

Support à la sélection précoce des concepts de produits via la
proposition d'un processus décisionnel complexe à critères
multiples

par

Zhe HUANG

THÈSE PRÉSENTÉE À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
COMME EXIGENCE PARTIELLE À L'OBTENTION DU
DOCTORAT EN GÉNIE
Ph.D

MONTREAL, LE 16 MAI 2023

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC



Zhe Huang, 2023



Cette licence [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) signifie qu'il est permis de diffuser, d'imprimer ou de sauvegarder sur un autre support une partie ou la totalité de cette œuvre à condition de mentionner l'auteur, que ces utilisations soient faites à des fins non commerciales et que le contenu de l'œuvre n'ait pas été modifié.

PRÉSENTATION DU JURY

CETTE THÈSE A ÉTÉ ÉVALUÉE

PAR UN JURY COMPOSÉ DE :

M. Mickaël Gardoni, directeur de thèse
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

M. Antoine Tahan, président du jury
Département de génie mécanique à l'École de technologie supérieure

M. Michel Rioux, membre du jury
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

M. Vincent Duchaine, membre du jury
Département de génie des systèmes à l'École de technologie supérieure

M. Bruno Agard, membre externe indépendant
Département de mathématiques et de génie industriel à l'École polytechnique de Montréal

ELLE A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 19 AVRIL 2023

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de recherche, le Professeur Mickaël Gardoni. Ma thèse de doctorat, de la sélection des thèmes, de l'écriture et de la révision, a été réalisée sous sa direction et son incitation minutieuses. Votre esprit rapide, vos connaissances approfondies et votre attitude de recherche rigoureuse ont été des exemples pour moi. Je tiens à vous remercier chaleureusement pour l'aide et l'orientation que vous m'avez fournies pendant mes études de doctorat.

Je tiens également à remercier les membres du jury qui ont accepté d'examiner ma thèse de doctorat. Je vous remercie des suggestions précieuses et des améliorations apportées à ma thèse de doctorat. Je vous remercie également de m'avoir dirigé et conseillé ce qui m'a permis de compléter ma thèse.

Je voudrais remercier également mes collègues du laboratoire LIPPS à l'École de technologie supérieure: Luz-Maria Jiménez-Narvaez, Ahmed Cherifi, Lorena Escandon, Mouatassim Marouane et Abdellatif Dkhil. Je vous remercie d'avoir répondu positivement à mes questions et de m'avoir aidé à résoudre les difficultés rencontrées dans ma recherche.

Je voudrais également remercier mon amie Monique. Merci beaucoup pour votre aide désintéressée. Chaque fois que je vous pose une question, vous répondez patiemment, ce qui m'a beaucoup aidé. Je suis ici pour vous exprimer ma profonde gratitude.

Je voudrais également remercier toute ma famille. Je vous remercie de votre soutien et de votre dévouement. Vous êtes un soutien solide et vous m'avez fourni la motivation nécessaire pour aller de l'avant.

Enfin, je tiens à remercier tous les professeurs, amis, etc. , qui m'ont aidé au cours du doctorat, et je suis ici pour vous exprimer ma profonde gratitude et reconnaissance.

Support à la sélection précoce des concepts de produits via la proposition d'un processus décisionnel complexe à critères multiples

Zhe HUANG

RÉSUMÉ

La globalisation accrue, des pressions concurrentielles énormes et un environnement dynamique et complexe obligent les entreprises à rechercher l'innovation pour atteindre un développement rapide et durable. Si les entrepreneurs peuvent prendre des décisions appropriées lors de la sélection précoce des concepts, cela contribuera à augmenter la probabilité du taux de réussite de l'innovation et de l'entrepreneuriat. D'une part, le choix précoce des concepts de produits détermine l'orientation du développement de nouveaux produits; d'autre part, elle peut réduire les coûts et les risques liés au développement de nouveaux produits.

Toutefois, une prise de décision efficace en matière de sélection précoce des concepts constitue un défi énorme pour les entreprises. Pour la plupart d'entre elles, ce n'est qu'un processus de sélection informel. Dans la littérature de recherche sur les innovations en matière de nouveaux produits, les décisions de sélection conceptuelle précoces restent un sujet insuffisamment étudié. Les décisions relatives à la sélection précoce de concepts de produits sont un processus complexe, influencé par la diversité des indicateurs d'évaluation, la complexité des interactions entre les indicateurs de décision et l'ambiguïté du langage d'évaluation. Les indicateurs de décision qualitatifs et quantitatifs coexistent lors du processus de sélection des concepts. Les indicateurs de prise de décision ne sont pas indépendants les uns des autres, il existe une relation de dépendance et d'influence entre eux. La plupart des études déjà existantes négligent les interdépendances entre les indicateurs de décision. Une évaluation complète des concepts de produits à sélectionner doit être effectuée selon la prise en compte des interactions entre les différents indicateurs. En outre, en raison de la complexité et de l'ambiguïté du processus de décision, il est nécessaire d'envisager une quantification efficace de l'ambiguïté et de l'imprécision du processus de décision.

Cette étude examine d'abord les principaux facteurs d'influence des décisions de sélection précoce des concepts du point de vue de la décision stratégie d'innovation. Cela fournit un point de vue d'ensemble et équilibré du choix précoce des concepts d'innovation pour les décideurs. Une combinaison de méthodes d'enquête par questionnaire, d'analyse factorielle et de régression multiple a été utilisée pour analyser les principaux facteurs d'influence de la décision de sélection précoce du concept. Enfin, cette étude construit un système d'index de facteurs clés pour la prise de décision concernant la sélection précoce de concepts, contenant 12 indicateurs dans 4 dimensions. Cette étude construit un processus décisionnel complexe à critères multiples de prise de décision en groupe pour les décisions de sélection précoce des concepts en utilisant la méthode DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory), la méthode ANP (analyse en réseau) et la méthode FCE (la méthode globale d'évaluation floue). Une combinaison des méthodes DEMATEL et ANP a été utilisée pour déterminer les pondérations des indicateurs de décision pour la sélection précoce des concepts.

Cette étude améliore l'échelle DEMATEL et utilise les interactions entre les facteurs de décision identifiés par la méthode DEMATEL comme entrée des relations de la structure du réseau ANP. La construction d'une matrice d'évaluation floue par la méthode globale d'évaluation floue (FCE) permet de quantifier le langage flou en valeurs objectives comparables, ce qui rend les résultats de la prise de décision plus fiables. Cette étude a enfin choisit « Les 24 heures de l'innovation » pour illustrer et analyser le processus d'application spécifique du modèle de décision élaboré dans cette étude, et les résultats obtenus ont été analysés en détail.

Mots-clés : DEMATEL, ANP, FCE, MCDM, Prise de décision

Support for the Early Selection of Product Concepts by Proposing a Complex Multi-Criteria Decision Process

Zhe HUANG

ABSTRACT

Growing globalization, intense competitive pressures and an ever-changing environment are forcing firms to seek innovation in order to achieve rapid and sustainable growth. It has been found that if entrepreneurs can make comprehensive and effective decisions in early concept selection, it will contribute to the success of innovation and entrepreneurship. This is because on the one hand, decisions in the early concept selection set the direction of new product development; on the other hand, it reduces the cost and risk of developing new products. However, making effective decisions in the early concept selection is a great challenge for companies. For most companies, it is an informal selection process. In the research literature on new product innovation, early concept selection decisions are still an under-researched topic. Early product concept selection is a complex decision-making process, influenced by the diversity of evaluation indicators, the complexity of interactions between decision indicators, and the ambiguity of evaluation language. Qualitative and quantitative decision indicators coexist during the concept selection process. Moreover, most of the existing research has ignored the interdependencies between decision indicators. In fact, decision indicators are not mutually independent, but rather interdependent and interactive. Therefore, an integrated assessment based on the interactions between different criteria is needed, furthermore due to the complexity and ambiguity of the decision-making process, it is necessary to consider effectively quantifying the ambiguity and imprecision in the decision-making process. This study first examines the main factors influencing early concept selection decisions from the perspective of the innovation strategy decision. This provides a comprehensive and balanced view of early innovation concept selection for decision makers. A combination of questionnaire survey, factor analysis, and multiple regression methods were used to analyze the key influencing factors of early concept selection decision. Finally, this study constructs a key factor index system for early concept selection decision making, containing 12 indicators in 4 dimensions. This study constructs a complex multi-criteria group decision-making process for early concept selection decisions using the DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory), ANP (network analysis), and FCE (the global fuzzy evaluation method). A combination of the DEMATEL and ANP methods was used to determine decision indicator weights for early concept selection. This study enhances the DEMATEL scale and uses the interrelationships between the decision factors identified by the DEMATEL method as input to the ANP network structure relationships. By constructing a fuzzy evaluation matrix through the Fuzzy comprehensive evaluation (FCE) method, the fuzzy language can be quantified into comparable objective values, making the decision results more reliable. Finally, the "24 hours of innovation" is chosen to illustrate the application of the decision model constructed in this study, and the results are analyzed in detail.

Keywords: DEMATEL, ANP, FCE, MCDM, Decision-making

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
0.1 Contexte de recherche.....	1
0.2 Un bref examen des travaux connexes en matière de sélection de concepts	3
0.3 Champ de la problématique	11
0.4 Objectifs de recherche.....	14
0.5 Objectifs spécifiques.....	14
0.6 Questions de recherche	15
0.7 Proposition d'une approche hybride	15
0.8 Organisation du document de thèse	16
CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE	19
1.1 L'innovation et son processus.....	19
1.2 La prise de décision	22
1.2.1 Décision de sélection des concepts	25
1.2.2 Facteurs clés influençant la prise de décisions stratégiques	27
1.2.3 Approches décisionnelles.....	32
1.3 Quelle méthode de prise de décision choisir ?.....	34
1.3.1 Méthode Delphi	35
1.3.2 Analyse de l'enveloppement des données	36
1.3.3 Technique pour l'ordre de préférence par similarité de solution idéale ...	36
1.3.4 Méthode de l'analyse hiérarchique	37
1.3.5 Méthode d'analyse en réseau	39
1.3.6 Méthode DEMATEL	41
1.3.7 Méthode d'évaluation globale floue	42
1.3.8 Résumé des méthodes de décision.....	42
1.4 Conclusion du chapitre 1	45
CHAPITRE 2 CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'INDICATEURS DE DÉCISION POUR LA SÉLECTION DES CONCEPTS DE PRODUITS AU STADE PRÉCOCE DE L'INNOVATION.....	47
2.1 Principes de sélection des critères.....	47
2.2 Critères des décisions de sélection précoce des concepts	50
2.3 Dimension de créativité	50
2.4 Dimension financière.....	52
2.5 Dimension du marché	53
2.6 Dimension de la capacité d'innovation	54
2.7 Conception du questionnaire et collecte des données.....	55
2.7.1 Distribution du questionnaire.....	60
2.7.2 Coefficient alpha de Cronbach.....	61

2.7.3	Test de KMO.....	63
2.7.4	Analyse factorielle	64
2.7.5	Statistiques descriptives.....	67
2.7.6	Analyse des corrélations	69
2.8	Liste finale des indicateurs de décision	75
2.9	Conclusion du chapitre 2	76
CHAPITRE 3	CONSTRUCTION D'UNE MÉTHODOLOGIE DE PRISE DE DÉCISION EN GROUPE POUR LES DÉCISIONS DE SÉLECTION PRÉCOCE DES CONCEPTS.....	77
3.1	ANP.....	77
3.1.1	Processus de la méthode ANP	78
3.1.2	Méthode classique de la construction de supermatrice d'ANP	80
3.2	DEMATEL	81
3.2.1	Processus de la méthode DEMATEL	82
3.3	Analyse de l'applicabilité de la méthode DEMATEL-ANP.....	83
3.4	Méthodologie améliorée	85
3.5	Méthode d'évaluation globale floue (FCE).....	88
3.5.1	Processus de la méthode FCE.....	89
3.6	Cadre de l'approche de recherche	90
3.6.1	Avant-évaluation : Définition du problème	91
3.6.2	Phase 1 : Définir et sélectionner les indicateurs de décision	91
3.6.3	Phase 2 : Explorer la relation entre les dimensions avec la méthode DEMATEL.....	92
3.6.4	Phase 3 : Déterminer les pondérations des indicateurs basées sur la méthode ANP.....	96
3.6.5	Phase 4 : Classifier les alternatives à l'aide de la méthode FCE.....	101
3.7	Conclusion du chapitre 3	104
CHAPITRE 4	ÉTUDE DE CAS : LES 24 HEURES DE L'INNOVATION	107
4.1	Que sont les « 24 heures de l'innovation »?	107
4.2	Application de la méthode proposée.....	109
4.2.1	Avant-évaluation : Définition du problème et clarification des objectifs	109
4.2.2	Phase 2 : Construire le système d'indicateurs de décision	111
4.2.3	Phase 3 : Analyser la causalité des dimensions de décision à l'aide de la méthode DEMATEL	112
4.2.4	Phase 4 : Déterminer la pondération des indicateurs de décision.....	118
4.2.4.1	Méthodes d'agrégation des données	123
4.2.4.2	Analyse des pondérations	124
4.2.5	Phase 5 : Déterminer les priorités des solutions par l'évaluation globale floue.....	125
4.3	Résultats.....	132
4.4	Observation.....	134

4.5	Conclusion du chapitre 4	135
	CONCLUSION	137
ANNEXE I	TYPES D'ÉVALUATION EN AMONT	145
ANNEXE II	COMPARAISON DES MÉTHODES AHP ET ANP	149
ANNEXE III	IDENTIFIER L'IMPORTANCE DES INDICATEURS.....	153
ANNEXE IV	ANALYSE L'IMPORTANCE RELATIVE DES INDICATEURS D'ÉVALUATION.....	155
	LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	183

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1	Comparaisons des types de décision23
Tableau 1.2	Prise de décision d'intuition33
Tableau 1.3	Analyse des avantages et inconvénients des méthodes d'évaluation44
Tableau 2.1	Échelle de mesure de la dimension créative55
Tableau 2.2	Échelle de mesure de la dimension financière57
Tableau 2.3	Échelle de mesure de la dimension du marché57
Tableau 2.4	Échelle de mesure de la dimension de la capacité d'innovation.....58
Tableau 2.5	Composition de l'échantillon du questionnaire61
Tableau 2.6	Coefficient alpha de Cronbach.....62
Tableau 2.7	Test de fiabilité du questionnaire62
Tableau 2.8	Résultats des tests.....63
Tableau 2.9	Analyse factorielle65
Tableau 2.10	Résultats du questionnaire68
Tableau 2.11	Corrélations des variables70
Tableau 2.12	Résultats d'analyse de régression71
Tableau 2.13	Résultats de la validation des hypothèses73
Tableau 2.14	Liste finale des indicateurs de décision.....75
Tableau 3.1	Échelle d'évaluation.....79
Tableau 3.2	Degré d'influence entre les facteurs86
Tableau 3.3	Ratio index98
Tableau 4.1	Résumé des solutions proposées110

Tableau 4.2	Matrice de jugement des relations d'influence	112
Tableau 4.3	Somme des lignes et des colonnes de la matrice de relation totale T	115
Tableau 4.4	Matrice de comparaison par pairs	121
Tableau 4.5	Supermatrice non pondérée.....	122
Tableau 4.6	Supermatrice pondérée.....	122
Tableau 4.7	Supermatrice limite	123
Tableau 4.8	Pondérations des indicateurs.....	124
Tableau 4.9	Ensemble d'évaluation des indicateurs	126
Tableau 4.10	Matrice d'évaluation	128
Tableau 4.11	Matrice de jugement floue	129
Tableau 4.12	Résultats finaux de l'évaluation.....	131

LISTE DES FIGURES

		Page
Figure 0.1	Exemple de matrice Pugh	6
Figure 0.2	Liste des questions	8
Figure 0.3	Analyse SWOT	8
Figure 1.1	Processus d'innovation.....	20
Figure 1.2	Influence, coût des changements et informations	21
Figure 1.3	Comparaison de la hiérarchie et du réseau	39
Figure 1.4	Distribution des articles en fonction du	41
Figure 2.1	Facteurs d'influence	67
Figure 3.1	Étapes de décision de l'ANP.....	80
Figure 3.2	Processus de FCE.....	90
Figure 3.3	Cadre de l'approche proposée	91
Figure 3.4	Structure générale d'une supermatrice	99
Figure 4.1	Définition des « 24 heures de l'innovation »	107
Figure 4.2	Indicateurs de décision.....	111
Figure 4.3	Diagramme de causalité des dimensions	117
Figure 4.4	Structure du réseau d'ANP	119

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

AED	Analyse de l'enveloppement des données
AHP	Processus de hiérarchie analytique
ANP	Analyse en réseau
BSC	Tableau de bord équilibré
CI	Consistency index
CR	Consistency Ratio
DEMATEL	Decision-making trial and evaluation laboratory
FCE	Fuzzy comprehensive evaluation
IR	Index Random Consistency
MCDM	Multiple criteria decision-making
PDMA	Product Development and Management Association
QFD	Déploiement de la fonction qualité
RI	Random Index
TOPSIS	Technique pour l'Ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale

INTRODUCTION

0.1 Contexte de recherche

L'innovation est « une force majeure de la croissance économique nationale » (Rosenberg, 2004) et est également considérée comme un facteur clé au succès de l'entreprise (Tucker, 2002). Aujourd'hui, il est rare de trouver un pays ou une entreprise qui ne fait pas la promotion de l'innovation.

L'innovation repose sur des idées créatives (Robbins, 2001), mais dépend surtout de la capacité à les traduire en succès commercial (OCDE, 2005). Ce processus de transformation implique une série d'étapes, commençant par la génération d'idées, suivie d'une phase d'évaluation et de sélection des concepts, puis d'une phase de développement des produits jusqu'à ce que le nouveau produit soit lancé sur le marché (Ferioli, 2010). Toutes ces étapes constituent le processus d'innovation. La génération d'idées ainsi que l'évaluation et la sélection de concepts constituent la phase amont de l'innovation (Ferioli, 2010). Cooper et Herstatt indiquent que « la plus grande différence entre ceux qui réussissent et ceux qui échouent repose sur la qualité de l'exécution des activités de la phase amont de l'innovation » (Cooper & Kleinschmidt, 1995; Herstatt et al., 2004).

La décision de sélection précoce de concepts est une étape critique du processus d'innovation (Boeddrich, 2004 ; Cooper, 2013), qui est considérée comme l'une des meilleures opportunités d'amélioration du processus global d'innovation (Khurana & Rosenthal, 1997). Les raisons en sont les suivantes:

- Économie des ressources de l'entreprise

La décision de sélection précoce de concepts permet d'éviter que les entrepreneurs n'investissent leur temps, leur énergie et leur argent sur des concepts inutiles. Cela permet à des ressources limitées de produire un maximum d'avantages.

- Réduction des coûts et des risques de développement

Des lacunes lors du processus de sélection mèneront à la mise en œuvre des concepts «défectueux», causant ainsi non seulement un gaspillage important en coûts de main-d'œuvre, ressources matérielles, capital et autres avantages visuels de l'entreprise, mais également en perte de temps (Cooper, 1988).

- Amélioration du taux de réussite

La décision de sélection précoce du concept permet d'éliminer les concepts qui ne sont pas réalisables ou moins viables (Yan & Ma, 2015). Plus ce processus de décision est efficace, plus le concept créatif peut devenir un produit fonctionnel, plus il est probable que l'innovation réussisse.

Il est donc important d'explorer et d'étudier les décisions de sélection précoce des concepts. En effet, elle aide les gestionnaires à décider quels concepts doivent être poursuivis afin de saisir les opportunités commerciales et d'augmenter le taux de réussite de l'innovation.

Les décisions de sélection précoce des concepts restent un sujet peu étudié dans la littérature de recherche sur l'évaluation et la prise de décision de l'innovation. Il existe peu d'approches pour contribuer à la phase d'évaluation et de sélection conceptuelle au stade précoce de l'innovation (Cavalieri & Giuditta, 2012). Comme le souligne Cavalieri et Pezzotta (2012), la plupart des études existantes se concentrent sur les méthodes de génération de concepts. Il est observé que la sélection initiale n'est utilisée que pour prendre des décisions approximatives (Cooper, 1988; Lee et al., 2012). De nombreuses entreprises reconnaissent de graves faiblesses au cours du processus de sélection de concept à la phase amont de l'innovation (Ayağ & Özdemir, 2009; Tiwari & al., 2016). Le processus de sélection est mené séparément et de manière informelle en raison du manque de ressources et du manque de support (Frishammar & Florén, 2008). Il existe de grandes possibilités d'échec en raison du stade initial du jugement

ou de l'inexactitude de l'évaluation des concepts, même si beaucoup d'efforts et d'argent sont consacrés au processus d'innovation.

0.2 Un bref examen des travaux connexes en matière de sélection de concepts

La décision de sélection précoce des concepts est un processus décisionnel complexe qui nécessite la prise en compte de divers critères d'évaluation. Au début de l'innovation, les données historiques sont souvent limitées. Les connaissances qualitatives et l'expérience sont souvent la principale source d'évaluation. Dans les domaines où le jugement et l'expérience jouent un rôle important, cette caractéristique rend les décisions d'évaluation fortement imprégnées d'ambiguïté. Ces éléments rendent le processus de décision plus compliqué (Faure, 2004 ; Rietzschel & al. 2010). De mauvaises décisions entraîneront un important gaspillage de ressources et une perte de parts de marché.

Les critères sont utilisés pour mesurer et juger la valeur d'un objet, servant de base à l'analyse et à la prise de décision (Ferioli, 2010). Les concepts doivent être évalués en fonction de critères pertinents afin de sélectionner les concepts qui méritent d'être développés (Ayağ, 2005).

Les choix conceptuels traditionnels mettent l'accent sur la créativité du concept même (Dean, Hender, Rodgers, & Santanen, 2006; Dennis & Bhagwatwar, 2013; Drazin, Glynn, & Kazanjian, 1999). Plucker, Beghetto, & Dow (2004) ont analysé 90 articles dont la créativité était un élément de recherche et ont constaté que la nouveauté et l'utilité étaient les deux principaux aspects présents dans la définition de la créativité. MacCrimmon et Wagner (1994) ont développé cinq indicateurs principaux d'évaluation des concepts selon des recherches bibliographiques et des règles de l'Office des brevets des États-Unis, notamment la nouveauté (personne ne l'a exprimé auparavant), la non-évidence, la pertinence (satisfait aux objectifs fixés par le solutionnaire du problème), l'applicabilité (facilité de mise en œuvre) et la rigueur (formulés en détail). Dean et al. (2006), après une étude documentaire approfondie, ont affiné

les résultats présentés par MacCrimmon et Wagner (1994) en identifiant les critères les plus importants pour l'évaluation des concepts : nouveauté, pertinence, faisabilité et spécificité. Ses conclusions ont également été approuvées par de nombreux chercheurs (Ayağ, 2009; Lee et al., 2012).

Lee et al. (2011) propose que le concept devrait avoir à la fois des caractéristiques de nouveauté et de valeur. Certaines études mesurent la valeur de concept du point de vue des avantages économiques. Herstatt et al. (2006) a souligné l'importance des critères techniques et économiques pour évaluer un concept, d'après une étude exploratoire des activités de la phase amont dans 28 projets d'innovation allemands et japonais. Verworn (2002) souligne l'importance des indicateurs économiques, notant qu'une analyse financière compétente est un facteur clé de succès. Ce n'est pas rentable lors du développement si les coûts d'investissements sont trop élevés pour satisfaire les besoins de rentabilité de l'entreprise, même si le concept de produit satisfait les besoins du client (Yang, 2006a). Les recherches (Hart et al., 2003 ; Herstatt & Nagahira, 2006 ; Cooper, 2013) ont identifié les principaux indicateurs financiers pour le choix des projets liés au développement d'un nouveau produit, y compris la durée de retour sur investissement, le rendement des investissements, la valeur actuelle nette, les flux de trésorerie actualisés, etc. Kaplan et Norton (1996) ont montré que les systèmes traditionnels d'évaluation financière ne sont plus adaptés à l'environnement concurrentiel de l'ère de l'information, qui évolue rapidement, est de plus en plus incertain et risqué. L'impact des facteurs non financiers sur la prise de décision doit être pris en compte lors de la prise de décisions concrètes concernant la sélection des projets (Lee et al., 2012). Certaines études ont examiné les facteurs pris en compte dans la sélection des projets du point de vue du risque. Ayağ (2007) a identifié un système d'indicateurs de sélection de concepts en termes de réduction des coûts de développement, de fabrication et de réduction du risque d'exécution de la conception.

L'évaluation de la supériorité globale de concept ne doit pas se fonder sur un élément isolé et local, mais doit tenir compte de tous les facteurs d'impacts en fonction des objectifs stratégiques, ce qui permettra d'établir un système d'évaluation correspondant.

En raison du rôle important que jouent les décisions de sélection précoce des concepts dans le processus d'innovation, des méthodes variées ont été introduites lors de la sélection des concepts. King et Sivaloganathan (1999) classent les méthodes de sélection des concepts en cinq types: la théorie de l'utilité, le processus de hiérarchie analytique (AHP), les outils graphiques, le déploiement de la fonction qualité (QFD) et la théorie des ensembles flous.

- Théorie de l'utilité

La théorie de l'utilité est à la base de la plupart des méthodes de sélection conceptuelles de la littérature (Ayağ et Zeki. 2005). L'utilité est une mesure conceptuelle du nombre d'unités d'utilité que les consommateurs retirent de la consommation de biens et de services. L'utilité est l'un des concepts les plus couramment utilisés en économie. L'utilité est une mesure de la satisfaction relative des consommateurs quant à la consommation de différents biens et services. L'utilité d'une alternative est déterminée en développant une fonction d'utilité agrégée (Ayağ et al., 2009). L'une des limites de l'application de cette méthode est qu'il est difficile de représenter avec précision certains des critères et facteurs d'évaluation qualitative sous une forme quantitative dans la phase amont de l'innovation (Tiwari et al., 2016).

- Processus de hiérarchie analytique (AHP)

Le processus de hiérarchie analytique (AHP) a été proposée en 1971 par le professeur Thomas L. Saaty de l'Université de Pittsburgh. Le processus de hiérarchie analytique, ou AHP en abrégé, est une méthode d'aide à la décision multicritères (Yang, 2006). L'AHP introduit une analyse quantitative au cours du processus de prise de décision complexe, ce qui rend le processus de décision solide et scientifique (Hammami, 2003).

- Méthode Pugh

Une technique graphique simple est donnée par Pugh (1991). La méthode Pugh, également appelée méthode de matrice de décision ou méthode de sélection conceptuelle Pugh, peut être

utilisée pour prendre des décisions qualitatives rapides sur des concepts de design (Burge, 2011). La Figure 0.1 représente une matrice de décision typique de Pugh.

	Design Concept A	Design Concept B	Design Concept C	Design Concept D	Design Concept BC	Design Concept BD
Criteria 1	S	+	S	+	+	+
Criteria 2	S	-	S	+	S	+
Criteria 3	S	S	S	+	S	+
Criteria 4	S	-	+	+	+	+
Criteria 5	S	-	+	+	+	+
Criteria 6	S	-	S	-	S	-
Criteria 7	S	+	S	-	+	+
Criteria 8	S	+	S	-	+	+
Criteria 9	S	-	S	-	S	-
Criteria 10	S	S	-	S	S	S
TOTAL +	0	3	2	5	5	7
TOTAL -	0	5	1	4	0	2
TOTAL SCORE	0	-2	1	1	5	5

Figure 0.1 Exemple de matrice Pugh
Tirée de Burge (2011, p. 2)

Les critères de comparaison entre les différents concepts de design ont d'abord été choisis et placés sur le côté gauche de la matrice (colonne). Les concepts à comparer se trouvent en haut de la matrice (ligne). Une conception a été choisie comme base de référence. Les concepts à évaluer sont comparés à ce référentiel en fonction des critères énumérés à la gauche de la matrice, ce qui donne une note « bonne », « mauvaise » ou « pareil », exprimée respectivement par +, - et S. La méthode Pugh est simple à mettre en œuvre, mais difficile à appliquer dans une phase de sélection nécessitant des « critères de sélection pondérés et une échelle de notation plus fine » (Yang, 2006a).

