de distribution				
Magasins	5 505 commandes magasins			
Evènements	250 évènements			
Stock de jeux	8 633	86 335	Dette fournisseur	114 370
Relations Clients	11 080 ventes le dernier mois			
Employés	16 employés		Arrondis	65
Trésorerie		1 278 640		
	Total	1 617 909		1 617 909

Compte de Résultat - 48 mois		
<b>Produits</b>	<i>Chiffre d'affaires</i>	<b>6 906 838</b>
<b>Charges</b>	<i>Achat fabrications</i>	1 813 045
	<i>Marge distributeurs</i>	2 477 303
	<i>Coût des évènements</i>	783 617
	<i>Salaires</i>	688 669
	<i>Activation R&amp;D</i>	- 252 934
	<i>Variation de Stocks</i>	- 86 335
	<b>Total charges</b>	<b>5 423 364</b>
<b>Résultat</b>		<b>1 493 474</b>

Figure 3.15 – Expérience n°1 : États financiers de l'entreprise à la fin du problème



**Expérience n°2 - Description du « Scenario : Ressources Humaines »** Le second scenario comprend une deuxième hypothèse où les salaires sont légèrement plus importants. Elle permet d'évaluer l'impact de cette décision sur la performance de l'entreprise via l'impact sur la Trésorerie et sur le Résultat comptable. En effet, l'évaluation a priori de cet impact est difficile, car les Ressources Humaines et le salaire ont un impact négatif sur la Trésorerie, car l'entreprise doit payer les salaires, mais les salaires ont un effet sur la force commerciale de l'entreprise qui ont un impact positif sur les ventes et donc la Trésorerie.

**Expérience n°2 : Résultats du « Scenario : Ressources Humaines »** La seule différence entre les deux premières expériences est le montant des salaires des employés. Nous proposerons une méthode innovante de valorisation de l'actif « Ressources humaines » en employant une méthode comparative. En effet, en comparant les deux scenarios qui ne diffèrent que par le montant des salaires, on peut assurément évaluer l'impact des ressources humaines sur la performance de l'entreprise. Ainsi, chaque expérience fournira les informations sur chacune de ces deux stratégies (Trésorerie au bout de 48 mois d'activité et l'ensemble des décisions à prendre sur les actifs durant toute la durée du problème). Une approche possible pour évaluer la performance de ces deux stratégies consistera à établir les bilans financiers et les comptes de résultat comptables de ces deux scenarios. On synthétisera cette valeur de l'actif « Ressources humaines » dans le bilan financier de la deuxième expérience, par comparaison des « Résultats » comptables entre les deux simulations.

Dans la mesure où la différence de Résultat comptable entre les deux expériences est de 201 909 on trouvera à l'actif ce montant et au passif une réévaluation d'actif du même montant.

Le comportement de la Trésorerie est similaire à celui de l'expérience n°1 et suit les deux mêmes phases : diminution, puis croissance.

Scenario : Ressources Humaines				
BILAN - 48 mois				
ACTIF		PASSIF		
Recherche et Développement	264 978 coûts	264 978	Capital Social	10 000
Capital humain	201 909 variation de résultat			
Portfolio de produits	63 jeux	-	Résultat Scénario : Base	1 493 474
Réseau de fournisseurs	200 351 jeux fabriqués	-	Ré-éval. d'actifs	201 909
Réseau de distribution				
Magasins	6 105 commandes magasins			
Evènements	254 évènements			
Stock de jeux	9 541	95 410	Dette fournisseur	126 295
Relations Clients	12 234 ventes le dernier mois			
Employés	16 employés		Arrondis	73
Trésorerie		1 471 363		
	Total	1 831 751		1 831 751

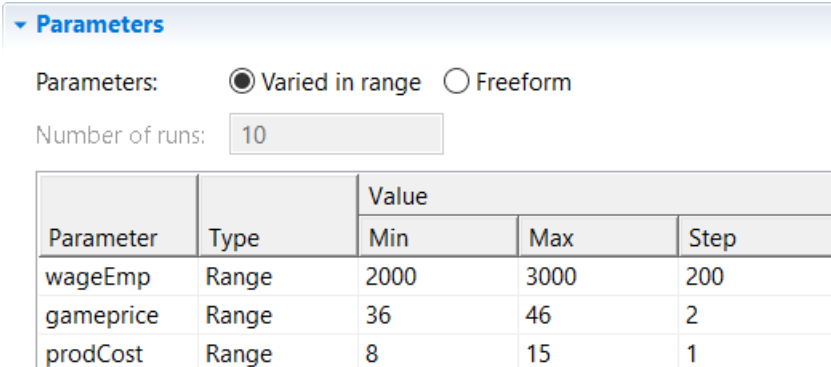
Compte de Résultat - 48 mois		
Produits	Chiffre d'affaires	7 632 427
Charges	Achat fabrications	2 003 512
	Marge distributeurs	2 747 476
	Coût des évènements	807 552
	Salaires	748 892
	Activation R&D	- 264 978
	Variation de Stocks	- 95 410
	Total charges	5 947 044
Résultat		1 695 383

Figure 3.17 – Expérience n°2 : États financiers de l'entreprise à la fin du problème



**Expérience n°3 : Génération d'un Plan d'Expériences** Un plan d'expériences est développé sur la base du modèle de simulation de l'Expérience n°1. Trois propriétés des actifs sont modélisées comme des paramètres (ou des facteurs) d'Anylogic qui prennent différentes valeurs pour chaque expérience du plan. Le but de ce plan d'expériences est d'évaluer a priori un nombre limité de scénarios basé sur des valeurs différentes des actifs. La mesure de la performance de ces scénarios est basée sur la Trésorerie à la fin du problème. Évaluer l'impact sur la trésorerie de ces différents facteurs, permet au décideur de connaître la faisabilité de chaque scénario et de choisir, parmi cette variabilité, le ou les scénarios qui correspondent à ses objectifs. L'évaluation a priori de ces scénarios est une illustration de l'incertitude qui peut impacter les actifs et permet donc d'anticiper les décisions à prendre dans les cas correspondants.

Le plan d'expériences fait varier trois paramètres sur une plage réaliste de valeurs en utilisant l'outil de paramétrage prévu dans Anylogic :



Parameter	Type	Value		
		Min	Max	Step
wageEmp	Range	2000	3000	200
gameprice	Range	36	46	2
prodCost	Range	8	15	1

**Figure 3.19** – Description du plan d'expériences : valeurs des paramètres

La combinaison associée au nombre de valeurs prises par les paramètres génère un plan d'expériences de 288 scénarios. Ce plan d'expérience et les résultats de sortie (Trésorerie à la fin du problème) permettent d'évaluer a priori une plage de performances possibles associées à chaque valeur des paramètres.

Pour appréhender les résultats de ces 288 scénarios, deux tableaux sont proposés. Dans la mesure où trois paramètres sont variables, on fixe la valeur d'un paramètre et on affiche un tableau à deux dimensions pour l'affichage de tous les cas de simulations générés pour ce premier paramètre fixe (Figure 3.20, Figure 3.21). Les valeurs représentées dans les tableaux sont la Trésorerie de chaque scénario à la fin du problème.

La Figure 3.20 montre une variabilité de la Trésorerie en fin de problème qui prend des valeurs entre un minimum de - 379 568 et un maximum de 4 113 012. Plus le prix de vente augmente et plus le coût d'achat au fournisseur diminue, plus la Trésorerie augmente. Ce comportement connu est toutefois précisément quantifié grâce au plan d'expériences.

La Figure 3.21 montre une variabilité de la Trésorerie en fin de problème qui prend des valeurs entre un minimum de - 122 296 et un maximum de 5 609 431. Plus le prix de vente augmente et plus les salaires augmentent, plus la Trésorerie augmente. Ce comportement résulte de la modélisation qui décrit une productivité, c'est-à-dire une capacité de vente proportionnelle aux salaires des employés.

salaire (constante 2000)	gameprice : prix de vente d'un jeu					
	36	38	40	42	44	46
9	358 950	924 819	1 577 282	2 332 159	3 181 201	4 113 012
10	122 296	656 703	1 268 643	1 977 302	2 785 289	3 680 157
11	-	125 079	403 188	979 448	1 642 476	2 407 291
12	-	201 756	161 442	706 760	1 328 518	2 047 961
13	-	262 400	-	448 525	1 034 550	1 708 182
14	-	321 641	-	202 012	757 500	1 388 920
15	-	379 568	-	265 775	38 424	1 090 047

Figure 3.20 – Plan d'expériences : Valeur fixe « Salaire = 2000 »

cost : coût d'achat d'un jeu (constant 10)	wage : salaire mensuel (impacte la promotion commerciale)					
	2000	2200	2400	2600	2800	3000
36	122 296	201 775	284 473	369 601	456 561	544 902
38	656 703	790 459	926 249	1 063 422	1 201 510	1 340 171
40	1 268 643	1 461 395	1 655 159	1 849 426	2 043 826	2 238 086
42	1 977 302	2 235 266	2 492 668	2 749 147	3 004 475	3 258 509
44	2 785 289	3 110 522	3 433 415	3 753 862	4 071 835	4 387 348
46	3 680 157	4 073 844	4 463 466	4 849 163	5 231 096	5 609 431

Figure 3.21 – Plan d'expériences : Valeur fixe « Coût d'achat d'un jeu = 10 »

## Conclusion des expérimentations

Les trois expérimentations menées illustrent la capacité du méta-modèle et du diagramme de causalité à supporter des modèles de simulation. Cette capacité à projeter la performance d'une entreprise vue comme un système offre bien une aide à la décision stratégique.

En effet, la simulation permet :

- d'évaluer a priori le potentiel de valeur d'une entreprise (estimée à partir de sa Trésorerie ou de son Résultat comptable),
- d'évaluer la performance de plusieurs scénarios représentant l'incertitude qui peut impacter les caractéristiques des actifs,
- de planifier toutes les décisions à prendre sur les actifs, et sur la durée du problème pour atteindre la performance projetée dans chaque scénario.

Cependant, cette modélisation sous forme de système dynamique qui permet de faire varier les valeurs de plusieurs paramètres, n'a pas été développée en multipliant les valeurs d'incertitude à chaque pas de temps. En pratique, il est possible d'associer les paramètres à des outils de modélisation par événements discrets où les paramètres peuvent changer de valeur au cours de la simulation, à intervalle de temps prédéfinis.

Ainsi, l'approche proposée met en avant la capacité des contributions conceptuelles à supporter l'aide à la décision stratégique par l'évaluation a priori de stratégies définies, et la planification des ressources au sens élargi que nous avons donné des actifs. Nous n'avons pas développé une méthodologie d'instanciation plus précise de l'incertitude qui est représentée dans le méta-modèle. La prise en compte de l'incertitude par la génération de scénarios est donc une approche minimale. L'utilisation d'un outil du marché (Anylogic (c)) pour réaliser un nombre conséquent de scénarios répond toutefois à la problématique métier de cette thèse, car elle démultiplie la capacité de scénarisation actuellement à l'œuvre dans les PME à un coût moindre et ne requiert que quelques secondes d'exécution. Les ressources nécessaires à la mise en place de telles méthodes résident dans les compétences pour la modélisation d'une entreprise dans un outil standard de simulation.

## 3.6 Synthèse

La problématique industrielle et académique de cette thèse nous ont amené à proposer un cadre conceptuel pour l'aide à la décision stratégique des PME. Ce cadre conceptuel propose de réunir deux domaines de connaissances : le génie industriel et les sciences de gestion.

Nous avons proposé un méta-modèle qui permet de modéliser toute entreprise à partir de sa stratégie, jusqu'à sa valeur. Deux des autres concepts clés de ce méta-modèle sont les actifs et l'incertitude. La lecture de ce méta-modèle permet de considérer une stratégie comme point d'entrée, en fixant des objectifs, puis de décrire le fonctionnement de toute entreprise sur la base de ses actifs pour expliquer la génération de résultats et donc la valeur de l'entreprise.

Aujourd'hui les actifs (« assets » en anglais) sont comptabilisés dans le bilan financier comme ressources dans les entreprises, mais peu de littérature s'est concentrée à montrer les relations potentielles entre les actifs qui génèrent les flux dans les entreprises et donc les résultats. Nous avons donc établi une revue de la littérature pour décrire un diagramme de causalités entre les actifs. Nous avons pu obtenir un diagramme de causalité basé sur des relations d'ordre qualitatif que nous avons employé comme support pour un exemple illustratif qui

donne des valeurs numériques à ces relations.

L'incertitude est peu prise en compte dans les outils financiers aujourd'hui pour l'aide à la décision stratégique des PME. C'est pourquoi nous proposons également une première approche pour prendre en compte l'incertitude par la génération d'un nombre de scénarios plus important que ce que les outils actuels peuvent supporter.

Enfin, nous avons illustré comment ce cadre conceptuel peut être utile pour supporter des cas de simulation qui permettent de projeter la performance d'une entreprise et de sa stratégie. On peut projeter la trésorerie et le résultat comptable d'une entreprise, tout en pouvant connaître les décisions à prendre sur les actifs tout au long du problème.

Le cadre conceptuel contribue donc à :

- évaluer la performance financière d'une stratégie d'entreprise a priori,
- évaluer la performance financière d'un ensemble de scénarios issus de l'incertitude sur les actifs,
- planifier les décisions à prendre sur tous les actifs sur toute la durée de l'horizon stratégique.

# 4

## Optimisation des actifs de l'entreprise pour accompagner les décisions

4.1	Motivation pour l'optimisation des actifs comme aide à la décision stratégique	73
4.1.1	Différence entre simulation et optimisation dans l'aide à la décision . .	73
4.1.2	Proposition d'optimisation des actifs pour l'aide à la décision stratégique	74
4.2	État de l'art sur les modèles d'optimisation appliqués à la valeur . . . . .	76
4.2.1	L'optimisation de la valeur . . . . .	77
4.2.2	La valeur de l'entreprise élevée à un plan d'expériences . . . . .	78
4.2.3	L'analyse de données pour l'aide à la décision . . . . .	79
4.3	Proposition de modèle d'optimisation des actifs . . . . .	80
4.3.1	Description du problème stratégique . . . . .	80
4.3.2	Le modèle de programmation en nombres mixtes . . . . .	81
4.3.3	Description des contraintes . . . . .	88
4.4	Plan d'expériences . . . . .	89
4.4.1	Description du cas d'utilisation . . . . .	89
4.4.2	Propriétés des actifs : Combinaisons pour le plan d'expériences . . . . .	89
4.4.3	Résultats . . . . .	91
4.5	Synthèse . . . . .	105

### 4.1 Motivation pour l'optimisation des actifs comme aide à la décision stratégique

#### 4.1.1 Différence entre simulation et optimisation dans l'aide à la décision

Le précédent chapitre a montré l'utilité des méthodes de simulation pour l'aide à la décision en illustrant le cadre conceptuel de cette thèse. Les méthodes de simulation sont donc bien une option solide pour l'aide à la décision prospective.

En effet, la simulation vise à modéliser un système ou un processus réel en utilisant un modèle mathématique, puis à observer son comportement dans des conditions variées pour

comprendre comment il fonctionne BONINI, 1963. Le but principal est généralement de mieux comprendre le système et d'explorer différentes stratégies ou scénarios.

Cependant, le méta-modèle débute par la stratégie de l'entreprise, c'est-à-dire un ensemble d'objectifs. Or pour ce genre de problèmes d'atteinte d'objectifs, les méthodes préconisées sont les méthodes d'optimisation. ZELINKA et al., 2013 explorent la manière dont les objectifs sont formulés dans des problèmes d'optimisation et comment différentes méthodes peuvent être appliquées pour les résoudre : « In its simplest form, optimization means to find the single (and global) minimal or maximal value of an objective function defined over some search space. »

En effet, l'optimisation vise à trouver la meilleure solution possible à un problème donné. Cela peut impliquer la maximisation des bénéfices, la minimisation des coûts ou la recherche de la meilleure allocation de ressources, en fonction de la nature du problème. L'optimisation est généralement utilisée lorsque l'objectif est clairement défini et qu'il y a un ensemble de contraintes qui limitent les choix possibles ZELINKA et al., 2013. Les méthodes d'optimisation déterminent systématiquement la meilleure combinaison de variables (par exemple, quantités à produire, planning dans le temps, affectation de ressources) en utilisant des algorithmes mathématiques LEYMAN et al., 2016, NAJAFI et al., 2006. Ces méthodes visent à trouver une solution optimale en respectant toutes les contraintes imposées. L'optimisation est couramment utilisée pour la planification de la production, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, la conception de réseaux de transport, ou encore l'optimisation de portefeuilles financiers. Elle permet de prendre des décisions précises pour maximiser les objectifs spécifiques.

En résumé : La simulation est principalement utilisée pour comprendre le comportement des systèmes complexes et pour explorer divers scénarios, tandis que l'optimisation est utilisée pour résoudre des problèmes en trouvant la meilleure solution possible en fonction d'objectifs spécifiques et de contraintes.

Comme nous l'avons utilisé dans l'illustration d'une simulation au chapitre précédent, nous utiliserons un plan d'expériences pour étudier la sensibilité des différents facteurs d'un modèle d'optimisation basé sur les actifs.

Finalement, l'analyse des données du plan d'expériences sera réalisée dans la lignée des recherches sur les « méthodes d'analyse de données » c'est-à-dire les méthodes d'analyses et de visualisation des données qui seront générées par les expérimentations.

### **4.1.2 Proposition d'optimisation des actifs pour l'aide à la décision stratégique**

La revue de la littérature qui va suivre, met en évidence l'utilisation très limitée des objectifs relatifs à la valeur dans les problèmes d'optimisation des ressources. Les recherches existantes dans ce domaine ont développé des méthodes pour l'évaluation de la valeur actuelle nette dans la production, l'allocation des ressources et les problèmes de planification. Néanmoins, aucune littérature ne détaille le problème au niveau des actifs.

De plus, comme nous allons le montrer, aucune littérature ne développe une étude computationnelle complète en combinant l'optimisation et un plan d'expériences en tant que méthodologie d'aide à la décision pour évaluer le potentiel de création de valeur des entreprises. ASADUJJAMAN et al., 2021 combinent ces deux méthodes, mais l'objectif du plan d'expériences est d'évaluer les performances de deux algorithmes et non d'évaluer différents scénarios.

### **1<sup>ère</sup> étape : Modélisation d'un problème stratégique de lancement de nouveau produit**

Pour répondre à notre problématique, nous proposerons donc un modèle d'optimisation qui permettra de connaître les décisions à prendre sur les actifs compte tenu d'un objectif de maximisation de la valeur de l'entreprise. Nous combinerons ce modèle mathématique à un plan d'expériences afin d'évaluer la performance potentielle dans un grand nombre de scénarios. Cette méthodologie permettra également d'analyser l'ensemble des données du plan d'expériences pour en tirer des informations sur l'influence des actifs et de leurs propriétés sur la performance. En effet, ces informations constitueront une donnée cruciale pour les décisions stratégiques prospectives.

Nous allons donc proposer d'employer le méta-modèle et le diagramme de causalité des actifs pour représenter un type générique d'entreprises face à une question d'ordre stratégique. Le type générique d'entreprise correspondra à une entreprise ayant un réseau d'approvisionnement pour un produit initial et des salariés qui commercialisent ce produit initial en suivant une demande déterminée sur le marché. Le problème stratégique consistera à évaluer l'opportunité de développer un deuxième produit, en recrutant des salariés dédiés à cette mission, ce qui permettra à l'entreprise de commercialiser un deuxième produit avec une demande, elle aussi, pré-déterminée, mais qui suit un cycle de vie du produit. Conformément à nos précédentes propositions, l'ensemble de l'entreprise et son fonctionnement seront modélisés par des actifs, et des flux, dans l'objectif d'évaluer l'impact des décisions sur la valeur de l'entreprise.

### **2<sup>ème</sup> étape : Mise en œuvre d'un plan d'expériences en faisant varier le modèle d'optimisation**

Cette optimisation sera jouée un grand nombre de fois en faisant varier la valeur des facteurs dans un plan d'expériences afin d'évaluer l'influence de ces facteurs. En effet, le plan d'expériences permettra de faire varier les valeurs des propriétés des actifs afin d'évaluer un grand nombre de scénarios. D'une part, cette méthode permet d'envisager une aide à la décision qui puisse estimer les choix satisfaisants relatifs aux actifs. D'autre part, elle permet de prendre en compte l'incertitude qui peut impacter les actifs.

En outre, le commentaire suivant de LEITNER et al., 2015 explique l'intérêt et les limites rencontrées dans les expérimentations basées sur la projection de performances financières (de la simulation dans le cas de cet article, mais applicable à d'autres méthodes) : « disposer d'un état des flux de trésorerie plus transparent pourrait aider les investisseurs et les analystes à faire des prévisions plus précises sur les bénéfices. De plus, les chercheurs signalent une difficulté cognitive liée à l'utilisation des nombreuses mesures trouvées dans le BSC KAPLAN et al., 1992, soulignant que la comptabilité vise à fournir des informations pour aider les investisseurs dans leur processus décisionnel. Cependant, ces informations restent inutilisées à moins qu'elles ne soient présentées de manière facile à comprendre. Lors de la conception des systèmes de contrôle, il est important de réfléchir à la manière dont les informations comptables doivent être présentées pour soutenir la prise de décision. »

### **3<sup>ème</sup> étape : Analyse des données du plan d'expériences**

Même si cette précédente référence de LEITNER et al., 2015 se base sur l'analyse des méthodes de simulation et la présentation des résultats de ce type de méthodes, on retiendra, pour le traitement des données du plan d'expériences, l'importance cruciale d'une présentation compréhensible des résultats. En effet, l'analyse et la présentation des résultats doit permettre d'éclairer et de faciliter la prise de décision pour les dirigeants d'entreprise. C'est pourquoi nous emploierons des méthodes d'analyse de données SIVARAJAH et al., 2017 qui facilitent

l'usage, la compréhension et l'utilité d'un grand nombre de données pour l'aide à la décision.

Ainsi, devant le grand nombre de scénarios que l'expérimentation va induire, nous présentons :

- une analyse de données pour décrire les résultats et établir un modèle de prévisions,
- un tableau de bord expérimental et interactif visant à guider les décideurs dans leurs choix de stratégies.

La combinaison de ces trois méthodes (Optimisation, Plan d'Expériences, Analyse de données) permettra :

- de connaître toutes les décisions à prendre sur les actifs sur toute la durée du problème,
- de connaître la performance résultant de chaque combinaison de paramètres dans un grand nombre de scénarios,
- d'analyser l'impact des facteurs sur la performance du système, basé sur les données d'un grand nombre de scénarios,
- de développer une aide à la décision stratégique, en assistant les décideurs dans la visualisation des scénarios les plus performants, la valeur de l'entreprise qui résulte de chacun de ces scénarios, et les décisions à prendre sur les actifs qui permettent d'atteindre la performance maximale dans chaque scénario.

Ce processus d'optimisation, plan d'expériences et analyse des données s'inscrit dans la perspective proposée par MIRZAEY et al., 2017. Les auteurs comparent les méthodes comptables et statistiques d'un côté, avec les méthodes de contrôle de gestion (synonymes ici d'aide à la décision prospective) et d'intelligence artificielle de l'autre. Ces auteurs caractérisent les méthodes comptables et statistiques comme étant tournées vers le passé alors que les méthodes d'aide à la décision stratégique et d'intelligence artificielle sont tournées vers le futur.

Notre contribution s'inscrit donc dans la seconde catégorie, orientée vers le futur, et correspondant à notre question de recherche pour l'aide aux décisions stratégiques prospectives.

## 4.2 État de l'art sur les modèles d'optimisation appliqués à la valeur

Des travaux antérieurs ont sporadiquement rassemblé l'analyse financière et les méthodes de l'ingénieur, par exemple en appliquant des concepts tels que les options réelles et la valeur actuelle nette (VAN). Ces méthodes transposent une approche financière à l'ingénierie ou l'inverse, comme en utilisant la modélisation mathématique pour anticiper les performances financières LEYMAN et al., 2016, FORTALEZA et al., 2022b, GEYER et al., 2010. Néanmoins, un cadre complet sous-tendant la combinaison systématique de ces domaines de recherche, comme le propose la modélisation basée sur les actifs, est peu développé en dehors de notre thèse.

Cette section vise à examiner l'utilisation de méthodes d'optimisation pour résoudre des problèmes orientés vers la valeur et leur usage dans un plan d'expériences. Ces deux méthodes (optimisation et plan d'expériences) permettront d'améliorer l'aide à la décision stratégique pour prendre des décisions prospectives.

### 4.2.1 L'optimisation de la valeur

Nous cherchons l'utilisation de méthodes de valorisation dans les problèmes d'optimisation tels que la planification, la production et l'allocation des ressources. Une recherche dans Scopus est menée avec la requête suivante : « **optimization** » AND « **decision variables** » AND « **net present value** » and AND (« **production** » OR « **scheduling** » OR « **resource allocation** »). La recherche dans le titre, l'abstract et le résumé retourne 60 résultats, au 25 août 2023.

Une grande partie de ces résultats se concentre sur des domaines industriels spécifiques tels que l'industrie minière, pétrolière et gazière. Parmi les méthodologies introduites dans ces études, nous identifions des caractéristiques complètement spécifiques à certains domaines métiers très restreints telles que la dynamique de pression et des injections pour l'optimisation d'un processus d'extraction gazière.

RAHMAWATI et al., 2015 examinent la « modélisation intégrée des actifs » pour les stratégies de production. Le modèle s'étend de la réserve de ressources aux processus d'extraction et se termine par une évaluation économique. Ce modèle offre donc une vision d'ensemble d'un plus grand nombre de paramètres, même s'il reste dans le domaine métier des extractions.

Cette littérature met en lumière l'utilisation spécifique du terme « assets » (traduction des « actifs ») prévalente dans l'ingénierie : elle est essentiellement utilisée dans les secteurs d'activités d'extractions.

Dans la recherche opérationnelle orientée vers la valeur, JOSHI et al., 2022 présentent une méthodologie comparable pour résoudre un problème de planification de production dans une carrière de calcaire. De même, TRONCOSO et al., 2015 examinent les méthodes d'optimisation sur la demande dans la chaîne de valeur de l'industrie forestière, en utilisant la programmation entière mixte et en priorisant la maximisation de la VAN.

Dans l'ensemble, la valorisation financière d'une entreprise, d'un projet ou d'une unité de production emploie majoritairement la VAN des flux de trésorerie comme indicateur de la valeur.

SCHNEIDER et al., 2023 élaborent une approche d'aide à la décision pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, en tenant compte de la VAN tout en utilisant un modèle de programmation entière mixte. Une stratégie identique est adoptée par TABRIZI et al., 2019 pour un dilemme de sélection de fournisseur. Le modèle de programmation entière mixte englobe la planification de projet et l'approvisionnement en matériel, en se concentrant sur la minimisation des coûts avec la VAN comme indicateur de performance.

GHIAMI, 2023 mène une enquête sur l'application de la VAN dans la gestion des stocks, englobant des facteurs tels que les coûts d'achat, les coûts de commande, les coûts de détention, le prix de vente et les coûts des backlogs. GRUBBSTRÖM et al., 2012 aborde un problème de valorisation économique, visant l'optimisation de la VAN. Le problème étudié est un problème de dimensionnement des lots dans une chaîne de production. Les auteurs analysent le nombre de solutions optimales possibles basé sur l'optimisation de l'entreprise vue comme un système.

La planification de projet représente un domaine historique de l'optimisation avec des objectifs de VAN VALADARES TAVARES, 1990. NAJAFI et al., 2006 élaborent une méthodologie

visant à maximiser la VAN pour la planification de projet et l'allocation de ressources en se concentrant sur les activités comme point central. Bien que ce type de problème tienne compte des ressources comme des prérequis pour les activités, il ne met pas l'accent sur les ressources ou les actifs en tant qu'unités fondamentales d'une entreprise.

La revue de S. WU et al., 2005 sur la gestion de la capacité dans l'industrie high-tech répertorie les techniques de pointe dans ce domaine. Les modèles de programmation mathématique englobent un ensemble de techniques, notamment l'optimisation. Une caractéristique frappante est leur capacité à résoudre la « quantité et le moment de l'acquisition d'actifs » optimaux. Les auteurs notent que les techniques de simulation deviennent des outils d'application d'aide à la décision. Cependant, cet article ne traite pas directement d'études computationnelles similaires à notre proposition.

Ainsi, même si la requête ne retourne que 60 résultats la maximisation de la valeur d'une entreprise par les méthodes d'optimisation est bien une méthodologie déjà existante dans la littérature. Cependant, cette littérature ne mentionne pas comment utiliser la VAN pour l'évaluation de l'ensemble d'une entreprise, pour aider aux décisions stratégiques prospectives. Les recherches menées ne sont pas basées sur une définition élargie des actifs.

## 4.2.2 La valeur de l'entreprise élevée à un plan d'expériences

En jouant un grand nombre de scénarios par combinaison valeurs possibles dans un plan d'expériences, il est possible de développer une aide à la décision. Les valeurs testées fournissent aux décideurs des informations utiles sur les grandeurs qui permettent à l'entreprise d'atteindre les objectifs fixés. Ces valeurs de paramètres dans le plan d'expériences (comme une productivité, un coût, un délai...) donnent les scénarios souhaitables, et sont une information utile, car elles permettent aux décideurs de fixer des objectifs dans le fonctionnement de l'entreprise PILLET, 2001

De plus, les analyses standards des résultats d'un plan d'expériences fournissent également des informations utiles pour l'aide à la décision. Un seul cas (c'est-à-dire avec un jeu de paramètres) génère un scénario unique. Mais nous allons tester un grand nombre de combinaisons de paramètres, c'est-à-dire un grand nombre de scénarios. Dans les méthodologies existantes pour générer plusieurs scénarios, on retient la méthode du Plan d'Expériences PILLET, 2001 qui permet de tester rigoureusement un grand nombre de scénarios. De plus l'analyse des résultats d'un plan d'expériences peut se faire avec des méthodes standardisées telles qu'une analyse de sensibilité avec l'Analyse de la Variance (ANalysis Of Variance - ANOVA) ou une régression.

L'Analyse de la Variance PILLET, 2001, permet d'identifier quels sont les facteurs d'un plan d'expériences qui ont un impact effectif sur la performance du système. Elle consiste à analyser la distribution des valeurs de performance en fonction du changement des valeurs d'un seul facteur, toutes choses égales par ailleurs. Les méthodes de régression, très nombreuses, préconisent l'emploi d'une régression polynomiale PILLET, 2001, et plus précisément, de degré 2 pour générer un modèle de prévision de la performance basé sur les valeurs des facteurs. La régression polynomiale, par la pondération des facteurs dans l'équation de régression, peut éventuellement donner une information sur les facteurs qui ont un poids plus important dans le modèle. Même si cette analyse pour l'aide à la décision a des limites, elle peut venir compléter l'ANOVA pour comprendre l'impact des facteurs sur la performance du système. Mais cette analyse doit considérer le rôle important d'équilibrage des poids sur les facteurs qui est la conséquence du choix d'un modèle de type régression.

Enfin, la recherche de ASADUJJAMAN et al., 2021 vise à maximiser les flux de trésorerie dans la planification de projet. Le modèle sous-jacent correspond à un problème de planification englobant 'n' activités et prenant en compte à la fois les entrées et sorties de trésorerie, les coûts et les capacités pour chaque activité. Toutefois, l'utilisation du plan d'expériences est orientée vers l'évaluation des performances de deux algorithmes de résolution du problème. Ça n'est donc pas l'impact sur la trésorerie des activités, de leurs coûts et de leur planification qui sont analysés par le plan d'expériences, mais uniquement les performances de deux algorithmes d'optimisation.

Il semble toutefois que très peu de littérature emploie une méthodologie qui développe un plan d'expériences pour analyser la performance d'un grand nombre de scénarios, qui sont individuellement résolus par un modèle d'optimisation. Pourtant, une telle méthodologie pourrait permettre une aide à la décision enrichie des bénéfices des deux méthodes : optimisation et plan d'expériences. D'une part, l'optimisation permet de connaître les décisions à prendre pour obtenir la performance maximale d'un système compte tenu des valeurs d'un jeu de paramètres. De plus, le plan d'expériences qui génère un grand nombre de scénarios, en fonction de changement de valeurs des facteurs, permet de tester un grand nombre de combinaisons pour les valeurs des paramètres du système. Ainsi, on peut améliorer l'aide à la décision, en analysant les résultats du plan d'expériences individuellement optimales.

### 4.2.3 L'analyse de données pour l'aide à la décision

Les méthodes d'analyse de données sont admises comme un outil essentiel de l'aide à la décision. Elles sont souvent regroupées en trois catégories SIVARAJAH et al., 2017 :

- les méthodes descriptives : qui permettent de représenter un état passé de l'entreprise,
- les méthodes prédictives : qui projettent la performance d'une entreprise. Elles emploient des méthodes numériques telles que le deep learning ou le machine learning PYATAEVA et al., 2022.
- les méthodes prescriptives qui recommandent des décisions par rapport à un objectif, des contraintes, des critères de décision

On retrouve cette typologie dans la Figure 4.1 de SIVARAJAH et al., 2017.

La littérature a été étoffée par des domaines d'applications aux méthodes d'analyse de données (Analytics) tels que le contrôle de gestion pour l'aide à la décision stratégique dans les entreprises. Dans ce domaine d'applications, les méthodes d'analyse de données sont généralement associés à la Business Intelligence qui regroupe les analyses et les visualisations pour l'aide à la décision RIKHARDSSON et al., 2018.

Plus spécialement, en ce qui concerne les méthodes d'analyse et de visualisation, on peut citer le courant de littérature développé à la suite de la proposition du Balanced Scorecard (Tableau de bord stratégique) par KAPLAN et al., 1992. Cette méthode de suivi de la performance, peut être catégorisée dans les méthodes descriptives, car elle est utilisée pour le suivi des indicateurs passés. Les quatre grands axes de performance de cet outil de suivi sont : la performance en matière d'apprentissage organisationnel, de maîtrise des processus, de satisfaction clients, et de performance financière. Ces axes sont présentés dans une boucle ou dans un processus de création de valeur qui sont interdépendants et permettent une vision transversale de la performance des entreprises. Cette approche est orientée sur les compétences et performances de l'entreprise, mais pas sur ses actifs.

Une requête dans Scopus avec la recherche suivante dans le titre, le résumé et les mots clés : « **strategic** » AND « **decision** » AND « **analytics** » AND « **asset** » donne 101

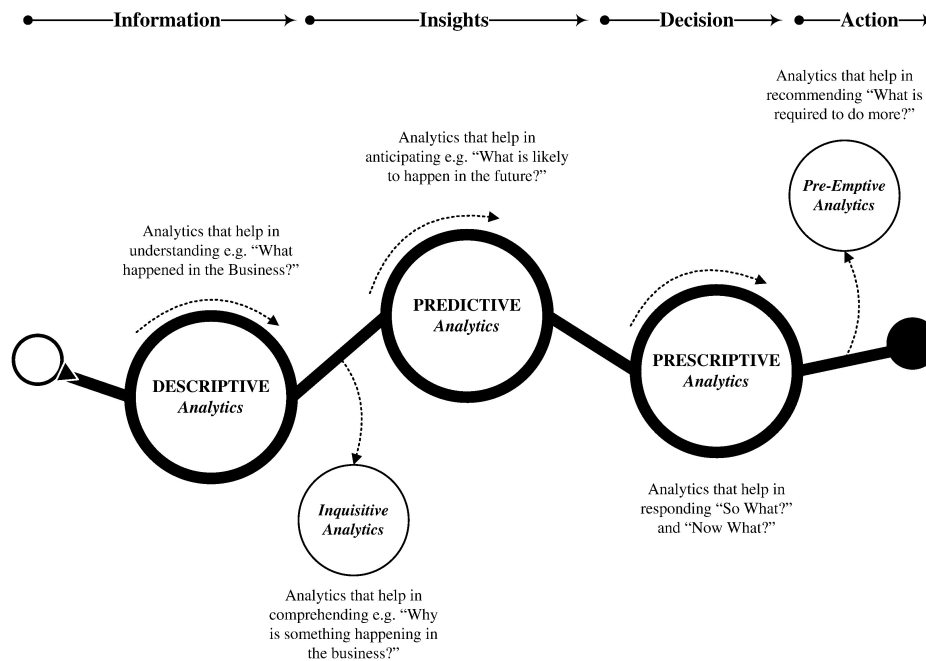


Figure 4.1 – Typologie des méthodes d'analyse de données, SIVARAJAH et al., 2017

résultats le 25 octobre 2023.

La variété des résultats montre que les méthodes d'analyses de données appliquées aux actifs suivent les mêmes tendances que pour l'usage de ce terme dans les problèmes d'optimisation de la valeur, c'est-à-dire :

- (i) le terme « asset » (actif) fait plus souvent références aux actifs financiers, en l'espèce des produits d'assurance financière DUTTA et al., 2019
- le terme « asset » (actif) est employé comme synonyme de « ressource mobilisée par une entreprise » dans un article dédié à une étude sur les méthodes d'analyse dans les activités d'extraction pétrolière et gazière DURSUN et al., 2014. Les mêmes limites que précédemment sont donc à nouveau présentes puisque ces articles utilisent le terme « actif » dans le seul domaine d'application des industries d'extraction.

Les auteurs n'ont donc pas proposé, dans la littérature, de méthode d'analyse de données basée sur les actifs. Or, il pourrait être intéressant d'employer les résultats des données prédictives de tout type de méthode basée sur les actifs.

## 4.3 Proposition de modèle d'optimisation des actifs

### 4.3.1 Description du problème stratégique

Le modèle d'optimisation vise à supporter l'aide à la décision dans un problème de choix de développement d'un nouveau produit. Les produits créés par ce type d'entreprises ont

un cycle de vie en quatre phases : développement, croissance, maturité, déclin. L'entreprise a déjà développé un produit avant le début du problème, mais elle souhaite connaître les décisions optimales pour développer un nouveau produit.

L'entreprise a un fonctionnement nominal avec un premier produit qui est commercialisé par des employés qui vendent les produits en stock. Le stock est déterminé par rapport à la demande prévisionnelle après avoir été commandé auprès d'un fournisseur dédié. La demande suit une évolution en forme de cloche conformément au cycle de vie des produits rencontré couramment dans la littérature RINK et al., 1979.

L'opportunité stratégique de développer un nouveau produit est évaluée par rapport à la capacité de cette décision à créer de la valeur pour l'entreprise. Ainsi, l'objectif du problème est de maximiser la valeur de l'entreprise. Si le développement d'un deuxième produit ne crée pas de valeur, alors la phase de Recherche et Développement n'est pas amorcée. Cette estimation financière dépend de la modélisation de la demande dans le temps. Nous estimons que la demande pour un deuxième produit, suit la même trajectoire en cycle de vie que le premier produit. La courbe de demande diffère seulement dans le temps, car elle démarre seulement après que le nouveau produit est lancé.

Si le développement d'un nouveau produit est profitable à l'entreprise, alors le produit est commercialisé à l'issue d'une phase de recherche et développement. Le temps de travail cumulé nécessaire est fixé par le temps de développement moyen d'un produit. Ce temps correspond à la somme du temps de travail de nouveaux salariés embauchés spécifiquement pour le développement du deuxième produit de l'entreprise.

La modélisation du problème permet de prendre en compte un ensemble de contraintes telles que le nombre maximum d'employés qui peut être embauché ou le nombre maximum d'employés dont les contrats prennent fin à chaque période de temps du problème.

Un ensemble de valeurs liées aux propriétés des actifs : coût, prix, délai, productivité, capacité est également modélisé dans le problème. Ces paramètres seront la base du plan d'expériences développé à partir du modèle d'optimisation. Les combinaisons de paramètres du plan d'expériences seront obtenues en faisant varier ces valeurs et en évaluant les résultats d'un grand nombre de combinaisons pour les valeurs de ces paramètres.

### **4.3.2 Le modèle de programmation en nombres mixtes**

Le problème que nous résolvons consiste à évaluer la valeur d'une entreprise qui souhaite estimer l'opportunité stratégique de développer un nouveau produit. Le modèle que nous proposons dans ce chapitre est une instance partielle du Diagramme de Causalité afin de fournir un modèle générique pour un type de problème stratégique.

Dans ce problème d'allocation de ressources et de planification, nous visons à déterminer la quantité de chaque ressource tout au long de la période du problème afin de maximiser la trésorerie à la fin de la période.

La quantité de chaque actif tout au long du problème doit être décidée en fonction des coûts, des prix, des délais, de la productivité et des contraintes de capacité. Dans ce problème, les actifs concernés sont :

- (i) la trésorerie, qui est un actif et également la variable à maximiser à la fin du problème,
- (ii) les stocks 1 et 2 de produits respectivement de type 1 et type 2,
- (iii) les clients satisfaits, c'est-à-dire les clients ayant acheté un jeu,
- (iv) le réseau d'approvisionnement qui fabrique les produits en fonction de la demande auprès des fournisseurs (un fournisseur par type produit),
- (v et vi) les employés dont le travail est de vendre les produits (les employés de vente) et les employés qui développent le nouveau produit,
- (vii) le temps passé en R&D en tant qu'actif permettant de vendre le deuxième produit (type 2) après que la R&D a atteint la quantité totale de temps requise.

Même si ce modèle de programmation ne prend pas en compte tous les actifs du Diagramme de Causalité, il vise à modéliser un ensemble existant de problèmes industriels et peut-être considéré comme une instance du Diagramme (les liens de causalité sélectionnés dans le problème sont représentés en jaune sur la Figure 4.14). Il prend en charge la prise de décision grâce à une correspondance entre les variables de décision du problème d'optimisation et les trois types de décisions du cadre : acquérir (Get), mettre à jour (Update) ou sortir (Rid of). De plus, nous pouvons évaluer un grand nombre de scénarios en exécutant des combinaisons de propriétés d'actifs.

### Paramètres : Propriétés des actifs

Notre proposition vise à développer une aide à la décision stratégique en évaluant a priori la valeur potentielle d'une entreprise. Cette évaluation est basée sur le modèle de ses actifs et implique une exploration approfondie de diverses combinaisons de délais, niveaux de productivité, coûts, prix et capacités. Le modèle d'optimisation utilise les quantités de chaque actif comme variables de décision à chaque étape du temps tout au long de la période de planification. Cette approche fournit un plan détaillé pour gérer chaque actif, déterminant les quantités à acquérir (Get), mettre à jour (Update) ou sortir (Rid of) pour chaque actif et à chaque pas de temps.

Nous pouvons résumer notre approche d'optimisation basée sur les actifs en considérant les quantités d'actifs à chaque pas de temps comme une variable de décision :

**Variables de décision : Quantité (de l'actif) :** La variable de décision qui décrit les décisions possibles pour obtenir, mettre à jour ou sortir un actif repose sur la quantité de cet actif à l'instant  $t$ . Ainsi, il y a autant de variables de décision que d'actifs dans le modèle, à chaque instant du problème.

**Variable de décision : Capacité (de l'actif) :** Dans ce modèle, la capacité d'un actif décrit le maximum de sa quantité à chaque instant  $t$ . Augmenter la capacité d'un actif en respectant le coût de cette décision est considéré comme une mise à jour de cet actif.

Nous pouvons résumer notre approche pour traiter l'incertitude affectant les actifs en définissant les trois types de propriétés des actifs qui peuvent être impactées par l'incertitude. Ces propriétés seront les facteurs d'entrée de notre plan d'expériences :

**Facteur : Productivité (de l'actif) :** Le modèle est une description des relations entre les actifs. Décrire la quantité d'un actif comme impactée par la quantité d'autres actifs dessine les dépendances entre les actifs. La productivité évalue le niveau de production ou de consommation d'un actif par un autre.

**Facteur : Délai (de l'actif) :** Le délai est l'attribut d'un actif qui représente le temps habituellement écoulé entre la décision (par exemple, obtenir un actif) et le moment où il impacte réellement la quantité de l'actif (quand il est livré par le fournisseur, par exemple).

**Facteur : Coût et Prix (de l'actif) :** Le coût est une propriété des actifs impliqués dans les décisions d'obtention et de mise à jour, ce qui signifie qu'augmenter sa quantité nécessite de payer ce coût. Le prix est relatif aux décisions de sortir un actif, utilisé dans cet exemple pour la vente des stocks de produits. Le coût a un impact négatif sur la trésorerie, tandis que le prix de vente a un impact positif sur la trésorerie.

La liste des paramètres inclus dans le problème d'optimisation est la suivante :

- $saleperemp$  : Capacité de vente de chaque employé par mois pour les produits 1 et 2.
- $lt_{supp}$  : Délai de livraison des fournisseurs pour livrer les produits commandés les mois précédents.
- $lt_{hr}$  : Délai pour le processus de recrutement et de fin de contrat. Cela signifie qu'une décision concernant les employés a un impact retardé de la période  $lt_{hr}$ .
- $cap_{supp}^g, \forall g \in 1, 2$  : Capacité maximale initiale du fournisseur pour fournir une quantité commandée de produits  $g$ . Cette capacité maximale peut être augmentée à un coût :  $costinvcapsupplier$
- $cap_w$  : Capacité maximale initiale de l'entreprise pour stocker cette quantité de produits. Cette capacité maximale peut être augmentée à un coût :  $costinvcaphouse$
- $costinvcaphouse$  : Coût commun pour augmenter définitivement la capacité de l'entrepôt (stock) d'une unité de produit 1 ou de produit 2.
- $costinvcapsupplier^g, \forall g \in 1, 2$  : Coût commun pour augmenter définitivement la capacité du fournisseur  $g$  d'une unité de produit  $g$ .
- $salesprice^1$  : Prix de vente unitaire d'un produit 1 pour une vente.
- $salesprice^2$  : Prix de vente unitaire d'un produit 2 pour une vente.
- $firemaxemp$  : Nombre maximal d'employés qui peuvent terminer leur contrat à chaque mois  $t$ .
- $hiremaxemp$  : Nombre maximal d'employés qui peuvent être embauchés à chaque mois  $t$ .
- $unitproductioncost$  : Coût de production unitaire pour un produit (le même pour le produit 1 et le produit 2) payé au fournisseur.
- $stockholdingcost$  : Coût de stockage unitaire mensuel pour un produit en stock.
- $wageperemployee$  : Salaire mensuel de chaque employé de l'entreprise payé chaque mois (représente le coût total d'un salarié à temps complet, par mois, pour l'employeur).
- $costdecisionemp$  : Coût d'une décision d'embaucher ou de terminer un contrat par employé.
- $timeperemployee$  : Temps passé par mois par employé en Recherche et Développement.
- $costdevgame$  : Temps requis à cumuler en R&D pour développer un nouveau produit.
- $mincash$  : Valeur minimale de la trésorerie à n'importe quel moment  $t$ , représentant les possibilités de facilités bancaires.

Les variables de décision suivent la notation suivante. La valeur d'une variable de décision à  $t$  est la valeur à la fin de la période  $t$ . C'est pourquoi, la valeur au début de la période  $t$  est égale à la valeur à la fin de la période  $t - 1$ .

La Figure 4.2 se lit par bloc de gauche à droite, et de haut en bas dans chaque bloc :

- $N_e(t), \forall e \in \{s, r\}(t)$  : Nombre d'employés en activité au début de la période  $t$ .  $e = s$  compte le nombre d'employés travaillant dans le département des ventes et vendant effectivement des produits à  $t$ .  $e = r$  compte le nombre d'employés travaillant dans le département de recherche et développant effectivement le deuxième produit à  $t$ . Résulte des décisions d'« obtenir » et de terminer les contrats des employés.
- $Ord_{supp}^g(t), \forall g \in \{1, 2\}$  : Le nombre de produits  $g$  à fabriquer commandé par l'entreprise à son fournisseur du produit  $g$  pendant la période  $t$ , reçu au début de la période  $t + lt_{supp}$ . Correspond à la décision d'obtenir un actif « Stock ».

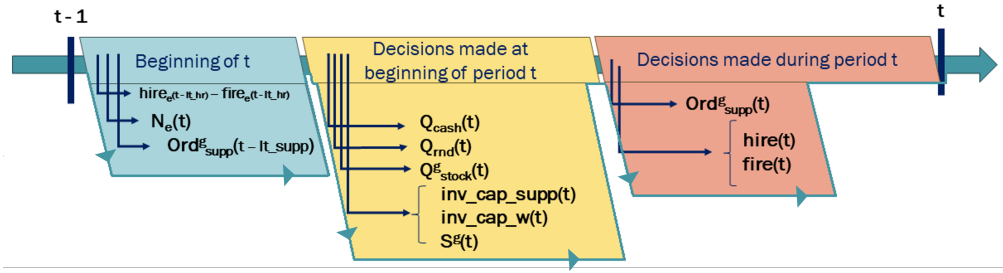


Figure 4.2 – Ordre chronologique des décisions dans un intervalle de temps  $t$

- $Cash(t)$  : Montant (quantité) de trésorerie au début de la période  $t$ .
- $Q_{rnd}(t)$  : Temps cumulé passé en R&D évalué au début de la période  $t$ . Résulte des décisions d'« obtenir » et de mettre à jour l'actif R&D.  $Q_{rnd}(t)$  est également une variable de décision qui représente le choix de l'entreprise d'entrer sur un nouveau marché et ainsi de satisfaire la demande pour un deuxième produit.
- $Q_{stock}^g(t), \forall g \in \{1, 2\}$  : Nombre (quantité) de produits  $g$  dans l'inventaire au début de la période  $t$ .  $Q_{stock}^g(t)$  est mis à jour à  $t$  en incluant la livraison des commandes à partir de  $t - lt_{supp}$  et la demande  $S^g(t)$ . Résulte des décisions d'« obtenir » et « sortir » l'actif « Stocks ».
- $inv\_cap\_supp^g(t)$  : Variation entre  $t - 1$  et  $t$  de la capacité du fournisseur du produit  $g$  pour fournir le produit  $g$ . Correspond à la décision de mettre à jour la capacité de l'actif « Fournisseur ».
- $inv\_cap\_w(t)$ , pour  $t \in \{1, \dots, T\}$  : Variation de la capacité de stockage entre  $t - 1$  et  $t$ . Correspond à la décision de mettre à jour la capacité de l'actif « Stock ».
- $S_g(t), \forall g \in \{1, 2\}$  : Nombre de clients (quantité) qui achètent un produit  $g$  pendant la période  $t$ . Les ventes sont le résultat de la demande sur le marché et de la décision de sortir des stocks pour fournir les produits aux clients.
- $hire_e(t)$ , pour  $e \in \{s, r\}$  et  $t \in \{1, \dots, T - lt_{hr}\}$  : Nombre d'employés de type  $e$  embauchés pendant la période  $t$  qui seront productifs/opérationnels au début de la période  $t + lt_{hr}$ . Correspond à la décision d'« obtenir » de nouveaux actifs « Employés ».
- $fire_e(t)$ , pour  $e \in \{s, r\}$  et  $t \in \{1, \dots, T - lt_{hr}\}$  : Nombre d'employés de type  $e$  dont les contrats terminent pendant la période  $t$  qui ne seront plus comptabilisés dans le personnel de l'entreprise au début de la période  $t + lt_{hr}$ . Correspond à la décision de sortir une partie des employés de l'entreprise.