- Déploiement de la fonction qualité (QFD)

Le déploiement de la fonction qualité (QFD) est une adaptation graphique de la théorie de l'utilité. Le processus de conception et d'évaluation est devenu clair grâce à l'introduction d'une matrice de maison de qualité (Prasad, 1998). Le concept de produit peut être évalué en fonction de la mesure dans laquelle il satisfait aux besoins des clients (Huang et al., 2020). Le QFD utilise une matrice de qualité pour traduire la voix du client en processus de conception et de production (Prasad, 2016). L'ensemble du processus du QFD est basé sur la satisfaction des besoins du client. Prasad (1998) affirme que le QFD traditionnel se base sur l'évaluation d'un aspect unique, principalement la planification de la qualité, et le manque d'une analyse quantitative quant à la façon dont une décision en affecte une autre (Ayağ et al., 2009).

- Théorie des ensembles flous

La logique floue est généralement utilisée pour exprimer et définir des connaissances et des expériences qualitatives imprécises. Cependant, la génération et l'optimisation des fonctions d'affiliation ne sont pas faciles à utiliser (Ayağ et al., 2009). La théorie des ensembles flous utilise la fonction d'affiliation pour représenter le degré d'affiliation des éléments à un ensemble flou, permettant ainsi une description quantitative et des opérations analytiques sur des phénomènes flous.

En outre, il existe d'autres méthodes qui sont utilisées pour la sélection des concepts.

- Liste de questions

La liste de questions est un outil utilisé le plus souvent pour l'évaluation des concepts. De nombreuses listes existent pour vérifier l'éligibilité, la faisabilité, etc. La liste suivante présente des questions (Figure 0.2) développées par Princeton Creative Research qui pourrait aider les gens à décider s'ils devraient continuer à développer leur idée entrepreneuriale.

- Avez-vous considéré tous les avantages ou tous les profits que vous pourriez tirer de l'idée? Y a-t-il un réel besoin pour cela?
- Avez-vous identifié exactement les problèmes ou les difficultés que votre idée devrait résoudre?
- Votre idée est-elle un concept original, nouveau ou une nouvelle combinaison ou adaptation?
- Quels gains ou résultats immédiats ou à court terme peuvent être anticipés? Les rendements prévus sont-ils adéquats?
- Les facteurs de risque sont-ils acceptables?
- Quels avantages à long terme peuvent être anticipés?
- Avez-vous identifié les failles ou les limitations potentielles de l'idée?
- Y a-t-il des problèmes que l'idée pourrait créer? Quels sont les changements impliqués?
- Dans quelle mesure l'exécution ou la mise en oeuvre de l'idée sera-t-elle simple ou complexe?
- Pourriez-vous élaborer plusieurs variantes de l'idée? Pourriez-vous proposer des idées alternatives?
- Votre idée a-t-elle un attrait commercial naturel? Le marché est-il prêt pour cela? Les clients peuvent-ils se le permettre?
- Qu'est-ce que votre concurrent fait, le cas échéant, dans ce domaine? Votre entreprise peut-elle être concurrentielle?
- Avez-vous envisagé la possibilité de résistance ou de difficultés de l'utilisateur?
- Est-ce que votre idée satisfait à un besoin réel, ou est-ce que le besoin doit être créé par des efforts promotionnels et publicitaires?
- Dans quel délai l'idée pourrait-elle être mise en oeuvre?

Figure 0.2 Liste des questions

En posant une série de questions, des idées se voient attribuées une note de 1 à 5 pour chaque question, 5 représentant la note la plus élevée. Les concepts sont classés selon la note obtenue. Le concept ayant le score total le plus élevé sera choisi.

• Analyse SWOT

Au début des années 1980, le spécialiste de la gestion américaine Humphrey a proposé pour la première fois la méthode d'analyse SWOT (Teoli & An, 2019), dans laquelle S représente les forces internes (Strengths), W représente les faiblesses internes (Weakness) ; O représente les opportunités externes (Opportunities) et T signifie les menaces externes (Threats).

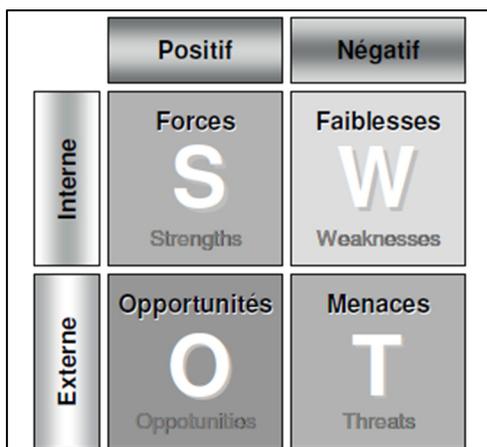


Figure 0.3 Analyse SWOT

Cette méthode (Figure 0.3) permet d'effectuer une analyse complète et systématique des facteurs internes et externes d'une entreprise (Huang et al., 2020). Cela contribue à l'évaluation et au jumelage des aspects avantages et inconvénients, des opportunités et des menaces pouvant affecter l'entreprise, formulant ainsi quatre stratégies de combinaison: stratégie SO, stratégie ST, stratégie WO et stratégie WT. Le SWOT peut constituer un outil important pour comprendre les points forts et les faiblesses des entreprises, ainsi que les opportunités et les risques auxquelles elles sont confrontées. L'analyse SWOT peut aider les entrepreneurs à concentrer leurs ressources et leurs actions dans les points forts où elles ont le plus d'opportunités de réussite. L'inconvénient de l'analyse SWOT est qu'elle ne permet pas de classer des idées (il n'y a pas de priorisation ni de degré de différences appropriés). Par exemple, une entreprise devrait considérer ses forces et ses faiblesses par rapport à ses concurrents afin de déterminer la puissance de ses avantages.

Les méthodes de sélection des concepts peuvent également être définies comme des méthodes numériques et non numériques (Tiwari, Jain, & Tandon, 2016). Des méthodes non numériques sont basées sur des graphiques, comme le diagramme de matrice Pugh (Zhai, Khoo, & Zhong, 2009). Des méthodes non numériques sont simples et faciles à utiliser mais, comparées aux méthodes numériques, elles sont moins efficaces et moins précises (Tiwari et al., 2016).

Des méthodes numériques peuvent être divisées en deux types : le premier type, comme l'analyse de la fonction d'utilité (Thurston et al., 1992) et la planification des objectifs (Tiwari, Jain, & Tandon, 2016), permet d'exprimer les jugements des décideurs sous une forme uniquement quantitative. L'autre type d'approche numérique, comme la théorie des ensembles flous et l'AHP, permet d'exprimer les jugements du décideur sous forme qualitative et quantitative (Tiwari et al., 2016).

Parmi les méthodes développées jusqu'à présent, la méthode AHP est largement utilisée dans les problèmes de sélection du processus de décision (Ayağ, 2005). L'analyse hiérarchique est une méthode de prise de décision basée sur une comparaison deux à deux des critères d'évaluation. La méthode AHP décompose le problème à analyser en plusieurs niveaux d'indicateurs multiples (ou critères) et fournit une base quantitative pour l'analyse, la prise de décision, l'évaluation, la prévision et le contrôle en utilisant les calculs mathématiques (Saaty, 2008). L'AHP permet de quantifier le problème qualitatif et fournit une base raisonnable à la détermination de l'importance relative de chaque facteur (Ayağ et al., 2009). Peng (2001) ont établi un système d'indicateurs d'évaluation de la stratégie de l'entreprise et un modèle d'évaluation en utilisant la méthode d'AHP. Calantone et al. (2004) discutent de l'efficacité de l'AHP dans l'acquisition et la gestion des connaissances. Darko et al. (2019) ont passé en revue 77 articles qui appliquent la méthode AHP au domaine de la gestion des projets de construction. Ils notent que l'AHP est une technique permettant d'analyser des situations complexes et de prendre des décisions rationnelles. La gestion des risques et la construction durable sont les domaines d'application les plus populaires de l'AHP. Les raisons les plus notables de l'utilisation de l'AHP sont la petite taille de l'échantillon, sa simplicité et sa flexibilité. Ils suggèrent d'utiliser l'AHP en combinaison avec d'autres outils pour résoudre les problèmes complexes de décision dans le domaine de la construction.

L'AHP suppose que les facteurs de mêmes ou de différents niveaux, sont strictement indépendants et ne s'influencent pas mutuellement. Bien que l'AHP soit simple et facile à mettre en œuvre, son hypothèse d'indépendance limite son aptitude à résoudre des problèmes

décisionnels complexes. Le professeur Saaty (1996) a proposé le processus d'analyse de réseau (ANP) en 1996, qui est une nouvelle méthode pratique de prise de décision basée sur le processus d'AHP. La méthode d'ANP se caractérise par le fait que, selon la méthode d'AHP, elle prend en compte l'interaction entre les facteurs et utilise des supermatrices pour synthétiser les facteurs qui interagissent et s'influencent mutuellement pour aboutir à leur pondération mixte. Grâce à cette caractéristique, l'ANP devient de plus en plus populaire auprès des décideurs en tant qu'outil efficace permettant aux entreprises de prendre des décisions sur de nombreuses questions complexes.

0.3 Champ de la problématique

Les décisions relatives à la sélection précoce de concepts sont un processus complexe qui est influencé par de nombreux facteurs tels que la diversité des critères d'évaluation, la complexité des interactions entre les indicateurs et l'ambiguïté des informations relatives à l'évaluation. La prise de décision de la sélection précoce des concepts d'innovation constitue une considération globale de la valeur conceptuelle (Ferioli, 2010). Les différents chercheurs ont des perspectives différentes dans l'étude des décisions de sélection des concepts. Dean et al. (2006) ont examiné 90 articles de revues relatifs aux mesures de qualité des concepts et ont constaté que près d'un quart des études ont utilisé soit une seule mesure de qualité, soit une seule mesure de créativité pour l'évaluation des concepts. Le processus de sélection du concept à la phase amont est complexe et fait intervenir de nombreux facteurs, qui doivent tenir compte à la fois des indicateurs financiers et non financiers tels que les clients et la croissance de l'entreprise ; des objectifs à court terme et des stratégies à long terme ; des éléments d'influence internes et externes de l'entreprise. La construction d'un système systématique d'indicateurs pour la prise de décision nécessite une réflexion globale et une conception systématique aux niveaux

stratégique. Cependant, peu de chercheurs ont étudié en profondeur ces facteurs en conjonction avec les décisions stratégiques.

Une stratégie définit les domaines dans lesquels l'organisation doit être concurrentielle. Les décisions stratégiques sont des décisions sur des questions majeures qui affectent la situation globale et le développement à long terme de l'organisation (Shepherd & Rudd, 2014). Le processus de développement de l'innovation d'une organisation implique des choix stratégiques majeurs. Les décisions stratégiques en matière d'innovation empêchent les entreprises de développer et de lancer au hasard des produits qui n'ont pas de valeur marchande, tout en ignorant les possibilités d'innovation qui renforceraient réellement la concurrence sur le marché. Une décision stratégique est une réflexion globale et prospective sur les opportunités et les défis du marché ainsi que sur les forces et les faiblesses des ressources et des capacités internes d'une entreprise. Ceci constitue un choix et une décision réfléchis. Afin de prendre les bonnes décisions stratégiques, les entreprises doivent prendre en compte de nombreux facteurs du processus de décision. Le choix d'indicateurs qui ne sont pas liés à la stratégie peut créer une certaine confusion et conduire les décideurs à manquer de clarté et à investir des ressources précieuses dans la poursuite d'objectifs qui ne sont pas liés aux objectifs généraux de l'entreprise. Lorsque les éléments stratégiques d'une organisation, tels que les ressources, les capacités etc., ne correspondent pas à l'environnement externe auquel l'organisation est confrontée, l'organisation peut manquer de compétitivité (Ferioli, 2010), ce qui peut affecter la réalisation des objectifs de la stratégie d'innovation de l'entreprise et entraîner des risques sérieux pour l'entreprise (Gaddis, 2019).

Montoya et Driscoll (2000) affirment qu'à mesure que le nombre de facteurs d'influence augmente, la capacité de prendre en compte leur impact tout en capturant le rôle des facteurs clés est essentielle pour le problème de l'évaluation des risques des projets de développement de nouveaux produits. Liang et al. (2013) ont non seulement souligné l'importance de l'identification des facteurs, mais ont également mentionné l'importance de l'étude de la relation entre ces facteurs pour l'évaluation des risques des projets. Les facteurs qui influencent

les décisions de sélection précoce de concepts innovants sont complexes, nombreux et interagissent les uns avec les autres. Il a été constaté que les études existantes sur la prise de décision en matière de choix des concepts ignoraient l'interdépendance des indicateurs (Liang et al., 2013). En fait, il existe une certaine interaction entre les facteurs de décision (Huang & Gardoni, 2020b). Par exemple, les exigences techniques peuvent entraîner non seulement des changements dans les coûts de développement de nouveaux concepts, mais aussi des changements dans la concurrence sur le marché, ce qui influe sur la taille du marché. Il est donc très important d'étudier la relation et l'influence mutuelles des facteurs de décision de concepts de produits.

Une évaluation efficace est la base de la prise de décision. Cependant, évaluer adroitement la valeur des concepts afin de sélectionner ceux qui satisfont aux besoins de l'entreprise représente un énorme défi (Magnusson et al., 2014). Alors que la plupart des projets d'innovation comportent une phase d'évaluation des possibilités de produits à développer, de nombreuses entreprises n'ont pas d'approche claire pour gérer cette phase d'évaluation.

Les chercheurs ont fourni un grand nombre de méthodes différentes pour analyser les problèmes de décision multicritères. Cependant, la plupart des méthodes conservent une hypothèse commune d'une relation d'indépendance entre les critères de décision. Le degré d'importance d'un critère est fortement influencé par les autres. Par exemple, un critère peut être important pour l'objectif de la décision, mais son importance peut être réduite en présence d'autres critères, et vice versa. Certains facteurs sont précis et peuvent être exprimés quantitativement, tels que le temps, le coût, etc. et la plupart des facteurs sont des critères qualitatifs et flous, par exemple la nouveauté, l'originalité. Il est donc nécessaire d'utiliser une méthode de décision associant analyse qualitative et analyse quantitative. Les informations disponibles pour les décisions de sélection précoce des concepts sont incomplètes et imprécises, de sorte que la manière de prendre les décisions les plus appropriées à partir d'informations ambiguës est une question importante que tout décideur stratégique doit aborder. Une analyse plus approfondie de ces questions est donc nécessaire.

0.4 Objectifs de recherche

Le processus de la décision de sélection des concepts fait en sorte que les décideurs doivent effectuer des évaluations complètes à partir de différents aspects. C'est un processus d'analyse intégrée de l'objet d'évaluation qui comprend généralement le calcul, l'observation, la comparaison et le jugement. Cette étude vise à aider les entrepreneurs à prendre des décisions stratégiques sur le choix des concepts de produits à développer dans la phase amont de l'innovation. Cela contribue à améliorer le processus d'innovation et à maximiser les bénéfices de ressources limitées, aidant ainsi les organisations à atteindre leur objectif stratégique d'innovation.

0.5 Objectifs spécifiques

La complexité de décision de sélection précoce des concepts ne tient pas seulement à la complexité des facteurs impliqués quant au processus de décision, mais aussi à la complexité des relations entre ces facteurs. Les principaux facteurs d'influence ne sont pas indépendants, mais interagissent les uns avec les autres. En outre, la sélection de concepts de produits s'effectue souvent dans un contexte ambigu contenant un degré élevé d'incertitude et des informations incomplètes (Ayağ & Özdemir, 2009). Par conséquent, une sélection raisonnable des indicateurs d'évaluation et la détermination de leur pondération, ainsi que la résolution de l'ambiguïté des informations d'évaluation, sont essentielles à la prise de décision stratégique lors de la sélection précoce des concepts.

Les objectifs spécifiques consistent à :

- Identifier et analyser les facteurs clés influençant les décisions de sélection précoce des concepts du point de vue de la décision stratégique afin d'établir un système d'indicateurs d'évaluation complet et rationnel.

- Identifier et analyser les interactions entre les facteurs clés pour déterminer l'importance relative des facteurs clés.
- Résoudre les ambiguïtés des informations d'évaluation linguistique pour faire des choix stratégiques efficaces.

0.6 Questions de recherche

La problématique de notre recherche est la suivante :

Comment prendre une décision de sélection en ce qui concerne le concept de produit à développer en phase amont de l'innovation?

Les questions clés à traiter dans cette étude comprennent :

- Quels sont les indicateurs clés qui influencent les décisions de sélection précoce de concepts ?
- Comment identifier l'importance relative des indicateurs de décisions?
- Comment résoudre l'ambiguïté des informations d'évaluation linguistique?

0.7 Proposition d'une approche hybride

Depuis 2005, plus de 1000 articles sur l'ANP ont été inclus dans la base de données SCOPUS. Malgré sa popularité, l'ANP a rencontré quelques difficultés dans la pratique (Gölcük et Baykasoglu, 2016). La méthode DEMATEL combinée à la méthode ANP est la technique hybride la plus populaire de ces dernières années. Cette étude propose un processus décisionnel complexe, à critères multiples afin d'aider les décideurs à prendre des décisions à propos du choix précoce des concepts de produits à développer au cours de la phase amont de l'innovation. Tout d'abord, dans une perspective de gestion stratégique, un système de facteurs d'influence clés pour la prise de décision de sélection précoce de concepts est identifié et établi par des

tests de validité et de fiabilité, une analyse factorielle et une analyse statistique descriptive. Les interactions entre les facteurs de décision identifiés par la méthode DEMATEL ont ensuite été utilisées comme données d'entrée pour les relations structurelles du réseau ANP. Des outils tels que SPSS et Superdecision ont été utilisés pour effectuer des calculs statistiques sur les données collectées. La méthode d'évaluation globale floue (FCE) a été utilisée pour établir une matrice de jugement flou, qui quantifie le langage flou en valeurs cibles comparables et rend les résultats de la décision plus fiables. Enfin, cette étude réalise une étude empirique sur « les 24h de l'innovation » pour illustrer et analyser le processus d'application spécifique du modèle de décision élaboré dans cette étude, et formule des recommandations selon les résultats de l'évaluation.

0.8 Organisation du document de thèse

Le chapitre 1 présente la revue de la littérature comprenant un examen du processus d'innovation, de la stratégie, des méthodes et outils de décision existants, et des recherches liées à la sélection des concepts.

Au chapitre 2, nous avons établi un système d'indicateurs pour les décisions de sélection précoce des concepts. Dans un premier temps, les principaux indicateurs utilisés pour la prise de décision précoce en matière de sélection des concepts sont résumés selon une étude bibliographique. Ensuite, un questionnaire d'experts a été utilisé pour établir le système d'indicateurs final en combinant des tests de validité et de fiabilité, une analyse factorielle et une analyse statistique descriptive à l'aide de l'outil SPSS. Enfin, une définition de chaque indicateur est précisée.

Au chapitre 3, un processus décisionnel de sélection de concepts basé sur une combinaison de la méthode DEMATEL améliorée, de la méthode ANP et de la méthode FCE est proposé pour aider les décideurs à sélectionner les concepts de produits à développer à la phase amont de l'innovation. L'applicabilité de ces méthodes est également analysée. La méthode DEMATEL

est d'abord utilisée pour déterminer la relation entre les indicateurs de décision et le degré d'influence afin de construire une structure de réseau. La méthode ANP est ensuite utilisée pour déterminer les poids de mélange de chaque indicateur dans la structure du réseau. Les relations d'influence entre les indicateurs sont combinées avec les valeurs de pondération de chaque indicateur pour obtenir les pondérations mixtes. Enfin, la méthode FCE est utilisée pour prendre une décision d'évaluation globale.

Le chapitre 4 applique l'approche de décision de sélection précoce définie dans cette étude à l'exemple de « Les 24 heures de l'innovation » et analyse les résultats en détail.

Enfin, les contributions de la présente étude sont résumées, les limitations de la présente étude sont analysées et les directions de recherche qui pourraient être développées à l'avenir sont envisagées.

CHAPITRE 1

REVUE DE LITTÉRATURE

Ce chapitre présente une revue de la littérature sur le processus d'innovation, la prise de décision stratégique et les méthodes décisionnelles existantes. Ce chapitre analyse également les principaux facteurs qui influencent les décisions de sélection précoce conceptuelle. Cela fournit aussi une base théorique pour la recherche pertinente dans les chapitres suivants.

1.1 L'innovation et son processus

L'innovation est un terme assez large, et les chercheurs ont proposé un certain nombre de définitions associées. Garcia et Calantone (2002) ont effectué une analyse documentaire complète des différentes définitions de l'innovation. Les résultats montrent que le terme de l'innovation est plutôt ambigu, faisant référence à la fois au processus et au résultat, voire aux deux. La définition de l'innovation a été introduite pour la première fois, en 1912, par l'économiste autrichien Joseph Aloïs Schumpeter (Schumpeter, 2017), dans son livre « The Theory of Economic Development ». Pour Schumpeter, l'innovation désigne la création et la mise au point de quelque chose de nouveau qui sera utile et apportera une valeur ajoutée. Selon Robbins (Robbins, 2001), l'innovation se réfère à la création de résultats concrets ou de produits pouvant apporter une nouvelle valeur aux clients et être reconnue par le public. Mansfield (1968) soutient que l'innovation est une série d'activités exploratoires qui commencent par la conception de nouveaux produits par les entreprises et se terminent par la vente et la livraison de nouveaux produits. Drucker propose que l'innovation soit un processus de transformation de nouvelles connaissances en productivité (Gerguri & Veland, 2010) qui débute avec la recherche systématique d'opportunités (Drucker, 1985). Freeman (1982), pour sa part, considère l'innovation comme la première commercialisation d'un nouveau produit ou services d'un point de vue économique. Pierre Lionnet (2003) définit l'innovation comme un processus par lequel une nouvelle idée est amenée jusqu'au stade où l'argent est finalement

produit (Lionnet, 2003, p. 6). Garcia et Calantone (2002) considèrent l'innovation comme un processus qui conduit au développement et à la commercialisation d'une tâche en créant une nouvelle opportunité de contribuer à son succès commercial. Cette recherche retiendra la définition suivante: l'innovation est un processus en plusieurs étapes, qui va de la génération d'une idée à sa transformation en produit et à son succès commercial, permettant aux entreprises d'acquérir un avantage concurrentiel rentable en satisfaisant aux demandes du marché.

Les études indiquent que 50% des échecs d'innovation sont dus à l'inefficacité du processus de mise en œuvre de l'innovation (Klein & Andrew, 2005). Selon Koen (Koen et al., 2002), le processus d'innovation peut être divisé en trois phases (Figure 1.1) : phase amont de l'innovation, phase du développement de nouveaux produits et phase de la commercialisation.

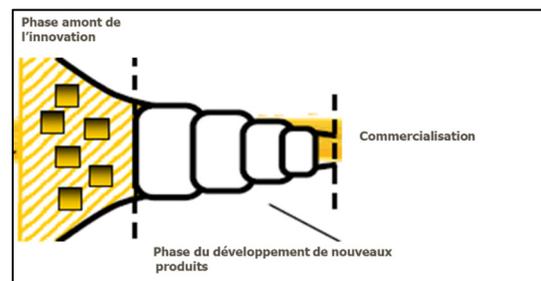


Figure 1.1 Processus d'innovation
Tirée de Koen et al. (2002, p. 6)

La phase amont d'innovation est la première phase du processus d'innovation totale qui comprend « les activités avant la phase « formelle et bien structurée » du développement de nouveaux produits » (Cooper, 1995). La phase amont de l'innovation est également connue comme la « phase de pré-développement » (Cooper & Kleinschmidt, 1993). Durant cette phase, le concept de produit prend forme et la décision d'investir ou non des ressources dans le développement de ce concept doit être prise par l'entreprise (Moenaert et al., 1995). La phase amont de l'innovation se termine quand une entreprise décide d'investir des ressources au

développement de ce concept de produit et de lancer un projet (Cooper,1993; Khurana & Rosenthal, 1998).

Les études empiriques de Cooper et Kleinschmidt montrent que « la plus grande différence entre ceux qui réussissent et ceux qui échouent se trouve dans la qualité de l'exécution des activités de la phase amont de l'innovation » (Cooper & Kleinschmidt, 1993, p. 26; Herstatt et al., 2004).

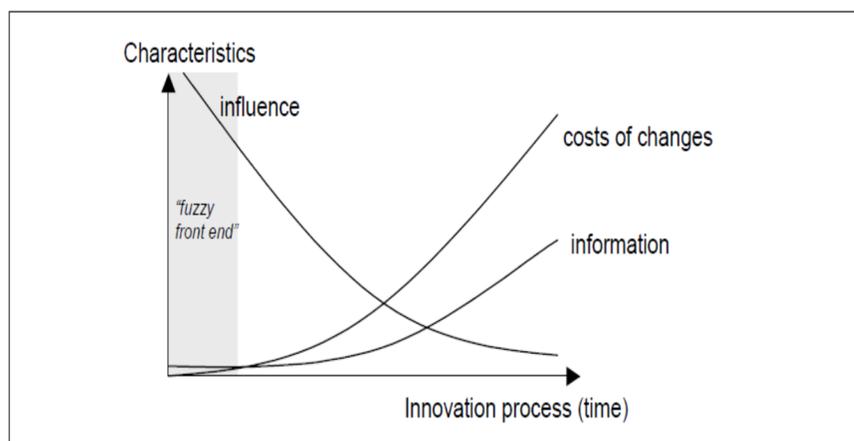


Figure 1.2 Influence, coût des changements et informations au cours du processus d'innovation
Tirée de Herstatt et Verworn (2004, p. 5)

La Figure 1.2 illustre une caractéristique typique de la phase amont de l'innovation : le coût des activités à cette phase est relativement faible mais a un impact significatif sur les résultats de l'innovation. Comme la phase amont se situe au début de l'ensemble du processus d'innovation, l'amélioration des activités de cette phase est plus efficace que l'amélioration directe de la phase du développement de nouveaux produits (Cooper, 2001 ; Cooper et Kleinschmidt, 1995). Cette phase est parfois appelée « territoires de croissance » (Yannou, Cluzel, & Farel, 2016), qui est considérée comme l'une des meilleures opportunités d'amélioration du processus global d'innovation (Khurana & Rosenthal, 1997 ; Koen et al., 2002).

La phase amont de l'innovation est également un stade qui peut utiliser des opportunités à faible coût afin d'améliorer rapidement l'entrée sur le marché (Smith et Reinertsen, 1998). La gestion efficace de la phase amont améliore non seulement la performance du développement de nouveaux produits, mais permet également d'économiser 30% du temps de développement de nouveaux produits (Moenaert et al., 1995). L'obtention de l'avantage concurrentiel de la gestion de la phase amont de l'innovation sera un facteur important au succès du processus de l'innovation (Koen, 2002). Cependant, cet avantage initial est limité par le fait que la quantité et la certitude d'informations sont faibles à cette phase par rapport aux étapes ultérieures du processus d'innovation (Herstatt & Verworn, 2004). L'étude de Khurana (1998) confirme que les améliorations apportées en phase amont de l'innovation sont plus bénéfiques pour les organisations que celles apportées au stade du développement du produit.

1.2 La prise de décision

Herbert Simon, lauréat du prix Nobel d'économie en 1978, a souligné que la gestion est essentiellement une série de processus de décision. Cela démontre l'importance de la prise de décision. La prise de décision est un processus par lequel un choix est fait parmi plusieurs alternatives pour atteindre un ou plusieurs objectifs (Turban & Aronson, 1998).

Il existe trois types de décisions (Meier & Barabel, 2006) : décisions stratégiques, décisions administratives (tactiques) et décisions opérationnelles en fonction de la portée de la décision et de son importance (voir Tableau 1.1).

Décisions stratégiques : c'est la prise de décision visant à résoudre des problèmes globaux, à long terme et stratégiques. Par exemple, les décisions concernant la vision et la mission de l'entreprise, l'adoption de nouvelles technologies, etc. Les décisions stratégiques sont généralement prises par la haute direction.

Décisions tactiques: également appelées décisions administratives, sont des décisions prises pour garantir la réalisation de décisions stratégiques, par exemple: décisions sur des questions plus spécifiques telles que la gestion des flux.

Décisions opérationnelles: décisions prises dans le cadre des activités quotidiennes des entreprises pour améliorer leur efficacité.