La demande est décrite comme suit :

- Le produit 1 suit un modèle de demande (données/paramètres) donné par un vecteur  $d_1 = \begin{pmatrix} d_1(1) \\ \vdots \\ d_1(T) \end{pmatrix}$ . La demande suit une tendance normale sur la période de temps pour le jeu 1.
- Le Produit 2 suit un modèle de demande différent pour chaque date de lancement potentielle  $\tau$  pour  $\tau \in \{1, \dots, T\}$ . Cela signifie que pour chaque date de lancement  $\tau$ , nous pré-calculons (données/paramètres) un vecteur représentant le modèle de demande correspondant (pour le Produit 2),  $d_2^\tau = \begin{pmatrix} d_2^\tau(1) \\ \vdots \\ d_2^\tau(T) \end{pmatrix}$ . Notez que pour chaque  $t < \tau$ , nous aurons  $d_2^\tau(t) = 0$ . De plus,  $d_2^\tau(t)$  a le même comportement que  $d_1(t)$  mais décalé dans le temps par  $\tau$ . Le début de la demande commence à un moment  $\tau$  en fonction du moment optimal pour commencer la vente d'un nouveau produit. Pour

commencer la vente d'un nouveau produit, il faut avoir passé suffisamment de temps en R&D pour son développement. Ensuite, à partir du moment  $\tau$ , une nouvelle demande  $d_2^*(t)$  est ajoutée à la demande initiale  $d_1(t)$ .

- $T$  : Nombre total de périodes dans le problème.

La figure suivante montre la structure du problème d'optimisation au travers du cadre conceptuel du Chapitre 3 :

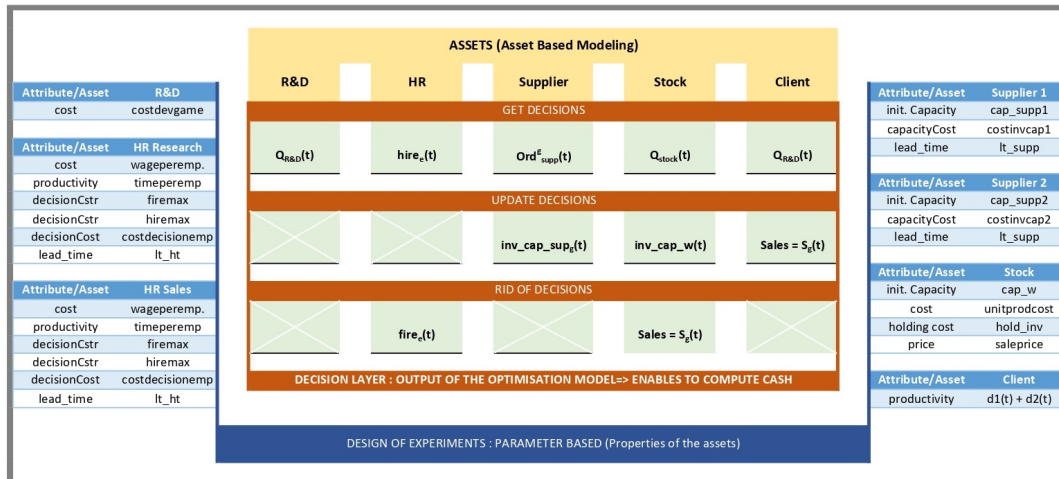


Figure 4.3 – Correspondance entre le cadre de décision et les variables de décision

## Le modèle d'optimisation

Le modèle complet est formulé ainsi :

$$\begin{aligned}
 & \max Q_{cash}(T+1) \\
 & \text{s.t. } Q_{cash}(t) \geq \text{mincash}, \\
 & \quad \text{inv\_cap\_supp}_g(t) \geq 0, \\
 & \quad \text{inv\_cap\_w}(t) \geq 0, \\
 & \quad \text{Ord}_g^{\text{supp}}(t) \geq 0, \\
 & \quad \text{Ord}_{\text{supp}}^g(t) \leq \text{cap\_supp}^g + \sum_{i=1}^t \text{inv\_cap\_supp}^g(i), \\
 & \quad Q_{\text{stock}}^g(t) = 0, \\
 & \quad \sum_{g=1}^2 Q_{\text{stock}}^g(t+1) \leq \text{cap\_w} + \sum_{i=1}^t \text{inv\_cap\_w}(i), \\
 & \quad S_1(t) \leq d_1(t), \\
 & \quad S_2(t) \leq \sum_{\tau=1}^T d_2^T(t) \times y(\tau), \\
 & \quad S_g(t) \leq Q_{\text{stock}}^g(t), \\
 & \quad \sum_{g=1}^2 S_g(t) \leq N_s(t) \times \text{saleperemp}, \\
 & \quad Q_{\text{stock}}^g(t) = Q_{\text{stock}}^g(t-1) + \text{Ord}_{\text{supp}}^g(t - \text{lt\_supp}) - S_g(t-1), \\
 & \quad \text{hire}_e(t) - \text{fire}_e(t) = N_e(t + \text{lt\_hr}) - N_e(t + \text{lt\_hr} - 1), \\
 & \quad 0 \leq \text{fire}_e(t) \leq \text{firemaxemp}, \\
 & \quad 0 \leq \text{hire}_e(t) \leq \text{hiremaxemp}, \\
 & \quad N_e(t) = 0, \\
 & \quad \sum_{t=1}^T y(t) \leq 1,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.1) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.2) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.3) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.4) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.5) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.6) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, \text{lt\_supp}\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.7) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T-1\} & (4.8) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.9) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.10) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.11) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.12) \\
 & \forall t \in \{\text{lt\_supp} + 1, \dots, T\}, \forall g \in \{1, 2\} & (4.13) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T - \text{lt\_hr}\}, \forall e \in \{s, r\} & (4.14) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T - \text{lt\_hr}\}, \forall e \in \{s, r\} & (4.15) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T - \text{lt\_hr}\}, \forall e \in \{s, r\} & (4.16) \\
 & \forall e \in \{s, r\}, \forall t \in \{1, \dots, \text{lt}_{hr}\} & (4.17) \\
 & \forall t \in \{1, \dots, T\} & (4.18)
 \end{aligned}$$

$$Q_{rnd}(1) = 0, \quad (4.19)$$

$$Q_{rnd}(t) \geq costdevgame \times y(t), \quad (4.20)$$

$$Q_{rnd}(t+1) = Q_{rnd}(t) + N_r(t) * timeperemployee, \quad (4.21)$$

$$y(t) \in \{0, 1\}, \quad (4.22)$$

$$Q_{Cash}(1) = 10,000 \quad (4.23)$$

$$Q_{Cash}(t+1) = Q_{Cash}(t) + \sum_{g=1}^2 salesprice^g \times S_g(t)$$

$$- \sum_{g=1}^2 inv\_cap\_supp\_g(t) \times cost\_inv\_supp - inv\_cap\_w(t) \times cost\_inv\_w$$

$$- \sum_{e \in \{r,s\}} N_e(t) \times wageperemployee$$

$$- \sum_{i=\max\{t-tt\_hr+1,1\}}^t hire_e(i) \times wageperemployee$$

$$- \sum_{g=1}^2 Ord_{supp}^g(t) \times unitproductioncost$$

$$- \sum_{g=1}^2 (Q_{stock}^g(t) - S_g(t)) \times stockholdingcost$$

$$- \sum_{e \in \{r,s\}} (fire_e(t) + hire_e(t)) \times costdecisionemp$$

$$\forall t \in \{1, \dots, T\}$$

$$\forall t \in \{1, \dots, T-1\}$$

$$\forall t \in \{1, \dots, T\}$$

$$\forall t \in \{1, \dots, T\} \quad (4.24)$$

### 4.3.3 Description des contraintes

#### Contraintes de capacité

Les commandes au fournisseur ne peuvent excéder la capacité du fournisseur à fournir les quantités souhaitées (4.6)

Les stocks ne peuvent dépasser la capacité d'entreposage de l'entreprise (4.8).

La trésorerie ne peut être inférieure à un minimum qui représente les facilités bancaires (découvert autorisé ou autre mode de financement) (4.2)

La capacité des clients à acheter des produits est limitée par la demande sur le marché, c'est-à-dire que chaque produit ne peut excéder cette capacité d'achat des clients. Les demandes étant indépendantes (4.9, 4.10)

#### Certaines décisions sont limitées par leur matérialité

Les commandes aux fournisseurs ne peuvent représenter qu'un nombre positif de produits (4.5).

Le nombre de clients achetant chaque jeu à chaque période ne peut excéder le nombre de jeu (pour chaque type) en stock (4.11).

De même que les contraintes sur les capacités, les décisions qui peuvent impacter ces capacités sont limitées. Le modèle comprend deux variables de décisions pour représenter la possibilité d'investir dans de la capacité d'entreposage, ou de la capacité d'achat au fournisseur. L'investissement ne peut faire qu'augmenter ces deux capacités (4.3, 4.4).

Pour traduire des stratégies et des choix en matière de gestion des ressources humaines, il est possible de limiter le nombre d'employés qui peut être embauché ou dont les contrats se termine à chaque période (4.14, 4.15, 4.16).

#### Initialisation de certaines variables de décision

Les quantités de stocks initiales sont nulles (4.7).

Au début du problème, l'entreprise n'a encore pas décidé si elle démarre la recherche pour le deuxième produit, donc l'actif R&D a une quantité nulle (4.19)

Au début, l'entreprise n'a pas de salariés (4.17).

Au début, l'entreprise a une trésorerie donnée (4.23).

#### Certains actifs en génèrent d'autres dans la limite de leur productivité

Les employés de vente ne peuvent vendre qu'un certain nombre maximum de produits (4.12).

Les employés de recherche ne peuvent cumuler qu'un temps de travail limité (de la durée de leur travail mensuel) (4.21).

#### Modélisation de la recherche et développement en nombre mixte entier

Une variable de décision  $y(t)$  représente le choix de développer le deuxième produit (4.18, 4.20, 4.22).

#### Relations entre les actifs

La relation logistique entre les clients satisfaits, les commandes aux fournisseurs et les stocks est exprimée dans la contrainte (4.13).

Le temps passé cumulé par le travail des salariés en R&D est exprimé dans la contrainte (4.21).

Le calcul de la trésorerie est exprimé par l'addition du chiffre d'affaires des deux produits moins tous les coûts (investissements en capacités, salaires des employés, salaires des employés recrutés qui ne sont pas encore productifs, coûts des produits fabriqués commandés aux fournisseurs, coût de possession des stocks, coût des décisions d'embauche et de fin de contrat) (4.24)

## 4.4 Plan d'expériences

### 4.4.1 Description du cas d'utilisation

Max, l'entrepreneur, souhaite créer une entreprise de création et de distribution de jeux de société. Il souhaite prévoir les décisions à prendre afin de maximiser la valeur de l'entreprise à la fin d'une période de 120 mois.

Le problème est conçu sur la base de l'idée que l'entreprise est un système d'actifs. Pour maximiser la valeur de l'entreprise, seule la Trésorerie, qui est un type spécifique d'actif, est prise en compte. Il s'agit en effet du principal indicateur utilisé par les méthodes de valorisation d'entreprise en finance.

L'entrepreneur souhaite développer l'entreprise à partir d'un investissement financier de départ et prévoir les décisions basées sur les actifs qu'il doit prendre pendant toute la durée du problème correspondant à l'horizon stratégique. Les décisions basées sur les actifs sont des décisions concernant les actifs, c'est-à-dire tous les différents types de ressources que l'entreprise peut impliquer.

Le problème générique du modèle d'optimisation consiste à évaluer la performance liée à la commercialisation d'un jeu (jeu 1), et l'opportunité de développer et commercialiser un deuxième jeu (jeu 2). Les règles logistiques sont également définies dans le problème générique, notamment par les relations entre les actifs entre eux, et leurs propriétés.

Problème : L'objectif du problème est de maximiser la Trésorerie à la fin de la période ( $T=120$ ) :

$$\text{Objectif : } \max \text{Cash}(120) \quad (4.25)$$

#### Valeurs initiales

- $\text{Cash}(1) = 10000$
- $Q_{stock}^1(t) = 0$ , pour tout  $t \in \{1, \dots, lt_{supp}\}$
- $Q_{stock}^2(t) = 0$ , pour tout  $t \in \{1, \dots, lt_{supp}\}$
- $N_e(t) = 0$ ,  $e = s$ , pour tout  $t \in \{1, \dots, lt_{hr}\}$
- $N_e(t) = 0$ ,  $e = r$ , pour tout  $t \in \{1, \dots, lt_{hr}\}$
- $Q_{rnd}(1) = 0$

#### Données d'entrée

- $d_1(t) = (t * 100 * \frac{1}{e^{(3t/T)^2/2}} + 0.3) + 800$  : La demande suit une tendance normale sur la période de temps pour le jeu 1.
- $d_2 = \begin{pmatrix} d_2^r(1) \\ \vdots \\ d_2^r(T) \end{pmatrix}$ .  $d_2^r(t) = ((t - \tau) * 100 * \frac{1}{e^{(3(t-\tau)/(T-\tau)^2/2}} + 0.3) + 800$
- $T = 120$  : Nombre total de périodes dans le problème.

### 4.4.2 Propriétés des actifs : Combinaisons pour le plan d'expériences

Le modèle est lancé avec des valeurs différentes pour les propriétés des actifs. Plus précisément, nous déterminons un certain nombre de valeurs que peuvent prendre les propriétés des

actifs, et nous lançons le modèle d'optimisation avec chacune des combinaisons possibles de paramètres. Le nombre de paramètres entraîne 248 832 combinaisons uniques. Les valeurs sont choisies pour être réalistes dans le cadre de l'entreprise décrite, et les plages de valeurs sont sélectionnées pour couvrir un plan d'expériences complet avec des valeurs extrêmes et intermédiaires PILLET, 2001.

- $saleperemp = \{100, 125, 150\}$  : Capacité de vente de chaque employé par mois sans distinction entre les jeux 1 ou 2.
- $lt\_supp = \{1, 3, 6\}$  : Délai de livraison des fournisseurs pour livrer les boîtes de jeux commandées les mois précédents.
- $lt\_hr = \{1, 4\}$  : Délai pour le processus de recrutement et de fin de contrat. Cela signifie qu'une décision sur les employés a un impact retardé de la période  $lt\_hr$ .
- $cap\_supp^g = \{1000\}, \forall g \in \{1, 2\}$  : Capacité maximale initiale du fournisseur pour fournir une quantité commandée de jeux  $g$ . Cette capacité maximale peut être augmentée à un coût :  $costinvcapsupplier$
- $cap\_w = \{1000\}$  : Capacité maximale initiale de l'entreprise pour stocker une quantité de jeux réceptionnés. Cette capacité maximale peut être augmentée à un coût :  $costinvcaphouse$
- $costinvcaphouse = \{25, 350\}$  : Coût commun pour augmenter définitivement la capacité de l'entrepôt (Stock) d'une unité de produit 1 ou de produit 2.
- $costinvcapsupplier^g = \{10, 50\}, \forall g \in \{1, 2\}$  : Coût commun pour augmenter définitivement la capacité du fournisseur  $g$  d'une unité de produit  $g$ .
- $salesprice^1 = \{45, 60\}$  : Prix de vente unitaire d'une boîte de jeu du jeu 1 pour une vente.
- $salesprice^2 = \{0, 45, 60, 80\}$  : Prix de vente unitaire d'une boîte de jeu du jeu 2 pour une vente.
- $firemaxemp = \{5, 100\}$  : Nombre maximal d'employés pouvant terminer leur contrat à chaque période  $t$ .
- $hiremaxemp = \{5, 100\}$  : Nombre maximal d'employés pouvant être embauchés à chaque période  $t$ .
- $unitproductioncost = \{10, 15, 18\}$  : Coût unitaire de production pour une boîte de jeu payé au fournisseur.
- $stockholdingcost = \{1, 2\}$  : Coût mensuel unitaire de stockage pour une boîte de jeu en Stock.
- $wageperemployee = \{2000, 4000\}$  : Salaire mensuel de chaque employé de l'entreprise payé chaque mois.
- $costdecisionemp = \{3000\}$  : Coût d'une décision d'embauche ou de fin de contrat par employé.
- $timeperemployee = \{150\}$  : Temps passé par mois par employé en Recherche et Développement.
- $costdevgame = \{30000, 90000, 150000\}$  : Temps nécessaire à cumuler en R&D pour développer un nouveau jeu.
- $mincash = \{-5000000, -1000000, 0\}$  : Valeur minimale de la trésorerie à tout moment  $t$ , représentant la possibilité maximale de facilités de trésorerie, ou d'emprunt.

Un seul choix de valeur d'un paramètre n'est pas basé sur une estimation réaliste pour le cas proposé. Le paramètre  $salesprice^2$  qui prend la valeur nulle permet de générer les scénarios, toutes choses égales par ailleurs, où l'option de développer un deuxième jeu n'est pas retenue. Il permet donc de comparer les deux stratégies, toutes choses égales par ailleurs, de développer ou de ne pas développer le deuxième jeu. Cette analyse spécifique comme aide à la décision n'est pas étayée dans l'analyse des résultats. Cependant, elle pourrait permettre d'évaluer la valeur du « Portfolio de Produit » comme actif identifié dans notre revue de la littérature du Chapitre 3. La méthodologie de comparaison de résultats financiers, également

développée au Chapitre 3, entre ces deux stratégies pourrait être répliquée pour évaluer cet actif.

### 4.4.3 Résultats

Chaque itération du problème est résolue en moyenne en 0,2953s de calcul en utilisant Python et la bibliothèque GUROBI OPTIMIZATION, LLC, 2023. Le problème complet est résolu en 73491s (20h25min) sur le serveur de calcul du laboratoire (2 processeurs « AMD EPYC 7443 24-Core Processor hyperthreadé », Machine virtuelle utilisant 72/96 CPU, 256 Go de RAM).

Pour l'ensemble du problème, on enregistre les résultats dans des feuilles de calcul au format « .csv ». Une feuille de calcul est générée pour chaque variable de décision. À chaque ligne, on enregistre dans les 18 premières colonnes les valeurs spécifiques des paramètres de l'expérience, afin de garder la traçabilité des résultats. On enregistre à droite de ces colonnes, les valeurs de la variable de décision à chaque pas de temps (120 colonnes). Chaque ligne de chaque feuille de calcul contient donc les résultats de la variable de décision pour une itération du problème maximisé.

Pour chaque itération, les résultats sont visualisés dans un tableau de bord qui affiche la quantité de chaque actif au cours de la période du problème. Deux autres graphiques indiquent les investissements dans la capacité de chaque fournisseur et dans la capacité d'entreposage. Deux autres graphiques indiquent la demande potentielle concernant le marché existant pour le premier jeu, et le deuxième marché pour le deuxième jeu qui a été choisi par l'optimisation.

#### Analyse de trois scénarios

Pour expliquer les résultats d'un scénario unique, nous détaillons le tableau de bord calculé pour le scénario. Les résultats de chacun de ces scénarios mènent à la trésorerie maximale à la fin du problème, compte tenu de la combinaison spécifique des paramètres du problème.

**Table 4.1** – Tableau de 3 scénarios sélectionnés

Scénario	Cash(120)	Max( $N_s$ )	Max( $N_r$ )	Max( $S_1 + S_2$ )	tau
SC1	42 899 087	81,89	66,67	12 283	5
SC2	34 460 842	94,54	33,33	11 817	5
SC3	14 546 047	99,41	26,11	9 941	45

Le tableau ci-dessus présente certaines des informations correspondant aux décisions optimales pour trois scénarios sélectionnés parmi le plan d'expériences. Le critère de performance retenu est la Trésorerie à la fin du problème (Cash(120))

#### ■ SC1 : Scénario le plus performant du Plan d'Expériences - Figure 4.4

La trésorerie, qui est l'indicateur que nous cherchons à évaluer, atteint 42 899 087 (unités de monnaie) ou 19 327 045 de VAN à un taux d'actualisation de 8%, ou 15 847 222 de VAN à un taux d'actualisation de 10%, à la fin de la période considérée.

Dans ce scénario optimal, la stratégie identifiée dans la littérature de gestion s'appelle une « stratégie de récolte » (« harvest strategy » LONGENECKER et al., 2022), car la trésorerie totale sur une longue période est proche de zéro, et ce n'est qu'après une période d'investissement que l'entreprise peut maximiser sa trésorerie. Le scénario SC1, qui est le maximum du plan d'expériences, est un scénario extrême dans lequel tous les paramètres peuvent être interprétés comme des contraintes moins restrictives.

Le nombre des employés de vente suit la demande, ce qui explique le nombre croissant d'employés de vente jusqu'à ce que la demande diminue en raison du cycle de vie du produit.

Dans le modèle, les employés de recherche ont besoin de cumuler un nombre d'heures de travail fixe pour développer le nouveau jeu. C'est pourquoi leur embauche se fait sur une courte période et donc les contrats prennent fin à la fin du projet de développement. La période de développement du jeu est optimisée en fonction de la trésorerie, ce qui signifie que la date de sortie du nouveau jeu (à la fin du projet de recherche) est optimale pour la génération de trésorerie à la fin du problème. Nous pouvons voir qu'avec une valeur élevée pour les contraintes d'embauche et de fin de contrat, l'entreprise embauche rapidement tous les employés de recherche nécessaires au début de la période.

Comme toute la demande de jeu 1 est satisfaite, certaines quantités de jeu 2 sont commandées dès sa mise sur le marché. Nous pouvons voir que toute la demande pour les deux jeux est satisfaite.

Les investissements en capacités des fournisseurs et d'entrepôt sont entièrement réalisés au début du problème. Lorsque la trésorerie ne peut pas être négative, la plupart des scénarios montrent une répartition des investissements dans ces capacités au fil du temps, ce qui nécessite que de la trésorerie ait été générée plus tôt par le reste de l'activité de l'entreprise.

Le stock au début de la période correspond à la capacité de vente de la période, c'est pourquoi il correspond à la courbe des clients servis. En suivant les stocks de chaque jeu, nous pouvons également voir que les stocks de chaque jeu suivent la tendance de la demande de chaque jeu.

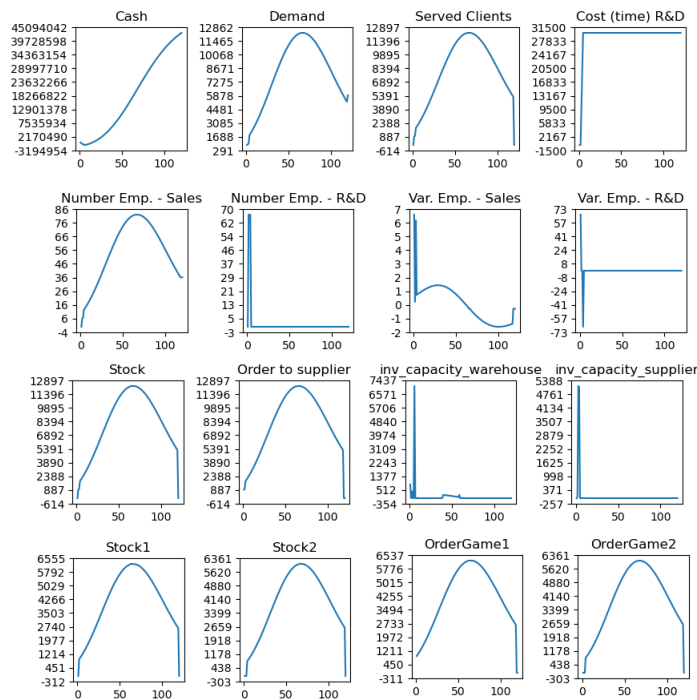


Figure 4.4 – SC1 : Scénario correspondant à la sortie maximale du plan d'expériences

■ SC2 : Un scénario parmi les plus performants - Figure 4.5

Nous affichons un scénario intermédiaire qui est compris dans le seuil de décision de 80% les plus performants. Ce scénario met également en évidence un investissement

précoce dans la R&D mais, est davantage impacté par les contraintes de trésorerie positive et les contraintes de fin de contrat.

Dans ce cas, le développement du nouveau jeu débute dès le début du problème, comme tous les scénarios qui enregistrent les performances les plus élevées dans le plan d'expériences. Néanmoins, les investissements dans les capacités sont plus étalés dans le temps en raison de la contrainte sur la trésorerie minimale. La capacité de stockage est cependant toujours ajustée à l'évolution de la demande.

Comme dans le scénario SC1, le comportement global de la trésorerie consiste à investir toute la trésorerie dans d'autres actifs au début de la période du problème. Puis, il est possible de profiter de ces investissements pour satisfaire la demande maximale sur le marché. Dans ces types de scénarios, l'entreprise devrait commencer le développement du deuxième produit le plus tôt possible. Par exemple, lorsque l'on examine différentes solutions uniques au problème, où aucun flux de trésorerie négatif n'est possible au départ, les investissements sont répartis sur une plus longue période, notamment dans les capacités.

Globalement, les contraintes sur le nombre maximum d'employés (recrutement et fins de contrats limités à 5 par mois) conduit la situation à recruter de nouveaux employés de recherche de façon constante jusqu'à l'atteinte d'un effectif maximum. Puis la situation mène à terminer au fur et à mesure des contrats avant la fin de la période de développement, car l'effectif restant continue à développer le nouveau produit.

### ■ SC3 : Un scénario moins performant - Figure 4.6

Nous présentons un autre scénario intermédiaire :  $Cash(120) = 14\,546\,047$ , soit seulement 33,91% du scénario maximum de tous les scénarios.

Il met en évidence un investissement plus lent dans la R&D. Dans ce cas, le développement du nouveau jeu débute également dès le début du problème. Le développement se termine et la commercialisation ne commence qu'à  $t = 45$ . Les employés de recherche sont embauchés au début de la période et suivent la contrainte de ne pas embaucher plus de 5 employés par mois.

Le recrutement des employés pour le développement du deuxième jeu commence dès le début du problème. Du fait de la limite sur le nombre maximum de recrutements, ces salariés sont maintenus dans une équipe de travail à effectif quasi constant jusqu'à la fin de développement. A la fin de cette période, l'ensemble des contrats des salariés de recherche sont terminés puisque l'objectif est atteint. Il n'y a pas de limite fixée dans cette expérience sur le nombre de fins de contrats.