Tableau 1.1 Comparaisons des types de décision
Tiré de Meier et Barabel (2006, p. 183)

Critères	Décisions stratégiques	Décisions tactiques	Décisions opérationnelles
Horizon temporel	Long terme Traite des problèmes fondamentaux	Moyen terme Traite de la gestion des flux	Court terme Traite de la gestion des activités
Fréquence et degré de répétitivité	Décision spécifique Situation complexe	Décisions plurielles Routine organisationnelle	Décisions nombreuses et répétitives
Degré d'incertitude et prise de risques	Très élevé	Moyenne	Faible
Impact	Global Concerne l'ensemble de l'organisation	Partiel Associé à une ou plusieurs procédures	Local Spécifique à une fonction
Niveau de décision	Direction générale	Directions fonctionnelles (divisions, services, départements)	Logique de décentralisation (au niveau des unités opérationnelles)
Informations requises	Informations évolutives et émergentes	Informations détaillées en rapport avec les transactions courantes	Informations précises et factuelles
Champ d'actions	Mission, métier et activités Type de structure Croyances et valeurs	Procédures, règlements, Systèmes de régulation et de communication, modalité d'exécution du travail	Volume de production, délais, qualité, coûts, gestion des stocks

Le Tableau 1.1 décrit les principales différences entre les décisions stratégiques, tactiques et opérationnelles.

Les décisions stratégiques sont des décisions quant à des problèmes fondamentaux qui affectent la situation globale et le développement à long terme de l'organisation. Il s'agit de décisions non procédurales à hauts risques. Ces décisions impliquent l'orientation du développement de l'organisation, les objectifs commerciaux, le développement de produits, le développement du marché et d'autres questions majeures liées à la survie de l'organisation.

Les décisions tactiques sont des décisions administratives sur la manière dont un ou plusieurs départements spécifiques d'une organisation mène ses activités dans une direction et un contenu donnés sur un laps de temps relativement court. Les résultats de leur mise en œuvre affectent principalement l'efficacité et la survie de l'organisation.

Les décisions opérationnelles sont des décisions prises pour gérer les activités du travail quotidien et pour améliorer l'efficacité. Il s'agit de nombreuses décisions à court terme, répétitives, avec une incertitude et un risque relativement faible.

Selon Alfred Chandle (1962), les décisions stratégiques sont la clé de la survie et de la croissance d'une organisation, et ce sont les décisions commerciales qui garantissent l'efficacité de leur mise en œuvre.

Le terme de stratégie est apparu dans le domaine militaire (Chandle, 1962). L'histoire de son développement remonte à la période de la Grèce antique. Le premier mot qui est apparu à cette époque était « strategos », une combinaison des mots armée et leader, désignant un commandant militaire, qui a ensuite été interprété comme l'art du commandement et la méthode de décision (Eisenhardt, 1989). Avec l'évolution de la société, le champ d'application de la « stratégie » s'est étendu de la science militaire aux sphères politiques, économiques, scientifiques et sociales, et a reçu de nouvelles significations. Selon le contexte, la stratégie a reçu différentes connotations, que Mintzberg (1987) définit de cinq manières normatives, à savoir comme un plan, un stratagème, un modèle, une position et une perspective. Une stratégie

examine l'orientation de l'organisation, les menaces potentielles posées par cette orientation et les défis auxquels l'organisation doit faire face.

Chandler a donné l'une des premières définitions très complètes et systématiques du concept de stratégie dans la littérature. Dans le livre « Strategy and Structure » (Chandler, 1990), Chandler a officiellement défini pour la première fois le terme « stratégie » comme suit : «déterminer les objectifs fondamentaux à long terme de l'entreprise, choisir le mode d'action et l'allocation des ressources nécessaires à la réalisation de ces objectifs » (Chandler, 1990, p. 56). Une stratégie est un plan élaboré par une organisation pour atteindre des objectifs à long terme en fonction du positionnement de l'industrie, des opportunités et des ressources. Une stratégie d'innovation définit les objectifs et les domaines d'intervention de l'innovation d'une organisation (Cooper, 2001), aide à coordonner et à guider les actions et à soutenir la prise de décision.

1.2.1 Décision de sélection des concepts

Les activités de la phase amont de l'innovation comprennent l'identification des problèmes ou des opportunités et le processus de sélection et d'évaluation qui en découle (Gassmann et al., 2014). Griffin (1997) subdivise les activités de la phase amont de l'innovation en génération de concepts et évaluation de concepts. Au cours du processus de génération de concepts, divers concepts sont produits qui doivent être évalués selon des critères pertinents. Ce processus est appelé sélection de concepts (Ayağ 2005). Seidel (2007, p. 523) suggère qu'un concept de produit est « une représentation des objectifs du processus de développement », qui peut être considérée comme une déclaration sur la forme, la technique et le bénéfice pour le client (Frishammar & Florén, 2008). La forme est la chose physique à créer, qui peut encore être vague et ne pas être définie avec précision. La technologie est la base de l'innovation. Un concept ne concerne pas seulement la technologie utilisée dans le produit, mais aussi la compréhension des avantages pour les clients. Un nouveau concept ne devient une innovation que s'il est traduit en succès commercial ou s'il est largement utilisé (Trott, 2008, p. 78).

Cooper et Kleinschmidt (1987) ont étudié les entreprises manufacturières canadiennes et ont constaté que la sélection initiale était la plus corrélée avec les performances des nouveaux produits. L'étude montre qu'environ quatre des sept nouvelles idées de produits entrent dans la phase de développement, une moitié est lancée et une seule réussit (Cooper, 2013). 46% des ressources sont allouées à des concepts qui ayant peu de chances de réussite au lancement ou qui n'ont pas produit de rendement financier suffisant (Bhuiyan, 2011). La sélection du concept à la phase amont de l'innovation a toujours été l'une des décisions les plus importantes (Krishnan & Ulrich, 2001). Le but de la sélection conceptuelle est de décider de la mise en œuvre du concept de produit ou de sélectionner les concepts les plus prometteurs parmi les alternatives, afin de s'assurer qu'il y a suffisamment de ressources pour promouvoir la réalisation des concepts ayant davantage de potentiel de succès (Neely et al., 1998). Puisque la phase amont de l'innovation a une telle importance pour l'innovation de produits/services, par conséquent, comment augmenter la capacité d'innovation de produits de l'entreprise en améliorant la gestion de la phase amont de l'innovation afin de gagner l'avantage concurrentiel, tout cela devrait devenir une préoccupation de l'entreprise.

Le choix des concepts à poursuivre à la phase amont de l'innovation est une activité importante (Elmqvist & Segrestin, 2007), mais en même temps c'est une question souvent négligée (Verworn, 2006). Faute de ressources et de soutien (Lee et al., 2012), la plupart des entreprises utilisent des procédures informelles fondées sur l'intuition et l'expérience pour prendre des décisions (Kim & David, 2002; Frishammar & Florén, 2008 ; Lee et al., 2012). Tous les concepts ne peuvent être transformés en nouveaux produits (Yang, 2006a). Certains concepts peuvent être bons mais ne correspondent pas aux objectifs de développement de l'entreprise ou ne sont pas assortis de conditions de ressources correspondantes. Un mauvais choix de concepts peut non seulement augmenter les coûts de développement, mais aussi entraîner des modifications supplémentaires et même compromettre le succès de l'ensemble du processus de l'innovation (Zhu et al., 2015). La construction d'un système efficace de prise de décision joue un rôle essentiel au succès de l'innovation. Cela permet d'éviter que les entrepreneurs

investissent leur temps, leur énergie et leur argent sur des concepts inutiles. Les entreprises doivent renforcer l'évaluation et le choix des concepts innovants au cours de la phase amont de l'innovation et définir clairement l'orientation de conception du développement d'innovation.

Quant à la documentation de recherche sur l'innovation en matière de nouveaux produits, les décisions de sélection précoces des concepts restent un sujet insuffisamment étudié (Jacques & Frédérick, 2016; Yang, 2006a). Cela s'explique par le fait que les premiers développements conceptuels étaient généralement peu normalisés, ce qui rend leur étude plus difficile. La décision de sélection précoce des concepts de produits se situe à la phase amont de l'innovation et constitue une étape critique du processus d'innovation. C'est un problème typique de prise de décision multicritère qui implique un grand nombre de facteurs d'influence. La plupart des études existantes négligent les interdépendances entre les indicateurs de décision (Liang et al., 2013).

1.2.2 Facteurs clés influençant la prise de décisions stratégiques

La décision de sélection précoce des concepts devrait utiliser des systèmes d'indicateurs appropriés et des méthodes d'évaluation efficaces pour analyser et comparer divers concepts créatifs.

Les chercheurs ont fourni des perspectives différentes sur la connotation des indicateurs importants pour l'évaluation des concepts. MacCrimmon et Wagner (1994) ont souligné que la nouveauté du concept du produit est une mesure commune utilisée pour mesurer la qualité des concepts du contexte de la prise de décision en groupe. Selon eux, la nouveauté est rare, ce que personne n'avait exprimé auparavant. Dean et al. (2006) subdivisent encore la définition de la nouveauté, en faisant valoir que la nouveauté ne doit pas seulement signifier la rareté de concept, mais aussi son caractère inhabituel, ingénieux et imaginatif. Shah (2000) a utilisé la

nouveauté (degré inhabituel du concept) et la qualité (degré de satisfaction des besoins) pour évaluer les concepts.

En termes d'utilité, les chercheurs ont présenté différentes compréhensions à partir de différentes perspectives. Besemer et O'Quin (1999) définissent l'utilité comme l'exactitude de solution. MacCrimmon et Wagner (1994) et Dean et al. (2006) décrivent l'utilité comme la pertinence impliquant l'applicabilité au problème en question. Frishammar et Florén (2008) affirment que l'utilité d'un concept est évaluée en fonction de son applicabilité au problème et de son efficacité à le résoudre. Shah (2000) définit la nouveauté comme le degré d'inhabitualité d'un concept et utilise le terme qualité pour décrire l'utilité d'un concept, c'est-à-dire la mesure dans laquelle il satisfait à un besoin.

Un concept clair permet de déterminer plus facilement s'il vaut la peine d'être exploré plus avant (Khurana & Rosenthal, 1997). Khurana et Rosenthal (1997) définissent cet attribut comme l'intégralité conceptuelle. MacCrimmon et Wagner (1994) l'appellent exhaustivité, tandis que Dean et al. (2006) la définissent comme spécificité. Comme il s'agit d'un concept précoce dans la phase amont de l'innovation, il se peut qu'il ne soit pas suffisamment élaboré ni complet. Cependant, il est important que le concept soit clair et détaillé pour que les décideurs puissent le comprendre (Frishamar & Floren, 2008). Selon Frishammar et Florén (2008), les nouveaux concepts réussis sont ceux qui permettent d'identifier clairement les besoins des clients et de résoudre efficacement leurs problèmes. Certains des mêmes indicateurs existent avec des définitions différentes. Les définitions divergentes de ces termes par les chercheurs ont conduit à une augmentation de termes connexes dans la littérature, ce qui peut entraîner des incohérences entre les évaluateurs. Enfin, elles rendent difficile la comparaison et la généralisation des résultats de différentes études.

Cooper (2013) identifie 35 facteurs de risque qui influencent le succès ou l'échec des projets à partir de sept aspects: une base technologique solide, un bon soutien financier, un système de gestion robuste pour le développement de nouveaux produits, d'excellentes techniques

d'analyse du marché, une stratégie de concurrence différenciée, des canaux de distribution qui fonctionnent bien et une planification publicitaire créative. Yang (2016) a réalisé une analyse de l'environnement du projet de nouveau produit et a établi un système d'indicateurs d'évaluation des risques pour les projets en se basant sur cinq aspects : la capacité de l'entreprise (capacité de R&D de nouveaux produits, capacité de vente, capacité d'organisation et de gestion), les facteurs de marché (consommateurs, environnement de marché, environnement économique), les concurrents (nouvelles sources, niveau et leur force), les avantages sociaux (barrières à l'entrée sur le marché, conformité aux normes nationales, établissement de nouveaux produits) et les facteurs de croissance (facteurs de marché, concurrence sur le marché international, rentabilité). La plupart des recherches disponibles se sont concentrées sur la sélection des projets aux phases aval du processus de l'innovation. Les recherches existantes manquent d'un cadre analytique général pour la sélection précoce des concepts de produits à la phase amont de l'innovation.

La décision de sélection des concepts fait partie de décisions stratégiques. Elbanna (2006) souligne la nécessité d'un examen des facteurs qui influent sur la prise de décisions stratégiques. Hitt et Tyler (1991) affirment que l'intégration des différents facteurs qui influencent la prise de décision peut conduire à une meilleure prise de décision stratégique. Montoya et Driscoll (2000) soutiennent que la capacité de tenir compte à la fois de l'influence de nombreux facteurs et du rôle des facteurs clés est essentielle à la prise de décision en matière de choix de concepts novateurs.

Kumar et al. (2012) a étudié la nécessité et le contenu principal de l'analyse de l'environnement du marché dans la prise de décision stratégique de l'entreprise. Rao (2007) a constaté qu'en étudiant les facteurs influençant le risque stratégique dans plus de cent entreprises basées à Dubaï, trois facteurs: le macro environnement dans lequel l'entreprise fait affaire, l'environnement de l'industrie et son propre statut organisationnel peuvent avoir un impact significatif sur les décisions de l'entreprise en matière de risque. Harris et al (2016) affirment également que l'environnement interne et externe de l'entreprise sont les principaux facteurs influençant les décisions stratégiques.

Herstatt et al. (2006) effectue une étude exploratoire sur les activités typiques pendant la phase amont de l'innovation dans 28 projets d'innovation de 27 entreprises japonaises et allemandes. Les résultats montrent l'importance des critères techniques et économiques pour évaluer un concept. Il serait plus avantageux d'atteindre les objectifs du projet s'il était possible de réduire avec succès l'incertitude liée au marché ou à la technologie au début de l'innovation. Kaplan et Norton (1996) affirme que de simples indicateurs financiers tels que le rendement des actifs ne reflètent pas les compétences relatives et la création de valeur durable d'une entreprise. Chen et Jing (2009) souligne l'importance de l'investissement financier pour le succès du processus de l'innovation. L'absence de financement en temps voulu peut entraîner l'arrêt des activités de l'innovation, la valeur de la technologie se dépréciant au fil du temps, voire étant dépassée par des concurrents ultérieurs, l'investissement initial est gaspillé.

En raison des ressources limitées, les entreprises doivent souvent faire des choix quant à la priorité d'allocation des ressources lorsqu'elles pratiquent l'innovation. Dobni (2008) affirme que sans ressources, les entreprises sont incapables d'innover. Le manque de ressources financières, technologiques et de ressources d'information peut faire peser des risques sur le processus de l'innovation de l'entreprise. Mavi & Standing (2018) souligne l'importance des indicateurs financiers pour les entreprises.

L'étude de Kumar et al. (2012) révèle que les choix de stratégie organisationnelle sont influencés par les facteurs de l'environnement de marché tels que les concurrents et la demande des consommateurs, et qu'il existe une corrélation avec la complexité de l'environnement de marché de l'industrie et la rareté des ressources. L'objectif de la sélection précoce des concepts consiste à concentrer les ressources limitées sur les concepts qui ont le plus de chances de réussir. Il est donc important de veiller à ce que les ressources soient utilisées efficacement pour obtenir des rendements plus élevés avec un risque moindre.

Selon Zhang (2014), les critères de décision devraient suivre des principes de faisabilité, des principes d'efficacité qui incluent des retombées économiques et des principes d'adaptabilité qui représentent l'adaptation à la demande du marché. Il pense qu'un bon concept devrait être nouveau et imaginaire par rapport aux concepts existants, et que ce concept devrait également résoudre les problèmes rencontrés par les clients. Jain (2001) affirme ensuite qu'en plus des facteurs technologiques, les facteurs liés à l'environnement du marché sectoriel et aux concurrents devraient également être mesurés dans le système d'indicateurs d'évaluation des décisions stratégiques des entreprises. Selon Cooper (2001), le degré d'adéquation entre le projet et le marché ou la technologie stratégiquement ciblés devrait être le premier critère pour évaluer des projets innovants.

Selon Porter (Porter, 2008), la menace d'entrants potentiels sur le marché a de l'impact sur le coût et le revenu d'investissement du processus de l'innovation. La compréhension de la tendance de développement de l'industrie peut aider les entrepreneurs à faire un jugement adéquat sur l'opportunité d'entrer dans ce secteur (Grundy, 2006). En d'autres termes, « il ne suffit pas de proposer un concept brillant. Vous devez le placer sur le bon marché pour en tirer profit » (Robbins & Coulter, 2012).

La clé de la stratégie est un équilibre entre les objectifs et les capacités, et ce n'est que lorsque cet équilibre est atteint que la stratégie peut réussir (Gaddis, 2019). La clé de la prise de décision est le choix (Uzonwanne, 2016), parce que les organisations peuvent toujours s'engager dans de nombreuses activités différentes afin d'atteindre le même objectif. Ces alternatives ont plus ou moins de différences dans les besoins en ressources, les résultats possibles et les niveaux de risque (Long, 2010). Par conséquent, choisir n'est pas simplement une option, c'est une nécessité. L'innovation est un phénomène multidimensionnel. Une évaluation doit être prise en compte sous de multiples angles et à différents niveaux (Meinel et al., 2020) les indicateurs financiers et non financiers, tels que les clients et les marchés, doivent être pris en compte ; les objectifs à court terme de l'organisation et sa stratégie à long terme doivent être considérés. Un système complet d'indicateurs pour la sélection des concepts

précoces fournira l'assurance d'une mise en œuvre réussie des décisions relatives aux concepts précoces innovants.

Les études pertinentes mentionnées ci-dessus ont montré que les aspects de l'environnement concurrentiel externe, les opportunités industrielles, la situation concurrentielle, les ressources et capacités internes de l'entreprise et les indicateurs financiers sont des facteurs importants à la construction d'un système d'index d'évaluation des décisions stratégiques. La clé de la gestion stratégique est de parvenir à un équilibre entre les différents éléments de la prise de décision stratégique.

1.2.3 Approches décisionnelles

La prise de décision peut être divisée en trois modes en fonction du degré de rationalité : mode de prise de décision rationnelle, mode de rationalité bornée et mode de prise de décision intuitive.

Le modèle de décision rationnelle est développé à partir de l'économie classique. Au modèle de prise de décision rationnelle, les décideurs s'efforcent d'optimiser la prise de décision en choisissant la meilleure solution possible. Selon Scott (2000), les modèles de décision rationnels conviennent mieux à certaines décisions de routine. La théorie de la rationalité bornée (Simon, 1955) provient du lauréat du prix Nobel Herbert Simon. La théorie veut que la rationalité de l'individu est limitée par ses capacités cognitives, les contraintes de temps et les informations incomplètes (Cristofaro, 2017). Contrairement au principe de l'économie classique, Simon (1997) insiste sur le fait que les décideurs ne cherchent pas à maximiser leur profit mais suivent le principe de la satisfaction lorsqu'ils prennent des décisions. La théorie de la rationalité bornée de la prise de décision affirme qu'en réalité, les choix décisionnels de l'homme sont limités par de nombreux facteurs et ne peuvent être totalement rationnels. Il pensait que les décideurs prendront les décisions qui satisfont leurs critères les plus importants,

tout en sacrifiant les autres critères. Ainsi les décideurs recherchent une solution satisfaisante plutôt qu'optimale (Greenacre, Gross, & Speirs, 2012).

Cooper et al. (1995) affirment que les gestionnaires utilisent l'intuition lorsqu'ils prennent des décisions stratégiques en raison de la capacité cognitive limitée des décideurs. La prise de décision intuitive est une forme de prise de décision qui se construit à partir d'expériences personnelles, de sentiments et de jugements individuels (Burke et Miller, 1999), comme le montre le Tableau 1.2.

Tableau 1.2 Prise de décision d'intuition
Tiré de Burke & Miller (1999, p. 3)

Décisions à l'initiative de l'affect	Les gestionnaires prennent des décisions en fonction des sentiments ou des émotions
Décisions basées sur les valeurs ou l'éthique	Les gestionnaires prennent des décisions en fonction des valeurs éthiques ou de sa culture/de la culture de l'entreprise
Décisions basées sur l'expérience	Les gestionnaires prennent des décisions en fonction de leurs expériences précédentes
Traitement mental subconscient	Les gestionnaires utilisent l'esprit subconscient pour les aider à prendre une décision.

Décisions cognitives	Les gestionnaires prennent des décisions en fonction des compétences, des connaissances et de la formation qu'ils possèdent (de leur formation)
----------------------	---

Dans la pratique, la prise de décision intuitive est plus utilisée lorsque le temps et la situation rendent impossible la collecte d'informations et de données supplémentaires. Ce mode de prise de décision présente l'avantage d'être rapide et souple. Les connaissances, l'expérience et la perspicacité des décideurs influent sur l'efficacité des décisions intuitives.

Yakka (1986) a analysé l'importance de combiner intuition et raison dans la prise de décision stratégique. La prise de décision intuitive est un processus rapide d'analyse, de rétroaction, de jugement, et de décision du cerveau humain (Ran, 2019). Dans un environnement incertain et complexe, la connaissance personnelle, l'imagination et le pouvoir de calcul sont limités. Les jugements intuitifs peuvent causer des erreurs sans l'aide de méthodes d'évaluations appropriées. Sur le marché très concurrentiel d'aujourd'hui, il est risqué de prendre des décisions importantes en se basant uniquement sur l'intuition, l'analyse rationnelle est donc importante. Une intuition efficace repose sur une réflexion rationnelle et une reconnaissance de la nature du problème. Les décisions intuitives ne peuvent produire de bon résultats que si elles sont combinées à l'approche rationnelle (Kumar et al. , 2012). Les décisions intuitives peuvent aller de pair avec des décisions rationnelles bornées. Au cours du processus de prise de décision, les managers utilisent l'expérience intuitive pour identifier les problèmes, combinent le raisonnement logique pour les clarifier, et combinent l'expérience intuitive pour synthétiser les informations du processus de collecte et d'analyse des informations (Cristofaro, 2017).

1.3 Quelle méthode de prise de décision choisir ?

Dans le domaine de la gestion, il existe des outils et des méthodes qui peuvent aider à prendre des décisions plus efficaces, y compris la méthode du « brainstorming », la méthode delphi, la méthode data envelopment analysis (DEA); la méthode de la technique pour l'Ordre de

Préférence par similarité de Solution Idéale (TOPSIS), la méthode de l'analyse hiérarchique (AHP), la méthode d'analyse en réseau (ANP), la méthode de laboratoire d'évaluation et de processus de décision (DEMATEL), la méthode de l'évaluation globale floue (FCE), etc. Les différentes méthodes de prise de décision ont différents champs d'application.

1.3.1 Méthode Delphi

La technique Delphi (Fink-Hafner et al., 2019) est une méthode de prise de décision d'experts proposée en 1950 par la corporation RAND aux États-Unis. La technique Delphi suggère que les jugements de groupe et la quantité d'informations seront supérieurs aux jugements individuels. La méthode a sélectionné et invité des experts ayant effectué des études ou ayant une expérience pertinente à répondre anonymement aux questions relatives à la prise de décision. Les avis recueillis sont ensuite rassemblés en un avis combiné et transmis anonymement aux experts, qui sont à nouveau consultés et commentés. Chaque expert modifie son avis initial en fonction de l'avis combiné, puis l'agrège à nouveau. Après plusieurs cycles, on obtient des résultats de prévision relativement cohérents, ce qui permet de prendre de très bonnes décisions (Fink-Hafner et al., 2019).

Cette méthode nécessite plusieurs cycles de retour d'information. Pour chaque retour, les experts peuvent mener une étude approfondie, de sorte que le résultat final reflète essentiellement les idées de base de l'expert et sa connaissance de l'information; le résultat est plus objectif et crédible. La méthode Delphi est une méthode typique de prise de décision en groupe. Grâce à la communication et à l'échange en groupe, la méthode Delphi est un moyen efficace de résoudre des problèmes non structurés en exploitant pleinement les connaissances, l'expérience et la sagesse des experts humains.

Le nombre d'experts est généralement de 10 à 20 personnes par groupe (Liao, 2007). La méthode de l'anonymat permet également d'éliminer les confusions et les inquiétudes inutiles

suscitées par les discussions en face à face et de rendre les réponses des experts participants plus rationnelles.

1.3.2 Analyse de l'enveloppement des données

L'analyse de l'enveloppement des données (AED) est une technique de mesure des performances qui a été proposée en 1978 par Charnes, Cooper, et Rhodes (1988). Cette méthode mesure la performance de l'organisation en comparant l'efficacité relative des «unités» qui effectuent des tâches similaires, produisant ainsi des scores d'efficacité pour les « unités » analysées.

Actuellement, cette méthode est largement utilisée dans les banques, les hôpitaux, les compagnies aériennes, les services gouvernementaux, etc. (Guan et al.,2006). Par exemple, les banques peuvent utiliser cette méthode pour comparer l'efficacité relative des différentes succursales afin de s'assurer que chaque succursale atteint une performance optimale (Mamadi & Makhdut, 2020). Mais l'utilisation de cette méthode nécessite la possession et le traitement d'un grand nombre de données relatives à l'organisation. Les résultats de l'évaluation ne reflètent que l'efficacité relative des unités d'évaluation et ne donnent pas une indication réelle du développement.

1.3.3 Technique pour l'ordre de préférence par similarité de solution idéale

La méthode TOPSIS est l'acronyme de «Technique pour l'Ordre de Préférence par similarité de Solution Idéale ». La méthode TOPSIS, développée par Hwang and Yoon en 1981(Hwang & Yoon, 1981), est une méthode d'aide à la décision multi-critère (MCDM).

La méthode TOPSIS construit l'alternative idéale et l'alternative négative idéale pour des problèmes de décision. La méthode suppose que l'alternative idéale est la meilleure alternative

qui satisfasse tous les critères. L'alternative négative idéale est inverse, c'est-à-dire l'alternative la plus mauvaise qui est impropre à tous les critères.

Deux critères d'évaluation, proche de l'alternative idéale positive et éloigné de l'alternative négative idéale, ont été utilisés afin de sélectionner la meilleure alternative selon la méthode TOPSIS (Hwang et Yoon, 1981).

L'approche TOPSIS utilise la distance comme critère pour évaluer les alternatives. La règle pour classer les alternatives est de les comparer avec l'alternative idéale et l'alternative négative idéale. Si l'une des alternatives à sélectionner est la plus proche de l'alternative idéale et en même temps éloignée de l'alternative négative idéale, elle est donc la meilleure des alternatives. Cependant, cette méthode ne permet pas d'identifier l'importance relative des alternatives à sélectionner. L'alternative idéale et l'alternative négative idéale représentent les situations extrêmes que l'on s'efforce de rechercher et que l'on s'efforce d'éviter dans la prise de décision (Shih et al., 2007). Lorsque les données d'une dimension doivent être aussi grandes que possible et qu'une autre dimension doit être aussi petite que possible, il est facile de créer une confusion de jugement.

1.3.4 Méthode de l'analyse hiérarchique

L'analyse hiérarchique (AHP) a été proposée en 1971 par le professeur Thomas L. Saaty de l'université de Pittsburgh. La méthode AHP est un moyen de quantifier les jugements subjectifs des gens (Hu, 2005). Selon Saaty (2008), la méthode AHP peut être utilisée pour les 12 types de problèmes suivantes :

- Planifier ;
- Générer un ensemble d'alternatives ;
- Établir des priorités ;
- Choisir une meilleure alternative;
- Allouer des ressources ;

- Déterminer les exigences ;
- Prédire l'évaluation des résultats / risques ;
- Concevoir des systèmes ;
- Mesurer la performance ;
- Assurer la stabilité d'un système ;
- Optimiser ;
- Résoudre le conflit.

La méthode décompose les éléments pertinents de la décision en niveau cible, niveau de critères et niveau de solutions, classe les avantages et les inconvénients des solutions selon le jugement des décideurs, puis effectue une analyse qualitative et quantitative selon cette base (Huang & Gardoni, 2020a).

L'AHP comporte quatre étapes, comme indiqué ci-dessous :

- Étape 1: Décomposer le problème à analyser en une structuration hiérarchique.
- Étape 2: Comparer les éléments de la hiérarchie par paires.
- Étape 3: Déterminer les priorités des actions.
- Étape 4: Vérifier la cohérence logique.