Au moment où le nouveau jeu est commercialisé, on constate un pic de recrutement d'employés commerciaux, car leur travail est nécessaire pour vendre le nouveau produit.

La demande pour le premier produit suit une forme de cloche, et la demande pour le deuxième produit avec le même comportement est ajoutée une fois que ce produit est commercialisé. Cela conduit à la somme de deux tendances commençant presque au sommet de la première. On pourrait supposer que le prix de vente plus bas (45) est la raison du développement plus lent du produit 2, mais la cause semble être enracinée dans la dynamique du système. En effet, si la trésorerie faisait défaut pour investir en R&D, le prêt de trésorerie aurait été utilisé au maximum. Mais on constate que la trésorerie n'atteint pas la limite, et qu'au contraire, il est fait un usage très limité de cette option.

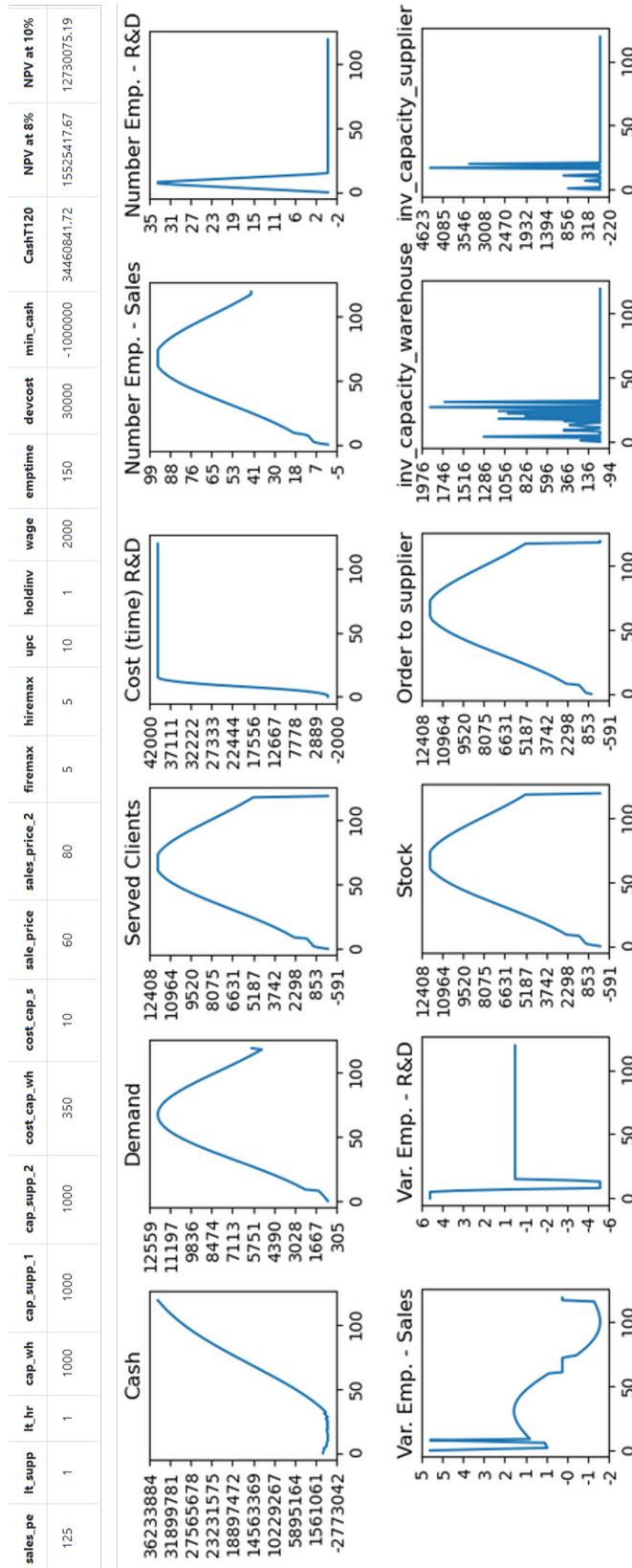


Figure 4.5 – SC2 : Figure d'un scénario intermédiaire parmi les plus performants

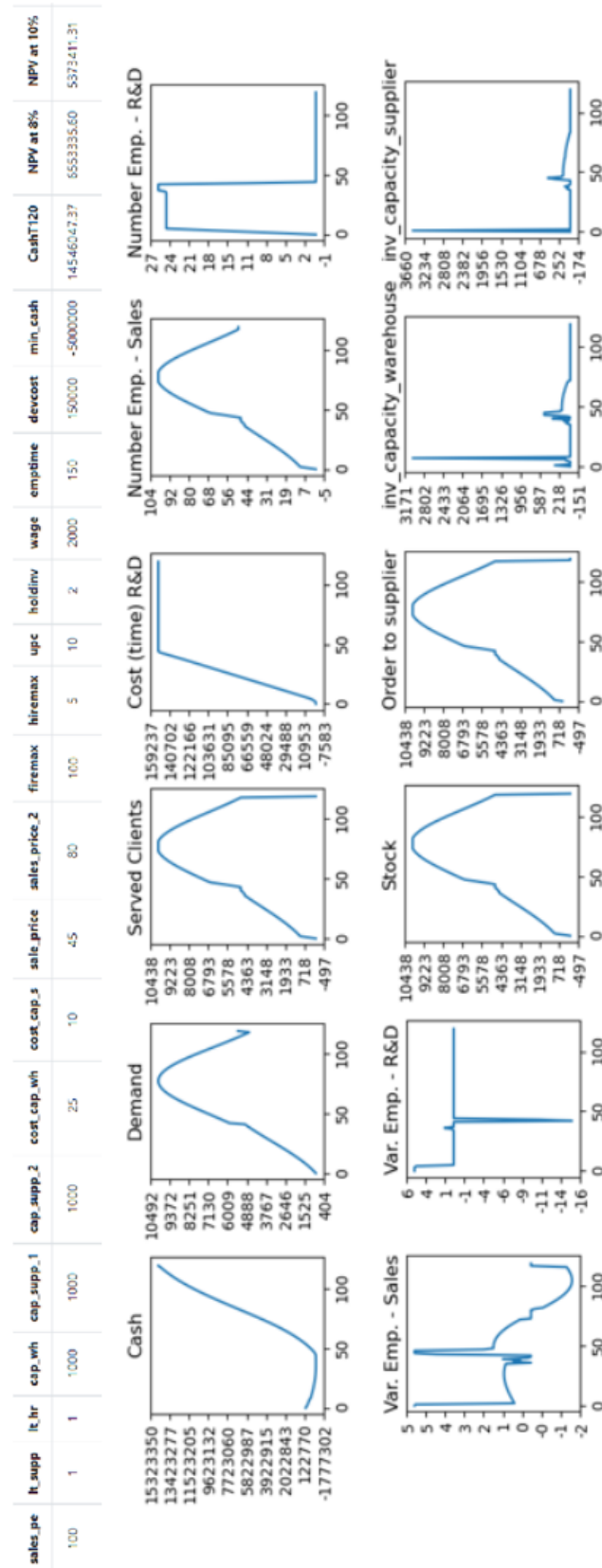


Figure 4.6 – SC3 : Un scénario intermédiaire en dessous de la moyenne de l'expérience

## Analyse de l'ensemble des résultats du plan d'expériences

Nous cherchons à analyser l'impact de chaque facteur individuel sur la trésorerie. Pour ce faire, nous effectuons une analyse de sensibilité. Ce type d'analyse est recommandé lors de l'utilisation de techniques de simulation afin de quantifier l'impact de chaque facteur sur la sortie de la simulation. En effet, le modèle mathématique agit comme une boîte noire où les différents facteurs ont un impact sur les sorties de l'ensemble du plan d'expérience, c'est-à-dire la trésorerie à la fin de chaque expérience.

Nous suivons la méthodologie préconisée par PILLET, 2001 pour réaliser cette analyse de sensibilité en deux temps : une ANOVA et une régression polynomiale de degré 2 :

### ■ Facteur F pour l'ANOVA :

La Figure 4.7 suivante affiche sous forme de diagramme en barres le facteur F de chaque facteur de l'expérience.

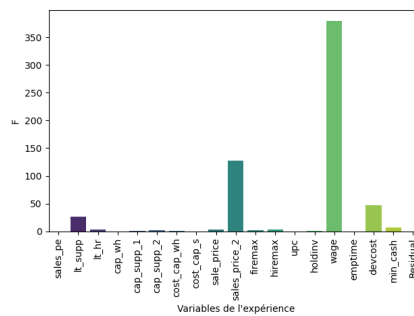


Figure 4.7 – Facteur F pour l'ensemble de l'expérience

Le facteur F est un rapport de variance entre les groupes et la variance à l'intérieur des groupes. Il mesure l'écart entre les moyennes des groupes par rapport à la variabilité des données à l'intérieur de chaque groupe. Plus le facteur F est élevé, plus les différences entre les moyennes des groupes sont grandes par rapport à la variabilité des données à l'intérieur des groupes.

Les valeurs prises par le facteur F sur les différents facteurs, indique qu'il est possible de relever un impact plus probable des propriétés *lt\_supp*, *salesprice*<sup>2</sup>, *wage*, *dev\_cost* et *min\_cash* sur la trésorerie dans le modèle étudié.

### ■ Valeur p pour l'ANOVA :

La Figure 4.8 suivante affiche sous forme de diagramme en barres la valeur p de chaque facteur de l'expérience.

La p-value est la probabilité d'obtenir un facteur F aussi extrême que celui observé dans les données si l'hypothèse nulle (H0) était vraie (c'est-à-dire s'il n'y avait pas de différences réelles entre les groupes). Une p-value faible (généralement inférieure à un seuil alpha, par exemple 0,05) indique que les différences observées entre les moyennes des groupes ne sont probablement pas dues au hasard. On rejette alors l'hypothèse nulle et on conclut à l'existence de différences significatives entre les groupes. Les facteurs identifiés avec le facteur F, sont ici confirmés car ce sont ceux qui ont une p-value la plus faible : *lt\_supp*, *salesprice*<sup>2</sup>, *wage*, *dev\_cost* et *min\_cash*.

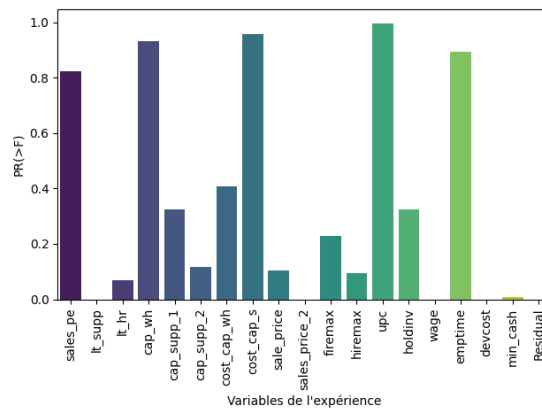


Figure 4.8 – Facteur p pour l'ensemble de l'expérience

#### ■ Résultats de l'ANOVA :

La Figure 4.9 présente le résultat du test de chaque facteur à partir des degrés de liberté du Facteur F et la valeur p. Le calcul est effectué avec la bibliothèque statsmodel pour Python et fournit la signification de chaque facteur au seuil de confiance de 5%.

<p>sales_pe Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 5e+11 mean_sq: 5e+11 F: 0.05 PR(&gt;F): 0.8 Confidence: 0.05</p>	<p>lt_supp Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 3e+14 mean_sq: 3e+14 F: 3e+01 PR(&gt;F): 9e-07 Confidence: 0.05</p>	<p>lt_hr Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 4e+13 mean_sq: 4e+13 F: 3 PR(&gt;F): 0.07 Confidence: 0.05</p>	<p>cap_wh Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 8e+10 mean_sq: 8e+10 F: 0.007 PR(&gt;F): 0.9 Confidence: 0.05</p>	<p>cap_supp_1 Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 1e+13 mean_sq: 1e+13 F: 1 PR(&gt;F): 0.3 Confidence: 0.05</p>	<p>cap_supp_2 Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 3e+13 mean_sq: 3e+13 F: 2 PR(&gt;F): 0.1 Confidence: 0.05</p>
<p>cost_cap_wh Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 7e+12 mean_sq: 7e+12 F: 0.7 PR(&gt;F): 0.4 Confidence: 0.05</p>	<p>cost_cap_s Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 3e+10 mean_sq: 3e+10 F: 0.003 PR(&gt;F): 1 Confidence: 0.05</p>	<p>sale_price Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 3e+13 mean_sq: 3e+13 F: 3 PR(&gt;F): 0.1 Confidence: 0.05</p>	<p>sales_price_2 Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 1e+15 mean_sq: 1e+15 F: 1e+02 PR(&gt;F): 6e-23 Confidence: 0.05</p>	<p>firemax Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 2e+13 mean_sq: 2e+13 F: 1 PR(&gt;F): 0.2 Confidence: 0.05</p>	<p>hiremax Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 3e+13 mean_sq: 3e+13 F: 3 PR(&gt;F): 0.09 Confidence: 0.05</p>
<p>upc Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 2e+08 mean_sq: 2e+08 F: 2e-05 PR(&gt;F): 1 Confidence: 0.05</p>	<p>holdinv Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 1e+13 mean_sq: 1e+13 F: 1 PR(&gt;F): 0.3 Confidence: 0.05</p>	<p>wage Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 4e+15 mean_sq: 4e+15 F: 4e+02 PR(&gt;F): 2e-47 Confidence: 0.05</p>	<p>emptime Not Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 2e+11 mean_sq: 2e+11 F: 0.02 PR(&gt;F): 0.9 Confidence: 0.05</p>	<p>devcost Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 5e+14 mean_sq: 5e+14 F: 5e+01 PR(&gt;F): 8e-11 Confidence: 0.05</p>	<p>min_cash Significant</p> <p>df: 1 sum_sq: 8e+13 mean_sq: 8e+13 F: 7 PR(&gt;F): 0.008 Confidence: 0.05</p>

Figure 4.9 – Résultats du Test des Hypothèses Nulles. - ANOVA

Ces résultats identifient cinq facteurs significatifs, rejetant l'hypothèse nulle. Les délais de livraison des fournisseurs, le prix de vente du second produit, les salaires, le temps de développement nécessaire pour un deuxième produit et la trésorerie minimale sont les cinq facteurs significatifs d'après l'ANOVA pour les valeurs testées dans le plan d'expériences.

■ Régression Polynomiale du 2ème Degré :

Afin de quantifier relativement l'influence des différents paramètres, nous effectuons une régression polynomiale de degré 2. Nous représentons les coefficients linéaires et l'intercept à gauche et les coefficients combinatoires sur une matrice, qui doivent tous être ajoutés pour représenter le modèle de régression (Figure 4.10).

Ce modèle a donc une première utilité descriptive, mais par la nature du modèle de régression, il peut aussi avoir un usage prédictif, dans le cas où les paramètres de l'expérience prendraient des valeurs qui ne sont pas parmi les valeurs discrètes de l'expérience. Cependant, cet usage a des limites et ne peut être utilisé que pour calculer une valeur potentielle de Trésorerie à la fin de la période du problème qu'avec des valeurs de paramètres comprises dans l'intervalle de l'expérience, au risque de donner des prévisions aberrantes.

Nous pouvons identifier les facteurs les plus influents en examinant les valeurs des coefficients. Cette analyse correspond à l'analyse ANOVA et montre l'influence la plus élevée des mêmes facteurs sur le résultat : les délais de livraison des fournisseurs, le prix de vente du jeu 2, le salaire, les coûts de développement et la trésorerie minimale.

Néanmoins, les coefficients individuels de la régression mettent également en évidence que la plupart des facteurs a une influence avec ce type de modèle d'analyse. La régression donne, globalement, plus d'influence que l'ANOVA à des facteurs supplémentaires tels que les ventes par employé, les délais des ressources humaines, les coûts de capacité, les contraintes d'embauche et de fin de contrat, et les coûts de production unitaires.

Les métriques de ce modèle de régression sont les suivantes :

- R2 : Score R2 (jeu d'entraînement) : 0,9278155537
- R2 : Score R2 (jeu de test) : 0,9269494021
- MAE : Erreur moyenne absolue (jeu d'entraînement) : 1 593 938,31650
- MAE : Erreur moyenne absolue (jeu de test) : 1 589 782,45242

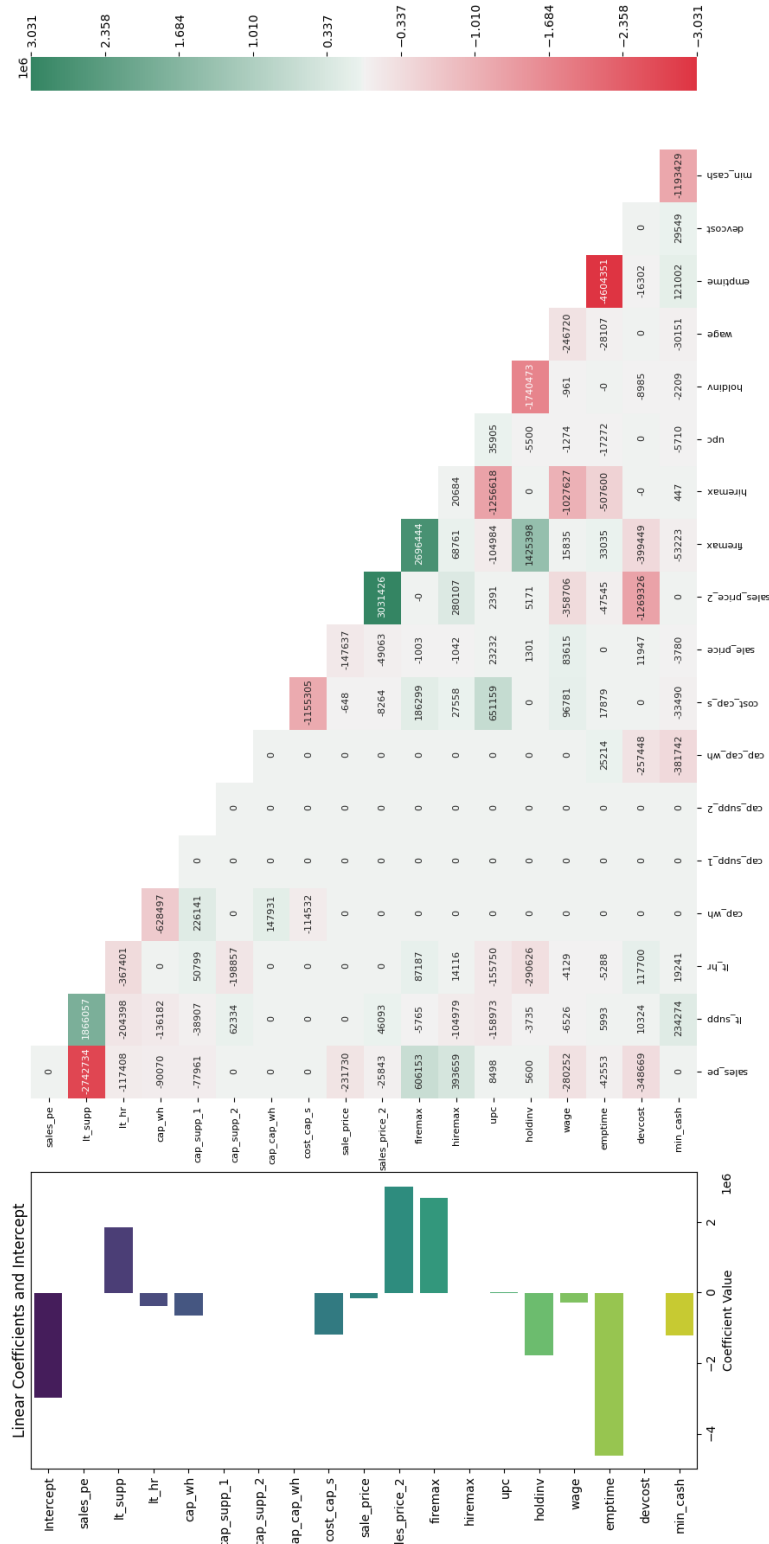


Figure 4.10 – Affichage des Coefficients de la Régression Polynomiale sur l'ensemble du Plan d'Expériences

## Perspectives pour l'aide à la Décision

Le grand nombre de scénarios nécessite également la conception d'un système d'aide à la décision pour rendre compréhensibles tous les résultats. À cette fin, nous avons conçu le processus de traitement des données et de visualisation des données qui suit. Tout d'abord, nous recueillons le résultat maximal parmi l'ensemble du plan d'expériences. Ensuite, nous fixons d'un seuil de ce maximum qui est acceptable pour les décideurs. Dans cette expérience, nous fixons le seuil à 80 % de la valeur maximale parmi tous les scénarios. Ensuite, nous affichons sur une page Web dynamique tous les scénarios correspondant à cette plage de valeurs d'objectif. Chaque scénario occupe une ligne du tableau.

Sur le côté gauche du tableau 4.11, les 18 premières colonnes affichent les valeurs des 18 facteurs qui définissent le scénario avec la combinaison unique des propriétés des actifs. En face de ces colonnes, nous affichons la sortie finale du processus d'optimisation dans la 19e colonne (Trésorerie à  $t = 120$ ). Les 21e et 22e colonnes affichent la VAN (Valeur Nette Actualisée) du projet pour deux taux d'actualisation : 8% et 10%. Dans la 23e colonne, un regroupement du profil de la demande indique le profil de la demande obtenu par un algorithme de clustering sur l'ensemble des courbes de demande (k-means). Enfin, nous affichons le tableau de bord graphique des décisions tactiques de ce scénario dans la partie droite 4.12.

Pour soutenir de manière dynamique la navigation, la visualisation et le choix des solutions sélectionnées, des filtres sont affichés au-dessus de chaque colonne du tableau de données. Ainsi, l'utilisateur peut filtrer dynamiquement sur les valeurs des paramètres. Ces filtres peuvent être cumulés, afin de préciser de manière itérative les scénarios de décision que les décideurs souhaitent évaluer.

En haut de cette page Web, au-dessus du tableau, on génère un graphique permettant de visualiser l'ensemble des résultats du plan d'expériences 4.13. Il représente les densités de résultats (valeur de la Trésorerie de chaque expérience) pour visualiser la part relative des scénarios sélectionnés avec le seuil de décision (80%) par rapport à l'ensemble des résultats.

En effet, les zones de densité vertes représentent la densité des résultats pour chaque valeur des paramètres en abscisses avec la trésorerie sur un axe des ordonnées, pour l'ensemble du plan d'expériences. La zone de densité rouge représente un zoom dans l'espace des solutions limitées au-dessus du seuil de décision (80%). **Nota Bene** : Sur deux graphiques, la densité au seuil de 80% étant trop faible pour être visible, nous avons abaissé le seuil à 60%. Il en résulte deux zones de densité violettes au seuil de 60% sur les graphiques de *salesprice*<sup>2</sup> et *wageperemployee*. On peut alors facilement identifier les valeurs des paramètres qui satisfont la condition des seuils de performance.

Pour lire les graphiques de densités, prenons les exemples de *dev\_cost* et *sales\_per\_emp*.

- *dev\_cost* : Le facteur prend trois valeurs. On voit que plus le coût de développement augmente, moins les densités sont tirées vers le haut, c'est à dire que plus le coût augmente, plus la densité des scénarios favorables est faible. Pour préciser cette analyse, on voit, en rouge, que la plus grande densité de scénarios générant le plus de trésorerie se situent pour les valeurs de coûts de développement les plus faibles. Leur densité et donc le nombre de scénarios correspondant au seuil de performance sont donc plus importants pour le facteur  $dev\_cost = 30000$ .
- *sales\_per\_emp* : Le facteur prend trois valeurs. On voit que plus la valeur du facteur augmente, plus les densités sont tirées vers le haut, c'est-à-dire que plus la

productivité augmente, plus la densité de scénarios favorables est élevée. Pour préciser cette analyse, on voit, en rouge, que la plus grande densité de scénarios générant le plus de trésorerie se situent pour les valeurs de productivité les plus élevées. Leur densité et donc le nombre de scénarios correspondant au seuil de performance sont donc plus importants pour le facteur *sales\_per\_emp* = 150. Toutefois, on voit que les trois valeurs du paramètre, même la valeur la plus faible et la valeur intermédiaire, permettent d'atteindre des scénarios dont la performance (trésorerie) est souhaitée. En effet, il y a bien une densité de scénarios au seuil de sélection en rouge au-dessus de toutes les valeurs du facteur.

Cette méthode de lecture s'applique à chacun des graphiques pour chaque facteur et ses valeurs. On peut donc visualiser rapidement et simplement quelles valeurs des facteurs ont une plus grande probabilité de générer des scénarios souhaitables. Cette lecture se combine avec l'outil dynamique pour l'aide à la décision qui permet de filtrer sur des valeurs de facteurs plus précisément, et de trouver en face, la valeur générée dans chaque scénario ainsi que les décisions à prendre dans le graphique tableau de bord.

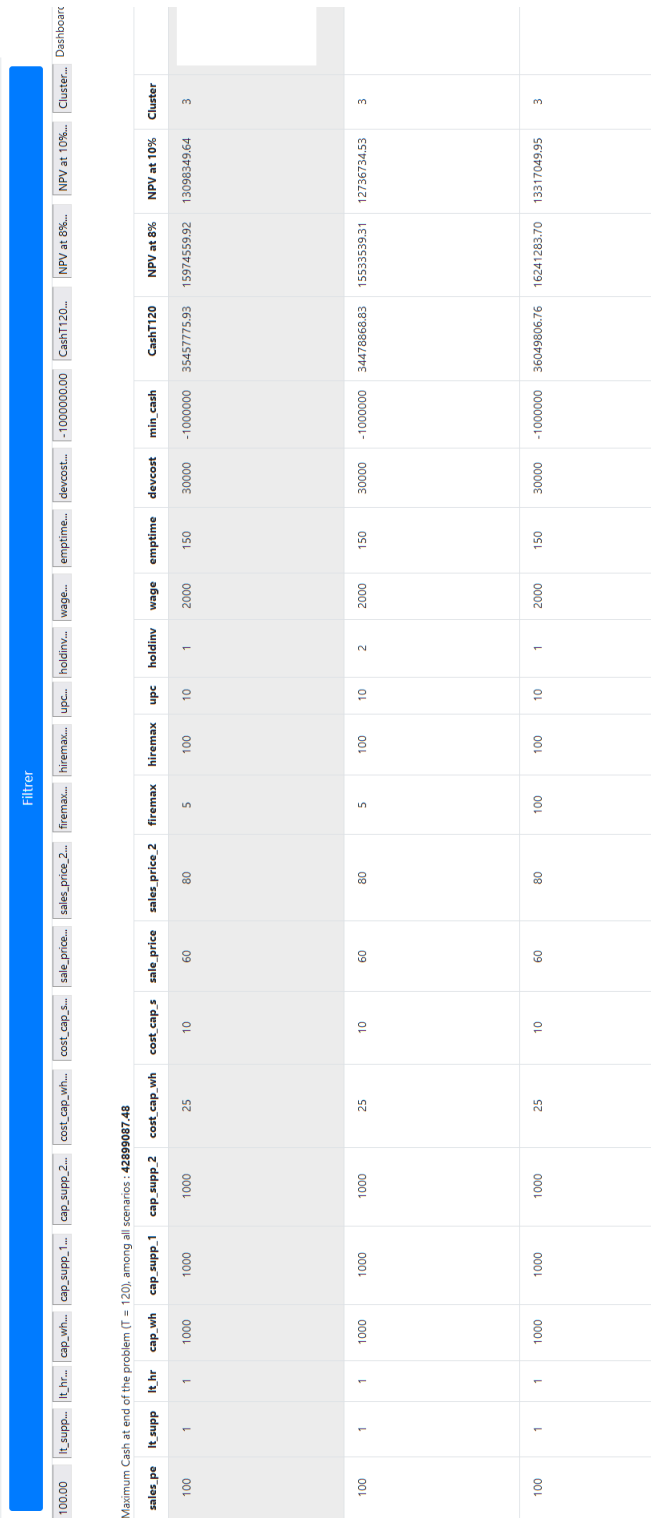


Figure 4.11 – Partie gauche du tableau de bord

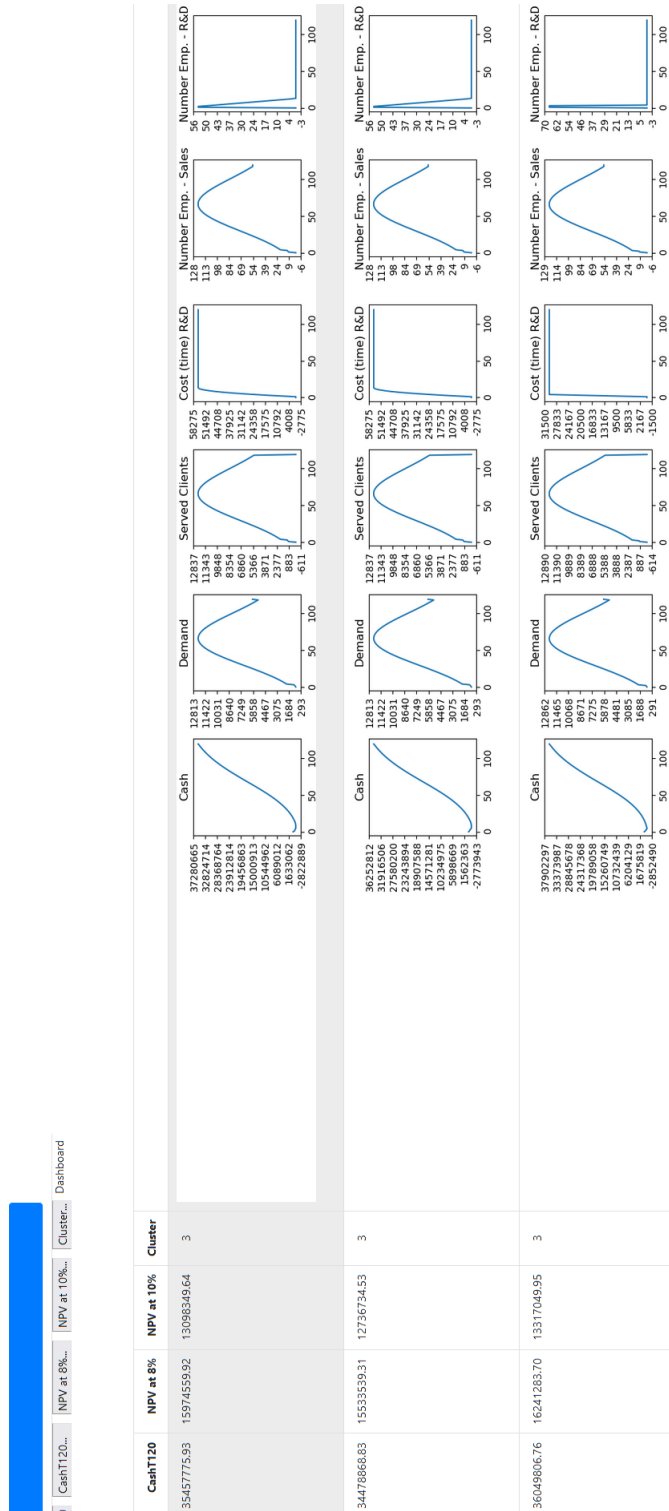


Figure 4.12 – Partie droite du tableau de bord

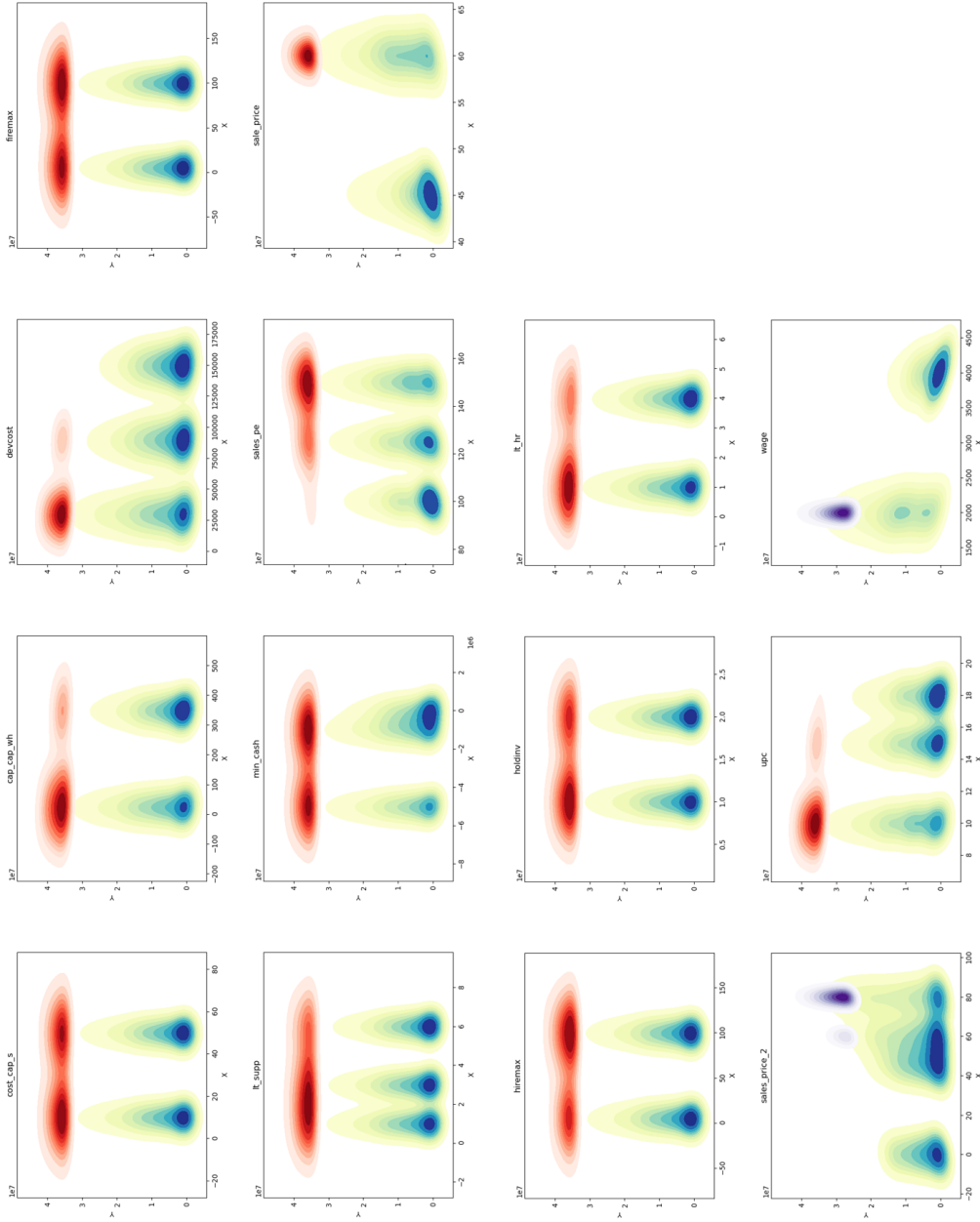


Figure 4.13 – Graphiques de Densité des Scénarios par Paramètres, et Zoom sur le Seuil de Performance

## 4.5 Synthèse

Le concept de modélisation basée sur les actifs, tel que proposé dans cette thèse, peut s'implémenter dans des modèles d'optimisation. Nous avons illustré comment un modèle d'optimisation peut représenter les interrelations entre les actifs, dans une approche complémentaire à la simulation exposée précédemment. Cette proposition permet d'appliquer des techniques d'optimisation pour atteindre des objectifs prévus dans le méta-modèle au sein d'une entreprise BEN TALEB et al., 2023b.

Le diagramme de causalité pourrait également prendre en charge un éventail plus large de modèles d'optimisation en modélisant les autres actifs qui n'ont pas été discutés dans cette preuve de concept, et qui seraient en mesure de résoudre un grand nombre de problèmes stratégiques.

L'enchaînement des contributions théoriques et pratiques mis en œuvre dans le cas illustratif de ce chapitre est représenté dans la Figure 4.14.

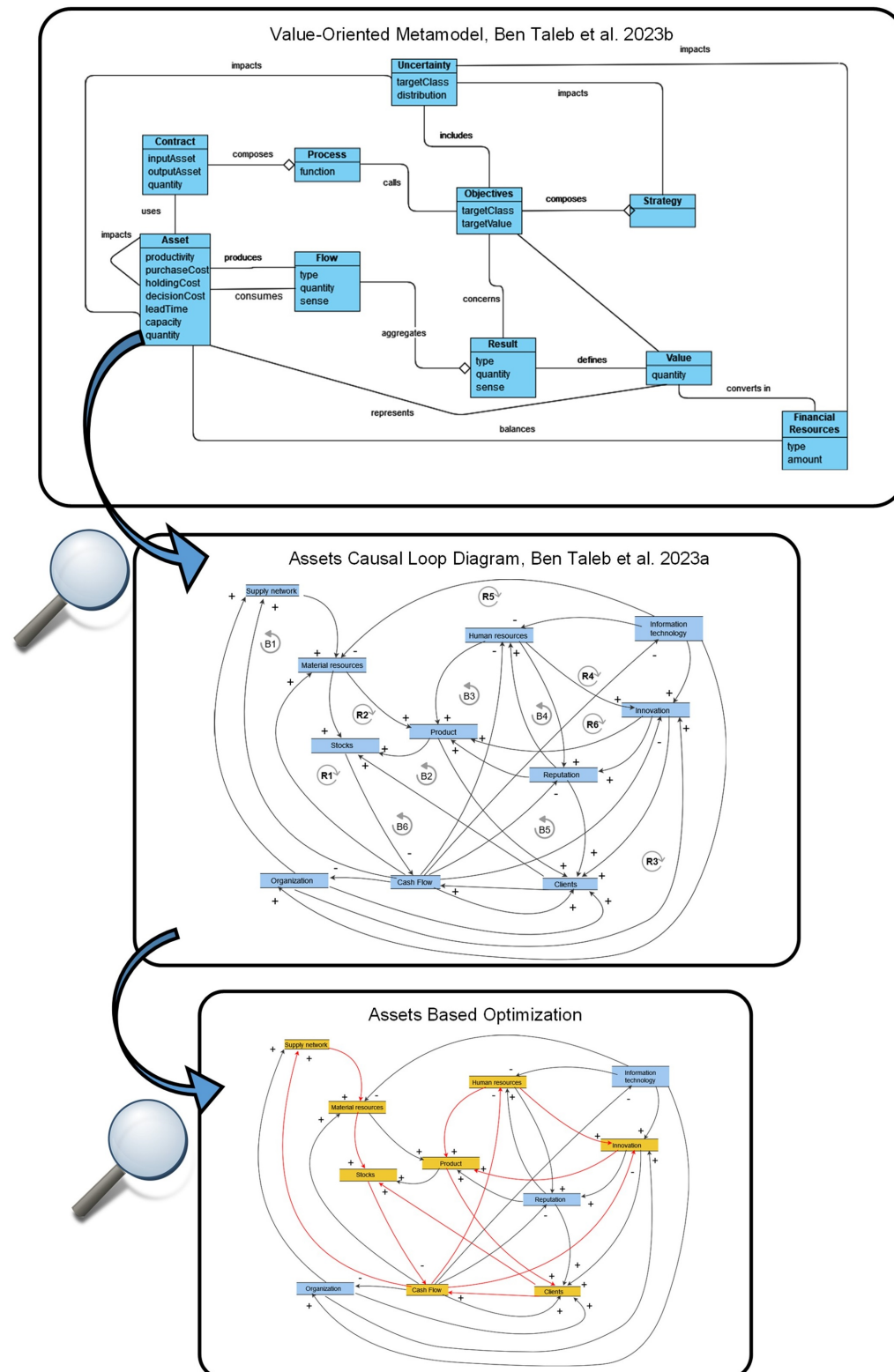
L'accent porte sur l'utilisation de la trésorerie en tant qu'information centrale pour l'aide à la décision, car elle oriente l'entreprise et son allocation de ressources au travers d'une méthodologie axée sur la valeur. Pour illustrer, nous avons utilisé cette approche pour maximiser la Trésorerie à la fin d'une période donnée. La solution qui en découle fournit une délimitation complète des décisions basées sur les actifs sur l'ensemble de l'horizon de temps du problème. Il convient de noter que la stratégie résultant de l'optimisation correspond à un archétype bien établi connu sous le nom de « harvest strategy » OTLEY, 2016. Le schéma de ce type de stratégie suit un investissement intensif dans les ressources au départ, suivi de la « récolte » de trésorerie ultérieure permise par ces investissements.

La deuxième facette de notre méthodologie englobe une scénarisation large fondée sur le modèle d'optimisation. La contribution théorique repose sur la catégorisation des propriétés des actifs sujettes à l'incertitude, qui servent à leur tour de facteurs pour le plan d'expériences. Au-delà de ses fondements théoriques, cette méthodologie vise à doter les décideurs d'un système d'aide aux décisions prospectives. Cela est rendu possible par un processus d'analyse et de visualisation des données, facilitant la navigation au milieu d'un grand nombre de scénarios.

Ce travail met en œuvre l'approche conceptuelle du Chapitre 2 en employant une méthodologie basée sur une optimisation élevée au niveau d'un plan d'expériences pour une aide à la prise de décision basée sur les actifs. L'utilisation de techniques d'optimisation et d'un plan d'expériences pour l'analyse d'un grand nombre de scénarios représente une contribution pour aider les décisions dans un environnement incertain.

Néanmoins, il existe des pistes de recherches pour améliorer de cette méthodologie. Notamment, les contraintes quadratiques ont été évitées dans la conception du cas illustratif pour correspondre aux usages du solveur utilisé GUROBI OPTIMIZATION, LLC, 2023. Or les contraintes quadratiques pourraient être utilisées pour modéliser des relations plus complexes entre les actifs telles que des sensibilités de la demande aux prix de vente et d'autres contraintes impliquant plusieurs variables de décisions.

De plus, il serait possible d'intégrer des prises en compte plus complexes de l'incertitude, telles que les méthodes stochastiques ou les chaînes de Markov SITE, 2022. En effet, il serait possible d'évaluer l'impact de l'incertitude tout au long de la durée du problème en impactant les actifs et leurs propriétés à chaque pas de temps. Il en résulterait un nombre plus grand de scénarios, car il serait nécessaire de réaliser un nombre significatif de tirages aléatoires.



**Figure 4.14** – Position du Problème d’Optimisation dans la Modélisation Orientée Valeur et Basée sur les Actifs. En jaune, les relations de causalité instanciées dans le problème traité

On pourrait alors assoir l'aide à la décision sur des plages de valeurs possibles pour les paramètres et pour la Trésorerie qui garantissent l'atteinte des objectifs stratégiques à un niveau plus fin.

Enfin, l'évaluation de la valeur s'en tient à l'état de l'art actuel en convergeant vers une évaluation par la trésorerie et la VAN. Toutefois, la capacité du méta-modèle à suivre et rendre compte de différents types de flux non financier, représente une piste qui pourrait être intéressante pour intégrer ces grandeurs à la valorisation des entreprises. Des méthodes sont en cours de développement pour la prise en compte de l'impact social et environnemental des entreprises cotées au travers des indicateurs ESG (liés à la performance Économique, Sociale et à la Gouvernance).

Dans une première étape pour cette perspective, il pourrait être intéressant d'explorer le volet des méthodes comparatives qui permettent d'évaluer les entreprises comparables et de donner un poids à ces indicateurs extra-financiers dans la valeur de l'entreprise. D'un autre côté il existe également un marché des droits à émettre du CO<sub>2</sub>, mis en place dans l'Union Européenne suite au protocole de Kyoto 1997 ALBEROLA et al., 2009. Ce marché permet de donner une valeur d'échange financière aux économies de CO<sub>2</sub> réalisées par les entreprises qui peuvent revendre leurs quotas. Cette piste est également intéressante pour étendre la perspective de prise en compte des actifs dans une évaluation et une aide à la décision qui prenne en compte différents aspects de la performance des entreprises.



# 5

## Conclusion et perspectives

5.1	Motivation de la recherche . . . . .	109
5.2	Question de recherche . . . . .	110
5.3	Contributions développées dans cette thèse . . . . .	111
5.3.1	Le méta-modèle orienté valeur . . . . .	111
5.3.2	Le diagramme de causalité des actifs . . . . .	111
5.3.3	Un modèle d'optimisation basé sur les actifs . . . . .	112
5.3.4	Une scénarisation à large échelle pour anticiper l'incertitude . . . . .	112
5.4	Limites . . . . .	112
5.4.1	Exploration d'autres méthodes de valorisation . . . . .	112
5.4.2	La prise en compte de l'incertitude . . . . .	113
5.4.3	La validation des modèles . . . . .	113

### 5.1 Motivation de la recherche

L'idée de cette thèse a commencé avec les limites que rencontraient plusieurs dirigeants d'entreprise dans un contexte de changements importants. En effet, la crise du COVID a mis en exergue que les outils qu'utilisaient ces dirigeants n'étaient pas adaptés pour scénariser un contexte économique et industriel grandement impacté par les mesures de gestion du risque sanitaire au niveau mondial.

La thèse a donc débuté en janvier 2021 et la recherche a été amorcée par deux étapes clés : un état de l'art et une enquête auprès de dirigeants de PME pour identifier les pratiques en œuvre dans les entreprises en matière de processus de décisions stratégiques.

Nous avons constaté que les outils à disposition des dirigeants des PME pour les décisions stratégiques sont souvent très simples. D'un côté, ces outils sont peu flexibles et ne permettent pas aux dirigeants de projeter de nombreux scénarios potentiels en matière de décisions stratégiques. Ils parviennent difficilement à prendre en compte l'incertitude dans l'environnement ou en interne à l'entreprise. En effet, ces outils sont majoritairement déterministes, dans une approche a posteriori, et essentiellement financiers. Or la comptabilité est une technique qui a vocation à traduire les performances passées d'une entreprise. Même si son langage financier est très utile, elle supporte difficilement une traduction de toutes les décisions stratégiques que peuvent prendre les dirigeants dans un environnement incertain.

De l'autre côté, la littérature en génie industriel, et les recherches en science de gestion permettent d'outiller la prise de décision avec des méthodes adaptées à une grande diversité de contextes et d'objectifs. À ce titre, on peut citer les méthodes d'optimisation ou de

simulation du génie industriel. Ou les outils de pilotage transversaux issus des sciences de gestion comme le Balanced Scorecard KAPLAN et al., 1992.

Les entreprises et les PME participent à créer de l'emploi, créent des richesses pour toute la société et structurent une grande partie des liens sociaux. Il est donc crucial d'aider les dirigeants à prendre des décisions prospectives dans la mesure où l'entreprise engage tout un ensemble de parties prenantes dans sa mission de création de valeur. Anticiper les quantités de produits qui seront commandés sur une longue période stratégique, anticiper la rentabilité d'investir dans de la recherche et développement, anticiper l'évolution des effectifs de l'entreprise sont autant d'aspects stratégiques dans une PME qui ont un impact pour créer de la valeur.

Ainsi, nous avons identifié qu'il est possible d'améliorer l'aide à la décision par rapport aux pratiques en œuvre en entreprise, en se basant sur des méthodes déjà éprouvées et dont l'usage est souvent restreint à certains aspects des décisions stratégiques. Les méthodes d'optimisation ou de simulation sont très répandues dans l'industrie pour l'aide à la décision, mais restent souvent employées pour les seules questions logistiques telles que les approvisionnements, la production, les acheminements...

## 5.2 Question de recherche

La question de recherche de cette thèse a donc été : **Comment aider les dirigeants d'entreprise à prendre des décisions stratégiques prospectives ?**

La réponse à cette question de recherche a consisté à développer quatre réponses à quatre sous-questions de recherche qui s'articulent de façon structurée.

La première sous-question de recherche a été : **Comment modéliser une entreprise par une approche orientée vers la valeur ?**

En effet, nous avons identifié le point commun à toute entreprise qui consiste à générer la valeur qui est fixée comme objectif stratégique. Toute entreprise vise à créer de la valeur pour ses propriétaires, ce qui motive la création d'entreprise SCHUMPETER, 1937. Mais on peut aussi considérer qu'une entreprise ou organisation à but non lucratif vise à maintenir à minima une valeur financière neutre, c'est-à-dire qu'elle génère assez de ressources financières pour maintenir la pérennité de ses activités non lucratives. Ces deux situations sont tout à fait compatibles dans cette sous-question de recherche. Ainsi, nous avons proposé une méta-modélisation qui peut s'adapter à toute entreprise et qui explique sa valeur, comme une résultante de sa stratégie.

La deuxième sous-question de recherche a eu pour objectif d'éclairer le méta-modèle en précisant la dynamique entre les actifs (les ressources de l'entreprise) qui permettent de créer de la valeur : **Quelle est la dynamique de création de valeur entre les actifs de l'entreprise ?** La contribution qui a été développée a permis de combler un manque dans la littérature dans la mesure où l'approche systémique n'est pas généralement employée dans des problèmes de prévision de performances de l'ensemble d'une entreprise.

La troisième sous-question de recherche visait à montrer : **Comment optimiser les actifs d'une entreprise pour maximiser sa valeur ?** En effet, pour déployer les méthodes d'optimisation à l'ensemble des décisions stratégiques des entreprises, il était prérequis de modéliser de façon générique, comment les entreprises créent de la valeur. Les deux premières sous-questions de recherche, une fois élucidées, ont permis de disposer d'un cadre conceptuel qui supporte la modélisation de l'entreprise avec des méthodes d'optimisation.

La dernière sous-question était : **Comment employer les capacités de scénarisation pour l'aide à la décision stratégique ?** En effet, la scénarisation est un premier niveau de prise en compte de l'incertitude proposé par les méthodes d'aide à la décision. Nous avons constaté que les outils employés actuellement dans les entreprises pour les décisions stratégiques étaient souvent limités pour générer plusieurs scénarios. Nous avons donc choisi de montrer comment employer les contributions de cette thèse dans une perspective d'évaluation d'un très grand nombre de scénarios. Cette approche, qui pourra être enrichie par la suite, est un premier jalon pour l'aide à la décision stratégique prospective.

## 5.3 Contributions développées dans cette thèse

### 5.3.1 Le méta-modèle orienté valeur

Le méta-modèle proposé dans cette thèse permet de représenter toute entreprise, depuis une représentation de sa stratégie, jusqu'à sa valeur, en passant par les processus de création de valeur par ses actifs.

Ce méta-modèle a été construit pour représenter toute entreprise et appréhender à la fois l'approche du génie industriel et celle de la gestion financière.

Cette ambition a permis de recouper les deux champs de recherche autour de la notion de valeur de l'entreprise, c'est-à-dire sa capacité à générer des résultats, ou des ensembles de flux financier qui créent de la valeur. Par ailleurs, nous avons pu mettre en avant que la stratégie peut être considérée comme la fixation d'objectifs au sein de l'entreprise.

Le méta-modèle a également la capacité à supporter le suivi de différents types de flux, pas seulement les flux financiers, ce qui constitue une opportunité pour intégrer dans les décisions stratégiques, d'autres aspects comme les émissions de CO<sub>2</sub>, ou la dimension sociale de la performance des entreprises, comme dans la Triple Bottom Line.