Avec son caractère pratique et son efficacité face à des problèmes complexes de prise de décision, la méthode a rapidement acquis une reconnaissance mondiale (Hussey, 2014). Cependant, cette méthode présente aussi certaines limites. AHP ne permet pas d'interactions, d'interdépendance et de feedback des différents éléments entre le niveau plus élevé et le plus bas (Ayağ & Özdemir, 2009). L'AHP ne s'applique que lorsque les éléments d'évaluation sont indépendants les uns des autres.

1.3.5 Méthode d'analyse en réseau

Pour analyser et évaluer des problèmes complexes, le professeur Saaty a proposé la méthode de l'analyse des réseaux (ANP) basée sur l'AHP. Étant donné que l'ANP tient compte des relations complexes telles que la rétroaction et la dépendance entre les facteurs, elle est plus apte à refléter la réalité des problèmes complexes. Elle est considérée comme un outil de prise de décision plus pratique que l'AHP (Tadić et al., 2014).

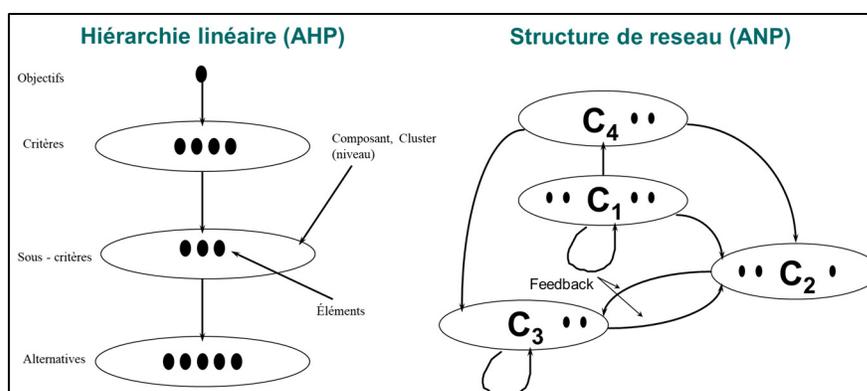


Figure 1.3 Comparaison de la hiérarchie et du réseau
Tirée de Saaty (2004, p. 5)

Les différences entre la structure hiérarchique construite pour l'AHP et la structure de réseau construite pour l'ANP sont présentées dans la Figure 1.3. L'AHP utilise une structure linéaire, dans laquelle les éléments du même niveau sont considérés comme indépendants les uns des autres. Cette structure multi-hiérarchique facilite le traitement des problèmes, mais limite également son application aux problèmes complexes de prise de décision (Permadi et al., 2019). En 1996, Saaty a proposé une méthode d'analyse en réseau (ANP) basée sur l'analyse hiérarchique (AHP). L'ANP prend en compte les relations d'association ou de rétroaction qui existent entre les éléments. L'ANP reflète et décrit les problèmes de prise de décision de manière plus réaliste que l'AHP. Contrairement à la structure hiérarchique de l'AHP, l'ANP utilise une structure de réseau avec des relations de dépendance et de rétroaction (Saaty, 2004). Elle tient compte des liens et de l'influence des facteurs dans un problème complexe et

constitue donc une approche de prise de décision plus efficace et plus pratique. Les différentes relations d'interaction sont représentées par des flèches (Saaty & Vargas, 2006). Les flèches de C4 à C2 de la Figure 1.3 indiquent que les éléments de C2 affectent les éléments de C4. Les boucles d'une grappe représentent les dépendances internes des éléments de ce groupe.

La comparaison des méthodes AHP et ANP est présentée en Annexe II. Il existe des similitudes entre ANP et AHP dans la mesure où la base théorique des deux est fondée sur des matrices de décision comparatives par paire. L'ANP est une amélioration et une extension de la méthode AHP (Liang et al., 2013). Les différences entre les deux méthodes se reflètent principalement dans les deux aspects suivants : l'un étant la construction du modèle de système et l'autre la construction de la matrice de jugement. La structure du modèle de système de l'ANP est beaucoup plus complexe que celle de l'AHP ; le modèle de système de l'AHP est une hiérarchie progressive. La structure AHP est relativement simple et facile à modéliser. L'ANP regroupe les éléments du problème pour former des groupes d'éléments, et l'ANP construit une structure de réseau comportant une circulation et une interdépendance internes (Lee et al., 2010). En effet, dans les problèmes de décision réels, les éléments du système interagissent souvent et dépendent les uns des autres, ce qui donne lieu à une structure complexe de réseaux imbriqués. L'ANP tient compte des liens et de l'influence des facteurs d'un problème complexe. L'ANP est mieux adaptée à la résolution du problème de prise de décision de systèmes complexes.

Pour construire la matrice de jugement, la méthode AHP construit une matrice de jugement de comparaison deux par deux en comparant l'importance de chaque élément de même niveau par rapport à un critère du niveau supérieur, puis calcule les racines caractéristiques pour obtenir le poids de chaque élément (Mavi & Standing, 2018). L'analyse de la hiérarchie des réseaux, quant à elle, calcule le poids en construisant des supermatrices (Permadi et al., 2019). La matrice de jugement construite par la méthode AHP est plus simple et plus facile à calculer, tandis que la supermatrice construite par la méthode ANP est complexe et nécessite des calculs intensifs.

1.3.6 Méthode DEMATEL

La méthode DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory), proposée en 1971 par le laboratoire Battelle Memorial Institute de Genève, est une méthode efficace d'analyse et d'identification des relations factorielles à l'aide de la théorie des diagrammes et d'outils matriciels (Falatoonitoosi et al., 2014).

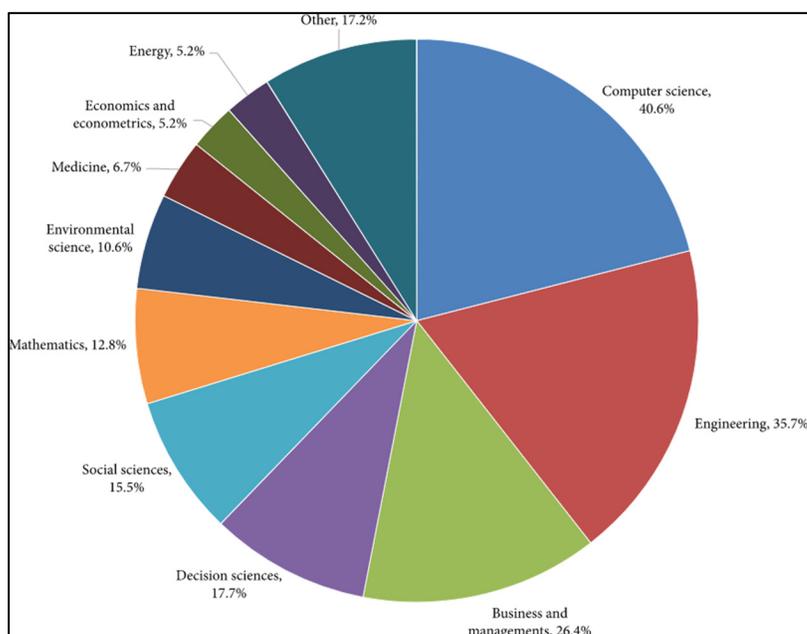


Figure 1.4 Distribution des articles en fonction du domaine d'application
Tirée de Si et al. (2018, p. 2)

En raison des avantages de la méthode DEMATEL pour l'étude des interactions (directes et indirectes) entre les facteurs (Si et al., 2018), elle est maintenant appliquée à la résolution des problèmes systémiques complexes dans divers domaines (voir Figure 1.4). En particulier, elle est plus efficace pour les systèmes où les relations entre facteurs sont incertaines. De nombreux chercheurs ont étudié DEMATEL, par exemple, Shafiee et al. (2014) réalisent une étude d'évaluation des performances de la chaîne d'approvisionnement combinant les méthodes BSC (tableau de bord équilibré) et DEMATEL. Hsieh et Yeh (2015) ont appliqué la méthode

DEMATEL pour étudier les relations de cause à effet des facteurs influençant la qualité des services dans les restaurants de restauration rapide.

La méthode DEMATEL calcule le degré d'influence et le degré d'être influencé par chaque facteur en analysant la relation entre les facteurs du système et en construisant une matrice de relation pour chaque facteur. Ensuite, les dépendances entre les indicateurs et leur importance dans le système sont déterminées et les principaux facteurs d'influence du système sont ainsi identifiés.

1.3.7 Méthode d'évaluation globale floue

La théorie des ensembles classiques considère qu'un élément appartient ou non à un ensemble. Dans la pratique, le processus de jugement humain comporte souvent de nombreuses ambiguïtés qu'il est difficile de mesurer uniformément à l'aide de la théorie des ensembles classiques. Lotfi A. Zadeh (1978) a introduit dans sa thèse « fuzzy set » la théorie des ensembles flous qui reflète l'ambiguïté du processus de décision.

La méthode d'évaluation globale floue (FCE) utilise des mathématiques floues pour faire une évaluation globale de choses ou d'objets influencés par de multiples facteurs (Huang et Gardoni, 2020a). Cela permet de transformer une évaluation qualitative en une évaluation quantitative. Cette méthode permet de mieux résoudre des problèmes vagues et difficiles à quantifier. Elle est donc adaptée à la résolution de divers problèmes non déterministes.

1.3.8 Résumé des méthodes de décision

Les points marquants des différentes méthodes de décision sont les suivants :

- Il est difficile d'identifier efficacement les différences relatives aux préférences de décision à cause des différences quant aux préférences des experts lorsqu'on utilise uniquement la méthode Delphi pour la prise de décision.

- L'AHP exige que les éléments d'évaluation soient indépendants les uns des autres et ne correspondent pas à la situation de notre problème de décision.
- La méthode AED est plus adaptée à l'évaluation post-projet qu'à la prise de décision préalable.
- La méthode TOPSIS requiert du décideur qu'il définisse chaque fonction de préférence, et il n'existe pas d'approche spécifique de la pondération.
- Bien que la méthode DEMATEL puisse être utilisée pour analyser les relations d'impact entre les indicateurs, elle ne peut pas déterminer les pondérations de chaque indicateur.
- La méthode ANP tient compte de l'interdépendance entre les indicateurs et améliore l'exactitude du jugement sur l'importance relative des facteurs. Cependant, la méthode ANP ne peut pas être adaptée à un scénario où les facteurs d'influence sont nombreux. Une condition préalable à l'utilisation de la méthode ANP est une identification raisonnable des relations d'impact spécifiques entre les indicateurs. En raison de la relation d'interdépendance entre les facteurs, lors de la construction de matrice de jugement de comparaisons par paires, un trop grand nombre de facteurs du système d'indicateurs peut entraîner des erreurs et une confusion dans le jugement des évaluateurs.

Évaluer correctement la valeur des concepts et choisir ceux qui répondent aux besoins de l'entreprise est un grand défi (Magnusson et al., 2014). Le tableau suivant (Tableau 1.3) présente les principales caractéristiques des méthodes.

Tableau 1.3 Analyse des avantages et inconvénients des méthodes d'évaluation

Méthodes de prise de décision	Avantages	Inconvénients/Champ d'application
Brainstorming	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de compléter et d'améliorer continuellement les conseils en matière de prise de décisions • Prendre des décisions en groupe ; • Simple à utiliser . 	<ul style="list-style-type: none"> • Demander une connaissance relativement approfondie des problèmes de prise de décision • Être coûteuse en temps
Delphi	<ul style="list-style-type: none"> • Permettre aux experts de réfléchir indépendamment sans avoir à se réunir en personne (Dalkey and Helmer, 1963) • Enrichir les opinions pour certains experts par le feedback de Delphi (Dalkey and Helmer, 1963) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de conseils sur l'interprétation et l'analyse des résultats
AED	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliser les unités performantes comme des repères pour évaluer les unités inefficaces • Les entrées et les sorties (Inputs and outputs) peuvent avoir différentes unités de mesure. 	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer uniquement l'efficacité relative et non l'efficacité absolue ou maximale • Un grand nombre de formules de programme linéaire peut causer un processus d'unités des décisions fastidieuses
TOPSIS	<ul style="list-style-type: none"> • Indiquer simultanément les valeurs scalaires des meilleures et des pires alternatives • Possibilité de visualisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Les pondérations des indicateurs ne sont pas fournies • L'alternative idéale et l'alternative idéale négative représentent les situations extrêmes
AHP	<ul style="list-style-type: none"> • Hiérarchiser et quantifier le processus de la pensée humaine 	<ul style="list-style-type: none"> • Structure linéaire descendante, sans rétroaction des niveaux inférieurs vers des niveaux supérieurs • Les éléments sont considérés comme indépendants les uns des autres
ANP	<ul style="list-style-type: none"> • Mettre en place une structure de réseau avec des relations de dépendance et de rétroaction 	<ul style="list-style-type: none"> • La construction de la matrice de jugement est longue et complexe • Nécessité de clarifier les relations entre les différents facteurs et envisager une simplification des relations.
DEMATEL	<ul style="list-style-type: none"> • Analyser efficacement l'interaction entre différents facteurs (directs et indirects) • Visualiser les relations entre les facteurs 	<ul style="list-style-type: none"> • La pondération relative des critères n'est pas prise en compte • Mauvaise performance en ce qui concerne la prise en compte de l'ambiguïté
FCE	<ul style="list-style-type: none"> • Quantifier efficacement les facteurs flous et imprécis du processus décisionnel 	<ul style="list-style-type: none"> • Lorsque les indicateurs de décision sont nombreux, les résultats des calculs peuvent être trop proches les uns des autres, ce qui crée une hyper ambiguïté.

Chaque méthode a ses propres avantages et son champ d'application n'est pas identique. La plupart des méthodes conservent l'hypothèse commune d'une relation d'indépendance entre les indicateurs de décision (Hsu et al., 2013). Cependant, l'hypothèse d'une telle structure

linéaire simplifie à l'excès la situation réelle. Les relations non linéaires (interactions et rétroaction) entre les critères doivent être prises en compte, car chaque action pourrait affecter et être affectée par d'autres actions (Pessanha & Prochnik, 2006). En raison de la complexité des décisions relatives à la sélection des concepts, il est nécessaire d'envisager la sélection et l'intégration de plusieurs méthodes de décision afin de pallier les insuffisances d'une seule méthode. En combinant et en intégrant deux ou plusieurs méthodes, nous pouvons obtenir un effet de complémentarité entre les forces et les faiblesses de chacune. Le niveau et la précision de l'évaluation peuvent être améliorés. Deuxièmement, grâce à la combinaison et à l'intégration de diverses méthodes, les attributs de l'objet d'évaluation peuvent être décrits sous différents angles, ce qui permet d'obtenir un résultat d'évaluation plus complet et plus objectif.

1.4 Conclusion du chapitre 1

Ce chapitre passe en revue le processus d'innovation, la décision de sélection des concepts ainsi que certains des indicateurs de décision existants et des méthodes de décision existantes pour mesurer la sélection des concepts innovants. Le chapitre aborde également l'importance des décisions de sélection précoce des concepts pour l'innovation et les lacunes des résultats des recherches existantes. Enfin, les avantages et le champ d'application des différentes méthodes de prise de décision sont analysés afin d'établir une base de recherche des chapitres suivants pour la construction d'un processus décisionnel approprié en matière de sélection précoce des concepts.

CHAPITRE 2

CONCEPTION D'UN SYSTÈME D'INDICATEURS DE DÉCISION POUR LA SÉLECTION DES CONCEPTS DE PRODUITS AU STADE PRÉCOCE DE L'INNOVATION

Ce chapitre utilise un questionnaire, une analyse factorielle et une analyse de régression multiple pour analyser les facteurs clés des décisions de sélection précoce des concepts innovants. Tout d'abord, les hypothèses de recherche sur les facteurs clés de la décision de sélection précoce de concepts ont été proposés selon l'analyse de la littérature, et des questionnaires ont été conçus et distribués. Ensuite, la fiabilité et la validité des données recueillies à partir des questionnaires ont été testées, des statistiques descriptives et une analyse de corrélation ont été réalisées. Enfin, une analyse de régression a été effectuée pour vérifier les hypothèses de recherche proposées dans cette étude. Les indicateurs non significatifs des résultats de régression ont été exclus en fonction des résultats des analyses de régression pour construire un système d'indicateurs des facteurs clés des décisions de sélection précoce des concepts.

2.1 Principes de sélection des critères

Le choix précoce des concepts d'innovation est un processus décisionnel complexe. L'objectif est l'évaluation de différents concepts de produits pendant la phase amont de l'innovation, où les coûts des activités d'innovation sont relativement faibles, afin de ne retenir que les concepts de produits ayant une probabilité relativement élevée de réussite commerciale lors de la phase aval du processus d'innovation. En d'autres termes, le concept présentant une supériorité intégrée élevée est sélectionné. La sélection des concepts présentant une supériorité intégrée élevée nécessite une réflexion globale des opportunités et des défis du marché, ainsi que des forces et des faiblesses des ressources et des capacités internes d'une entreprise.

La construction d'un système efficace de prise de décision de sélection joue un rôle essentiel au succès du processus d'innovation. Cela permet d'éviter que les entrepreneurs n'investissent leur temps, leur énergie et leur argent sur des concepts inutiles, plaçant ainsi l'entreprise dans une position avantageuse quant à la concurrence féroce du marché.

Au cours de la phase amont de l'innovation (avant que le coût du développement de l'innovation ne soit élevé), une évaluation globale peut être effectuée sur la base du système de décision d'évaluation afin d'obtenir une supériorité intégrée de concepts. La supériorité intégrée conceptuelle reflète la capacité d'une organisation à se développer durablement sur un cycle stratégique. Au cours du processus de synthèse systématique des facteurs visant à maximiser les avantages globaux, les différentes ressources, les facteurs avantageux, les opportunités de développement et les conditions favorables à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisation ne sont pas simplement additionnés de manière désordonnée. Les facteurs n'existent pas et ne fonctionnent pas isolément, mais interagissent, se contraignent et sont interdépendants.

La construction d'un système de critères de décision aura un effet direct sur la précision et l'efficacité des décisions concernant le choix précoce des concepts de produits. Keeney et al. (1993) suggèrent que cinq principes doivent être respectés lors de la sélection des critères: exhaustivité, opérationnalité, décomposabilité, non-redondance et taille minimale. Notre étude suit les principes susmentionnés et construit un système d'indicateurs pour la décision de sélection précoce des concepts. Tout d'abord, les indicateurs de décision doivent inclure autant que possible tous les aspects liés aux objectifs de décision afin de garantir son exhaustivité (Tzeng & Huang, 2011). Nous avons mené une étude sur la littérature de recherche pertinente dans le domaine de la décision précoce des concepts de produits. En prenant les mots-clés suivants : « critères de sélection de concepts », « critères de décision », « critères d'évaluation », « principaux facteurs d'échec de l'innovation », « principaux facteurs de réussite de l'innovation », « méthode de décision », « méthode multi-critères », en tant que mots-clés de recherche, nous avons cherché les bases de données tels que ProQuest, Elsevier

Science et Springer dans les domaines de recherche sur la décision de sélection des concepts de nouveaux produits.

La sélection conceptuelle précoce des indicateurs de décision doit être effectuée selon la nécessité de refléter la stratégie et de créer un avantage concurrentiel pour l'organisation. L'identification des facteurs critiques de succès qui influencent la réussite d'une organisation commerciale est importante pour la construction d'indicateurs d'impact des décisions. Selon Crawford (1994), les facteurs clés du succès de la phase amont de l'innovation de produits sont les suivants: 1) les opportunités doivent être combinées aux ressources et aux techniques de production de l'entreprise; 2) le marché doit être en développement ou présenter des possibilités de croissance; 3) le développement du produit doit être soutenu par la direction. Le professeur Cooper (2008) a constaté que les facteurs clés contribuant au succès du processus d'innovation sont les avantages uniques de concept du produit, un positionnement précis sur le marché, une définition claire du produit à un stade précoce et la réduction des cycles et des délais de commercialisation. Hart et al. (2003) indique que les critères de réussite du processus de l'innovation peuvent être divisés en facteurs financiers et non financiers. Gerben et al. (2003) a examiné 43 articles sur les facteurs qui sous-tendent le succès et l'échec des projets innovants. Les résultats montrent que la faisabilité technique et commerciale renforceront le succès du processus de l'innovation. Rothwell (1994) indique que des délais de livraison plus courts peuvent permettre aux entreprises d'obtenir des avantages concurrentiels à long terme, tels que des parts de marché plus élevées, des profits, etc.

L'analyse documentaire montre que la formation de la supériorité stratégique d'un concept découle principalement des aspects suivants : un bon concept innovant présente un fort attrait pour les futurs clients. Cela permet d'être facilement accepté par les clients. Le succès du lancement d'un nouveau produit est grandement amélioré si l'entreprise propose un produit efficace que la concurrence n'a pas et qui satisfait aux besoins des clients mieux que la concurrence. Ensuite, il convient de se positionner sur un marché attrayant. La sélection du

marché concurrentiel est le principal problème rencontré par les entreprises lorsqu'elles choisissent une stratégie de marché concurrentielle.

La clé de la prise de décision stratégique consiste à trouver un équilibre entre l'environnement concurrentiel externe, les opportunités du secteur, la situation concurrentielle, les ressources et capacités internes de l'entreprise, les indicateurs financiers et autres. Cependant, dans la pratique, si trop d'indicateurs d'évaluation sont mis en place pour chaque ventilation dimensionnelle, les indicateurs peuvent facilement se contredire et mener à une situation où les objectifs d'évaluation ne sont pas clairs, ce qui va finalement à l'encontre des objectifs d'évaluation équilibrés et cohérents. Les professeurs Kaplan et Norton (1996) suggèrent que le nombre total d'indicateurs ne devrait pas dépasser 20.

2.2 Critères des décisions de sélection précoce des concepts

Les entreprises doivent renforcer l'évaluation et le choix des concepts innovants au cours de la phase amont de l'innovation et définir clairement l'orientation de conception du développement d'innovation. La sélection des indicateurs d'évaluation doit être basée sur la nécessité de refléter la stratégie et de créer un avantage concurrentiel pour l'organisation. D'après l'analyse ci-dessus, cette recherche construit un système d'indicateurs d'évaluation clé pour les décisions de sélection précoce de concepts innovants, composé de quatre dimensions liées entre elles telles que les indicateurs financiers, ceux d'évaluation de la créativité, les indicateurs du marché et ceux de capacité d'innovation.

2.3 Dimension de créativité

A travers une vaste étude de la littérature, Dean (Dean et al., 2006) a identifié des critères typiques pour évaluer les aspects les plus pertinents de la créativité conceptuelle. Leurs études montrent qu'il n'y a pas de créativité sans nouveauté (Dean et al., 2006 ; Dennis, Minas et Bhagwatwar, 2013). La nouveauté fait référence à un concept qui est original ou unique. La

faisabilité mesure comment le concept est facile à mettre en œuvre et ne viole pas les contraintes connues. Dans un environnement fortement concurrentiel, attirer davantage de clients est un facteur clé pour gagner le marché et survivre (Ayağ et Özdemir, 2009). L'essence de créativité est de répondre aux besoins des clients (ou clients potentiels) et de résoudre leurs problèmes. Un concept créatif devrait avoir une valeur pratique, c'est-à-dire la mesure dans laquelle il peut résoudre les problèmes énoncés (Cooper, 2013). En outre, le concept doit être clair, complet et bien communiqué (matérialisé).

Les hypothèses suivantes sont formulées concernant la relation entre la dimension de créativité et la supériorité intégrée des concepts.

Hypothèse H1: Il existe une corrélation entre le niveau de créativité de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.

Celle-ci est divisée en cinq hypothèses spécifiques comme suit :

Hypothèse H1a: Le degré de l'efficacité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H1b: Le degré de la faisabilité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H1c: Le degré de la nouveauté de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H1d: L'unicité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H1e: Le degré de la spécificité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

2.4 Dimension financière

Les décisions de sélection précoce des concepts doivent tenir compte des facteurs financiers. Le processus d'innovation d'une entreprise ne peut être réalisé sans le soutien de ressources financières. La recherche de Maidique et Ziger (2013) suggère que l'adéquation des ressources financières a un impact significatif sur le succès ou l'échec de la mise en œuvre de la stratégie. Montoya et Calantone (2010) affirment qu'il doit y avoir de puissants contrôles financiers dans le processus d'innovation d'une organisation. La dimension financière est fondamentale pour garantir un cycle de R&D innovant et l'accès efficace aux ressources. Cooper et al. (2013) ont trouvé une relation négative significative entre les ressources financières et le risque perçu à travers leur étude. Le développement de nouveaux concepts est un long processus. La concurrence des prix des produits se reflète principalement par la concurrence des coûts des produits. Les exigences de développement du produit ne sont pas satisfaites si le montant des fonds requis est très important (Ferioli, 2010). Les nouveaux concepts devraient offrir une rentabilité financière potentielle aux entreprises (Metters, 1997). La concurrence croissante sur le marché a accéléré la mise à niveau des produits. Les entreprises doivent lancer les nouveaux produits sur le marché dans les plus brefs délais. Cooper (Cooper, 2013) a souligné que le raccourcissement du cycle de recherche et de développement et l'accélération de l'accès au marché peuvent fournir aux entreprises des garanties solides pour saisir les possibilités du marché.

Hypothèse H2: Il existe une corrélation entre la performance financière de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.

Celle-ci est divisée en trois hypothèses spécifiques comme suit :

Hypothèse H2a: Le coût d'investissement prévu de concept est négativement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H2b: Le profit anticipé de concept est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H2c: La durée du cycle de R&D de concept est négativement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

2.5 Dimension du marché

La compétitivité sur le marché est une prévision de la concurrence sur le marché à laquelle un nouveau concept de produit sera confronté. Les équipes qui réussissent analysent souvent à l'avance l'intensité concurrentielle attendue du concept de produit à développer (Frishammar & Florén, 2008). L'analyse préliminaire porte essentiellement sur la situation de la concurrence, la taille potentielle du marché, les prévisions dynamiques du secteur. La dimension du marché est utilisée pour déterminer s'il existe une meilleure évolution de ce nouveau concept. Le processus d'innovation vise à étudier les besoins potentiels des clients existants, ou des clients et des marchés potentiels, et à développer des produits qui correspondent à ces besoins (Cooper, 2013). Les entreprises qui réussissent analysent et prévoient souvent les produits actuels et futurs de leurs concurrents (Frishammar & Florén, 2008). Un concept doit avoir une chance sur le marché, c'est-à-dire qu'il existe déjà une demande réelle ou potentielle sur le marché pour un nouveau concept de produit. Il est important d'analyser l'environnement concurrentiel dans lequel les entreprises opèrent. La demande actuelle ou potentielle du marché détermine la manière dont le développement d'innovation est positionné en termes de prix, d'investissement, d'utilisation des ressources, etc. La compréhension des tendances du secteur peut aider les entrepreneurs à juger correctement les opportunités qui leur sont offertes par le marché. Par exemple, les besoins sont-ils existants actuellement ou potentiels? Les types de besoins sont-ils continus ou en réduction? Cooper (1988) souligne que la réduction des cycles de R&D et des délais de mise sur le marché peut offrir aux entreprises une garantie solide pour saisir les opportunités du marché. Hegde et Dev (2017) affirment que les changements dans le niveau de concurrence du secteur dans lequel une entreprise opère peuvent avoir un impact sur le processus d'innovation de l'entreprise, le risque de marché étant d'autant plus élevé que le marché du secteur est concurrentiel. Forsman (2011) affirme que les changements dans l'environnement

technologique de l'industrie peuvent provoquer des changements dans la demande du marché. Les ressources technologiques sont une condition préalable à l'innovation continue, sans laquelle l'innovation continue dans l'entreprise ne serait pas possible (Elbanna, 2006).

Hypothèse H3: Il existe une corrélation entre l'avantage du marché de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.

Celle-ci est divisée en trois hypothèses spécifiques comme suit :

Hypothèse H3a: L'intensité concurrentielle de concept est négativement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H3b: Le potentiel anticipé du marché de concept est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H3c: Le potentiel de croissance du marché est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

2.6 Dimension de la capacité d'innovation

La dimension de la capacité d'innovation mesure principalement la capacité des entreprises à mettre au point de nouveaux concepts afin de mieux répondre à l'évolution des besoins de leurs clients et de parvenir à une croissance durable. Les décideurs devraient procéder à une première analyse des avantages et des inconvénients du développement de l'innovation par rapport aux ressources nécessaires à son exploitation (Dobni, 2008). Face à un marché en mutation rapide, les entreprises doivent disposer des ressources nécessaires (techniques, matérielles, humaines, etc.) pour acquérir un avantage concurrentiel (Chou et al., 2008). Les entreprises doivent élaborer une stratégie fondée sur leurs ressources propres (Lee et al., 2012). Seule une combinaison de la stratégie avec les ressources internes et l'environnement externe permettra d'obtenir de meilleurs résultats en matière d'innovation (Yam et al., 2011).