### 5.3.2 Le diagramme de causalité des actifs

Le diagramme de causalité des actifs a permis d'identifier le rôle clé des actifs dans la création de valeur, car ce sont ces actifs qui permettent de générer les flux (financier ou non financier) au sein de l'entreprise. Nous avons étudié dans la littérature et constaté, que les différents types d'actifs sont identifiés de façon générique comme des ressources clés pour les entreprises. Nous avons continué l'enquête en recherchant également, dans la littérature, un ensemble de liens de causalité qui traduisent l'impact que certains actifs peuvent avoir sur d'autres actifs.

Cette démarche répond à deux éléments de contexte. D'une part, un large volet de la recherche en sciences de gestion, initié par la recherche sur les facteurs de contingence OTLEY, 2016, a étayé un ensemble de recherche sur les facteurs d'une entreprise qui impactent sa performance. Nous avons donc recherché des liens entre actifs. Également, le langage comptable dont une grammaire peut être trouvée dans les normes internationales IFRS CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR FINANCIAL REPORTING, 2023 considère les flux financiers comme des variations d'actifs. Ainsi, nous avons terminé cette étude par un diagramme de causalité montrant les liens potentiels entre les actifs dans une entreprise.

Ce diagramme, ne montrant que des liens potentiels, a été instancié sur un cas illustratif qui propose d'utiliser ces relations entre actifs dans un modèle de simulation d'entreprise.

La simulation permet d'anticiper la performance financière que le modèle peut générer et à donner toutes les informations sur la durée du problème en matière de décisions à prendre sur les actifs de l'entreprise pour atteindre cette performance.

### **5.3.3 Un modèle d'optimisation basé sur les actifs**

Le modèle mathématique de Programmation Entière en Nombres Mixtes, représente une entreprise qui souhaite évaluer l'opportunité stratégique de développer un deuxième produit. L'identification des actifs permet de réaliser des choix exhaustifs dans la modélisation des ressources de l'entreprise illustrative. Les relations entre les actifs, identifiées dans le diagramme de causalité, ne sont pas toutes existantes dans toutes les entreprises. Le modèle mathématique proposé est bien une illustration d'un ensemble de relations identifiées dans le diagramme de causalité pour répondre au problème stratégique de développement d'un deuxième produit.

Ainsi, nous avons proposé un modèle mathématique d'optimisation, qui permet de connaître les décisions à prendre sur tous les actifs de l'entreprise pour atteindre le maximum de création de valeur, évalué par la génération de trésorerie par l'entreprise à la fin du problème.

Il s'agit donc, à la fois, d'une illustration du cadre conceptuel proposé dans cette thèse, mais aussi une illustration de l'usage des méthodes d'optimisation employées pour prendre des décisions sur l'ensemble des actifs de l'entreprise, pour maximiser sa valeur.

### **5.3.4 Une scénarisation à large échelle pour anticiper l'incertitude**

La dernière contribution propose une méthode simple et économe en ressources, pour générer un grand nombre de scénarios du modèle d'optimisation.

Toujours basé sur le méta-modèle et les actifs, nous avons représenté l'incertitude qui peut impacter les propriétés des actifs. Les actifs ont au moins trois types de propriétés (coût et prix, délai, et productivité) qui peuvent être impacté par l'incertitude. Nous avons donc joué le modèle d'optimisation en faisant varier plusieurs valeurs de 18 paramètres, propriétés des actifs, qui sont impliqués dans le modèle d'optimisation.

Le plan d'expérience nous a permis de développer une analyse de l'ensemble des scénarios. D'un côté, nous avons analysé le scénario générant le plus de trésorerie parmi tous et comparé à deux autres scénarios. D'un autre côté, nous avons réalisé une étude de sensibilité pour mieux comprendre l'impact des différents facteurs, c'est-à-dire les propriétés des actifs, sur la performance de l'entreprise.

Ceci constitue une aide à la décision dans la mesure où la sensibilité des paramètres est une information cruciale pour les dirigeants et les aider à fixer des objectifs.

Enfin, nous avons proposé une illustration pour la représentation d'une sélection de scénarios parmi un grand nombre, qui permet aux décideurs d'explorer dynamiquement des scénarios qui correspondent à leurs choix afin de visualiser les conditions de réussite de leurs stratégies.

## **5.4 Limites**

Néanmoins, les travaux réalisés dans cette thèse comportent certaines limitations qui ouvrent vers un ensemble de perspectives intéressantes.

### **5.4.1 Exploration d'autres méthodes de valorisation**

Les expérimentations menées dans cette thèse, par des cas illustratifs, ont limité le calcul de la valeur d'une entreprise à sa capacité à générer de la Trésorerie. Ce choix semble pertinent dans la mesure où cet indicateur est le premier qui est pris en compte dans les méthodes de valorisation financière des entreprises.

Cependant, le méta-modèle va au-delà et pourrait être utilisé pour prendre en compte d'autres aspects, notamment la dimension environnementale qui prend une part de plus en plus importante dans la valorisation des entreprises. D'une part, certains secteurs industriels en Europe, bénéficient de quotas d'émissions de CO<sub>2</sub>, conformément au protocole de Kyoto. Ces droits sont des actifs qui peuvent être cédés sur le marché ad hoc en cas d'économies par rapport aux objectifs du secteur. D'autre part, les indicateurs ESG (Environnemental, Social et Gouvernance) sont en train de se développer sur les marchés cotés des titres de société, ce qui montre l'importance croissante de ce type de mesures.

Également, cette dernière remarque pose la question des méthodes dites comparatives. En effet, la génération de trésorerie qui est un indicateur clé dans les méthodes de valorisation est souvent pondéré, ou amplifié, par des indicateurs liés au secteur d'activité de l'entreprise, sa taille... c'est-à-dire d'autres aspects qui sont déterminés en comparaison de l'entreprise par rapport à d'autres comparables.

### 5.4.2 La prise en compte de l'incertitude

La prise en compte de l'incertitude dans nos travaux, et plus spécialement les cas illustratifs que nous avons proposés, emploient une méthode simple : la scénarisation.

Dès notre revue de la littérature sur l'espace de problème, nous avons identifié que les méthodes stochastiques, floues ou robustes par exemple, sont les méthodes privilégiées pour intégrer de l'incertitude dans la prise de décision.

Il y a donc certainement une grande amélioration à apporter à ces travaux en permettant de rendre accessible ce type de méthodes au périmètre des décisions stratégiques des PME. Le cadre conceptuel permet tout à fait d'être employé avec ces méthodes, que ce soit par la simulation ou l'optimisation.

En effet, par exemple, ils permettraient d'évaluer tout au long de la durée du problème, un ensemble d'évènements qui viendraient ponctuellement impacter les propriétés des actifs.

Une piste possible consisterait à impacter le déroulement du modèle d'optimisation par des évènements stochastiques comme des changements dans les prix, des délais et autres paramètres tout au long du déroulement du problème. Ainsi, on pourrait optimiser le problème (avec un objectif sur l'ensemble de l'horizon de temps), à chaque pas de temps qui serait lui-même impacté par de l'incertitude, puis itérer la résolution du problème jusqu'à la fin de la période avec la prise en compte de l'incertitude à chaque pas de temps.

### 5.4.3 La validation des modèles

Le cadre conceptuel de cette thèse a été réalisé à partir de l'état de l'art académique, sur la base de revues de la littérature méthodiques.

L'usage du cadre conceptuel pour modéliser des entreprises réelles est certainement ce qui pourrait permettre à court et long terme d'éprouver les limites de nos travaux de recherche, mais aussi de les faire avancer face à la diversité des cas que représentent les entreprises réelles.

Enfin, la validation des modèles est un domaine de recherche à part entière avec lequel le cadre conceptuel pourrait être analysé, critiqué et amélioré également.

Dans ce sens, il serait possible de dépasser les limites également fixées dans ces travaux en matière de simplification des modèles utilisés. Par exemple, la prise en compte de la fiscalité des entreprises a été laissée en dehors du périmètre d'étude dans les cas illustratifs. Également, certains comportements du modèle ont fait l'objet de choix de simplification, notamment en matière de contraintes quadratiques dans le modèle d'optimisation.



# Table des figures

1.1	Cadre d'analyse des décisions stratégiques, C. Wu et al., 2023 . . . . .	2
1.2	Structure d'une analyse SWOT, Helms et al., 2010 . . . . .	5
1.3	Visualisation des combinaisons Produits/Marchés, Ansoff, 1957 . . . . .	5
1.4	Articulation des méthodes quantitatives et financières . . . . .	7
1.5	Le processus budgétaire, Sponem et al., 2010 . . . . .	8
1.6	Méthodologie de la Thèse . . . . .	14
2.1	Méthodologie de l'analyse de contenu par Grenier et al., 2014, d'après Bardin, 2013 . . . . .	18
2.2	Types de décisions stratégiques . . . . .	19
2.3	Méthodes de prises de décisions stratégiques . . . . .	20
2.4	Codage des enjeux académiques dans l'aide à la décision stratégique . . . . .	24
3.1	Méta-modèle orienté vers la valeur . . . . .	49
3.2	Framework pour la modélisation d'entreprise Vernadat, 2020 . . . . .	50
3.3	Diagramme de causalités entre les actifs, Ben Taleb et al., 2023a . . . . .	53
3.4	Capabilité : « Informer » . . . . .	54
3.5	Capabilité : « Innover » . . . . .	54
3.6	Capabilité : « Organiser » . . . . .	54
3.7	Capabilité : « Maintenir et Investir » . . . . .	55
3.8	Capabilité : « Produire » . . . . .	56
3.9	Capabilité : « Promouvoir » . . . . .	56
3.10	Capabilité : « Acheter » . . . . .	57
3.11	Capabilité : « Vendre » . . . . .	57
3.12	Capabilité : « Travailler » . . . . .	58
3.13	Description du modèle de Simulation dans Anylogic 1/2 . . . . .	62

Table des figures

---

3.14	Description du modèle de Simulation dans Anylogic 2/2 . . . . .	63
3.15	Expérience n°1 : États financiers de l'entreprise à la fin du problème . . .	65
3.16	Expérience n°1 : Affichage de l'état du système à la fin du problème . . .	66
3.17	Expérience n°2 : États financiers de l'entreprise à la fin du problème . . .	67
3.18	Expérience n°2 : Affichage de l'état du système à la fin du problème . . .	68
3.19	Description du plan d'expériences : valeurs des paramètres . . . . .	69
3.20	Plan d'expériences : Valeur fixe « Salaire = 2000 » . . . . .	70
3.21	Plan d'expériences : Valeur fixe « Coût d'achat d'un jeu = 10 » . . . . .	70
4.1	Typologie des méthodes d'analyse de données, Sivarajah et al., 2017 . . .	80
4.2	Ordre chronologique des décisions dans un intervalle de temps $t$ . . . . .	84
4.3	Correspondance entre le cadre de décision et les variables de décision . . .	85
4.4	SC1 : Scénario correspondant à la sortie maximale du plan d'expériences .	92
4.5	SC2 : Figure d'un scénario intermédiaire parmi les plus performants . . .	94
4.6	SC3 : Un scénario intermédiaire en dessous de la moyenne de l'expérience	95
4.7	Facteur F pour l'ensemble de l'expérience . . . . .	96
4.8	Facteur p pour l'ensemble de l'expérience . . . . .	97
4.9	Résultats du Test des Hypothèses Nulles. - ANOVA . . . . .	97
4.10	Affichage des Coefficients de la Régression Polynomiale sur l'ensemble du Plan d'Expériences . . . . .	99
4.11	Partie gauche du tableau de bord . . . . .	102
4.12	Partie droite du tableau de bord . . . . .	103
4.13	Graphiques de Densité des Scénarios par Paramètres, et Zoom sur le Seuil de Performance . . . . .	104
4.14	Position du Problème d'Optimisation dans la Modélisation Orientée Valeur et Basée sur les Actifs. En jaune, les relations de causalité instanciées dans le problème traité . . . . .	106

## Liste des tableaux

1.1	Les questions stratégiques inspirées du Cadre de Décision de C. Wu et al., 2023 - 1/2 Positionnement sur un marché . . . . .	3
1.2	Les questions stratégiques inspirées du Cadre de Décision de C. Wu et al., 2023 - 2/2 Structure des activités . . . . .	3
2.1	Les dirigeants ayant répondu à l'enquête . . . . .	17
2.2	Revue de la littérature : Espace de Solutions 1/6 . . . . .	28
2.3	Revue de la littérature : Espace de Solutions 2/6 . . . . .	29
2.4	Revue de la littérature : Espace de Solutions 3/6 . . . . .	30
2.5	Revue de la littérature : Espace de Solutions 4/6 . . . . .	31
2.6	Revue de la littérature : Espace de Solutions 5/6 . . . . .	32
2.7	Revue de la littérature : Espace de Solutions 6/6 . . . . .	33
3.1	Requêtes dans le Résumé, le Titre et les Mots-clés . . . . .	43
3.2	Description des boucles impliquant la Trésorerie . . . . .	60
4.1	Tableau de 3 scénarios sélectionnés . . . . .	91



# Bibliographie

- (Abrate et al., 2019) G. Abrate et G. Viglia. “[Personal or Product Reputation? Optimizing Revenues in the Sharing Economy](#)”. English. In: *Journal of Travel Research* 58.1 (2019), p. 136-148 (cf. p. 58).
- (Agyapong-Kodua et al., 2012) K. Agyapong-Kodua, R. H. Weston et S. Ratchev. “[The Integrated Use of Enterprise and System Dynamics Modelling Techniques in Support of Business Decisions](#)”. en. In: *Advances in Decision Sciences* 2012 (juill. 2012). Publisher: Hindawi, e804324 (cf. p. 51, 59).
- (Alberola et al., 2009) É. Alberola et E. Fages. “[De Kyoto à Copenhague, l’expansion des marchés du carbone](#)”. fr. In: *Géoeconomie* 51.4 (2009). Place: Paris Publisher: Éditions Choiseul, p. 63-75 (cf. p. 107).
- (Amadi-Echendu et al., 2010) J. Amadi-Echendu, R. Willett, K. Brown, T. Hope, J. Lee, J. Mathew, N. Vyas et B.-S. Yang. “[What Is Engineering Asset Management?](#)” In: *Engineering Asset Management Review*. T. 1. Journal Abbreviation: Engineering Asset Management Review. Jan. 2010, p. 3-16 (cf. p. 40).
- (Anderson, 1999) P. Anderson. “[Perspective: Complexity Theory and Organization Science](#)”. In: *Organization Science* 10.3 (juin 1999). Publisher: INFORMS, p. 216-232 (cf. p. 29).
- (Ansoff, 1957) H. I. Ansoff. *Strategies for Diversification*. en. Google-Books-ID: \_opJvwEA-CAAJ. 1957 (cf. p. 3, 5).
- (Aouni et al., 2017) B. Aouni, S. McGillis et M. Abdulkarim. “[Goal programming model for management accounting and auditing: a new typology](#)”. In: *Annals of Operations Research* 251 (avr. 2017) (cf. p. 27, 28).
- (APICS, 2023) APICS. *APICS Supply Chain Operations Reference Model SCOR Version 12.0*. 2023 (cf. p. 54).
- (Asadujjaman et al., 2021) M. Asadujjaman, H. F. Rahman, R. K. Chakraborty et M. J. Ryan. “[Resource constrained project scheduling and material ordering problem with discounted cash flows](#)”. In: *Computers & Industrial Engineering* 158 (août 2021), p. 107427 (cf. p. 74, 79).
- (ASCM, 2022) ASCM. *ASCM Supply Chain Dictionary | ASCM*. 2022 (cf. p. 44, 56).
- (Axelrod, 2007) R. Axelrod. “[Simulation in Social Sciences](#)”. en. In: *Handbook of Research on Nature-Inspired Computing for Economics and Management*. IGI Global, 2007, p. 90-100 (cf. p. 27, 29).
- (Balachandran et al., 1996) K. R. Balachandran et S. Radhakrishnan. “[Cost of congestion, operational efficiency and management accounting](#)”. en. In: *European Journal of Operational Research* 89.2 (mars 1996), p. 237-245 (cf. p. 27, 30).

- (Baporikar, 2014) N. Baporikar. “Strategic management overview and SME in globalized world”. In: jan. 2014, p. 22-39 (cf. p. 25).
- (Bardin, 2013) L. Bardin. “Chapitre II. Analyse de réponses à des questions ouvertes : la symbolique de l’automobile”. fr. In: *L’analyse de contenu*. Quadrige. ISSN: 0291-0489. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France, 2013, p. 62-71 (cf. p. 18).
- (Barneto et al., 2021) P. Barneto, G. Gregorio, J.-J. Benaïem, S. Ouvrard et V. Serret. *DSCG 2 Finance Manuel*. Dunod, 2021 (cf. p. 39-42, 46).
- (Barney et al., 1998) J. Barney et P. Wright. “On becoming a strategic partner: The role of human resources in gaining competitive advantage”. English. In: *Human Resource Management* 37.1 (1998), p. 31-46 (cf. p. 44, 51).
- (Becker et al., 2016) S. Becker, M. Mahlendorf, U. Schäffer et M. Thaten. “Budgeting in Times of Economic Crisis”. English. In: *Contemporary Accounting Research* 33.4 (2016), p. 1489-1517 (cf. p. 7).
- (Ben Taleb et al., 2021) R. Ben Taleb, M. Dahan, A. Montarnal, M. Lauras et R. Miclo. “Toward an Innovative Risk- and Opportunity- Oriented System for SMEs’ Decision-Makers”. In: *Actes du congrès CIGI QUALITA 2021*. Grenoble, France, mai 2021, p. 450-457 (cf. p. 3, 11, 41, 42).
- (Ben Taleb et al., 2023a) R. Ben Taleb, M. Lauras, M. Dahan, A. Montarnal et R. Miclo. “An Asset-Based Causal Loop Model to Improve Corporate Value”. en. In: *Decision Support Systems XIII. Decision Support Systems in An Uncertain World: The Contribution of Digital Twins*. Sous la dir. S. Liu, P. Zaraté, D. Kamissoko, I. Linden et J. Papathanasiou. Lecture Notes in Business Information Processing. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023, p. 31-44 (cf. p. 10, 42, 53).
- (Ben Taleb et al., 2023b) R. Ben Taleb, A. Montarnal, M. Lauras, M. Dahan et R. Miclo. “A Value-Oriented Metamodel for Small and Medium Enterprises’ Decision Making”. en. In: *International Journal of Industrial and Systems Engineering* 17.5 (mai 2023), p. 295-303 (cf. p. 105).
- (Bénaben et al., 2016) F. Bénaben, M. Lauras, S. Truptil et N. Salatgé. “A Metamodel for Knowledge Management in Crisis Management”. In: *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. ISSN: 1530-1605. Jan. 2016, p. 126-135 (cf. p. 37).
- (Bénaben et al., 2017) F. Bénaben, S. Truptil, W. Mu, H. Pingaud, J. Touzi, V. Rajsiri et J.-P. LORRE. “Model-driven engineering of mediation information system for enterprise interoperability”. In: *International Journal of Computer Integrated Manufacturing* 31 (sept. 2017), p. 1-22 (cf. p. 38).
- (Bennis et al., 1986) W. Bennis, W. G. Bennis et B. Nanus. *Leaders: The Strategies for Taking Charge*. en. Google-Books-ID: emy4zshg8jcC. Harper & Row, 1986 (cf. p. 39).
- (Berends et al., 1999) P. Berends et G. Romme. “Simulation as a research tool in management studies”. en. In: *European Management Journal* 17.6 (déc. 1999), p. 576-583 (cf. p. 27, 31).
- (Berland, 2002) N. Berland. “II / L’état de la pratique dans les entreprises”. fr. In: Repères. ISSN: 0993-7625. Paris: La Découverte, 2002, p. 23-50 (cf. p. 6-8).
- (Berland, 2020) N. Berland. “Chapitre IV - Les outils du contrôle”. fr. In: t. 2e éd. *Que sais-je ?* ISSN: 0768-0066. Paris cedex 14: Presses Universitaires de France, 2020, p. 77-96 (cf. p. 7).
- (Berland et al., 2013) N. Berland et Y. De Rongé. *Contrôle de gestion : [perspectives stratégiques et managériales] / ouvrage dirigé par Nicolas Berland, ... Yves De Rongé, ...* français. Pearson. Montreuil, 2013 (cf. p. 6, 7, 22).
- (Berland et al., 2020) N. Berland et C. Moinard. “Intelligence artificielle et contrôle de gestion: un rapport aux chiffres revisité et des enjeux organisationnels”. fr. In: *Annales des Mines* (2020), p. 8 (cf. p. 8).

- 
- (Berland et al., 2021) N. Berland et S. Sponem. “XIX. Jeremy Hope et Robin Fraser. « Beyond Budgeting », faut-il supprimer le budget ?” fr. In: *Les grands auteurs en contrôle de gestion*. T. 2e éditio. Grands auteurs. Caen: EMS Editions, 2021, p. 323-338 (cf. p. 11).
- (Bersali et al., 2014) M. N. Bersali et C. Guermat. “Loyalty and innovation: Evidence from Algerian mobile service providers”. en. In: *International Journal of Technology Management & Sustainable Development* 13.1 (mars 2014). Publisher: Intellect, p. 73-96 (cf. p. 54).
- (Bidan et al., 2017) M. Bidan et C. Godé. “Chapitre 9. La place des progiciels de gestion intégrés”. fr. In: *DSCG 5 Management des systèmes d’information*. Expertise comptable. Paris: Vuibert, 2017, p. 185-195 (cf. p. 9).
- (Bilgen et al., 2004) B. Bilgen et I. Ozkarahan. “Strategic tactical and operational production-distribution models: A review”. English. In: *International Journal of Technology Management* 28.2 (2004), p. 151-171 (cf. p. 4).
- (Bollinger et al., 2001) A. Bollinger et R. Smith. “Managing organizational knowledge as a strategic asset”. English. In: *Journal of Knowledge Management* 5.1 (2001), p. 8-18 (cf. p. 44).
- (Bonabeau, 2002) E. Bonabeau. “Agent-based modeling: Methods and techniques for simulating human systems”. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99.suppl\_3 (mai 2002). Publisher: Proceedings of the National Academy of Sciences, p. 7280-7287 (cf. p. 29).
- (Bonini, 1963) C. P. Bonini. *Simulation of information and decision systems in the firm*. Prentice Hall: Englewood Cliffs. 1963 (cf. p. 74).
- (Borshchev, 2013) A. Borshchev. *The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with AnyLogic 6*. en. Google-Books-ID: 2c5FnwEACAAJ. AnyLogic North America, 2013 (cf. p. 61).
- (Botterweck et al., 2014) G. Botterweck et A. Pleuss. “Evolution of software product lines”. English. In: *Evolving Software Systems*. 2014, p. 265-295 (cf. p. 44).
- (Bromwich et al., 2016) M. Bromwich et R. Scapens. “Management Accounting Research: 25 years on”. English. In: *Management Accounting Research* 31 (2016), p. 1-9 (cf. p. 25).
- (Burritt et al., 2016) R. Burritt et K. Christ. “Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution?” In: *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility* 1.1 (déc. 2016), p. 23-38 (cf. p. 25).
- (Burton et al., 1989) R. Burton et B. Obel. “Using historical information in the design of a decentralized firm’s budgetary planning system”. In: *Comput. Oper. Res.* (1989) (cf. p. 32).
- (s. d.). *Business Process Model and Notation (BPMN), Version 2.0*. en (cf. p. 41).
- (Cai et al., 2006) Y. Cai, Z. Guan et H. Ma. “Application of real option approach with double stochastic parameters in analyzing information system investment”. Chinese. In: *Qinghua Daxue Xuebao/Journal of Tsinghua University* 46.SUPPL. (2006), p. 909-913 (cf. p. 40).
- (Cambridge, 2023) D. Cambridge. “Strategy”. en. Nov. 2023 (cf. p. 39).
- (Cartier et al., 2010) M. Cartier, H. Delacour et O. Joffre. “8. Les domaines d’activité stratégique”. fr. In: *Maxi fiches de stratégie*. Maxi Fiches. Paris: Dunod, 2010, p. 30-33 (cf. p. 2).
- (Carton, 2006) S. Carton. “La contribution d’un système ERP à la coordination des activités dans une entreprise de distribution”. In: (2006) (cf. p. 9).