Hypothèse H4: Il existe une corrélation entre la capacité d'innovation et la supériorité intégrée conceptuelle.

Celle-ci est divisée en quatre hypothèses spécifiques comme suit :

Hypothèse H4a: L'avancement technologique est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H4b: L'alignement stratégique est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.

Hypothèse H4c: Les ressources physiques disponibles sont positivement corrélées à la supériorité intégrée conceptuelle.

2.7 Conception du questionnaire et collecte des données

En résumant la littérature existante sur les facteurs de prise de décision précoce pour les concepts de produits, des items de questionnaire ont été conçus pour mesurer les variables correspondantes.

De nombreux chercheurs ont mesuré les dimensions de la créativité conceptuelle selon différentes perspectives. Cette étude s'appuie sur les échelles de MacCrimmon et Wagner (1994), Barki et Pinsonneault (2001), Easton et Belch (2003), Faure (2004), Potter et Balthazard (2004), Dean et al. (2006) et Lee et al. (2012) pour mesurer la créativité conceptuelle principalement en termes d'efficacité, d'applicabilité, de faisabilité, d'unicité et de spécificité. Les échelles de mesure spécifiques sont présentées au Tableau 2.1.

Tableau 2.1 Échelle de mesure de la dimension créative

Dimension	Critère	Référence
-----------	---------	-----------

Dimension créative	Q1	Efficacité La mesure dans laquelle un concept est efficace pour résoudre un problème a un impact sur la capacité d'une entreprise à obtenir une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	(MacCrimmon & Wagner, 1994) ; (Barki & Pinsonneault, 2001) ; (Easton & Belch , 2003) ; (Faure, 2004) ; (Potter & Balthazard, 2004) ; (Dean et al., 2006) ; (Lee et al., 2012).
	Q2	Applicabilité La mesure dans laquelle le concept s'applique au problème a un impact sur une entreprise pour obtenir une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q3	Faisabilité Le concept qui respecte les contraintes connues a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q4	Implémentabilité Le concept qui est facile à mettre en œuvre a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
Dimension		Critère	Référence
	Q5	Nouveauté Le degré de nouveauté d'un concept a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q6	Unicité Le caractère unique d'un concept a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q7	Spécificité/Clarté Le degré de spécificité conceptuelle a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	

Cette étude s'appuie sur les échelles de mesure de la dimension financière de Wang et Lin (2009), Ferioli (2010), Forsman (2011), Amiri et al. (2011), Lee et al. (2012). Les échelles de mesure spécifiques sont présentées au Tableau 2.2.

Tableau 2.2 Échelle de mesure de la dimension financière

Dimension		Critère	Référence
Dimension financière	Q1	Coût d'investissement prévu Le coût d'investissement prévu a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	(Wang & Lin, 2009) ; (Ferioli, 2010) ; (Forsman, 2011) ; (Amiri et al., 2011), (Lee et al., 2012).
	Q2	Profit anticipé Le profit anticipé a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q3	Cycle de recherche-développement Le cycle de R&D a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	

S'inspirant de Gerwin et Barrowman (2002), Hart et al.(2003), Wang (2009), Lee et al. (2012), Trappey et al. (2012) pour la mesure des dimensions du marché, cette étude se concentre sur la conception de mesures des dimensions du marché en termes d'intensité concurrentielle, de potentiel anticipé du marché et de potentiel de croissance du marché. Les échelles de mesure spécifiques sont présentées au Tableau 2.3.

Tableau 2.3 Échelle de mesure de la dimension du marché

Dimension		Critère	Référence
Dimension du marché	Q1	Intensité concurrentielle L'intensité concurrentielle a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	(Gerwin & Barrowman, 2002) ; (Hart et al., 2003) ; (Wang, 2009) ;
	Q2	Barrières d'entrée	

		Les barrières d'entrée ont un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	(Lee et al. , 2012) ; (Trappey et al., 2012).
	Q3	Potentiel anticipé du marché Le potentiel anticipé du marché a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q4	Potentiel de croissance du marché Le potentiel de croissance du marché a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q5	Perspectives Les perspectives d'un concept ont un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	

S'appuyant sur les mesures des dimensions de la capacité d'innovation de Hart et al. (2003), Yam et al. (2011), Dobni (2008), Chou et al. (2008), Wang (2009), Lee et al. (2012), cette étude se concentre sur la conception d'échelles de mesure de la dimension de la capacité d'innovation en termes de l'avancement technologique, de l'alignement stratégique, des connaissances et d'expérience pertinentes, et des ressources physiques disponibles. Les échelles spécifiques de mesure de la capacité d'innovation sont présentées au Tableau 2.4.

Tableau 2.4 Échelle de mesure de la dimension de la capacité d'innovation

Dimension		Critère	Référence
Dimension de la capacité d'innovation	Q1	Avancement technologique L'avancement technologique a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	(Hart et al., 2003) ; (Yam et al., 2011) ; (Dobni, 2008) ; (Chou et
	Q2	Nombre de brevets	

		Le nombre de brevets a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	al., 2008) ; (Wang, 2009) ; (Lee et al., 2012).
	Q3	Alignement stratégique L'alignement stratégique a un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q4	Compétences et expériences pertinentes Les compétences et expériences pertinentes ont un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	
	Q5	Ressources physiques disponibles Les ressources physiques disponibles ont un impact sur une entreprise pour l'obtention d'une position avantageuse au cours du processus d'innovation.	

La revue de la littérature permet d'enrichir les connaissances et les bases théoriques professionnelles nécessaires à la recherche. Ensuite, cette étude applique la méthode du questionnaire d'experts pour vérifier et identifier les facteurs initiaux. Le choix des concepts innovants peut généralement être réalisé par des experts ou avec des utilisateurs potentiels (Ferioli, 2010). De nombreuses études (Parmentier & Gabriel, 2015; Ferioli, 2010) ont conclu que les évaluations d'experts constituent une référence fiable pour la qualité des idées. Les experts sont capables d'évaluer la faisabilité technique sur la base de l'accumulation de connaissances dans leur domaine respectif (Ericsson, 1999). En particulier, en l'absence de données historiques, l'analyse par des experts peut être l'une des méthodes d'évaluation les plus appropriées (Ozer, 2005). Lors de l'évaluation de l'importance d'un paramètre au moyen d'un sondage par questionnaire, plusieurs experts expérimentés de l'industrie gestion et entrepreneuriat peuvent être invités à donner leurs opinions afin d'établir un système d'indicateurs pour éviter la préférence subjective.

L'échelle à cinq points est plus fiable dans la plupart des cas et suffisante pour refléter la différence entre les opinions modérées et fortes des répondants (Bertram, 2007). En outre, l'échelle à cinq points est plus facile à juger, ce qui garantit l'exactitude des informations obtenues (Joshi et al., 2015). Le premier questionnaire était une enquête sur l'importance des indicateurs de décision de la sélection précoce de concepts innovants. Le questionnaire utilise une échelle de Likert en cinq points pour recueillir les réponses (1 = Non important, 2 = Peu important, 3 = Relativement important, 4 = Très important, 5 = Extrêmement important). Les répondants ont été invités à évaluer et à choisir les réponses appropriées en fonction de leur degré de connaissance des différents indicateurs.

L'objectif de ce questionnaire était d'obtenir un pointage sur l'importance des facteurs influençant la décision. Des experts dans le domaine de la gestion liés à l'innovation et à l'entrepreneuriat ont été invités à tester le questionnaire. Ce questionnaire est distribué en ligne ou en personne et les données sont colligées. Compte tenu de la quantité de données produites par chaque membre du groupe et de l'analyse qui en a résulté, le groupe d'experts compte généralement pas moins de 10 membres, mais pas plus de 20 (Turoff & Linstone, 2002).

2.7.1 Distribution du questionnaire

Cette recherche prendra la forme de questionnaire (en ligne ou en personne) permettant de rassembler des données et des informations (voir annexe III). Au total, 22 experts ont été invités à participer à cette étude y compris enseignants, docteurs, etc. au programme de Gestion de l'innovation à l'ÉTS. Cette étude comprend aussi des chefs de projet d'entreprise et des entrepreneurs, qui pourraient fournir des avis authentiques et fiables pour cette étude. Les experts sélectionnés ont une expérience de la gestion de projet, de l'entrepreneuriat ou de la recherche en innovation. Un total de 22 questionnaires a été distribué dans le cadre de cette étude et 20 questionnaires ont été récupérés dont 19 étaient valides.

La formation et la profession des experts participant aux questionnaires ont été sélectionnées comme variables de contrôle pour cette étude, en fonction des besoins de l'étude et en s'inspirant des méthodes utilisées par d'autres études pour définir les variables de contrôle. Les informations de base des experts qui ont participé au questionnaire sont présentées dans le Tableau 2.5.

Tableau 2.5 Composition de l'échantillon du questionnaire

	Options	Nombre
Formation	Etudiant(e) au doctorat	8
	Doctorant(e)	8
	Maîtrise	3
Profession	Professeur(e)	9
	Responsable des projets	6
	Entrepreneur	4

Les participants reçoivent une invitation électronique indiquant la nature et les objectifs du projet de recherche. Les participants peuvent choisir d'accepter ou non l'invitation en cliquant l'espace correspondant. Ils peuvent se diriger volontairement vers la page web pour remplir ces questionnaires en ligne.

2.7.2 Coefficient alpha de Cronbach

Le logiciel SPSS 26.0 a été utilisé pour analyser statistiquement les résultats du questionnaire, en tirer des conclusions et les interpréter. Les principales méthodes d'analyse comprennent l'analyse de fiabilité et de validité, l'analyse statistique descriptive, l'analyse de corrélation et l'analyse de régression multiple. Le système final des indicateurs clés de décision de sélection précoce des concepts qui ont un impact significatif sur la supériorité globale des concepts innovants a été identifié.

La fiabilité désigne le degré de fiabilité des résultats de plusieurs évaluateurs pour un objet donné. Lors de cette étude, le coefficient alpha de Cronbach a été utilisé comme mesure de cohérence. George et Mallery (2003, p. 231) fournissent la règle empirique suivante (Tableau 2.6).

Tableau 2.6 Coefficient alpha de Cronbach
Adaptée de (George & Mallery, 2003)

Valeur alpha de Cronbach	Explication
>0,9	très bonne
>0,8	bonne
>0,7	Acceptable
>0,6	douteux
$\geq 0,5$	faible
<0,5	inacceptable

Cette recherche analyse la fiabilité du questionnaire à l'aide de SPSS 26.0, les résultats sont présentés dans le Tableau 2.7.

Tableau 2.7 Test de fiabilité du questionnaire

Variabes	Nombre de questions	Alpha de Cronbach
Dimension de créativité	7	0.802
Dimension financière	3	0.844
Dimension du marché	5	0.819
Dimension de la capacité d'innovation	4	0.721

Les valeurs du coefficient alpha de Cronbach pour ces dimensions étaient toutes supérieures à 0.7 et ces dimensions avaient une bonne fiabilité. La fiabilité globale du questionnaire est donc bonne pour une analyse plus approfondie.

2.7.3 Test de KMO

Le test de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) et le test de sphéricité de Bartlett ont d'abord été effectués sur chaque dimension à l'aide du logiciel SPSS 26. Le test de sphéricité de KMO permet d'identifier si les données conviennent à une analyse factorielle. Lorsque la valeur KMO est proche de 1, cela signifie qu'elle est plus appropriée pour l'analyse factorielle (Yang et al., 2019, p133). Le test de Bartlett permet de voir si les données obéissent globalement à une distribution normale multivariée. Les résultats des tests sont présentés dans le Tableau 2.8.

Tableau 2.8 Résultats des tests

Dimension	KMO	Bartlett		
		Approx. Chi-square	df	Signification (Sig.)
Dimension de créativité	0.785	635.581	15	0.000
Dimension financière	0.657	728.165	15	0.000
Dimension du marché	0.801	679.136	9	0.000
Dimension de la capacité d'innovation	0.799	665.526	11	0.000

La valeur de KMO de la dimension de créativité est de 0.785, ce qui indique que l'analyse factorielle peut être effectuée. La signification tend vers 0,0000, ce qui indique une forte corrélation entre les indicateurs (Yang et al., 2019). La valeur de signification de la dimension de créativité est de 0.000, ce qui indique que les données proviennent d'un agrégat normalement distribué et qu'elles conviennent à une analyse plus approfondie.

La dimension financière avait une valeur KMO de 0.657 et une valeur de signification de 0.000 pour le test de sphéricité de Bartlett, qui a passé le test de signification, indiquant que l'échelle de mesure de la dimension créative était adaptée à l'analyse factorielle.

La valeur de KMO de la dimension du marché est de 0.801, ce qui indique que l'indice KMO est bon et que l'analyse factorielle peut être effectuée. La valeur de signification de la dimension du marché est de 0.000, ce qui indique que les données proviennent d'un agrégat normalement distribué et qu'elles conviennent à une analyse plus approfondie.

La valeur de KMO de la dimension de la capacité d'innovation est de 0.799, ce qui indique que l'indice KMO est bon et que l'analyse factorielle peut être effectuée. La valeur de signification de la dimension de la capacité d'innovation est de 0.000, ce qui indique que les données proviennent d'un agrégat normalement distribué et qu'elles conviennent à une analyse plus approfondie.

2.7.4 Analyse factorielle

Lors de l'analyse statistique des données, il peut y avoir de fortes corrélations entre les variables ou de forts recoupements d'informations. Si les données sont analysées directement, cela peut entraîner une augmentation inutile de la charge de travail d'une part, et certaines erreurs dans l'application du modèle d'autre part. Cette étude a donc utilisé le logiciel SPSS 26.0 pour effectuer une analyse factorielle des données recueillies.

Les facteurs ont été extraits en appliquant la méthode de variance maximale à chaque dimension à l'aide du logiciel SPSS 26.0, selon la règle des valeurs propres supérieures à 1. Après la rotation des facteurs d'influence pour chaque dimension, la distinction entre les coefficients de charge de chaque facteur était claire. Les résultats de l'analyse factorielle pour chaque dimension ont été obtenus (comme indiqué dans le Tableau 2.9).

Tableau 2.9 Analyse factorielle

	Coefficients de chargement			
	1	2	3	4
Q1	0.874	0.263	0.114	0.230
Q2	0.843	0.144	0.007	0.302
Q3	0.240	0.826	0.240	0.405
Q4	0.159	0.879	0.495	0.307
Q5	0.095	0.165	0.877	0.345
Q6	0.855	0.476	0.229	0.208
Q7	0.225	0.314	0.164	0.539
Q8	0.197	0.809	0.128	0.216
Q9	0.604	0.186	0.123	0.205
Q10	0.224	0.394	0.205	0.603
Q11	0.795	0.134	0.835	0.305
Q12	0.780	0.160	0.240	0.279
Q13	0.281	0.846	0.069	0.398
Q14	0.295	0.244	0.090	0.874
Q15	0.181	0.225	0.155	0.728
Q16	0.162	0.814	0.218	0.309
Q17	0.793	0.309	0.276	0.730
Q18	0.201	0.800	0.328	0.269
Q19	0.104	0.314	0.776	0.195

La rotation factorielle a été effectuée à l'aide de SPSS en utilisant la méthode de variance maximale. Après la rotation des facteurs influençant la dimension de la créativité, on constate que la dimension de la créativité peut être divisée en quatre facteurs. Les résultats montrent que les coefficients de chargement de Q1 et Q2 sont respectivement de 0.874 et 0.843. Les coefficients de chargement de ces deux items sont supérieurs aux coefficients de chargement des autres facteurs dans leurs lignes et colonnes, et ces deux items constituent donc un facteur. Cette étude a nommé ce facteur « efficacité » en fonction du contenu et des caractéristiques de ces deux items. Les coefficients de chargement de Q3 et Q4 sont respectivement de 0.826 et

0.879. Les coefficients de chargement de ces deux items sont supérieurs aux coefficients de chargement des autres facteurs dans leurs lignes et colonnes, et ces deux items constituent donc un facteur. Cette étude nomme ce facteur comme « faisabilité » selon le contenu et les caractéristiques de ces deux items. Le coefficient de chargement de Q5 est de 0.877 et constitue un facteur que cette étude a nommé « nouveauté » selon le contenu et les caractéristiques de ce item. Le coefficient de chargement de Q6 est de 0.855 et constitue un facteur que cette étude a nommé « unicité » selon le contenu et le caractère de cet item. Le dernier item est nommé « spécificité » selon son contenu et ses caractéristiques. De même, les facteurs d'extraction pour les trois autres dimensions peuvent être obtenus, comme le montre le Tableau 2.9.

Les décisions relatives à la sélection précoce de concepts ne doivent pas être fondées sur un ou deux aspects isolés, mais doivent être envisagées sous de multiples angles et à différents niveaux afin de sélectionner des concepts de produits présentant une supériorité intégrée élevée. Dans cette recherche, la supériorité de concept fait référence aux avantages combinés d'un concept en termes de créativité, de concurrence sur le marché et d'efficacité économique. Lors de cette recherche, elle est appelée supériorité intégrée d'un concept. Après avoir testé la fiabilité et la validité du questionnaire sur les facteurs clés des décisions de sélection précoce des concepts innovants, nous avons identifié 14 facteurs d'influence (Figure 2.1).

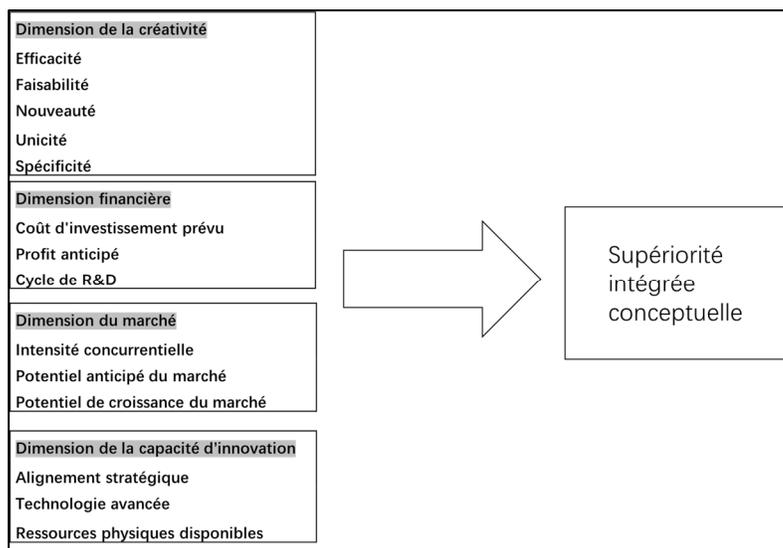


Figure 2.1 Facteurs d'influence

Cette étape a été suivie d'analyse descriptive et de corrélation, puis d'analyses de régression afin de finaliser un système de facteurs clés pour les décisions de sélection précoce des concepts innovants.

2.7.5 Statistiques descriptives

L'analyse statistique descriptive est utilisée pour refléter les tendances en matière de concentration et de dispersion des données d'échelle par le biais des moyennes et des écarts types.

Les statistiques descriptives de la moyenne, de l'écart-type, de la variance, des minimales et maximales de chaque variable ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS 26. La valeur maximale et la valeur minimale des scores de chaque indicateur sont enregistrées respectivement comme max et min. La moyenne, l'écart type et la variance des scores de chaque indicateur sont calculés et notés respectivement comme \bar{x} , σ et v . En utilisant les résultats du questionnaire, les notes relatives aux indicateurs sont obtenus, comme il est indiqué dans le Tableau 2.10.

Tableau 2.10 Résultats du questionnaire

Dimension	Critère	\bar{x}	V	σ	Min	Max
Dimension de la créativité	Efficacité	3.615	0.140	0.374	3.000	4.000
	Faisabilité	3.615	0.140	0.374	3.000	4.000
	Nouveauté	4.000	0.177	0.421	2.000	5.000
	Unicité	2.923	0.203	0.451	2.000	4.000
	Spécificité	3.692	0.130	0.361	3.000	4.000
Dimension financière	Coût d'investissement prévu	3.769	0.159	0.399	3.000	5.000
	Profit anticipé	3.923	0.071	0.266	3.000	4.000
	Cycle de recherche-développement	3.769	0.192	0.438	3.000	5.000
Dimension du marché	Intensité concurrentielle	4.077	0.157	0.396	3.000	5.000
	Potentiel anticipé du marché	4.462	0.148	0.385	3.000	5.000
	Potentiel de croissance du marché	3.846	0.144	0.379	3.000	5.000
Dimension de la capacité d'innovation	Avancement technologique	3.615	0.180	0.424	3.000	5.000
	Alignement stratégique	3.846	0.098	0.313	3.000	4.000
	Ressources physiques disponibles	2.923	0.326	0.571	2.000	5.000

La moyenne (\bar{x}) est la moyenne arithmétique des évaluations de l'applicabilité d'un même indicateur effectuées par différents experts. Elle est calculée en additionnant les scores obtenus de tous les indicateurs et en les divisant par le nombre d'évaluateurs (2.1).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (2.1)$$

plus la valeur moyenne est élevée, plus l'indicateur est reconnu par les experts.

La variance (V) est définie comme suit (2.2) :

$$V = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n} \quad (2.2)$$

L'écart-type (σ) étant la racine carrée de la variance, calculé à l'aide de la formule suivante (2.3) :

$$\sigma = \sqrt{V} \quad (2.3)$$

La variance et l'écart-type sont principalement utilisés pour décrire le degré de dispersion des valeurs d'un échantillon. Plus la variance d'un ensemble de données est élevée, plus les variables aléatoires sont discrètes. Plus la valeur de l'écart type est petit, plus le jugement des experts sur cet indicateur est uniforme.

2.7.6 Analyse des corrélations

Cette étude a utilisé le logiciel SPSS 26.0 pour analyser les corrélations entre les variables.

Le coefficient de corrélation entre l'efficacité et la supériorité intégrée conceptuelle étaient de 0.325 avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre la faisabilité et la supériorité intégrée conceptuelle étaient de 0.356 avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre la nouveauté et la supériorité intégrée conceptuelle étaient de 0.412 avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre le caractère unique et la supériorité intégrée conceptuelle étaient de 0.207 avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre la spécificité et la supériorité intégrée conceptuelle était de 0.415, avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre le coût d'investissement prévu et la supériorité intégrée conceptuelle était de 0,298, avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre le profit anticipé et la supériorité intégrée conceptuelle est de 0.343, avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre le cycle de R&D et la supériorité intégrée conceptuelle est de 0.423, avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre l'intensité concurrentielle et la supériorité intégrée conceptuelle est de 0.313, avec une valeur p inférieure à 0,01. Le coefficient de corrélation entre le potentiel anticipé du marché et la supériorité intégrée conceptuelle était de 0.339, avec une valeur p inférieure à 0.01 ; le coefficient de corrélation entre le potentiel de croissance du marché et la supériorité intégrée conceptuelle était de 0.390, avec une valeur p inférieure à 0.01. Le coefficient de corrélation entre l'alignement stratégique et la supériorité intégrée conceptuelle était de 0.479. Le coefficient de corrélation entre la technologie avancée

** Les coefficients de corrélation significatifs au niveau 0.01; *Les coefficients de corrélation significatifs au niveau 0.05

Dans cette étude, l'efficacité, la faisabilité, la nouveauté, l'unicité, la spécificité, le coût d'investissement prévu, le profit anticipé, le cycle de R&D, l'intensité concurrentielle, le potentiel anticipé du marché, le potentiel de croissance du marché, l'alignement stratégique, la technologie avancée, les ressources physiques disponibles ont été considérés en tant que variables indépendantes, la formation et la profession des experts, en tant que variables de contrôle. Elles ont été utilisées pour construire des modèles de régression afin d'analyser et de tester les hypothèses. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2.12.

Tableau 2.12 Résultats d'analyse de régression

Variable	t	p
Efficacité	0.213	0.000
Faisabilité	0.127	0.000
Nouveauté	0.217	0.000
Unicité	0.176	0.642
Spécificité	0.321	0.000
Coût d'investissement prévu	-0.309	0.000
Profit anticipé	0.287	0.000
Cycle de R&D	-0.472	0.000
Intensité concurrentielle,	-0.127	0.000
Potentiel anticipé du marché	0.387	0.000
Potentiel de croissance du marché	0.275	0.000
Alignement stratégique	0.168	0.000
Technologie avancée	0.364	0.000
Ressources physiques disponibles	0.023	0.437
R ²	0.423	
D-w	1.856	
F	64.872	

Comme on peut le voir dans le tableau ci-dessus, le modèle avait une valeur R^2 de 0.423 et une valeur F de 64.872 et a passé le test de signification.

L'efficacité était positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.213$, $p=0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H1a de cette étude.

La faisabilité était positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.127$, $p=0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H1b de cette étude.

La nouveauté était positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.213$, $p=0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H1c de cette étude.

L'unicité était corrélée positivement à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.176$, $p = 0.642$) avec une valeur p non significative, ce qui est incompatible avec l'hypothèse attendue H1d de cette étude.

La spécificité était positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.321$, $p=0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H1e de cette étude.

Le coût d'investissement prévu était négativement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = -0.309$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H2a de cette étude.

Le profit anticipé était positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.287$, $p= 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H2b de cette étude.

Le cycle de R&D était positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.472$, $p= 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H2c de cette étude.

L'intensité concurrentielle était négativement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = -0.127$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H3a de cette étude.

Le potentiel anticipé du marché était positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.387$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H3b de cette étude.

Le potentiel de croissance du marché était positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.275$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H3c de cette étude.

L'alignement stratégique était positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.168$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H4a de cette étude.

Le technologie avancée était positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.364$, $p = 0.000$), ce qui est conforme à l'hypothèse attendue H4b de cette étude.

Les ressources physiques disponibles étaient positivement corrélées à la supériorité intégrée conceptuelle ($t = 0.023$, $p = 0.437$) avec une valeur p non significative, ce qui est incompatible avec l'hypothèse attendue H4c de cette étude.

En analysant les résultats de la régression ci-dessus, cette étude résume les résultats des tests d'hypothèse comme le montre le Tableau 2.13 ci-dessous.

Tableau 2.13 Résultats de la validation des hypothèses

	Hypothèse	Résultat
H1	Il existe une corrélation entre le niveau de créativité de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H1a	L'efficacité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien

H1b	La faisabilité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H1c	La nouveauté de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H1d	L'unicité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Pas Soutien
	Hypothèse	Résultat
H1e	La spécificité de concept est positivement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H2	Il existe une corrélation entre la performance financière de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H2a	Le coût d'investissement prévu de concept est négativement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H2b	Le profit anticipé de concept est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H2c	La durée du cycle de R&D de concept est négativement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H3	Il existe une corrélation entre l'avantage du marché de concept et la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H3a	L'intensité concurrentielle de concept est négativement corrélée à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H3b	Le potentiel anticipé du marché est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H3c	Le potentiel de croissance du marché est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H4	Il existe une corrélation entre la capacité d'innovation et la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H4a	L'avancement technologique est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien

H4b	L'alignement stratégique est positivement corrélé à la supériorité intégrée conceptuelle.	Soutien
H4c	Les ressources physiques disponibles sont positivement corrélées à la supériorité intégrée conceptuelle.	Pas Soutien

2.8 Liste finale des indicateurs de décision

En éliminant les indicateurs non significatifs des résultats de la régression par l'analyse ci-dessus, cette étude a établi un système d'indicateurs de décision de sélection précoce des concepts de produits composé de quatre dimensions et de 12 indicateurs spécifiques, comme le montre le Tableau 2.14.