- (Cerabona et al., 2020) T. Cerabona, M. Lauras, L. Faugère, J.-P. Gitto, B. Montreuil et F. Benaben. “[A Physics-Based Approach for Managing Supply Chain Risks and Opportunities Within Its Performance Framework](#)”. en. In: *Boosting Collaborative Networks 4.0*. Sous la dir. L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh et A. Ortiz. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Cham: Springer International Publishing, 2020, p. 418-427 (cf. p. 41).
- (Chang et al., 2006) M.-H. Chang et J. Harrington. *Agent-Based Models of Organizations*. Handbook of Computational Economics. Elsevier, 2006, p. 1273-1337 (cf. p. 29).
- (Christensen et al., 1997) J. Christensen et J. S. Demski. “[Product Costing in the Presence of Endogenous Subcost Functions](#)”. en. In: *Review of Accounting Studies* 2.1 (mars 1997), p. 65-87 (cf. p. 27, 32).
- (Cokins, 2002) G. Cokins. *Activity-Based Cost Management: An Executive’s Guide*. en. John Wiley & Sons, avr. 2002 (cf. p. 22).
- (Cokins, 2016) G. Cokins. “[The Top Seven Trends in Management Accounting](#)”. In: *EDPACS* 53 (avr. 2016), p. 1-7 (cf. p. 11).
- (Conceptual Framework for Financial Reporting, 2023) Conceptual Framework for Financial Reporting. *IFRS - Conceptual Framework for Financial Reporting*. 2023 (cf. p. 43, 44, 51, 55, 111).
- (Cosenz, 2014) F. Cosenz. “[Strategic Asset Building and Competitive Strategies for SMEs which Compete with Industry Giants](#)”. In: jan. 2014, p. 77-96 (cf. p. 25).
- (Dayal et al., 2009) U. Dayal, M. Castellanos, A. Simitsis et K. Wilkinson. “[Data integration flows for Business Intelligence](#)”. English. In: 2009, p. 1-11 (cf. p. 8).
- (Delgado-Ballester et al., 2005) E. Delgado-Ballester et J. Luis Munuera-Alemán. “[Does brand trust matter to brand equity?](#)” In: *Journal of Product & Brand Management* 14.3 (jan. 2005). Publisher: Emerald Group Publishing Limited, p. 187-196 (cf. p. 45).
- (Delgoshaei et al., 2014) A. Delgoshaei, M. Khairol Ariffin, B. T. H. T. Bin Baharudin et Z. Leman. “[A Backward Approach for Maximizing Net Present Value of Multimode Pre-emptive Resource-Constrained Project Scheduling Problem with Discounted Cash Flows Using Simulated Annealing Algorithm](#)”. en. In: *International Journal of Industrial Engineering and Management* 5.3 (sept. 2014), p. 151-158 (cf. p. 53).
- (Deltour et al., 2017) F. Deltour et A. Mourrain. “[L’intégration comme réponse au désordre des systèmes d’information](#)”. fr. In: *Management des technologies organisationnelles* 6.1 (2017). Publisher: Les Presses des Mines, p. 45-58 (cf. p. 9).
- (Dent, 1996) J. F. Dent. “[Global competition: challenges for management accounting and control](#)”. en. In: *Management Accounting Research* 7.2 (juin 1996), p. 247-269 (cf. p. 7, 24).
- (Devinney et al., 1988) T. M. Devinney et D. W. Stewart. “[Rethinking the Product Portfolio: A Generalized Investment Model](#)”. In: *Management Science* 34.9 (sept. 1988). Publisher: INFORMS, p. 1080-1095 (cf. p. 44).
- (Dosi et al., 2003) G. Dosi, D. A. Levinthal et L. Marengo. “[Bridging contested terrain: linking incentive-based and learning perspectives on organizational evolution](#)”. In: *Industrial and Corporate Change* 12.2 (2003). Publisher: Oxford University Press, p. 413-436 (cf. p. 29).
- (Dphil et al., 2021) A. V. Dphil et J. H. C. P. DIng. “[INDUSTRY 4.0-ARTIFICIAL INTELLIGENCE \(AI\) CONTRIBUTION TO CAPABILITY MATURITY](#)”. In: *Proceedings of the International Annual Conference of the American Society for Engineering Management*. American Society for Engineering Management (ASEM). 2021, p. 1-10 (cf. p. 12).
- (Dursun et al., 2014) S. Dursun, K. Duman, T. Tuna, M. Abbas et J. Ding. “[A workflow for intelligent data-driven analytics software development in oil and gas industry](#)”. English. In: t. 5. 2014, p. 3785-3799 (cf. p. 80).

- 
- (Dutta et al., 2019) G. Dutta, H. Rao, S. Basu et M. Tiwari. “[Asset liability management model with decision support system for life insurance companies: Computational results](#)”. English. In: *Computers and Industrial Engineering* 128 (2019), p. 985-998 (cf. p. 80).
- (Erdem et al., 2002) T. Erdem, J. Swait et J. Louviere. “[The impact of brand credibility on consumer price sensitivity](#)”. en. In: *International Journal of Research in Marketing* 19.1 (mars 2002), p. 1-19 (cf. p. 45, 52, 56).
- (Farhadloo et al., 2016) M. Farhadloo, R. A. Patterson et E. Rolland. “[Modeling customer satisfaction from unstructured data using a Bayesian approach](#)”. en. In: *Decision Support Systems* 90 (oct. 2016), p. 1-11 (cf. p. 30).
- (Feng et al., 2010) Y. Feng, S. D’Amours et R. Beauregard. “[Simulation and performance evaluation of partially and fully integrated sales and operations planning](#)”. In: *International Journal of Production Research - INT J PROD RES* 48 (oct. 2010), p. 5859-5883 (cf. p. 33).
- (Fink et al., 2017) L. Fink, N. Yogev et A. Even. “[Business intelligence and organizational learning: An empirical investigation of value creation processes](#)”. English. In: *Information and Management* 54.1 (2017), p. 38-56 (cf. p. 44, 52, 54).
- (Fischer et al., 2008) M. M. Fischer, M. Bartkowska, A. Riedl, S. Sardadvar et A. Kunnert. *The Impact of Human Capital on Regional Labor Productivity in Europe*. en. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY, nov. 2008 (cf. p. 56).
- (Flynn et al., 1995) B. Flynn, R. Schroeder et S. Sakakibara. “[The Impact of Quality Management Practices on Performance and Competitive Advantage](#)”. English. In: *Decision Sciences* 26.5 (1995), p. 659-691 (cf. p. 3).
- (Forrester, 1990) J. Forrester. *Principles of Systems*. System dynamics series. Productivity Press, 1990 (cf. p. 38, 59).
- (Fortaleza et al., 2022a) E. Fortaleza, W. Sanchez, E. Neto, M. Miranda et F. Munerato. “[Robust optimization technique using modified net present value and stochastic simplex approximate gradient](#)”. English. In: *SPE Journal* 27.6 (2022), p. 3384-3405 (cf. p. 4).
- (Fortaleza et al., 2022b) E. Fortaleza, W. Sanchez, E. Neto, M. Miranda et F. Munerato. “[Robust optimization technique using modified net present value and stochastic simplex approximate gradient](#)”. English. In: *SPE Journal* 27.6 (2022), p. 3384-3405 (cf. p. 76).
- (Freel, 2005) M. Freel. “[Patterns of innovation and skills in small firms](#)”. English. In: *Technovation* 25.2 (2005), p. 123-134 (cf. p. 52).
- (Ganjidoost et al., 2022) A. Ganjidoost, G. Vladeanu et C. Daly. “[Data-Driven Financial Planning Decision Support System for Drinking Water Networks](#)”. English. In: t. 4. 2022, p. 34-42 (cf. p. 10).
- (Gavetti et al., 2005) G. Gavetti, D. Levinthal et J. Rivkin. “[Strategy Making in Novel and Complex Worlds: The Power of Analogy](#)”. In: *Strategic Management Journal* 26 (août 2005), p. 691-712 (cf. p. 30, 33).
- (Georgiopoulos et al., 2002) P. Georgiopoulos, R. Fellini, M. Sasena et P. Papalambros. “[Optimal design decisions in product portfolio valuation](#)”. English. In: t. 2. 2002, p. 593-602 (cf. p. 44).
- (Geyer et al., 2010) A. Geyer, M. Hanke et A. Weissensteiner. “[No-arbitrage conditions, scenario trees, and multi-asset financial optimization](#)”. English. In: *European Journal of Operational Research* 206.3 (2010), p. 609-613 (cf. p. 76).
- (Ghiami, 2023) Y. Ghiami. “[An analysis on production and inventory models with discounted cash-flows](#)”. English. In: *Omega (United Kingdom)* 117 (2023) (cf. p. 77).
- (Giboïn, 2019) B. Giboïn. “[Outil 14. La matrice BCG](#)”. fr. In: *La boîte à outils de la Stratégie*. T. 3e éd. BâO La Boîte à Outils. Paris: Dunod, 2019, p. 56-59 (cf. p. 6).
- (Giboïn, 2022) B. Giboïn. “[Outil 1. Politique, stratégie et tactique](#)”. fr. In: *La boîte à outils de la Stratégie*. T. 4e éd. BâO La Boîte à Outils. Paris: Dunod, 2022, p. 14-15 (cf. p. 4).

- (Gillet-Goinard et al., 2020) F. Gillet-Goinard et B. Seno. “Outil 10. La Balanced Scorecard (BSC)”. fr. In: *La boîte à outils de la qualité*. T. 4e éd. BâO La Boîte à Outils. Paris: Dunod, 2020, p. 42-43 (cf. p. 10).
- (Goldratt et al., 1992) E. M. Goldratt et J. Cox. *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. en. Google-Books-ID: 0T5EAAAAMAAJ. North River Press, 1992 (cf. p. 27, 32).
- (González et al., 2000) E. L. González, M. A. Rodríguez-Fernández et C. Mendaña-Cuervo. “The logistic decision making in management accounting with genetic algorithms and fuzzy sets.” eng. In: *Mathware and Soft Computing* 7.2-3 (2000), p. 229-241 (cf. p. 32).
- (Graham, 1939) B. Graham. “Review of The Theory of Investment Value”. In: *Journal of Political Economy* 47.2 (1939). Publisher: University of Chicago Press, p. 276-278 (cf. p. 40).
- (Grant, 2008) R. M. Grant. *Contemporary Strategy Analysis*. en-us. 6th. Blackwell Publishing, 2008 (cf. p. 2, 41).
- (Grenier et al., 2014) C. Grenier et E. Josserand. “Chapitre 5. Recherches sur le contenu et recherches sur le processus”. fr. In: *Méthodes de recherche en management*. T. 4e éd. Management Sup. Paris: Dunod, 2014, p. 129-165 (cf. p. 18, 43).
- (Grest et al., 2019) M. Grest, M. LAURAS, A. MONTARNAL, A. SARAZIN et G. BOUSSEAU. “A Meta Model for a Blockchain-based Supply Chain Traceability”. In: *2019 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)*. Sept. 2019, p. 1-6 (cf. p. 37).
- (Grubbström et al., 2012) R. Grubbström et O. Tang. “The space of solution alternatives in the optimal lotsizing problem for general assembly systems applying MRP theory”. English. In: *International Journal of Production Economics* 140.2 (2012), p. 765-777 (cf. p. 77).
- (Gruber, 1995) T. Gruber. “Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing”. English. In: *International Journal of Human - Computer Studies* 43.5-6 (1995), p. 907-928 (cf. p. 46).
- (Gueutin, 2022) C.-A. Gueutin. “Fiche 2. La comptabilité et l’analyse financière”. fr. In: *L’essentiel de l’analyse financière*. T. 3e éd. Fiches. Paris: Ellipses, 2022, p. 15-20 (cf. p. 6).
- (Gurobi Optimization, LLC, 2023) Gurobi Optimization, LLC. *Gurobi Optimizer Reference Manual*. 2023 (cf. p. 91, 105).
- (Hambrick et al., 1982) D. C. Hambrick, I. C. MacMillan et D. L. Day. “Strategic Attributes and Performance in the BCG Matrix—A PIMS-Based Analysis of Industrial Product Businesses”. In: *Academy of Management Journal* 25.3 (sept. 1982). Publisher: Academy of Management, p. 510-531 (cf. p. 5).
- (Harrison et al., 2007) J. R. Harrison, Z. Lin, G. R. Carroll et K. M. Carley. “Simulation modeling in organizational and management research”. In: *Academy of Management Review* 32.4 (oct. 2007). Publisher: Academy of Management, p. 1229-1245 (cf. p. 27-30).
- (Hart et al., 2011) S. Hart et G. Dowell. “A natural-resource-based view of the firm: Fifteen years after”. English. In: *Journal of Management* 37.5 (2011), p. 1464-1479 (cf. p. 44).
- (Hawley et al., 1999) N. Hawley, S. Wylie et M. Deltcheva. “Optimizing the product portfolio through asset management”. English. In: (jan. 1999) (cf. p. 52).
- (Helms et al., 2010) M. Helms et J. Nixon. “Exploring SWOT analysis – where are we now?: A review of academic research from the last decade”. English. In: *Journal of Strategy and Management* 3.3 (2010), p. 215-251 (cf. p. 3, 5).
- (Hess et al., 2011) A. Hess et F. Rothaermel. “When are assets complementary? Star scientists, strategic alliances, and innovation in the pharmaceutical industry”. English. In: *Strategic Management Journal* 32.8 (2011), p. 895-909 (cf. p. 44, 52, 54).

- 
- (Howell III et al., 2001) J. Howell III et P. Tyler. “Using Portfolio Analysis to Develop Corporate Strategy”. English. In: *Proceeding Papers, SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium*. 2001, p. 17-24 (cf. p. 39, 40).
- (Hsieh et al., 2005) H.-F. Hsieh et S. E. Shannon. “Three Approaches to Qualitative Content Analysis”. en. In: *Qualitative Health Research* 15.9 (nov. 2005). Publisher: SAGE Publications Inc, p. 1277-1288 (cf. p. 18).
- (Hughes et al., 2019) S. Hughes, S. Erickson et H. Rothberg. “Knowledge assets and competitiveness in fashion industries”. English. In: t. 1. ISSN: 2048-8963. 2019, p. 528-533 (cf. p. 40).
- (2022). *IFRS - 15 - Revenue from Contracts with Customers*. 2022 (cf. p. 52, 57).
- (2022). *IFRS - Conceptual Framework for Financial Reporting* (cf. p. 42, 43).
- (2022). *IFRS - IAS 2 - Inventories*. 2022 (cf. p. 45).
- (2022). *IFRS - IAS 7 - Statement of Cash Flows*. 2022 (cf. p. 45, 55, 57).
- (2022). *IFRS - IAS 7 Statement of Cash Flows* (cf. p. 52).
- (Isobe et al., 2008) T. Isobe, S. Makino et D. B. Montgomery. “Technological capabilities and firm performance: The case of small manufacturing firms in Japan”. en. In: *Asia Pacific Journal of Management* 25.3 (sept. 2008), p. 413-428 (cf. p. 53).
- (Jahangirian et al., 2010) M. Jahangirian, T. Eldabi, A. Naseer, L. Stergioulas et T. Young. “Simulation in manufacturing and business: A review”. In: *European Journal of Operational Research* 203 (mai 2010), p. 1-13 (cf. p. 32).
- (Jeffers et al., 2008) P. I. Jeffers, W. A. Muhanna et B. R. Nault. *Information Technology and Process Performance: An Empirical Investigation of the Interaction between IT and Non-IT Resources*. en. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY, sept. 2008 (cf. p. 52).
- (Jones et al., 2014) R. Jones et S. Sisay. “Strategic Management in SMEs: An Orientation Approach”. In: *Handbook of Research on Strategic Management in Small and Medium Enterprises*. Sous la dir. K. Todorov et D. Smallbone. IGI Global, 2014, p. 1-21 (cf. p. 25).
- (Joshi et al., 2022) D. Joshi, P. Chithaluru, A. Singh, A. Yadav, D. H. Elkamchouchi, J. Breñosa et D. Anand. “An Optimized Open Pit Mine Application for Limestone Quarry Production Scheduling to Maximize Net Present Value”. en. In: *Mathematics* 10.21 (jan. 2022). Number: 21 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 4140 (cf. p. 77).
- (Kaplan et al., 1992) R. Kaplan et D. Norton. “The balanced scorecard—measures that drive performance.” English. In: *Harvard business review* 70.1 (1992), p. 71-79 (cf. p. 10, 22, 75, 79, 110).
- (Kauffman, 1995) S. Kauffman. *At Home in the Universe: The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. en. 1995 (cf. p. 31).
- (Kauffman et al., 1987) S. Kauffman et S. Levin. “Towards a general theory of adaptive walks on rugged landscapes”. In: *Journal of Theoretical Biology* 128.1 (sept. 1987), p. 11-45 (cf. p. 31).
- (Kollock, 1993) P. Kollock. “An Eye for an Eye Leaves Everyone Blind”: Cooperation and Accounting Systems”. In: *American Sociological Review* 58.6 (1993). Publisher: [American Sociological Association, Sage Publications, Inc.], p. 768-786 (cf. p. 27, 31).
- (Korobeynikova et al., 2021) O. Korobeynikova, D. Korobeynikov, L. Popova, T. Chekrygina et E. Shemet. “Artificial intelligence for digitalization of management accounting of agricultural organizations”. English. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. T. 699. ISSN: 17551307 Issue: 1. IOP Publishing Ltd, 2021 (cf. p. 22).
- (Kozlenkova et al., 2014) I. Kozlenkova, S. Samaha et R. Palmatier. “Resource-based theory in marketing”. English. In: *Journal of the Academy of Marketing Science* 42.1 (2014), p. 1-21 (cf. p. 42, 56).

- (Labro et al., 2007) E. Labro et M. Vanhoucke. “[A Simulation Analysis of Interactions among Errors in Costing Systems](#)”. In: *The Accounting Review* 82.4 (2007). Publisher: American Accounting Association, p. 939-962 (cf. p. 33).
- (Lahcen et al., s. d.) B. Lahcen et S. Samir. “Une revue systématique de la littérature des modèles et méthodes de management de la supply chain A systematic literature review of models and methods of supply chain management”. In: () (cf. p. 4).
- (Landon et al., 1998) S. Landon et C. E. Smith. “[Quality Expectations, Reputation, and Price](#)”. en. In: *Southern Economic Journal* 64.3 (1998), p. 628-647 (cf. p. 56).
- (Lawrence et al., 1967) P. R. Lawrence et J. W. Lorsch. *[Organization and Environment: Managing Differentiation and Integration](#)*. en. Google-Books-ID: VIJIAAAAMAAJ. Division of Research, Graduate School of Business Administration, Harvard University, 1967 (cf. p. 4).
- (Lea et al., 2002) B.-R. Lea et L. D. Fredendall. “[The impact of management accounting, product structure, product mix algorithm, and planning horizon on manufacturing performance](#)”. In: *International Journal of Production Economics* 79.3 (2002). Publisher: Elsevier, p. 279-299 (cf. p. 27, 28, 32).
- (Leitner et al., 2015) S. Leitner et F. Wall. “[Simulation-based research in management accounting and control: an illustrative overview](#)”. en. In: *Journal of Management Control* 26.2 (août 2015), p. 105-129 (cf. p. 12, 26, 28-33, 42, 75).
- (Leung et al., 2007) S. Leung, S. Tsang, W. Ng et Y. Wu. “[A robust optimization model for multi-site production planning problem in an uncertain environment](#)”. English. In: *European Journal of Operational Research* 181.1 (2007), p. 224-238 (cf. p. 12).
- (Levillain, 2015) K. Levillain. “[Les entreprises à mission : Formes, modèle et implications d’un engagement collectif](#)”. These de doctorat. Paris, ENMP, avr. 2015 (cf. p. 3).
- (Levinthal, 1997) D. Levinthal. “[Adaptation on Rugged Land-Scapes](#)”. In: *Management Science* 43 (juill. 1997), p. 934-950 (cf. p. 31).
- (Leyman et al., 2016) P. Leyman et M. Vanhoucke. “[Payment models and net present value optimization for resource-constrained project scheduling](#)”. English. In: *Computers and Industrial Engineering* 91 (2016), p. 139-153 (cf. p. 74, 76).
- (Longenecker et al., 2022) J. G. Longenecker, J. W. Petty, L. E. Palich et F. Hoy. *[Small Business Management: Launching & Growing Entrepreneurial Ventures](#)*. en. Google-Books-ID: NUD8EAAAQBAJ. Cengage Learning, juill. 2022 (cf. p. 91).
- (Löning et al., 2013) H. Löning, V. Malleret, J. Méric et Y. Pesqueux. “[Chapitre 1. Les structures organisationnelles et le contrôle](#)”. fr. In: *Contrôle de gestion*. T. 4e éd. Management Sup. Paris: Dunod, 2013, p. 19-36 (cf. p. 11).
- (Luehrman, 1997) T. Luehrman. “What’s it worth? A general manager’s guide to valuation.” In: *Harvard business review* 75.3 (1997), p. 132-142 (cf. p. 40).
- (Maggi, 2006) B. Maggi. “[Critique de la notion de flexibilité](#)”. fr. In: *Revue française de gestion* 162.3 (2006). Place: Cachan Publisher: Lavoisier, p. 35-49 (cf. p. 4).
- (Martinidis et al., 2022) G. Martinidis, N. Komninou et E. Carayannis. “[Taking into Account the Human Factor in Regional Innovation Systems and Policies](#)”. en. In: *Journal of the Knowledge Economy* 13.2 (juin 2022), p. 849-879 (cf. p. 52, 58).
- (Matsui, 2012) K. Matsui. “[Cost-based transfer pricing under R&D risk aversion in an integrated supply chain](#)”. en. In: *International Journal of Production Economics*. Supply Chain Risk Management 139.1 (sept. 2012), p. 69-79 (cf. p. 27, 30).
- (Miclo, 2016) R. Miclo. “[Challenging the "Demand Driven MRP" Promises : a Discrete Event Simulation Approach](#)”. These de doctorat. Ecole nationale des Mines d’Albi-Carmaux, déc. 2016 (cf. p. 3).
- (Milano, 2017) P. Milano. “[VIII. Paul Roger Lawrence et Jay William Lorsch – Environnement, organisation, adaptation : la contingence structurelle](#)”. fr. In: *Les Grands Auteurs en Management*. Grands auteurs. Caen: EMS Editions, 2017, p. 113-128 (cf. p. 2, 4).

- 
- (Milliot, 2005) É. Milliot. “Stratégies d’internationalisation : une articulation des travaux de porter et perlmutter”. fr. In: *Management & Avenir* 3.1 (2005). Place: Soliers Publisher: Management Prospective Editions, p. 43-60 (cf. p. 2, 3).
- (Mintzberg, 1987) H. Mintzberg. “The Strategy Concept .1. 5 Ps for Strategy”. English. In: *California Management Review* 30.1 (1987). Place: Berkeley Publisher: Univ Calif WOS:A1987L343500002, p. 11-24 (cf. p. 41).
- (Mintzberg, 1978) H. Mintzberg. *Structuring of Organizations*. Anglais. Facsimile édition. Englewood Cliffs, N.J: Pearson, déc. 1978 (cf. p. 2).
- (Mirzaey et al., 2017) M. Mirzaey et Y. Hojatpour. “Applications of Artificial Neural Networks in Information System of Management Accounting”. en. In: 7 (2017), p. 8 (cf. p. 12, 23, 33, 76).
- (Mitchell et al., 2000) F. Mitchell et G. Reid. “Editorial. Problems, challenges and opportunities: The small business as a setting for management accounting research”. English. In: *Management Accounting Research* 11.4 (2000), p. 385-390 (cf. p. 25).
- (Moigne et al., 1994) J. Moigne et P. Tabatoni. *La théorie du système général: Théorie de la modélisation*. (Presses universitaires de France) réédition numérique FeniXX, 1994 (cf. p. 59).
- (Möller et al., 2020) K. Möller, U. Schäffer et F. Verbeeten. “Digitalization in management accounting and control: an editorial”. English. In: *Journal of Management Control* 31.1-2 (2020) (cf. p. 25).
- (Moradkhani et al., 2021) N. Moradkhani, F. Benaben, B. Montreuil, V. B. Ali et D. Nazzal. “Physics of Decision for Polling Place Management: A Case Study from the 2020 USA Presidential Election”. In: 15.06 (2021) (cf. p. 41).
- (Moura-Leite et al., 2012) R. Moura-Leite, R. Padgett et J. Galan. “Is social responsibility driven by industry or firm-specific factors?” English. In: *Management Decision* 50.7 (2012), p. 1200-1221 (cf. p. 40, 55).
- (Najafi et al., 2006) A. Najafi et S. Niaki. “A genetic algorithm for resource investment problem with discounted cash flows”. English. In: *Applied Mathematics and Computation* 183.2 (2006), p. 1057-1070 (cf. p. 46, 74, 77).
- (Nalchigar et al., 2014) S. Nalchigar, E. Yu et S. Easterbrook. “Towards Actionable Business Intelligence: Can System Dynamics Help?” en. In: *The Practice of Enterprise Modeling*. Sous la dir. U. Frank, P. Loucopoulos, Ó. Pastor et I. Petrounias. Lecture Notes in Business Information Processing. Berlin, Heidelberg: Springer, 2014, p. 246-260 (cf. p. 42, 44).
- (Nielsen et al., 2014) S. Nielsen, E. H. Nielsen, A. Jacobsen et L. B. Pedersen. “Management Accounting and Business Analytics”. en. In: (2014), p. 14 (cf. p. 33).
- (Nolan et al., 2005) R. Nolan et F. McFarlan. “Information technology and the board of directors”. English. In: *Harvard Business Review* 83.10 (2005), p. 96-106+157 (cf. p. 40).
- (Nowell et al., 2017) L. S. Nowell, J. M. Norris, D. E. White et N. J. Moules. “Thematic Analysis: Striving to Meet the Trustworthiness Criteria”. en. In: *International Journal of Qualitative Methods* 16.1 (déc. 2017). Publisher: SAGE Publications Inc, p. 1609406917733847 (cf. p. 18, 23).
- (Oger et al., 2021) R. Oger, F. Benaben, M. Lauras et B. Montreuil. “Making Strategic Supply Chain Capacity Planning more Dynamic to cope with Hyperconnected and Uncertain Environments”. en. In: 2021 (cf. p. 3).
- (Orlikowski et al., 2001) W. Orlikowski et C. Iacono. “Research Commentary: Desperately Seeking the "IT" in IT Research - A Call to Theorizing the IT Artifact”. English. In: *Information Systems Research* 12.2 (2001), p. 121-134 (cf. p. 54).
- (Otley, 2016) D. Otley. “The contingency theory of management accounting and control: 1980–2014”. In: *Management Accounting Research*. 25th Anniversary Conference 31 (juin 2016), p. 45-62 (cf. p. 105, 111).