Tableau 2.14 Liste finale des indicateurs de décision

Dimension	Critère	Description
Dimension de la créativité	Efficacité	La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
	Faisabilité	La mesure dans laquelle le concept est facile à mettre en œuvre et ne viole pas les contraintes connues.
	Nouveauté	Le degré d'originalité et d'unicité du concept.
	Spécificité	Le degré de clarté du concept.
Dimension financière	Coût d'investissement prévu	L'ampleur des coûts d'investissement prévus.
	Profit anticipé	La taille du retour sur l'investissement attendu.
	Cycle de R&D	La durée prévue du cycle recherche et développement.
Dimension du marché	Intensité concurrentielle	Le degré de concurrence sur le marché.
	Potentiel anticipé du marché	La taille prévue du marché pour le nouveau concept de produit.
	Potentiel de croissance du marché	Est-il conforme aux tendances du marché ?
Dimension de la capacité d'innovation	Alignement stratégique	La mesure dans laquelle l'entreprise dispose des ressources et des capacités nécessaires pour gérer, coordonner et utiliser efficacement ces ressources afin de soutenir le développement du concept.
	Technologie avancée	Le degré de l'avancement technologique.

2.9 Conclusion du chapitre 2

Ce chapitre présente les hypothèses de recherche sur les facteurs clés des décisions de sélection précoce des concepts, sur la base des études bibliographiques pertinentes. La sélection des indicateurs est effectuée par le biais de questionnaires pour recueillir des avis et des suggestions des experts. Les données recueillies à partir des questionnaires ont été analysées à l'aide du logiciel SPSS 26.

Dans la section d'analyse des données, la fiabilité et la validité du questionnaire ont d'abord été testées. Ensuite, les variables identifiées ont été soumises à une analyse de corrélation descriptive et à une analyse de corrélation, suivies d'une analyse de régression pour éliminer les indicateurs qui n'étaient pas significatifs dans les résultats de la régression, ce qui a permis d'obtenir un système d'indicateurs des facteurs clés pour les décisions de sélection précoce des concepts pour cette étude.

CHAPITRE 3

CONSTRUCTION D'UNE MÉTHODOLOGIE DE PRISE DE DÉCISION EN GROUPE POUR LES DÉCISIONS DE SÉLECTION PRÉCOCE DES CONCEPTS

Compte tenu des caractéristiques des décisions de sélection précoce de concepts, cette étude construit une méthodologie de prise de décision en groupe pour les décisions de sélection précoce des concepts en utilisant une DEMATEL et les techniques de ANP et FCE. La méthode DEMATEL permet de clarifier les relations complexes entre les indicateurs et de déterminer la position et le rôle de chaque indicateur dans le système d'indicateurs d'évaluation. En combinaison avec la méthode ANP, les poids mixtes de chaque indicateur sont déterminés afin d'obtenir un classement relatif des indicateurs présentant des corrélations et des pondérations élevées. En même temps, la méthode FCE traite l'ambiguïté du processus de décision et fait une évaluation globale du concept à sélectionner.

3.1 ANP

Les quatre dimensions de la décision de sélection précoce de concepts ne sont pas indépendantes les unes des autres, mais sont liées et s'influencent mutuellement. Par exemple, l'amélioration de la capacité de l'innovation ne contribue pas seulement à créer une valeur totale pour le client, en lui apportant une utilité et une expérience fondamentales. Elle aide également les entreprises à réduire leurs coûts et à accroître leur efficacité, ce qui leur donne un avantage sur leurs concurrents et améliore ainsi leur capacité de concurrence sur le marché. Cela conduira inévitablement à des résultats d'évaluation inexacts si cette relation d'influence est ignorée au cours du processus de sélection.

Les études de Kaplan & Norton (1994) et Cobbold & Lawrie (2002) ont démontré qu'il est crucial d'étudier l'interrelation entre les indicateurs et les dimensions lors du développement d'un système d'indicateurs d'évaluation. Étant donné qu'il existe des relations complexes et non

linéaires entre les facteurs de décision de sélection conceptuelle, la méthode ANP est plus appropriée pour obtenir le poids global de chaque facteur.

L'ANP, en tant que méthode de prise de décision multicritères reflétant des problèmes de systèmes complexes, a été plus largement utilisée dans de nombreux domaines tels que la sélection de projets de systèmes d'information (Liang & Qing, 2008), la prévision de crises financières (Niemira & Saaty, 2004), la planification de portefeuilles de produits (Lee et al., 2010), etc. Par exemple, Erdoğan et al. (2006) ont utilisé cette méthode pour effectuer une évaluation complète des projets de remplacement du GPL pour l'approvisionnement en gaz résidentiel en Turquie. Saaty et Jen (2007) ont appliqué l'analyse ANP pour améliorer le modèle original de motivation commerciale. L'ANP construit une structure de réseau basée sur la prise en compte des interactions entre les facteurs, calcule les poids relatifs des facteurs par comparaison par paires et classe l'importance des facteurs (Tadić & Mladen, 2014).

3.1.1 Processus de la méthode ANP

Le processus décisionnel de l'ANP comprend les étapes suivantes (Saaty, 2008; Hussey, 2014) :

Tout d'abord, le décideur doit définir le problème de décision et les principaux objectifs, identifier les groupes et les éléments qui influencent les objectifs (critères, sous-critères et alternatives) et construire le diagramme de structure du réseau ANP (Saaty, 2001). Ensuite, déterminer l'importance relative des facteurs au moyen d'une comparaison deux à deux selon la structure du réseau établie à l'étape précédente. Lorsqu'il existe des interdépendances et des relations de rétroaction, il convient de procéder à une comparaison par paires afin de déterminer dans quelle mesure chaque critère contribue à la réalisation de ses objectifs.

L'échelle d'évaluation est basée sur l'échelle de 1 à 9 de Saaty, comme le montre le Tableau 3.1.

Tableau 3.1 Échelle d'évaluation
Tiré de Saaty (2004, p. 4)

ÉCHELLE NUMÉRIQUE	DEGRÉ DE L'IMPORTANCE	DÉFINITION
1	Importance égale	Deux activités contribuent de manière égale à l'objectif.
2	Faible ou léger	
3	Importance modérée	L'expérience et le jugement favorisent légèrement une activité plutôt qu'une autre.
4	Plus modérée	
5	Importance forte	L'expérience et le jugement favorisent fortement une activité plutôt qu'une autre.
6	Plus forte	
7	Importance très forte ou démontrée	Une activité est très fortement privilégiée par rapport à une autre ; sa dominance est démontrée dans la pratique.
8	Très, très forte	
9	Importance extrême la plus élevée	Les preuves favorisant une activité plutôt qu'une autre sont de l'ordre de l'affirmation possible.
Réciproques de ce qui précède	Si l'activité i se voit attribuer l'un des chiffres non nuls ci-dessus par rapport à l'activité j , cette dernière a la valeur réciproque par rapport à i .	Une hypothèse raisonnable.

Trois supermatrices sont générées à partir du calcul de la matrice de jugement de comparaison par paires: la supermatrice non pondérée, la supermatrice pondérée et la supermatrice limite. Une supermatrice non pondérée est une matrice bidimensionnelle qui représente la priorité de l'influence d'un élément situé à gauche de la matrice sur un élément situé en haut de la matrice en ce qui concerne un critère de contrôle particulier. La supermatrice non pondérée est transformée par la matrice des priorités des groupes en une matrice stochastique à colonnes (la somme des colonnes est égale à un) appelée supermatrice pondérée. La supermatrice limite est calculée en élevant la supermatrice pondérée aux puissances jusqu'à ce que les vecteurs

colonnes de la matrice restent constants. La priorité finale, qui tient compte des interactions entre les éléments, peuvent être extraites de la matrice limite.

Les étapes de décision de l'ANP sont présentées à la Figure 3.1.

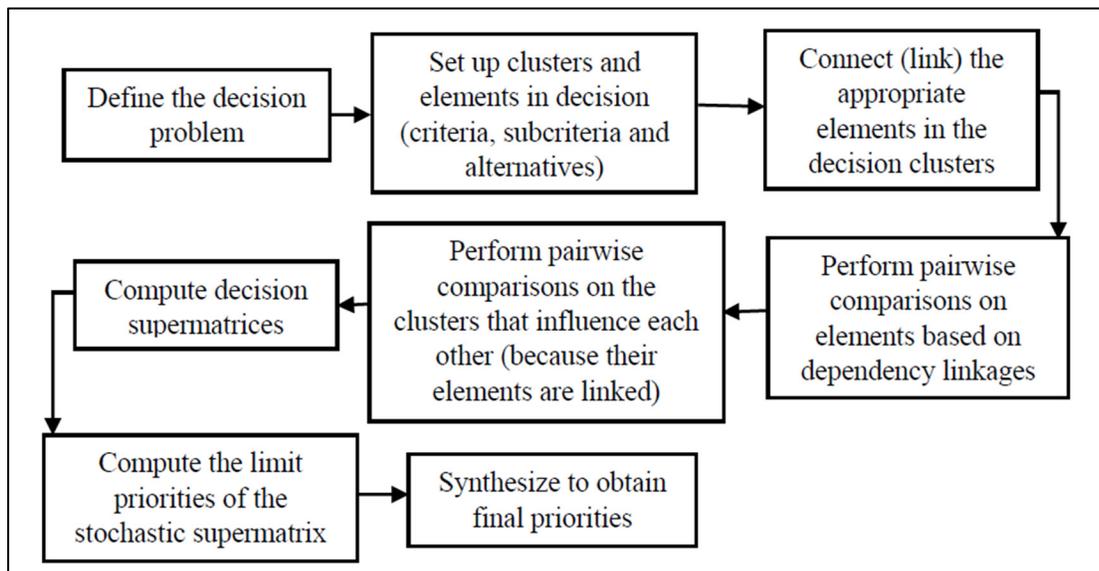


Figure 3.1 Étapes de décision de l'ANP
Tiré de Hussey (2014, p. 58)

3.1.2 Méthode classique de la construction de supermatrice d'ANP

La méthode ANP obtient la priorité globale par le calcul d'une supermatrice pondérée. Les recherches (Yang & Tzeng, 2011 ; Yang et al, 2013) ont montré que la supermatrice pondérée classique peut être construite de deux manières : la première consiste à normaliser les colonnes en multipliant les vecteurs propres par $1/n$ (n est le nombre de vecteurs propres dans cette colonne). Cette approche suppose que les différents groupes ont la même importance (Yang & Tzeng, 2011). Toutefois, il ne semble pas raisonnable de supposer que tous les groupes ont un poids égal. Dans les questions pratiques de prise de décision, le degré d'influence de chaque cluster peut varier (Yang et al., 2013).

La seconde méthode consiste à effectuer des comparaisons par paires et toutes les matrices de jugements par paires doivent vérifier leur cohérence (Chen et al., 2019). Avec l'augmentation du nombre d'indicateurs, la dimension de la matrice de jugement augmentera naturellement. Non seulement cette procédure consomme beaucoup de temps, mais peut aussi créer certaines difficultés de jugement. Wu (2008) soutient que l'approche de l'ANP concernant la relation entre les facteurs internes est incomplète. Lors de l'application de la méthode ANP, la structure du réseau d'indicateurs doit d'abord être déterminée. Il existe des relations d'influence directe et indirecte entre les indicateurs. Le degré d'importance d'un indicateur peut influencer et être influencé par d'autres indicateurs. Cependant, lors de la structuration du réseau, la méthode ANP ne prend en compte que la comparaison des jugements des relations d'influence directe entre les facteurs. Il est difficile pour les décideurs de porter des jugements comparatifs sur les relations d'influence indirecte entre les facteurs.

3.2 DEMATEL

La méthode DEMATEL est une méthode d'analyse factorielle complexe qui représente graphiquement et sous forme de tableaux les relations entre les facteurs du système. La méthode DEMATEL construit une matrice d'influence directe en analysant les relations entre les facteurs du système. Le degré de centralité de chaque élément est ensuite calculé afin de déterminer la causalité et l'interrelation entre les éléments (Huang & Gardoni, 2020b). Elle est largement utilisée pour aborder la force de l'influence entre les indicateurs et pour identifier les facteurs clés d'un système en différents contextes.

DEMATEL peut identifier efficacement la relation et le degré d'interaction entre les éléments (Lin & Tzeng, 2009 ; Hsu et al., 2013). Elle a été utilisée dans de nombreux domaines tels que la qualité des services hospitaliers (Ndangwa,2020), la sélection des fournisseurs de la chaîne d'approvisionnement verte (Hsu et al., 2013), l'identification des principaux facteurs de succès dans le secteur de l'énergie durable (Zhao et al., 2021), etc. Gölcülk et Baykasoglu (2016)

fournissent une analyse exhaustive du pourquoi et du comment de la méthode DEMATEL combinée à la méthode ANP dans les études existantes de la littérature. Cependant, les méthodes DEMATEL-ANP n'ont pas encore été appliquées à l'évaluation des concepts à la phase amont de l'innovation. Cette étude propose donc un processus décisionnel basé sur la méthode DEMATEL-ANP et l'intègre à la méthode FCE pour la prise de décision de sélection précoce des concepts de produits.

3.2.1 Processus de la méthode DEMATEL

La DEMATEL présente les avantages suivants: elle analyse l'interaction (directe et indirecte) entre les différents facteurs. Elle visualise les interrelations entre les facteurs au moyen d'un diagramme des relations d'impact.

L'analyse DEMATEL est généralement divisée en cinq étapes (Gölcük et Baykasoğlu, 2016 ; Hsu et al., 2013):

- Étape 1 : Identifier les éléments de l'étude et quantifier les interrelations entre les éléments pour obtenir une matrice d'influence directe. L'application de la méthode DEMATEL commence par une analyse de la présence ou de l'absence d'une relation directe entre les éléments et de la force de cette relation. Les interactions entre les éléments quantifiés sont exprimées sous la forme d'une matrice, appelée matrice d'influence directe. La matrice d'influence directe a été construite par le jugement d'experts selon la force de l'impact entre les facteurs. Les éléments de la matrice d'influence directe représentent la force de la relation d'influence directe entre les éléments correspondants.
- Étape 2 : Normaliser la matrice d'influence directe afin d'obtenir la matrice d'influence directe normalisée. Les formules de calcul sont détaillées dans les équations 3.4 et 3.5 de la section suivante.
- Étape 3 : Calculer la matrice d'influence totale T (Formules de calcul comme en équation 3.6).
- Étape 4 : Calculer la somme des éléments de chaque ligne et de chaque colonne de la matrice d'influence totale.

- Étape 5 : Générer le diagramme de causalité à partir de la centralité et des degrés de causalité calculés afin de fournir des informations précieuses pour la prise de décision.

Basée sur l'idée que les relations d'influence sont transmises entre les facteurs, la méthode DEMATEL applique les puissances de la matrice d'influence directe pour représenter les relations d'influence indirecte entre les facteurs. La méthode suppose que les puissances de la matrice d'influence directe sont convergentes. Ainsi, la somme d'un nombre infini de relations d'influence indirectes et directes donne l'influence combinée entre les facteurs du système (Shieh et al., 2010).

La signification de la matrice d'influence totale T est l'impact direct plus tous les impacts indirects. La transférabilité de l'influence est un principe fondamental quant à la résolution de la matrice d'influence totale. Par exemple, l'élément a exerce une influence sur l'élément b et l'élément b exerce une influence sur l'élément c , mais l'élément a n'a pas d'influence directe sur l'élément c . Cependant, l'influence de l'élément a sur l'élément c s'obtient par l'intermédiaire de l'élément b . La valeur obtenue en multipliant la matrice par elle-même est une influence indirecte ajoutée entre les éléments de la matrice (Hsieh & Yeh, 2015).

3.3 Analyse de l'applicabilité de la méthode DEMATEL-ANP

Ces dernières années, un certain nombre d'études universitaires ont été réalisées sur DEMATEL combiné à l'ANP (Gölcük & Baykasoğlu, 2016). Büyüközkan et Sezin (2016) ont utilisé cette approche pour le choix des sources d'énergie renouvelables. Mavi et Craig (2018) ont utilisé cette méthode pour déterminer les principaux facteurs de succès de la gestion durable des projets de construction. Yang et Tzeng (2013) ont utilisé cette méthode pour créer une évaluation du contrôle des risques de sécurité de l'entreprise afin de protéger la sécurité des informations de l'entreprise. Bien que beaucoup de recherches soulignent les avantages de la combinaison des méthodes DEMATEL et ANP, la recherche sur l'application de cette approche à la décision de sélection précoce des concepts est insuffisante.

La méthode DEMATEL permet de bien identifier le degré d'interaction entre les différents indicateurs de décision (Tamura & Akazawa, 2005). Yang et al. (2008) suggère que l'approche DEMATEL pourrait également contribuer à l'amélioration du problème des poids égaux au cours du processus de normalisation utilisant l'ANP. La décision de sélection précoce de concepts de produits est un processus complexe qui implique une évaluation intégrée en fonction de l'interaction de différents critères (Zhu et al., 2020). Compte tenu de l'interaction entre les indicateurs de décision du choix conceptuel et de leur importance variable, cette étude utilisera une méthode combinant DEMATEL et ANP pour déterminer la pondération mixte du système d'indicateurs.

Les raisons en sont les suivantes:

- La méthode DEMATEL permettra de clarifier les relations d'influence mutuelle entre les indicateurs et d'optimiser la structure du système des indicateurs.

Premièrement, la méthode DEMATEL est considérée comme l'un des outils importants pour étudier et résoudre l'interdépendance des variables dans le cas des problèmes complexes (Si et al., 2018). La méthode du laboratoire d'essai et d'évaluation de la prise de décisions (DEMATEL) utilise un diagramme de cause à effet pour déterminer l'interdépendance entre les critères du système de décision. La complexité des relations entre les indicateurs est illustrée de façon claire et efficace par des moyens graphiques.

Deuxièmement, l'approche DEMATEL permet non seulement de visualiser les relations causales entre les variables, mais aussi d'identifier les facteurs clés (Falatoonitoosi et al., 2014). En d'autres termes, cette approche transforme des systèmes complexes en relations de cause à effet bien définies. Les décideurs peuvent établir un seuil en fonction du degré d'impact global afin d'éliminer les relations à faible impact et, d'affiner ainsi le système d'indicateurs

(Büyüközkan & Sezin, 2016). Cela permettra de réduire efficacement la complexité du diagramme de réseau.

Troisièmement, le diagramme de causalité élaboré par DEMATEL peut servir de base à l'analyse du réseau ANP.

- La méthode ANP permet de déterminer l'importance relative des indicateurs de décision.

Premièrement, la méthode ANP tient compte de l'interaction et de la rétroaction entre les indicateurs (Saaty, 2008). La structure du réseau surmonte les limites de la hiérarchie linéaire dans le processus de hiérarchie analytique traditionnel.

Deuxièmement, la méthode ANP peut déterminer l'importance relative des indicateurs des décisions, ce qui permet aux décideurs de se concentrer sur les facteurs importants qui contribuent à l'amélioration de la performance globale (Hussey, 2014).

Troisièmement, l'ANP effectue des comparaisons par paires et des tests de cohérence (Saaty, 2008). Cela réduit dans une certaine mesure l'erreur causée par le jugement subjectif des experts et assure la cohérence et l'exactitude du processus de détermination des pondérations.

3.4 Méthodologie améliorée

En raison de l'influence mutuelle entre les indicateurs de décision de sélection conceptuelle, la combinaison de la méthode DEMATEL et ANP convient mieux pour déterminer l'importance relative des indicateurs dans cette étude.

Les études DEMATEL existantes (Hsu et al., 2013; Lin & Tzeng, 2009; Mavi & Craig, 2018) ont largement utilisé les échelles 1, 2, 3 et 4 pour évaluer les relations d'influence entre les facteurs pour l'analyse des problèmes complexes (où 1 signifie aucune influence, 2, 3 et 4 signifient respectivement une influence faible, moyenne et élevée).

Wu (2008) a noté que le décalage entre l'utilisation des échelles DEMATEL et l'ANP pouvait entraîner de grandes différences dans les perceptions psychologiques des experts lors de l'utilisation des deux méthodes de jugement. Le professeur Saaty a proposé une échelle de 1 à 9 pour décrire l'importance relative des facteurs. Cette échelle a progressivement acquis un haut degré d'acceptation parce qu'elle est fondée sur des tests psychologiques expérimentaux rigoureux (Saaty, 2004).

Afin d'aligner les deux méthodes en termes de préférences de jugement des experts, par cette étude, nous avons choisi d'appliquer l'échelle plus scientifique de 1 à 9 (Tableau 3.2) pour améliorer l'échelle originale de 1 à 4 de DEMATEL.

Tableau 3.2 Degré d'influence entre les facteurs

Echelle Numérique	Définition
1	Le facteur <i>i</i> n'a aucun impact sur le facteur <i>j</i> .
3	Le facteur <i>i</i> a un impact faible sur le facteur <i>j</i> .
5	Le facteur <i>i</i> a un impact moyen sur le facteur <i>j</i> .
7	Le facteur <i>i</i> a un impact élevé sur le facteur <i>j</i> .
9	Le facteur <i>i</i> a un impact très significatif sur le facteur <i>j</i> .
2, 4, 6, 8	Le degré d'influence est intermédiaire entre deux jugements adjacents.

D'après les principes des méthodes DEMATEL et ANP, il est clair que la sélection d'experts qui ont étudié les caractéristiques du problème pour faire des jugements sur les relations entre les facteurs est le cœur de la méthode DEMATEL, tandis que la construction raisonnable de la matrice de jugement d'influence est la clé du processus d'analyse ANP (Büyüközkan & Sezin, 2016). La structure traditionnelle du réseau ANP a été construite en utilisant la méthode de l'enquête auprès des experts pour déterminer la relation d'influence entre les facteurs. En considérant l'efficacité du travail d'enquête et en évitant la duplication du travail des experts,

cette étude utilise la relation d'influence globale obtenue par la méthode DEMATEL lors de la construction de la carte de la structure du réseau. Dans cette relation d'influence globale, si la corrélation est faible, elle a peu d'impact sur le calcul des poids relatifs par l'ANP. Cette étude réduit donc la complexité du diagramme de relation d'influence en fixant un seuil (Büyüközkan & Sezin, 2016), en éliminant les corrélations inférieures à cette valeur, puis en dessinant le diagramme de relation d'influence selon les corrélations restantes.

La matrice de relation totale T reflète les interactions entre les facteurs du système. Au fur et à mesure que le nombre de facteurs du système augmente, les interactions entre les facteurs du système deviennent de plus en plus complexes, ce qui rend leur analyse plus difficile pour les décideurs. Il est donc nécessaire pour les décideurs d'éliminer certaines relations d'influence inutiles en fixant une valeur seuil.

Beaucoup de chercheurs ont utilisé la méthode de calcul de la valeur $\mu + 1.5\sigma$ de la matrice de relation totale (où μ est la moyenne et σ l'écart type) pour fixer le seuil. Par exemple, Shao et al. (2016) dans l'utilisation de DEMATEL pour analyser les différences entre la production et les perspectives des clients dans la fabrication automobile ; Xia et al. (2015) dans l'analyse des barrières inhérentes à la régénération des pièces automobiles en Chine selon une approche DEMATEL grise; Bai et Sarkis (2015) dans l'analyse de la sélection des facteurs de succès critiques pour les processus d'affaires; Rajesh et Ravi (2015) dans leur analyse de la gestion des risques de la chaîne d'approvisionnement pour les produits électroniques par le biais du dématérialisé gris. Dans cette étude, la méthode de détermination du seuil aussi a été déterminée en utilisant une méthode basée sur la distribution statistique (Tzeng & Huang, 2012) en utilisant l'équation suivante :

$$\text{Seuil} = \mu + 1.5\sigma \quad (3.1)$$

où μ est la moyenne des éléments de la matrice et σ est l'écart-type.

La méthode DEMATEL et l'ANP nécessitent toutes deux la construction de matrices de comparaison par paires par des experts qui connaissent bien les caractéristiques du problème

étudié et qui peuvent porter un jugement sur la force des effets entre les facteurs. Dans la pratique, les jugements analytiques d'un seul expert peuvent être influencés par des préférences personnelles. Étant donné la complexité de la prise de décision quant à la sélection précoce des concepts, plusieurs experts qui comprennent les caractéristiques du problème peuvent être invités à former un groupe d'experts pour créer des matrices de jugement qui élimineront les préférences personnelles dans une certaine mesure, améliorant ainsi la précision de l'analyse.

En raison du nombre de facteurs qui influencent les décisions de sélection précoce des concepts et du fait que les décisions d'évaluation sont quelque peu ambiguës, il est difficile de calculer raisonnablement l'effet combiné. La plupart du temps, nous ne pouvons faire que des descriptions qualitatives. La théorie de la pondération est surtout utilisée pour une comparaison du poids des facteurs qui ne permet pas d'identifier les scores globaux des alternatives. Cela ne sont pas propices à l'analyse du résultat final. Lors de cette étude, la méthode Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE) est utilisée pour l'évaluation globale.

3.5 Méthode d'évaluation globale floue (FCE)

Lors de la décision de sélection précoce de concepts, il est impossible de prendre des décisions pertinentes uniquement selon la base de données spécifiques en raison de la complexité des facteurs de décision, de leur ambiguïté et de la difficulté de quantifier les indicateurs qualitatifs. Il est donc plus rationnel et plus approprié de prioriser ici les alternatives en utilisant une méthode d'évaluation globale floue (FCE). La méthode FCE est un outil d'aide à la décision multicritères. Elle est particulièrement adaptée aux situations dans lesquelles la prise de décision nécessite des connaissances humaines en raison d'informations incomplètes ou peu claires (Teague, 2013).

La principale caractéristique du langage naturel est son ambiguïté, et il existe un grand nombre de phénomènes d'ambiguïté dans le monde réel. Par exemple, certains adjectifs décrivant les

choses comme « bonnes », « mauvaises », « longues », « courtes » sont dans un état d'ambiguïté. Et cette ambiguïté est difficile à mesurer uniformément à l'aide de modèles mathématiques classiques. La méthode FCE permet de quantifier efficacement les facteurs flous et imprécis dans le processus décisionnel. En outre, il est possible de synthétiser les opinions collectives de plusieurs évaluateurs afin de prioriser les alternatives. Par conséquent, il convient tout particulièrement de l'utiliser lorsque des facteurs qualitatifs sont utilisés pour prendre des décisions.

3.5.1 Processus de la méthode FCE

Les étapes générales de l'application de la méthode FCE (Teague, 2013) consistent à :

- Étape 1 : Déterminer un ensemble de critères en fonction des questions de décision ;
- Étape 2 : Déterminer le poids des éléments, généralement attribué par le décideur;
- Étape 3 : Établir un ensemble d'évaluation. Il peut être représenté par différents niveaux ou commentaires, selon les besoins de la situation réelle;
- Étape 4 : Établir la matrice de jugement floue pour les alternatives. Par exemple, le degré de conformité de l'alternative A au critère i peut être jugé « excellent », tandis que le degré de conformité de l'alternative B au critère i est « faible». De cette façon, une matrice d'évaluation est créée pour chaque alternative. Une matrice d'évaluation $m \times n$ est dérivée, où m est le nombre de critères et n est la catégorie d'évaluation de la langue (excellent, bon, etc.). Les notes linguistiques sont utiles pour exprimer l'imprécision et la partialité des avis des experts (Teague, 2013). La matrice d'évaluation est ensuite combinée au nombre d'experts fournissant l'évaluation pour calculer la matrice de jugement floue;
- Étape 5 : Calculer le résultat synthétique globale. Le résultat global est calculé en multipliant les matrices de jugement floues de chaque alternative par les vecteurs de poids des critères déterminés à l'étape 2.

Les principales étapes d'une évaluation globale floue sont les suivantes (Figure 3.2) :

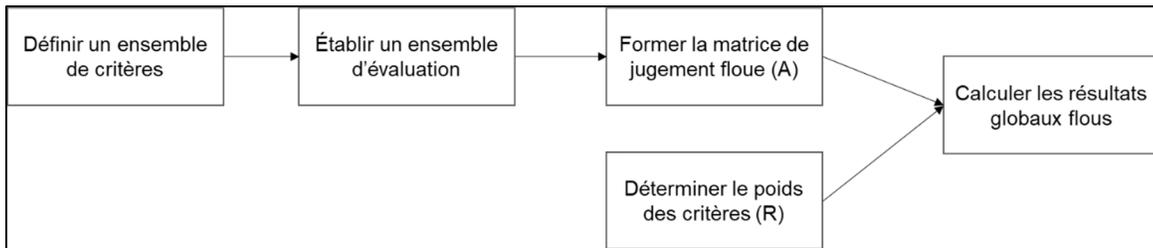


Figure 3.2 Processus de FCE

3.6 Cadre de l'approche de recherche

La décision de sélection précoce des concepts est influencée par un certain nombre de facteurs. Ces facteurs n'existent pas et ne fonctionnent pas isolément, mais s'influencent mutuellement, sont interdépendants et se transforment même les uns les autres, influençant ensemble l'amélioration de l'avantage global de l'innovation. La construction d'un modèle de décision pour la sélection précoce de concepts doit être basée sur les caractéristiques de la sélection précoce de concepts et tenir compte des relations d'influence entre les indicateurs. Ce chapitre construit une méthodologie de prise de décision en groupe pour les décisions de sélection précoce des concepts en utilisant les méthodes DEMATEL, ANP et FCE. La méthode DEMATEL-ANP a été utilisée pour déterminer la pondération mixte des indicateurs de décision; la méthode FCE a été utilisée pour analyser les concepts, et logiciels et outils tels que SuperDecision ont été utilisés pour résoudre le problème. Une combinaison de différentes méthodes permet d'assurer la complémentarité. Les différentes méthodes possèdent également leurs propres avantages, améliorant ainsi l'évaluation plus objective et précise.

La Figure 3.3 illustre le cadre de l'approche de recherche, qui comprend principalement quatre phases:

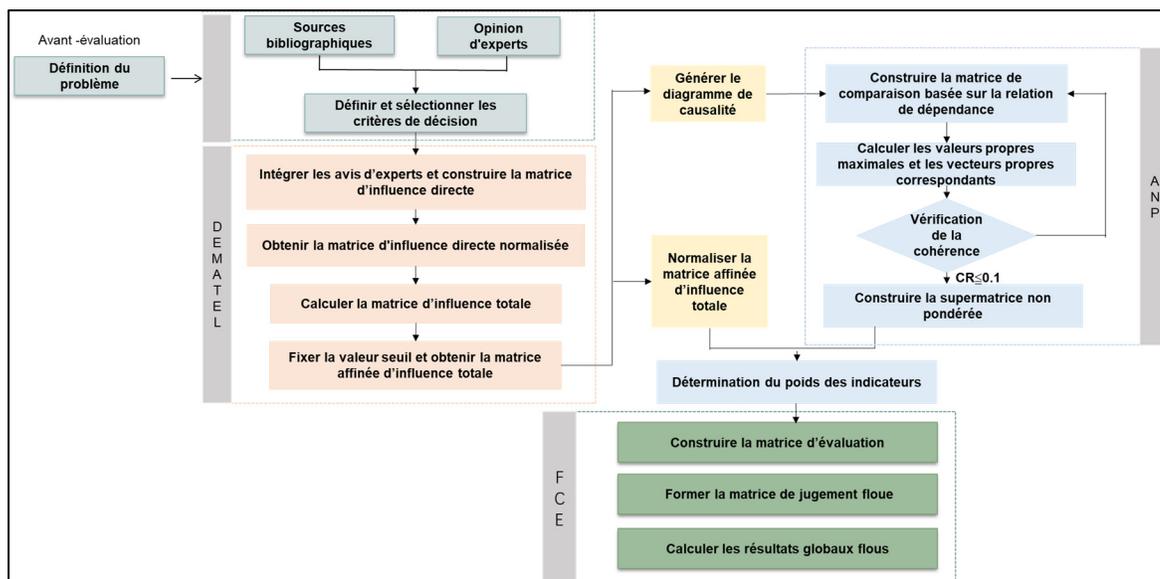


Figure 3.3 Cadre de l'approche proposée

Les différents éléments du cadre sont décrits ci-dessous.

3.6.1 Avant-évaluation : Définition du problème

Avant l'évaluation, les décideurs doivent définir le problème décisionnel et clarifier les objectifs stratégiques. Définir l'objectif de la décision revient à clarifier le problème que nous essayons de résoudre, aidant à coordonner les actions et les ressources pour soutenir la décision. Cette étape a pour but d'identifier les opportunités. Deux critères sont généralement utilisés pour déterminer les décisions de sélections : premièrement, il s'agit de déterminer si le concept choisi joue sur les forces de l'entreprise, surmonte ses faiblesses et exploite les opportunités pour minimiser les risques; et deuxièmement, il s'agit de déterminer si le concept choisi est acceptable pour les parties prenantes de l'entreprise.

3.6.2 Phase 1 : Définir et sélectionner les indicateurs de décision

La clé de la décision est l'analyse comparative des alternatives selon des indicateurs sélectionnés. Après avoir identifié les différentes solutions possibles, il convient de définir des

critères de décision, d'attribuer des pondérations aux critères, d'analyser et de comparer les alternatives par rapport aux critères dérivés des objectifs.

A la phase 1, nous allons analyser les facteurs d'influence impliqués à la réalisation des objectifs et des stratégies de prise de décision de l'organisation, établissant ainsi un ensemble de critères initiaux d'évaluation en fonction d'objectifs identifiés au préalable. La priorité de ces facteurs d'influence n'est pas prise en compte pour le moment.

La construction du système d'indicateurs doit se fonder sur les objectifs stratégiques de l'organisation, en tenant compte des besoins de développement à long et à court terme de l'organisation. Pour que la stratégie fonctionne dans une organisation, il faut trouver un équilibre entre les capacités internes de l'organisation et les besoins externes. La conception des indicateurs clés d'évaluation liés à la stratégie peut se faire par le biais de questionnaires, d'entretiens, de réunions, etc. afin de solliciter les avis et les suggestions de toutes les parties. Une fois la communication et la coordination achevées, le système d'indicateurs conçu vise à atteindre l'équilibre entre les clients et le marché, les objectifs et les compétences de l'entreprise.

Cette recherche a proposé un système d'évaluation à perspectives multiples et à mesures multiples pour la prise de décision à partir des recherches bibliographiques et des avis d'experts. Les évaluateurs peuvent y sélectionner les critères à utiliser, en ajouter ou en retrancher, en fonction des objectifs et de la stratégie de l'organisation.

3.6.3 Phase 2 : Explorer la relation entre les dimensions avec la méthode DEMATEL

Lors de la deuxième phase, la méthode DEMATEL est utilisée pour déterminer les relations d'impact entre les dimensions.

Étape 2.1 : Construire la matrice d'influence directe

La première étape consiste à analyser les interrelations entre les dimensions. Supposons qu'il y ait K experts pour comparer n indicateurs par paires. La relation d'impact direct entre les dimensions est mesurée sur une échelle d'évaluation de 1 à 9 (voir Tableau 3.2). Le degré d'influence du facteur i sur le facteur j déterminé par l'expert k est exprimé en $x_{ij}^{(k)}$. Si l'expert k considère que le facteur i a un impact faible sur le facteur j , $x_{ij}^{(k)}$ est défini comme étant 3. La matrice initiale des relations directes A (3.2) est obtenue en faisant la moyenne des réponses de tous les experts.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 0 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 0 \end{bmatrix} \quad (3.2)$$

$$a_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{k=1}^k x_{ij}^{(k)} ; \quad i, j = 1, 2 \dots n \quad (3.3)$$

Où n est le nombre d'indicateurs ; a_{ij} représente la mesure dans laquelle le facteur i influence le facteur j (3.3).

La DEMATEL n'évalue pas l'impact d'une dimension sur elle-même, de sorte que les valeurs sur la diagonale de la matrice sont égales à 0.

Étape 2.2 : Normaliser la matrice d'influence directe

La matrice d'influence directe normalisée (D) est une normalisation de la matrice d'influence directe, qui est normalisée par maximisation. C'est-à-dire que tous les éléments de la matrice d'influence directe sont divisés par la valeur maximale de la matrice d'influence directe.

Selon l'équation 3.3, la matrice A est normalisée afin d'obtenir la matrice d'influence directe normalisée (D). La somme de chaque ligne et la somme de chaque colonne de la matrice A

sont d'abord calculées pour trouver le maximum f . Les éléments de la matrice d'influence directe A sont divisés par le maximum f pour obtenir la matrice d'influence directe normalisée (D) (3.4).

$$D = A / f \quad (3.4)$$

où f est calculé par l'équation suivante (3.5) :

$$f = \text{Max}(\text{Max} \sum_{j=1}^n a_{ij}, \text{Max} \sum_{i=1}^n a_{ij}); 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n. \quad (3.5)$$

$\sum_{j=1}^n a_{ij}$ représente les effets directs totaux que le critère i donne aux autres critères qui sont obtenus par la somme de chaque ligne i de la matrice A ainsi que la somme de chaque colonne j ; $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ représente les effets directs totaux reçus par le critère j .

Étape 2.3 : Calculer la matrice d'influence totale T .

L'élément t_{ij} de la matrice T représente le degré d'influence directe et indirecte exercée par l'élément i sur l'élément j , ou le degré d'influence combinée que l'élément j reçoit de l'élément i .

La somme des éléments de chaque ligne de la matrice T représente l'influence combinée de l'élément correspondant de cette ligne sur tous les autres éléments, appelée degré d'influence.

La somme des éléments de chaque colonne de la matrice T représente l'influence combinée de l'élément correspondant de cette colonne sur tous les autres éléments.

La matrice d'influence totale T est définie comme l'influence directe plus toutes les influences indirectes, et utilise le concept de limites pour polariser la matrice jusqu'à ce qu'une matrice de

convergence stable T soit atteinte ; où I est la matrice unitaire. La valeur obtenue en multipliant la matrice par elle-même est l'effet indirect de l'augmentation entre les éléments de celle-ci. La matrice d'influence totale T est obtenue à partir de l'équation suivante (3.6) :

$$T = \lim_{m \rightarrow \infty} (D + D^2 + \dots + D^m) = D(I - D)^{-1} \quad (3.6)$$

La matrice T montre toutes les relations d'impact direct et indirect entre toutes les dimensions.

Étape 2.4 : Générer un diagramme causal à effet de quatre dimensions

Calculer la somme des éléments de chaque ligne (R_i) et de chaque colonne (C_j) de la matrice T , où R_i représente l'influence du facteur i sur les autres facteurs (3.7):

$$R_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} \quad (i=1, 2 \dots n) \quad (3.7)$$

C_j est l'effet combiné du facteur j obtenu à partir d'autres facteurs (3.8).

$$C_j = \sum_{i=1}^n t_{ij} \quad (j=1, 2 \dots n) \quad (3.8)$$

Les valeurs de $(R_i + C_j)$ et de $(R_i - C_j)$ sont ensuite calculées pour produire le diagramme de cause à effet. Le diagramme causal à effet est construit en calculant les valeurs de $(R_i + C_j)$ et de $(R_i - C_j)$ pour visualiser les interrelations entre les facteurs. La valeur $(R_i + C_j)$ se situe sur l'axe horizontal, ce qui indique l'importance du critère (Permadi et al., 2019). Plus la valeur est élevée, plus la relation entre l'indicateur et les autres indicateurs est étroite. La valeur $(R_i - C_j)$ est placée sur l'axe vertical, ce qui divise les facteurs en groupe causal. La valeur de $(R_i - C_j)$ est supérieure à 0 signifie que l'indicateur a plus d'influence sur les autres indicateurs, c'est-à-dire que l'indicateur appartient au groupe de causes; la valeur de $(R_i - C_j)$ inférieure à 0, signifie que l'indicateur est principalement influencé par d'autres indicateurs.

Dans le diagramme de causalité, la relation d'influence entre les deux dimensions U_i et U_j est reflétée par des flèches bidirectionnelles si elles interagissent. Si le U_i est affecté par le U_j , il s'agit d'une flèche à sens unique dirigée par U_j vers U_i . La flèche de rotation indique que les indicateurs au sein de ce groupe sont interdépendants. Le diagramme de causalité permet donc de visualiser les relations d'influence de chaque dimension.

Une valeur seuil (α) est définie selon la formule (3.1) pour éliminer les effets négligeables de la matrice d'influence totale T . Si la valeur de t_{ij} est inférieure ou égale à α , la valeur de la position correspondante dans la matrice est égale à 0 (Gölcülk & Baykasoglu, 2016). La matrice affinée d'influence totale (T^s) est ensuite obtenue (3.9).

$$T^s = \begin{bmatrix} t_{11}^s & t_{12}^s & \dots & t_{1n}^s \\ t_{21}^s & t_{22}^s & \dots & t_{2n}^s \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ t_{n1}^s & t_{n2}^s & \dots & t_{nn}^s \end{bmatrix} \quad (3.9)$$

Cette matrice (T^s) sera utilisée dans cette étude pour construire la supermatrice pondérée de l'ANP. De plus, la complexité de la structure du réseau est influencée par la valeur de α . Les facteurs dont la valeur est supérieure à la valeur de α sont sélectionnés pour être présentés dans le diagramme de causalité.

3.6.4 Phase 3 : Déterminer les pondérations des indicateurs basées sur la méthode ANP

La méthode ANP est ensuite utilisée pour déterminer la relation d'influence entre les dimensions. Cela permet d'aider à identifier les dimensions les plus influentes, mais le processus de calcul ne tient pas compte du fait que l'importance relative des différents indicateurs de décision peut varier. Les décideurs doivent encore identifier l'importance relative des facteurs de décision en déterminant la pondération de chaque indicateur. Cette étude combinera la méthode ANP et la méthode DEMATEL pour déterminer le poids de l'indicateur.

Étape 3.1 : Construire une supermatrice non pondérée par comparaison par paires

Sur la base du diagramme de réseau formé par l'analyse DEMATEL, la comparaison par paires est effectuée pour identifier l'importance relative des indicateurs ayant une relation d'influence mutuelle. Une matrice de comparaison par paires sera constituée à partir de l'échelle 1-9 définie par Saaty (Saaty, 2004) (voir Tableau 3.2). S'il y a n composants à comparer, la matrice est définie comme suit (3.10) :

$$\mathbf{B} = (b_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \dots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \dots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n1} & b_{n2} & \dots & b_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

où b_{ij} représente l'importance relative de la composante de la ligne i par rapport à la composante de la colonne j .

La matrice de jugement de comparaison doit posséder les propriétés suivantes :

- $b_{ij} > 0$;
- $b_{ij} = 1/b_{ji}$ (l'échelle du facteur i par rapport à j et l'échelle de j par rapport à i sont réciproques) ;
- $b_{ii} = 1$.

Une fois toutes les comparaisons par paires terminées, calculer les vecteurs de poids de priorité (\mathbf{W}_i) à l'aide de l'équation 3.11 (saaty, 2004).

$$\mathbf{W}_i = (\prod_{j=1}^n b_{ij})^{1/n} / \sum_{i=1}^n (\prod_{j=1}^n b_{ij})^{1/n} \quad (3.11)$$

Saaty (2004) a proposé d'utiliser l'indice de cohérence (CI) pour vérifier la cohérence de la matrice de comparaison.

Les formules 3.12 et 3.13 sont utilisées pour calculer la valeur propre maximale λ_{max} de la matrice de comparaison par paires (\mathbf{B}).

$$\mathbf{B} \times \mathbf{W} = \lambda_{max} \times \mathbf{W} \quad (3.12)$$

$$\lambda_{max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{w_i} \quad (3.13)$$

La présente étude a suivi la suggestion de Saaty (2004) de vérifier la cohérence des comparaisons par paires au moyen des formules suivantes (3.14 et 3.15) :

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{m - 1} \quad (3.14)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.15)$$

où CI et CR sont respectivement l'indice de cohérence et le rapport de cohérence, n est le nombre de critères. Le « random index » (RI) est obtenu par consultation du tableau suivant (Tableau 3.3).

Tableau 3.3 Ratio index
Tiré de Saaty (2008b, p. 3)

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.4	1.45	1.49

Une valeur CR inférieure ou égale à 0.1 est acceptable. Si le CR est supérieur à 0.1, Saaty (2004) suggère de refaire des comparaisons.

Pendant cette étude, des experts seront invités à créer des matrices de jugement afin d'éliminer les biais de jugement dus aux préférences personnelles et ainsi améliorer l'analyse des alternatives. De cette façon, nous pouvons bénéficier d'une plus grande expérience et d'une perspective de groupe et prendre des décisions plus globales (Wu et al., 2008).

La méthode d'agrégation des jugements des décideurs est la clé pour l'application de la décision de groupe ANP. L'agrégation des données relatives à la prise de décision en groupe consiste à recueillir les données de décision fournies par les experts du groupe et à les traiter en utilisant une méthode d'agrégation appropriée pour tirer des conclusions sur les décisions

de groupe. La littérature existante suggère généralement d'utiliser la moyenne géométrique (Aczél & Saaty, 1983; Saaty & Vargas, 2006) ou la moyenne arithmétique pondérée (Ramanathan & Ganesh, 1994) pour agréger les informations de jugement de groupe. Les deux méthodes ne violent pas le principe de Pareto (Forman & Peniwati, 1998). Le principe de Pareto (accord unanime) signifie essentiellement qu'étant donné deux choix A et B , si chaque membre d'un groupe préfère A à B , alors le groupe doit préférer A à B . Le principe a été largement articulé et appliqué en économie, en ingénierie et en sciences sociales (Wu, Chiang, & Lin, 2008). La moyenne géométrique est plus conforme à la signification du jugement et de la hiérarchisation dans l'AHP (Forman & Peniwati, 1998; Saaty & Vargas, 2006). Cette étude suit donc la recommandation de Saaty d'utiliser la moyenne géométrique comme mesure d'agrégation de la matrice de jugement d'ANP.

Une fois que toutes les comparaisons par paires ont réussi le test de cohérence, la moyenne géométrique des résultats de la priorité est appliquée pour intégrer les jugements des experts et former une supermatrice W non pondérée.

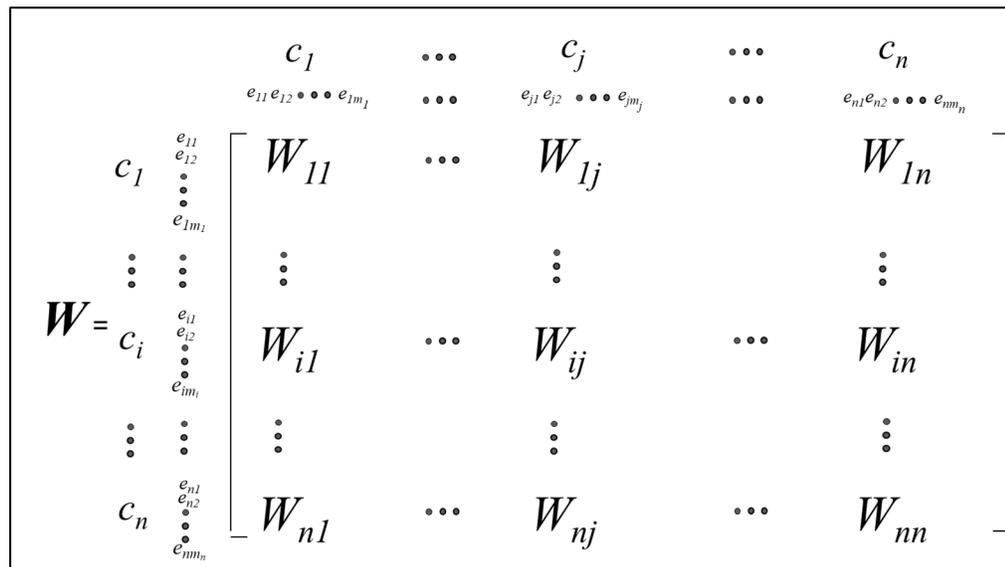


Figure 3.4 Structure générale d'une supermatrice
Tirée de Saaty (2008, p. 6).

La forme générale de la supermatrice est décrite à la Figure 3.4. La supermatrice représente la priorité d'influence d'un élément à gauche de la matrice sur un élément en haut de la matrice par rapport à un critère de contrôle particulier. W est une matrice de blocs composée des principaux vecteurs propres obtenus par comparaison par paires. C_n représente le n ème groupe, e_{nm_n} représente le même élément du n ème groupe. W_{ij} est une matrice de blocs constituée de vecteurs de poids prioritaires de l'influence des éléments du i ème groupe par rapport au j ème groupe. Si le groupe j ème n'a aucun effet sur le i ème groupe, alors $W_{ij} = 0$.

Étape 3.2 : Calculer la supermatrice pondérée

Si la somme des colonnes d'une des colonnes de la supermatrice composite est supérieure à 1, cette colonne doit être normalisée pour obtenir la supermatrice pondérée. Cette étude utilise la matrice affinée d'impact total de DEMATEL pour construire la supermatrice pondérée ANP. Cette étude utilise la méthode proposée par Yang et al., (2008) pour calculer la matrice de relation de poids mixte selon l'équation (3.16). Tout d'abord, la matrice affinée d'influence totale (T^h) obtenue à l'étape 2.3 est normalisée selon la formule suivante (3.16).

$$T^{th} = \begin{bmatrix} \frac{t_{11}^s}{e_1} & \frac{t_{12}^s}{e_1} & \dots & \frac{t_{1n}^s}{e_1} \\ \frac{t_{21}^s}{e_2} & \frac{t_{22}^s}{e_2} & \dots & \frac{t_{2n}^s}{e_2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{t_{n1}^s}{e_n} & \frac{t_{n2}^s}{e_n} & \dots & \frac{t_{nn}^s}{e_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} t_{11}^{th} & t_{12}^{th} & \dots & t_{1n}^{th} \\ t_{21}^{th} & t_{22}^{th} & \dots & t_{2n}^{th} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ t_{n1}^{th} & t_{n2}^{th} & \dots & t_{nn}^{th} \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

Ensuite, le T^h est multiplié par la supermatrice non pondérée W afin d'obtenir la supermatrice pondérée W^{th} (voir 3.17 et 3.18).

$$W^{th} = \begin{bmatrix} \frac{W_{11}}{e_1} & \frac{W_{12}}{e_1} & \dots & \frac{W_{1n}}{e_1} \\ \frac{W_{21}}{e_2} & \frac{W_{22}}{e_2} & \dots & \frac{W_{2n}}{e_2} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{W_{n1}}{e_n} & \frac{W_{n2}}{e_n} & \dots & \frac{W_{nn}}{e_n} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

$$e_i = \sum_{j=1}^n t_{ij}^{th} \quad (3.18)$$

Étape 3.3 : Calculer la supermatrice limite

La supermatrice pondérée est ensuite élevée à une très grande puissance afin d'obtenir les valeurs convergentes ou stables. Elle est calculée en élevant la supermatrice à une puissance limite, comme dans l'équation (3.19), pour obtenir une matrice dans laquelle toutes les colonnes sont identiques et chaque colonne donne le vecteur de priorité globale (Bottero & Lami, 2010). Les valeurs de cette matrice limite sont les priorités des éléments par rapport à l'objectif.

$$\text{Matrice limite} = \lim_{k \rightarrow \infty} W^{thk} \quad (3.19)$$

où W^{th} est la supermatrice pondérée et k égale le nombre de puissances successives par lesquelles la supermatrice pondérée est élevée. La valeur de la supermatrice limite est le vecteur de priorité globale.

3.6.5 Phase 4 : Classer les alternatives à l'aide de la méthode FCE

A la phase 4, une évaluation globale des alternatives sera effectuée selon la méthode de la FCE. En raison de l'ambiguïté du jugement humain au cours du processus de décision en matière de choix des concepts, la manière de présenter et de simuler avec précision les informations évaluées par les experts est naturellement le point le plus fondamental et le plus critique. La méthode FCE utilise des matrices de jugement flou pour quantifier des situations imprécises et est donc particulièrement utile pour traiter des ambiguïtés des réponses (Teague, 2013).

Étape 4.1 : Définir un ensemble de critères

Établir un ensemble de critères (U) en fonction des questions de décision.

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_i\},$$

où u_i représente le i ème critère de l'ensemble U .

Étape 4.2 : Déterminer le poids des critères

La pondération des critères varie en fonction du degré d'influence de chaque critère de décision. Cette valeur de pondération doit donc être déterminée par une méthode appropriée.

Étape 4.3 : Établir un ensemble d'évaluation

L'ensemble d'évaluation (V) est un ensemble composé de différents résultats que l'évaluateur peut produire sur l'objet de l'évaluation.

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_j\},$$

où l'élément v_j représente le résultat de l'évaluation j ème.

Il peut être représenté par différents niveaux, commentaires ou chiffres, selon les besoins de la situation réelle. Par exemple, $V = \{\text{excellent, bon, moyen, faible}\}$.

Étape 4.4 : Former la matrice de jugement floue

Les alternatives sont ensuite évaluées sur la base de chaque critère de décision pour obtenir leur note linguistique correspondante, et une « matrice d'évaluation » est créée pour chaque alternative. Une matrice d'évaluation $m \times n$ est finalement constituée où m est le nombre de critères et n est le niveau linguistique (c'est-à-dire Excellent, bon, moyen et faible).

L'évaluation du degré d'appartenance de chaque alternative à une catégorie linguistique pour un certain critère constitue la matrice de jugement. La matrice de jugement floue (\mathbf{R}_{mn}) de chaque alternative est obtenue en comptant le nombre d'évaluations excellentes, bonnes, moyennes et faibles pour chaque indicateur de la part de tous les évaluateurs. La matrice de jugement floue représente le degré d'appartenance à un grade linguistique qu'une alternative démontre en termes de chaque critère (3.20).

$$\mathbf{R}_{mn} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.20)$$

r_{ij} représente le degré d'appartenance déterminé par l'équation 3.21 :

$$r_{ij} = n_{ij} / \sum_{j=1}^n n_{ij} \quad (3.21)$$

où n_{ij} représente le nombre total de fois où le $i^{\text{ème}}$ facteur a été évalué comme appartenant au niveau linguistique de $j^{\text{ème}}$.

La matrice de jugement floue représente le degré d'appartenance linguistique des alternatives en fonction de chaque critère.

Étape 4.5 : Calculer les résultats globaux flous

Le résultat global flou est calculé en multipliant la matrice de jugement floue (\mathbf{R}) de chaque alternative par le vecteur de poids du critère \mathbf{W} (3.22).

$$\mathbf{B} = \mathbf{W} \times \mathbf{R} \quad (3.22)$$

où \mathbf{B} détermine la priorité des alternatives.

Le score global de jugement flou est obtenu selon la formule 3.23.

$$S = \mathbf{B} \times (\mathbf{C}_k)^T \quad (3.23)$$

où S est la note totale obtenue pour une alternative, et \mathbf{C}_k est la valeur quantifiée correspondante pour l'ensemble d'évaluation V . Les évaluations qualitatives de l'ensemble d'évaluation V peut être quantifiée en fonction des besoins du décideur. Par exemple, nous pourrions quantifier les commentaires excellent, bon, moyen et faible comme 4, 3, 2 et 1, respectivement, ou d'autres chiffres. De cette manière, nous pouvons obtenir les scores finaux du jugement flou pour toutes les alternatives à choisir. La priorité de chaque alternative peut être déterminée selon ces résultats finaux.

3.7 Conclusion du chapitre 3

Ce chapitre construit un processus décisionnel en groupe pour les décisions de sélection précoce conceptuelle basée sur les techniques DEMATEL, ANP et FCE. Cette approche tient compte des interactions entre les facteurs de décision et quantifie les relations entre les indicateurs de pondérations afin d'en fournir une description plus complète. L'ambiguïté du processus d'évaluation par les experts est également prise en compte.

Cette approche combine les degrés de corrélation des indicateurs obtenus par la méthode DEMATEL et les pondérations obtenues par la méthode ANP, ce qui donne un classement relatif des indicateurs présentant des degrés de corrélation et des pondérations élevées. Cette approche réduit la complexité de la structure du réseau en clarifiant les relations d'interaction entre les indicateurs. Seuls les facteurs dont la valeur d'influence dans la matrice d'influence totale est supérieure à la valeur seuil peuvent être choisis et convertis dans le diagramme des relations d'impact. L'approche FCE permet de résoudre efficacement les ambiguïtés qui se posent pendant le processus d'évaluation. Cela contribue à améliorer la précision et l'exhaustivité de l'évaluation par le traitement quantitatif des descriptions qualitatives. Les

décideurs sont donc en mesure d'identifier et de se concentrer le plus tôt possible sur les principaux facteurs d'influence et d'optimiser la gestion des décisions.