- (Paige et al., 2014) R. F. Paige, D. S. Kolovos et F. A. C. Polack. “[A tutorial on metamodelling for grammar researchers](#)”. en. In: *Science of Computer Programming*. Selected Papers from the Fifth International Conference on Software Language Engineering (SLE 2012) 96 (déc. 2014), p. 396-416 (cf. p. 37).
- (Philippart, 2018) M. Philippart. “Les fournisseurs comme capital immatériel: une solution pour aligner la contribution des achats à l’innovation sur les objectifs des actionnaires”. In: Lausanne, Switzerland, oct. 2018 (cf. p. 42, 45).
- (Pillet, 2001) M. Pillet. *Les plans d’expériences par la méthode Taguchi*. fr. Pages: 250. Maurice Pillet, 2001 (cf. p. 64, 78, 90, 96).
- (2023). *PME en France - Les entreprises en France / Insee* (cf. p. 17).
- (Pope et al., 2004) J. Pope, D. Annandale et A. Morrison-Saunders. “[Conceptualising sustainability assessment](#)”. en. In: *Environmental Impact Assessment Review* 24.6 (août 2004), p. 595-616 (cf. p. 47, 48).
- (Porter, 1985) M. E. Porter. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. NY: Free Press. 1985 (cf. p. 10).
- (Porter Michael E, 1982) Porter Michael E. *Choix stratégiques et concurrence: techniques d’analyse des secteurs et de la concurrence dans l’industrie / Michael E. Porter, ... ; [trad. de Philippe de Lavergne]*. fre. Paris: Economica, 1982 (cf. p. 1, 3, 5).
- (Posen et al., 2018) H. Posen, M. Leiblein et J. Chen. “[Toward a behavioral theory of real options: Noisy signals, bias, and learning](#)”. English. In: *Strategic Management Journal* 39.4 (2018), p. 1112-1138 (cf. p. 40).
- (Pyataeva et al., 2022) O. Pyataeva, L. Ustinova, M. Evdokimova, A. Khvorostyanaya et A. Gavrilyuk. “[Digitalization of Technology Transfer for High-Technology Products](#)”. English. In: *Lecture Notes in Networks and Systems* 432 LNNS (2022). ISBN: 9783030977290, p. 15-26 (cf. p. 79).
- (Raghunathan, 1999) S. Raghunathan. “[Impact of information quality and decision-maker quality on decision quality: a theoretical model and simulation analysis](#)”. In: *Decision Support Systems* 26.4 (oct. 1999), p. 275-286 (cf. p. 29).
- (Rahimifard et al., 2009) A. Rahimifard et R. H. Weston. “[A resource-based modelling approach to support responsive manufacturing systems](#)”. en. In: *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 45.11 (mars 2009), p. 1197 (cf. p. 42, 52).
- (Rahmawati et al., 2015) S. Rahmawati et M. Hoda. “[The benefit of integrated asset modeling and optimization in evaluating production strategies under various oil and gas price scenarios](#)”. English. In: 2015 (cf. p. 77).
- (Rai et al., 2021) A. Rai et B. Nandy. “[Employer brand to leverage employees’ intention to stay through sequential mediation model: evidence from Indian power sector](#)”. In: *International Journal of Energy Sector Management* 15.3 (jan. 2021). Publisher: Emerald Publishing Limited, p. 551-565 (cf. p. 45, 52, 56, 58).
- (Rikhardsson et al., 2018) P. Rikhardsson et O. Yigitbasioglu. “[Business intelligence & analytics in management accounting research: Status and future focus](#)”. en. In: *International Journal of Accounting Information Systems* 29 (juin 2018), p. 37-58 (cf. p. 79).
- (Rink et al., 1979) D. R. Rink et J. E. Swan. “[Product life cycle research: A literature review](#)”. In: *Journal of Business Research* 7.3 (sept. 1979), p. 219-242 (cf. p. 81).
- (Rippel et al., 2016) M. Rippel, J. Schmiester, M. Wandfluh et P. Schönsleben. “[Building Blocks for Volume-oriented Changeability of Assets in Production Plants](#)”. English. In: t. 41. ISSN: 2212-8271. 2016, p. 15-20 (cf. p. 44).
- (Rivard et al., 2014) S. Rivard, L. Raymond et D. Verreault. “[It and organizational performance-resource-based view and competitive strategy: An integrated model of the contribution of information technology to firm performance](#)”. English. In: *Strategic Information Management: Challenges and Strategies in Managing Information Systems*. 2014, p. 343-366 (cf. p. 52).

- 
- (Rivkin et al., 2007) J. Rivkin et N. Siggelkow. “[Patterned Interactions in Complex Systems: Implications for Exploration](#)”. In: *Management Science* 53 (juill. 2007), p. 1068-1085 (cf. p. 31).
- (Roberts, 1992) R. Roberts. “[Determinants of corporate social responsibility disclosure: An application of stakeholder theory](#)”. English. In: *Accounting, Organizations and Society* 17.6 (1992), p. 595-612 (cf. p. 3).
- (Rokonuzzaman, 2018) M. Rokonuzzaman. “[The Integration of Extended Supply Chain with Sales and Operation Planning: A Conceptual Framework](#)”. en. In: *Logistics* 2.2 (juin 2018). Number: 2 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 8 (cf. p. 3).
- (Ross, 1976) S. Ross. “[The arbitrage theory of capital asset pricing](#)”. English. In: *Journal of Economic Theory* 13.3 (1976), p. 341-360 (cf. p. 40).
- (Safarzynska et al., 2010) K. Safarzynska et J. van den Bergh. “Evolutionary models in economics: a survey of methods and building blocks”. In: *Journal of Evolutionary Economics* 20 (jan. 2010), p. 329-373 (cf. p. 29).
- (Sakiani et al., 2012) R. Sakiani, S. Ghomi et M. Zandieh. “[Multi-objective supply planning for two-level assembly systems with stochastic lead times](#)”. In: *Computers & OR* 39 (juill. 2012), p. 1325-1332 (cf. p. 4).
- (Savino et al., 2015) M. Savino et E. Batbaatar. “[Investigating the resources for Integrated Management Systems within resource-based and contingency perspective in manufacturing firms](#)”. English. In: *Journal of Cleaner Production* 104 (2015), p. 392-402 (cf. p. 54).
- (Schmidlin, 2014) N. Schmidlin. *The Art of Company Valuation and Financial Statement Analysis: A Value Investor’s Guide with Real-life Case Studies*. en. Google-Books-ID: qZqAAwAAQBAJ. John Wiley & Sons, avr. 2014 (cf. p. 39).
- (Schneeweiss, 2003) C. Schneeweiss. “[Distributed decision making - A unified approach](#)”. In: *European Journal of Operational Research* 150 (fév. 2003), p. 237-252 (cf. p. 31).
- (Schneider et al., 2023) C. Schneider, S. Büttner et A. Sauer. “[Optimal Selection of Decarbonization Measures in Manufacturing Using Mixed-Integer Programming](#)”. en. In: *Production at the Leading Edge of Technology*. Sous la dir. M. Liewald, A. Verl, T. Bauernhansl et H.-C. Möhring. Lecture Notes in Production Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2023, p. 749-760 (cf. p. 77).
- (Schumpeter, 1937) J. A. Schumpeter. *Théorie de l’évolution économique. Recherches sur le profit, le crédit, l’intérêt et le cycle - Joseph Aloïs Schumpeter - Dalloz - Grand format - Dalloz Librairie PARIS*. fr. 1937 (cf. p. 52, 110).
- (Seddon et al., 2010) P. Seddon, C. Calvert et S. Yang. “[A multi-project model of key factors affecting organizational benefits from enterprise systems](#)”. English. In: *MIS Quarterly: Management Information Systems* 34.2 (2010). Publisher: University of Minnesota Press (Project Muse), p. 305-328 (cf. p. 9).
- (Selmer, 2014) C. Selmer. “[Chapitre 2. Le processus budgétaire](#)”. fr. In: *Construire et défendre son budget*. T. 3e éd. Fonctions de l’entreprise. Paris: Dunod, 2014, p. 15-34 (cf. p. 6, 11).
- (Selmer, 2019) C. Selmer. “[Outil 34. Le budget](#)”. fr. In: *La boîte à outils du contrôle de gestion*. BâO La Boîte à Outils. Paris: Dunod, 2019, p. 122-125 (cf. p. 7, 11).
- (Selmer, 2023) C. Selmer. “[Outil 52. Enterprise Resources Planning \(ERP\)](#)”. fr. In: *La boîte à outils du Contrôle de gestion*. BâO La Boîte à Outils. Paris: Dunod, 2023, p. 168-169 (cf. p. 9).
- (Shields et al., 1991) M. Shields, C. Chow, Y. Kato et Y. Nakagawa. “[Management Accounting Practices in the U.S. and Japan: Comparative Survey Findings and Research Implications](#)”. English. In: *Journal of International Financial Management & Accounting* 3.1 (1991), p. 61-77 (cf. p. 25).

- (Siggelkow et al., 2005) N. Siggelkow et J. Rivkin. “[Speed and Search: Designing Organizations for Turbulence and Complexity](#)”. In: *Organization Science* 16 (avr. 2005), p. 101-122 (cf. p. 33).
- (Siler et al., 2003) P. Siler, C. Wang et X. Liu. “[Technology Transfer Within Multinational Firms and Its Impact on the Productivity of Scottish Subsidiaries](#)”. In: *Regional Studies* 37.1 (fév. 2003). Publisher: Routledge \_eprint: <https://doi.org/10.1080/0034340022000033376>, p. 15-25 (cf. p. 54).
- (Site, 2022) P. D. Site. “[Properties of a Markov model representing the dynamics of mode choice adaptation to radical supply changes](#)”. In: *Transportation Research Procedia*. 24th Euro Working Group on Transportation Meeting 62 (jan. 2022), p. 261-269 (cf. p. 105).
- (Sivarajah et al., 2017) U. Sivarajah, M. M. Kamal, Z. Irani et V. Weerakkody. “[Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods](#)”. In: *Journal of Business Research* 70 (jan. 2017), p. 263-286 (cf. p. 75, 79, 80).
- (J. S. Smith, 2003) J. S. Smith. “[Survey on the use of simulation for manufacturing system design and operation](#)”. In: *Journal of Manufacturing Systems* 22.2 (jan. 2003), p. 157-171 (cf. p. 31).
- (M. Smith et al., 2009) M. Smith et C. Chang. “[The impact of customer-related strategies on shareholder value: evidence from Taiwan](#)”. In: *Asian Review of Accounting* 17.3 (jan. 2009). Publisher: Emerald Group Publishing Limited, p. 247-268 (cf. p. 27, 44).
- (Soenen, 1973) L. A. Soenen. “[THE CONCEPT OF CASH FLOW: Techniques for Speeding up the Flow of Cash](#)”. In: *Management Decision* 11.5 (jan. 1973). Publisher: MCB UP Ltd, p. 314-322 (cf. p. 45, 52).
- (Sponem et al., 2010) S. Sponem et C. Lambert. “[Pratiques budgétaires, rôles et critiques du budget. Perception des DAF et des contrôleurs de gestion](#)”. fr. In: *Comptabilité Contrôle Audit* 16.1 (2010). Place: Paris Publisher: Association Francophone de Comptabilité, p. 159-194 (cf. p. 6, 8, 10).
- (Stark, 2020) J. Stark. *[Product Lifecycle Management \(Volume 1\): 21st Century Paradigm for Product Realisation](#)*. en. Decision Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2020 (cf. p. 3).
- (Stranieri et al., 2022) S. Stranieri, A. Varacca, M. Casati, E. Capri et C. Soregaroli. “[Adopting environmentally-friendly certifications: Transaction cost and capabilities perspectives within the Italian wine supply chain](#)”. English. In: *Supply Chain Management* 27.7 (2022), p. 33-48 (cf. p. 45, 51-53, 55).
- (Tabrizi et al., 2019) B. H. Tabrizi, S. F. Ghaderi et S. Haji-Yakhchali. “[Net present value maximisation of integrated project scheduling and material procurement planning](#)”. In: *International Journal of Operational Research* 34.2 (jan. 2019). Publisher: Inderscience Publishers, p. 285-300 (cf. p. 77).
- (Teece et al., 1997) D. Teece, G. Pisano et A. Shuen. “[Dynamic capabilities and strategic management](#)”. English. In: *Strategic Management Journal* 18.7 (1997), p. 509-533 (cf. p. 53).
- (Teece et al., 2003) D. Teece et G. Pisano. “[The Dynamic Capabilities of Firms](#)”. en. In: *Handbook on Knowledge Management: Knowledge Directions*. Sous la dir. C. W. Holsapple. International Handbooks on Information Systems. Berlin, Heidelberg: Springer, 2003, p. 195-213 (cf. p. 53).
- (Tsfatsion, 2006) L. Tsfatsion. “[Chapter 16 Agent-Based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory](#)”. In: *Handbook of Computational Economics*. Sous la dir. L. Tsfatsion et K. L. Judd. T. 2. Elsevier, jan. 2006, p. 831-880 (cf. p. 29).
- (Thomé et al., 2012) A. Thomé, L. Scavarda, N. Fernandez et A. Scavarda. “[Sales and operations planning: A research synthesis](#)”. English. In: *International Journal of Production Economics* 138.1 (2012), p. 1-13 (cf. p. 3, 7).

- 
- (Tomic et al., 2018) B. Tomic et V. K. Spasojevic Brkic. “Customer satisfaction and ISO 9001 improvement requirements in the supply chain”. In: *The TQM Journal* 31.2 (jan. 2018). Publisher: Emerald Publishing Limited, p. 222-238 (cf. p. 52, 55).
- (Touran et al., 2006) A. Touran et R. Lopez. “Modeling Cost Escalation in Large Infrastructure Projects”. EN. In: *Journal of Construction Engineering and Management* 132.8 (août 2006). Publisher: American Society of Civil Engineers, p. 853-860 (cf. p. 27, 30).
- (Troncoso et al., 2015) J. Troncoso, S. D’Amours, P. Flisberg, M. Rönnqvist et A. Weintraub. “A mixed integer programming model to evaluate integrating strategies in the forest value chain — a case study in the Chilean forest industry”. In: *Canadian Journal of Forest Research* 45.7 (juill. 2015). Publisher: NRC Research Press, p. 937-949 (cf. p. 77).
- (Trotman et al., 2011) K. T. Trotman, H. C. Tan et N. Ang. “Fifty-year overview of judgment and decision-making research in accounting”. en. In: *Accounting & Finance* 51.1 (2011). \_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-629X.2010.00398.x>, p. 278-360 (cf. p. 26).
- (Tziralis et al., 2009) G. Tziralis, K. Kirytopoulos, A. Rentizelas et I. Tatsiopoulos. “Holistic investment assessment: Optimization, risk appraisal and decision making”. In: *Managerial and Decision Economics* 30 (sept. 2009), p. 393-403 (cf. p. 27, 28).
- (Utterback et al., 1975) J. Utterback et W. Abernathy. “A dynamic model of process and product innovation”. English. In: *Omega* 3.6 (1975), p. 639-656 (cf. p. 54).
- (Valadares Tavares, 1990) L. Valadares Tavares. “A multi-stage non-deterministic model for project scheduling under resources constraints”. English. In: *European Journal of Operational Research* 49.1 (1990), p. 92-101 (cf. p. 77).
- (Vernadat, 2020) F. Vernadat. “Enterprise modelling: Research review and outlook”. en. In: *Computers in Industry* 122 (nov. 2020), p. 103265 (cf. p. 50).
- (Verreault et al., 2006) D. Verreault, S. Rivard et L. Raymond. *Resource-Based View and Competitive Strategy: An Integrated Model of the Contribution of Information Technology to Firm Performance*. en. SSRN Scholarly Paper. Rochester, NY, 2006 (cf. p. 54).
- (Volkoff, 2003) O. Volkoff. “Configuring an ERP System: Introducing Best Practices or Hampering Flexibility?” In: *Journal of Information Systems Education* 14.3 (jan. 2003), p. 319-324 (cf. p. 9).
- (Waldrop, 1993) M. M. Waldrop. *Complexity: The Emerging Science at the Edge of Order and Chaos*. en. Google-Books-ID: VP9TWZtVvq8C. Simon et Schuster, sept. 1993 (cf. p. 27, 29).
- (Wall, 2013) F. Wall. “Comparing basic design options for management accounting systems with an agent-based simulation”. English. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing* 217 (2013). ISBN: 9783319005508 Place: Salamanca Publisher: Springer Verlag, p. 409-418 (cf. p. 27, 31).
- (Wang et al., 1996) R. Y. Wang et D. M. Strong. “Beyond Accuracy: What Data Quality Means to Data Consumers”. en. In: *Journal of Management Information Systems* 12.4 (mars 1996), p. 5-33 (cf. p. 29).
- (C. Wu et al., 2023) C. Wu, R. Zhang, R. Kotagiri et P. Bouvry. “Strategic Decisions: Survey, Taxonomy, and Future Directions from Artificial Intelligence Perspective”. English. In: *ACM Computing Surveys* 55.12 (2023) (cf. p. 2, 3).
- (S. Wu et al., 2005) S. Wu, M. Erkoc et S. Karabuk. “Managing capacity in the high-tech industry: A review of literature”. English. In: *Engineering Economist* 50.2 (2005), p. 125-158 (cf. p. 78).
- (Xue et al., 2022) B. Xue, X. Chen, B. Liu, D. Zhao, Z. Zhang et J. I. Kim. “Ontologies representing multidisciplinary decision-making rationales for sustainable infrastructure developments”. en. In: *Sustainable Cities and Society* 77 (fév. 2022), p. 103549 (cf. p. 47).

- (Yang et al., 2020) C.-H. Yang, H.-L. Lee, W.-H. Tsai et S. Chuang. “Sustainable Smart Healthcare Information Portfolio Strategy Evaluation: An Integrated Activity-Based Costing Decision Model”. en. In: *Sustainability* 12.24 (jan. 2020). Number: 24 Publisher: Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 10662 (cf. p. 27, 30, 40).
- (Zelinka et al., 2013) I. Zelinka, V. Snášel et A. Abraham, éd. *Handbook of Optimization: From Classical to Modern Approach*. en. T. 38. Intelligent Systems Reference Library. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013 (cf. p. 74).
- (Zhang et al., 2009) X. ( Zhang, L. Luo, Y. Yang, Y. Li, C. Schlick et M. Grandt. “A simulation approach for evaluation and improvement of organisational planning in collaborative product development projects”. In: *International Journal of Production Research - INT J PROD RES* 47 (juill. 2009), p. 3471-3501 (cf. p. 29).
- (Zott, 2003) C. Zott. “Dynamic capabilities and the emergence of intraindustry differential firm performance: insights from a simulation study”. en. In: *Strategic Management Journal* 24.2 (2003). \_eprint: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/smj.288>, p. 97-125 (cf. p. 33).

# Table des matières

<i>Sommaire</i> .....	iii
<i>Remerciements</i> .....	v
<i>Avant propos</i> .....	vii
<hr/>	
<b>1 Motivation de la recherche et problème industriel</b> .....	1
1.1 Introduction du chapitre .....	1
1.2 Les décisions stratégiques en entreprise et les mécanismes de prise de décision associés .....	1
1.3 Les systèmes d'aide à la décision en entreprise et le rôle prépondérant des outils comptables .....	5
1.4 Les limites des systèmes d'aide à la décision actuels .....	10
1.5 Identification et formulation de la problématique métier .....	12
1.6 Grille de lecture du manuscrit .....	13
<b>2 Définition des questions de recherche</b> .....	15
2.1 Introduction .....	15
2.2 Retour d'expériences sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise .....	16
2.2.1 Objectif de l'enquête par entretien .....	16
2.2.2 Trame du questionnaire .....	16
2.2.3 Échantillon couvert par les interviews .....	17
2.2.4 Conduite des entretiens .....	17
2.2.5 Analyse qualitative des données issues des entretiens .....	17
2.2.6 Résultats .....	18
2.2.7 Synthèse .....	21
2.3 État de l'art sur les pratiques et systèmes d'aide à la décision stratégique en entreprise .....	22
2.3.1 Méthodologie .....	22
2.3.2 Espace de problèmes : Enjeux académiques liés à l'aide à la décision stratégique .....	24
2.3.3 L'espace de solutions proposé dans la littérature .....	26
2.3.4 Synthèse .....	34
2.4 Formulation des questions de recherche .....	34
<b>3 Modélisation des actifs et de leurs interactions pour l'aide à la décision en entreprise</b> .....	37
3.1 Introduction au cadre conceptuel .....	37

3.2	État de l'art sur la prise en compte des actifs . . . . .	38
3.2.1	Motivation du cadre conceptuel pour l'aide à la décision . . . . .	38
3.2.2	Motivation pour l'élaboration d'un méta-modèle orienté vers la valeur . . . . .	39
3.2.3	Motivation pour la conception d'un Diagramme de Causalité entre les Actifs . . . . .	42
3.3	Proposition d'un méta-modèle original orienté vers la valeur . . . . .	46
3.4	Proposition de diagramme de causalité des actifs d'une entreprise . . . . .	51
3.5	Cas illustratif . . . . .	59
3.5.1	Motivation . . . . .	59
3.5.2	Présentation du cas illustratif . . . . .	59
3.5.3	Présentation des 3 expériences pour développer une aide à la décision stratégique . . . . .	61
3.6	Synthèse . . . . .	71
<b>4</b>	<b>Optimisation des actifs de l'entreprise pour accompagner les décisions</b> . . . . .	<b>73</b>
4.1	Motivation pour l'optimisation des actifs comme aide à la décision stratégique . . . . .	73
4.1.1	Différence entre simulation et optimisation dans l'aide à la décision . . . . .	73
4.1.2	Proposition d'optimisation des actifs pour l'aide à la décision stratégique . . . . .	74
4.2	État de l'art sur les modèles d'optimisation appliqués à la valeur . . . . .	76
4.2.1	L'optimisation de la valeur . . . . .	77
4.2.2	La valeur de l'entreprise élevée à un plan d'expériences . . . . .	78
4.2.3	L'analyse de données pour l'aide à la décision . . . . .	79
4.3	Proposition de modèle d'optimisation des actifs . . . . .	80
4.3.1	Description du problème stratégique . . . . .	80
4.3.2	Le modèle de programmation en nombres mixtes . . . . .	81
4.3.3	Description des contraintes . . . . .	88
4.4	Plan d'expériences . . . . .	89
4.4.1	Description du cas d'utilisation . . . . .	89
4.4.2	Propriétés des actifs : Combinaisons pour le plan d'expériences . . . . .	89
4.4.3	Résultats . . . . .	91
4.5	Synthèse . . . . .	105
<b>5</b>	<b>Conclusion et perspectives</b> . . . . .	<b>109</b>
5.1	Motivation de la recherche . . . . .	109
5.2	Question de recherche . . . . .	110
5.3	Contributions développées dans cette thèse . . . . .	111
5.3.1	Le méta-modèle orienté valeur . . . . .	111
5.3.2	Le diagramme de causalité des actifs . . . . .	111
5.3.3	Un modèle d'optimisation basé sur les actifs . . . . .	112
5.3.4	Une scénarisation à large échelle pour anticiper l'incertitude . . . . .	112
5.4	Limites . . . . .	112
5.4.1	Exploration d'autres méthodes de valorisation . . . . .	112
5.4.2	La prise en compte de l'incertitude . . . . .	113
5.4.3	La validation des modèles . . . . .	113
	<hr/>	
	<hr/>	
	<i>Table des figures</i> . . . . .	115
	<i>Liste des tableaux</i> . . . . .	117
	<i>Bibliographie</i> . . . . .	119
	<i>Table des matières</i> . . . . .	133



## Résumé

### **Modélisation et optimisation des actifs pour l'aide à la prise de décision stratégique dans les entreprises**

Les outils et méthodes d'aide à la décision stratégique, notamment utilisés dans les PME, font face à plusieurs limites. On note qu'ils sont essentiellement déterministes, basés sur des données passées, et sont cadrés par une approche quasi exclusivement comptable et financière. Pourtant, les décisions stratégiques en entreprise sont des activités tournées vers le futur, fortement soumises à incertitude qui visent à maximiser la valeur générée de l'entreprise qu'elle soit financière ou non. Dans ce contexte, la question de recherche adressée dans cette thèse est comment aider les dirigeants d'entreprise à prendre des décisions stratégiques prospectives dans un contexte soumis à une incertitude ? En termes de contributions, nous proposons d'abord un cadre conceptuel basé sur méta-modèle qui permet de représenter une entreprise selon une logique d'actifs et de valeur. Cette modélisation est ensuite enrichie d'un diagramme de causalité qui établit la dynamique existante entre les actifs permettant de créer de la valeur. Pour illustrer l'applicabilité de ce cadre conceptuel, on propose une approche par plan d'expériences basée sur un modèle de simulation d'une part, et un modèle d'optimisation en Programmation Mixte en Nombres Entiers d'autre part. Un ensemble d'expérimentations permet de valider la pertinence de la proposition et notamment d'identifier les conséquences des décisions prises sur chaque actif en matière de valeur générée pour l'entreprise.

MOTS-CLÉS : Décisions Stratégiques, Aide à la Décision, Modélisation d'entreprise, Actifs, Valeur, Méta-modèle, Diagramme de Causalité, Plan d'Expériences, Analyse de données

---

## Abstract

### **Assets modeling and optimization for strategic business decision-making**

The tools and methods used to assist in strategic decision-making, particularly in SMEs, face several limitations. It is observed that they are primarily deterministic, based on past data, and are framed by an approach that is almost exclusively accounting and financial. However, strategic decisions in a company are activities aimed towards the future, highly subject to uncertainty, which aim to maximize the generated value of the company, whether it is financial or not. In this context, the research question addressed in this thesis is how to assist business leaders in making prospective strategic decisions in a context subject to uncertainty ? In terms of contributions, we first propose a conceptual framework based on a meta-model that allows representing a company according to a logic of assets and value. This modeling is then enriched with a causality diagram that establishes the existing dynamics between the assets that create value. To illustrate the applicability of this conceptual framework, an approach is proposed using experimental design based on a simulation model on one hand, and an optimization model in Mixed Integer Programming on the other hand. A set of experiments validates the relevance of the proposal, notably identifying the consequences of the decisions made on each asset in terms of generated value for the company.

KEYWORDS: Strategic Decisions, Decision Support, Business Modeling, Assets, Value, Meta-model, Causality Diagram, Experimental Design, Data Analysis