CHAPITRE 4

ÉTUDE DE CAS : LES 24 HEURES DE L'INNOVATION

Ce chapitre utilise le modèle de décision élaboré au chapitre 3 pour effectuer une étude empirique sur « Les 24 heures de l'innovation » afin d'illustrer et d'analyser l'application spécifique du modèle développé dans cette recherche. Premièrement, les relations d'influence et les pondérations des indicateurs de décision sont établies selon le modèle proposé. Enfin, des études empiriques ont été menées selon les étapes spécifiques du modèle et des analyses précises des résultats ont été effectuées.

4.1 Que sont les « 24 heures de l'innovation »?

Les « 24 heures de l'innovation » est un événement international qui rassemble des talents créatifs. Les participants aux « 24 heures de l'innovation » sont libres de former une équipe avec des personnes ayant des connaissances différentes et des formations techniques différentes afin de trouver des solutions novatrices au défi qu'ils choisissent.

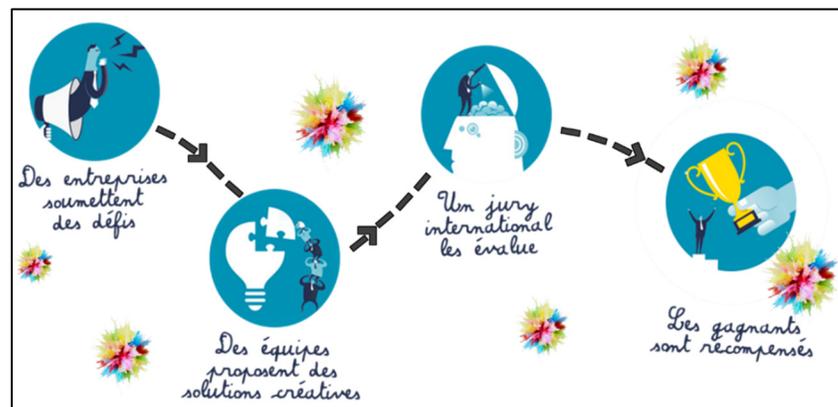


Figure 4.1 Définition des « 24 heures de l'innovation »
Tirée de « 24 heures de l'innovation » (2016)

Les défis sont des problèmes réels lancés par les partenaires (entreprises privées, institutions publiques, universités, centres de recherche, etc.) des « 24 heures de l'innovation » (Figure 4.1). Les équipes doivent, pendant les 24h suivant le lancement, développer une solution et présenter leur concept sous forme d'une vidéo de 2 minutes. Il sera évalué par des jurys locaux et internationaux issus des milieux universitaires et de l'entreprise. Le jury de tous les sites doit utiliser les mêmes critères d'évaluation. La grille d'évaluation tient compte de la créativité et de l'innovation avec une pondération de 30%, de l'analyse des informations scientifiques et techniques 30% également, 20% pour la qualité de la présentation et 20% pour l'écoresponsabilité.

La mission des « 24 heures de l'innovation » consiste à évaluer et à aider les entreprises à trouver des solutions efficaces aux défis qu'elles rencontrent dans leur processus d'innovation. L'objectif est de faciliter et de soutenir le processus d'innovation et de le transformer en produits efficaces. Face aux défis auxquels sont confrontées les entreprises, les « 24 heures de l'innovation » s'appuie sur les forces des autres partenaires, intègre de nouvelles idées provenant de l'extérieur de l'entreprise et résout les problèmes d'innovation en combinant les ressources internes et externes. Les « 24 heures de l'innovation » propose un fond d'aide à l'innovation pour soutenir les projets innovants. Comme la phase amont de l'innovation se caractérise par une grande incertitude et un risque élevé, il est difficile pour les entrepreneurs d'obtenir un financement externe à ce stade. L'absence de garantie de continuité au niveau de la constitution des équipes et aussi en ce qui concerne l'engagement des équipes ont conduit la plupart des investisseurs extérieurs à hésiter à investir, ce qui a réduit le taux de conversion des résultats des solutions innovantes. Les « 24 heures de l'innovation » doivent donc également réaliser une évaluation de marché potentiel et élaborer une analyse commerciale comprenant les coûts et les revenus. Une telle évaluation manquante ou défectueuse compromettra le développement futur du processus d'innovation.

4.2 Application de la méthode proposée

Pour les « 24 heures de l'innovation », les critères d'évaluation actuels se concentrent principalement sur l'évaluation de la créativité et de l'aspect technologique de concepts. Les règles d'évaluation existantes manquent de jugement quant à savoir si la solution répond à la demande du marché et si elle pourrait être transformée en produits innovants. Par conséquent, il est impossible d'effectuer une évaluation complète de la valeur d'innovation des solutions. De plus, les problèmes complexes liés à la prise de décisions font souvent intervenir de multiples critères décisionnels et il existe une relation d'interdépendance ou de rétroaction entre les indicateurs. Cela rend difficile la détermination efficace de la pondération des indicateurs.

L'évaluation des solutions résultant des « 24 heures de l'innovation » est un processus de prise de décision complexe. Cette étude applique le modèle de processus de décision précédemment développé aux « 24 heures de l'innovation » afin d'aider à sélectionner les concepts qui méritent d'être développés.

4.2.1 Avant-évaluation : Définition du problème et clarification des objectifs

Il y avait en particulier un défi, proposé par un hôpital mère enfant, comme suit : « Inventez la salle d'attente intelligente du futur pour ados! Comment équiper la salle d'attente du futur pour mieux informer les ados et leurs parents sur la santé, la prévention, le bien-être ? Pour les aider à communiquer ? Pour les brancher à leur médecin ? Aidez les jeunes à grandir en santé! ». Le défi consiste à créer une salle d'attente intelligente pour les jeunes afin de mieux informer les jeunes et leurs parents sur la santé, la prévention et le bien-être. Nous avons choisi les solutions de trois équipes et nous avons procédé à une évaluation globale à l'aide de notre modèle :

- La concept 1 propose l'utilisation de lunettes à réalité virtuelle pour réaliser des processus interactifs. Le patient porte des lunettes de réalité virtuelle et simule un voyage personnalisé

où il peut répondre à des questions sur des informations éducatives, de la santé, etc.. Les données pertinentes au cours de l'interaction seraient transmises au médecin en temps réel.

- Le concept 2 propose le développement d'un siège intelligent qui recueille des données sur la santé d'un patient au moyen d'électrodes intégrées dans le coussin et le dossier du siège. En même temps, crée une base de données accessibles afin que le médecin ou la famille d'un patient puisse avoir accès à des informations sur l'état de santé actuel. De plus, la salle d'attente utilise de l'énergie propre pour produire un système d'éclairage réglable qui offre aux patients un environnement d'attente moderne et confortable.
- Le concept 3 consiste à développer une application mobile que les patients peuvent télécharger lorsqu'ils entrent dans la salle d'attente d'un hôpital. Après une étape simple de création du nom d'utilisateur, les patients peuvent jouer ensemble à un jeu de questions et réponses pendant le temps d'attente au moyen de cette application. Les questions apparaîtront à l'écran concernant la prévention, la santé et le bien-être, et les patients peuvent soumettre leurs réponses par l'application. Chaque fois qu'un patient obtient une bonne réponse, il est félicité à l'écran et cumule des points. De plus, l'application sélectionne les sujets d'intérêt pour les adolescents afin d'augmenter leur enthousiasme à participer. Les patients adolescents peuvent donc utiliser le temps passé dans la salle d'attente à apprendre des informations sur la santé par leurs smartphones. Le temps d'attente ennuyeux devient moins pesant et plus constructif par l'interaction et l'apprentissage.

Le Tableau 4.1 présente les solutions proposées par trois équipes pour relever ce défi.

Tableau 4.1 Résumé des solutions proposées

Défi	Solution proposée	Description
Salle d'attente intelligente	Concept 1	<ul style="list-style-type: none"> • Processus interactifs basés sur la réalité virtuelle • Questions divertissantes et éducatives • Données collectées transmises aux médecins

	Concept 2	<ul style="list-style-type: none"> • Électrodes sèches pour analyser des aspects de la santé en temps réel • Affichage à l'écran des options de l'histoire clinique, des jeux éducatifs, de l'information sur la santé, et le bien-être. • Envoi des résultats aux médecins
	Concept 3	<ul style="list-style-type: none"> • Développement d'une application • Questions concernant la prévention, la santé et le bien-être

4.2.2 Phase 2 : Construire le système d'indicateurs de décision

La présente étude effectue une analyse sur la décision de sélection des concepts pour les « 24 heures de l'innovation » selon le système d'indicateurs de décision défini au chapitre 2.

Sur la base du système d'indicateurs de décision mis en place au chapitre 2, quatre dimensions sont utilisées dans cette étude (Figure 4.2) : la dimension de la créativité (U_1), la dimension financière (U_2), la dimension du marché (U_3) et la dimension des capacités d'innovation (U_4).

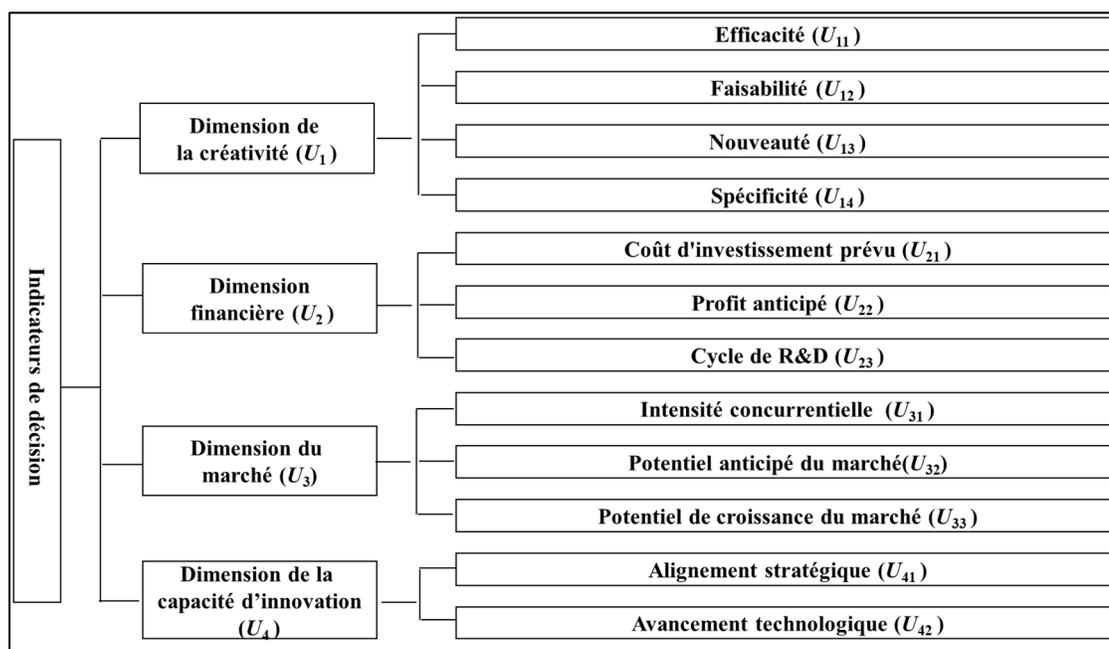


Figure 4.2 Indicateurs de décision

4.2.3 Phase 3 : Analyser la causalité des dimensions de décision à l'aide de la méthode DEMATEL

La méthode DEMATEL a été utilisée pour déterminer le degré de corrélation entre les dimensions du système d'indicateurs de décision. Les relations d'influence entre les dimensions ont été évaluées au moyen d'un questionnaire destinés à des experts. Le format du questionnaire destinés à des experts sur les relations d'influence pour chaque dimension est présenté dans le Tableau 4.2.

La matrice de jugement des relations d'influence représente le degré d'influence de l'élément situé à gauche de la matrice sur l'élément situé en haut de la matrice. Les experts évaluent les interactions entre les dimensions selon l'échelle d'évaluation du degré d'influence présentée dans le tableau 3.2. Par exemple, si l'expert estime que la dimension financière n'a pas d'influence sur la dimension marché, inscrire 0 dans le tableau; si l'expert estime que la dimension financière a une influence faible sur la dimension marché, remplir alors 3.

Tableau 4.2 Matrice de jugement des relations d'influence

	Dimension de la créativité	Dimension financière	Dimension du marché	Dimension de la capacité d'innovation
Dimension de la créativité	0			
Dimension financière		0		
Dimension du marché			0	
Dimension de la capacité d'innovation				0

Des questionnaires ont été distribués à 19 experts de la gestion d'innovation et de l'entrepreneuriat, dont sept enseignant(e)s, six post-docteur(e)s ou doctorant(e)s au programme de gestion de l'innovation à l'ÉTS, ainsi que trois chefs de projet d'entreprise et trois entrepreneurs. Les experts choisis possèdent non seulement une riche connaissance en gestion de l'innovation, mais également une expérience pratique pertinente en gestion de l'entrepreneuriat. Les experts seront donc aptes à comprendre et répondre adéquatement aux

questions posées. Une partie des experts a déjà participé à la compétition des « 24h de l'innovation » en tant que membres du jury. De plus, les experts pourront regarder une présentation vidéo de la compétition, mise en place par les organisateurs des « 24h de l'innovation », visant à conforter la compréhension des experts sur la compétition. Les « 24h de l'innovation » ont pour vocation d'identifier des solutions innovantes qui mériteraient d'être développées. Les experts ont de fortes capacités d'analyse en matière d'innovation et d'entrepreneuriat. Leurs précieux savoirs et expériences fourniront une mesure considérée comme appropriée de l'évaluation des solutions. Cela va nous aider à établir les critères de décision appropriés pour mieux juger et identifier de nouvelles opportunités.

Étape 2.1 : Créer la matrice d'influence directe

DEMATEL obtient la matrice d'influence directe (A) en comparant les relations d'influence entre les éléments par paires.

La matrice d'influence directe a été établie en demandant aux experts sélectionnés d'évaluer les relations d'impact direct des critères primaires de décision des « 24 heures de l'innovation ». L'échelle à neuf niveaux a été utilisée pour refléter le degré d'influence entre les critères. 0 signifie que le critère i n'a pas d'impact sur le critère j , et 9 signifie que l'indicateur i a une grande influence sur l'indicateur j , comme le montre le Tableau 3.2. Le critère i et le critère j sont comparés deux fois, respectivement l'influence directe du critère i sur le critère j ; et l'influence directe du critère j sur le critère i . Les critères n'ont pas besoin d'être comparés c'est-à-dire que les valeurs sur la diagonale de la matrice sont généralement désignées par zéro.

Ensuite, les évaluations de chaque expert ont été traitées par la méthode de la moyenne arithmétique pour former la matrice d'influence directe (A) de décision de sélection pour les « 24 heures de l'innovation ». Les valeurs des éléments de la matrice d'influence directe indiquent la force de la relation d'influence directe entre les éléments.

$$\mathbf{A} = \begin{matrix} & \begin{matrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.000 & 2.474 & 2.316 & 1.790 \\ 1.947 & 0.000 & 1.105 & 1.737 \\ 1.947 & 3.631 & 0.000 & 2.790 \\ 2.421 & 2.263 & 2.158 & 0.000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Étape 2.2 : Calculer la matrice de relation directe normalisée et la matrice d'influence totale

La matrice d'influence directe (\mathbf{A}) est ensuite normalisée selon les équations 3.4 et 3.5, pour former la matrice d'influence directe normalisée (\mathbf{D}).

$$\mathbf{D} = \begin{matrix} & \begin{matrix} u_1 & u_2 & u_3 & u_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.000 & 0.296 & 0.277 & 0.214 \\ 0.233 & 0.000 & 0.132 & 0.208 \\ 0.233 & 0.434 & 0.000 & 0.333 \\ 0.290 & 0.270 & 0.258 & 0.000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Puis, la matrice d'influence totale \mathbf{T} de dimensions des « 24h de l'innovation » est calculée selon l'équation 3.6, où \mathbf{I} est la matrice unité.

$$T = \begin{matrix} & U_1 & U_2 & U_3 & U_4 \\ \begin{matrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.709 & 1.110 & 0.846 & 0.878 \\ 0.734 & 0.671 & 0.606 & 0.706 \\ 1.036 & 1.357 & 0.746 & 1.085 \\ 0.960 & 1.123 & 0.859 & 0.725 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Étape 2.3 : Calculer la somme des lignes et des colonnes de la matrice de relation totale T

La somme des lignes, des colonnes, des valeurs de $(R_i + C_j)$ et $(R_i - C_j)$ de la matrice T est calculée à partir des 3.7 à 3.8, comme indiqué au Tableau 4.3.

Tableau 4.3 Somme des lignes et des colonnes de la matrice de relation totale T

	U_1	U_2	U_3	U_4	R_i	C_j	$R_i + C_j$	$R_i - C_j$
U_1	0.709	1.110	0.846	0.878	3.542	3.439	6.981	0.103
U_2	0.734	0.671	0.606	0.706	2.715	4.260	6.975	-1.545
U_3	1.036	1.357	0.746	1.085	4.225	3.056	7.280	1.169
U_4	0.960	1.123	0.859	0.725	3.666	3.393	7.059	0.273

La valeur seuil calculée selon l'équation 3.1 est de 0.728. Cela permet de filtrer certains effets négligeables. La matrice affinée d'influence totale (T^s) est alors obtenue.

$$T^s = \begin{matrix} & \begin{matrix} U_1 & U_2 & U_3 & U_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.000 & 1.110 & 0.846 & 0.878 \\ 0.734 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 1.036 & 1.357 & 0.746 & 1.085 \\ 0.960 & 1.123 & 0.859 & 0.000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

La matrice T^s est ensuite normalisée selon l'équation (3.15) pour obtenir la matrice T^{nh} (ci-après dénommée « matrice normalisée »). Cette matrice sera utilisée pour construire la supermatrice pondérée ANP de la présente étude.

$$T^{nh} = \begin{matrix} & \begin{matrix} U_1 & U_2 & U_3 & U_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} U_1 \\ U_2 \\ U_3 \\ U_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.000 & 0.392 & 0.299 & 0.310 \\ 1.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.245 & 0.321 & 0.177 & 0.257 \\ 0.326 & 0.382 & 0.292 & 0.000 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Étape 2.4 : Générer un diagramme causal à effet de quatre dimensions

Le graphique de causalité est construit à partir des valeurs $(R_i + C_j)$ et $(R_i - C_j)$ des indicateurs de décision. Le diagramme de causalité (Figure 4.3) est construit.

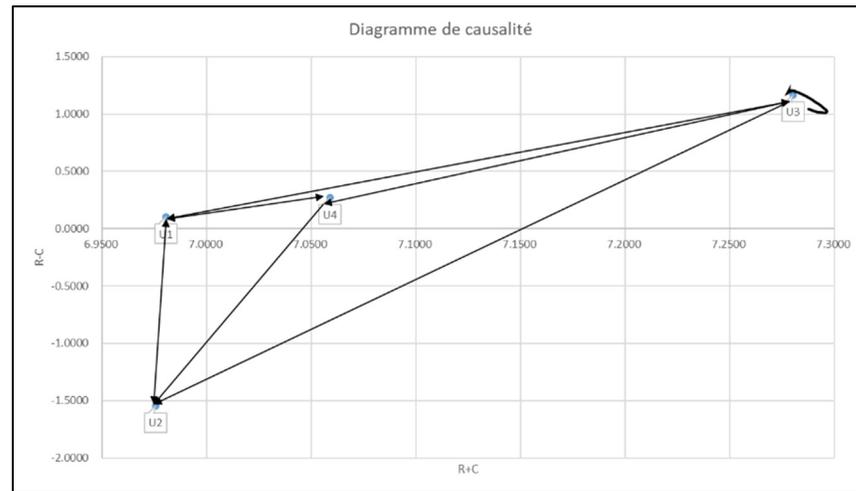


Figure 4.3 Diagramme de causalité des dimensions

La somme de $(R_i + C_j)$ indique l'importance du facteur i dans le système d'indicateurs de décision, c'est-à-dire l'intensité de l'impact donné et reçu par ce facteur. La somme des $(R_i + C_j)$ constitue l'axe horizontal de la Figure 4.3. Plus la valeur de $(R_i + C_j)$ d'une dimension est élevée, plus cette dimension est étroitement liée aux autres dimensions.

La diagramme de causalité démontre que la dimension d'impact la plus importante est la perspective du marché, avec une valeur $(R_i + C_j)$ de 7.280. La perspective du marché est étroitement liée aux autres dimensions.

La dimension de la capacité d'innovation (U_4) arrive en deuxième position avec une valeur de $(R_i + C_j)$ de 7.059. La dimension de la capacité d'innovation planifie et déploie les technologies et les ressources nécessaires pour développer le concept d'innovation afin d'assurer le développement normal des autres dimensions. La perspective de la capacité d'innovation (U_4) est donc étroitement liée à d'autres dimensions.

La dimension du marché (U_3) a un impact sur les quatre dimensions (y compris sur elle-même), les effets les plus visibles étant ceux de la dimension financière (U_2) et de la dimension de la capacité d'innovation (U_4). La dimension financière (U_2) est influencée par les trois autres

dimensions (U_1, U_3, U_4), tandis que les effets de la dimension financière (U_2) sur (U_3) et (U_4) sont considérés comme négligeables par les experts.

Le diagramme de causalité permet de visualiser la causalité des indicateurs de décision. Si la valeur de $(R_i - C_j)$ d'une dimension est supérieure à 0, cette dimension appartient au groupe des causes. Cela indique que cette dimension a une influence plus forte sur les autres. Si la valeur $(R_i - C_j)$ est inférieure à 0, cela indique qu'une dimension est principalement influencée par d'autres dimensions.

La Figure 4.3 montre que la valeur $(R_i - C_j)$ de la dimension du marché, de la dimension de la capacité d'innovation et de la dimension de créativité sont toutes trois supérieures à 0 et constituent le groupe des causes. Elles ont un impact plus important sur la dimension financière. En particulier, la valeur $(R_i - C_j)$ de la dimension du marché est la plus élevée, atteignant 1.169.

La recherche démontre que la dimension financière est la plus affectée par les résultats de la mise en œuvre des autres dimensions et sa valeur $(R_i - C_j)$ est la plus faible. Les investissements ou les revenus nécessaires à l'élaboration de concepts novateurs sont ajustés dynamiquement en fonction de l'évolution des marchés et des ressources. Par conséquent, la dimension financière est plus influencée par d'autres dimensions.

L'analyse DEMATEL peut donc présenter visuellement les relations entre les différents de dimensions. Aider les décideurs à identifier les dimensions les plus influentes et les plus étroitement liées aux autres dimensions. Il est également possible d'aider les décideurs à identifier et à se concentrer sur les facteurs de causes.

4.2.4 Phase 4 : Déterminer la pondération des indicateurs de décision

Puisque la relation entre les critères et les groupes joue un rôle important dans l'ANP, la méthode DEMATEL peut être utilisée pour décrire le graphe de relation de réseau pour les

problèmes de décision. Après avoir déterminé la causalité des dimensions à l'aide de la méthode DEMATEL, la méthode ANP a été appliquée pour calculer les pondérations des indicateurs. Les principales étapes sont les suivantes :

Étape 3.1 : Construire le diagramme de structure du réseau ANP

La structure du réseau ANP pour les dimensions de décision des « 24 heures de l'innovation » est établie d'après le diagramme de causalité déterminé par la méthode DEMATEL.

En raison de la complexité du processus de calcul des supermatrices ANP, Saaty et William Adams ont développé en 2003 le logiciel SuperDecisions (Saaty, 2004) pour simplifier le calcul ANP (Hussey, 2014). Ce logiciel fournit des outils permettant de créer et de gérer des modèles AHP et ANP, de calculer et d'analyser des résultats.

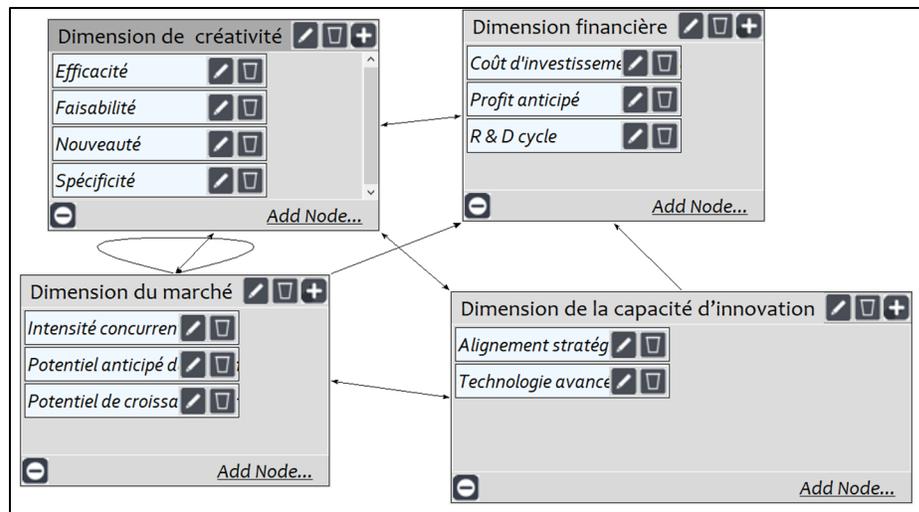


Figure 4.4 Structure du réseau d'ANP

Le logiciel SuperDecisions a été utilisé pour construire un diagramme complet de la structure du réseau ANP en ajoutant les critères (voir la Figure 4.4). Les flèches du graphique indiquent les interdépendances et les relations de rétroaction entre les dimensions. Les flèches

bidirectionnelles représentent l'interaction entre les deux dimensions. Les flèches de la dimension des capacités d'innovation à la dimension financière ne représentent que les éléments de la dimension des capacités d'innovation qui affectent les éléments de la dimension financière. La flèche de rotation sur la dimension du marché indique s'il existe une dépendance interne entre les éléments de la dimension du marché.

Le processus de calcul de l'ANP étant très complexe, le logiciel Super Decisions a été utilisé pour faciliter le calcul.

Étape 3.2 : Établir les matrices de jugement par comparaison par paires et obtenir les supermatrices non pondérées

Dans cette étude, l'échelle d'évaluation de 1 à 9 définie par Saaty (voir Tableau 3.1) est utilisée quant au processus de comparaison par paires, identifiant ainsi le degré d'importance relative des indicateurs de décision.

Les dix-neuf experts ont été invités à effectuer une comparaison par paires des indicateurs corrélatifs selon le Tableau 3.1. Les experts jugent en répondant aux questions suivantes pour former une matrice de comparaison par paires (voir annexe IV): Quel facteur a le plus d'influence (dominante) sur un critère donné?

Par exemple, en considérant le potentiel de croissance du marché, quel facteur entre « l'efficacité » et « la nouveauté » a le plus d'influence sur le potentiel de croissance du marché ? et de combien (de 1 à 9 définie par Saaty comme le montre le Tableau 3.2).

En raison de la complexité des indicateurs inclus dans cette étude, nous présentons ci-dessous un exemple qui illustre le processus de formation de la matrice de jugement. Selon la structure du réseau ANP, les indicateurs U11, U12 , U13 et U14 de la dimension de créativité (U1) ont

un impact sur les indicateurs U21, U22 et U23 de la dimension financière (U2). La matrice de jugement est maintenant construite en prenant U13 comme critère (voir Tableau 4.4).

Tableau 4.4 Matrice de comparaison par paires

Network	Judgments	Ratings		
1. Choose	2. Node comparisons with respect to Nouveauté		+	3. Results
Node Cluster	Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct			
Choose Node	Comparisons wrt "Nouveauté" node in "Dimension financière" cluster		Normal	Hybrid
Nouveauté	Profit anticipé is equally to moderately more important than Coût d'investissem		Inconsistency: 0.05156	
Cluster: Dimension de c	1. Coût d'inves~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No con	Coût d'in~	0.19580
Choose Cluster	2. Coût d'inves~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No con	Profit an~	0.49339
Dimension fina~	3. Profit antic~	>=9.5 9 8 7 6 5 4 3 2 2 3 4 5 6 7 8 9 >=9.5 No con	R & D cyc~	0.31081

Les résultats ont montré que le ratio de cohérence (*CR*) est 0.05, inférieur à 0.1. La cohérence est donc acceptable.

Après avoir recueilli les opinions des experts, la cohérence des jugements individuels des experts a d'abord été testée selon les équations 3.12 et 3.14. Les valeurs *CR* calculées à l'aide du logiciel Super Decisions étaient toutes inférieures à 0.1, ce qui indique que les matrices de jugement ont réussi le test de cohérence.

La supermatrice non pondérée des indicateurs est obtenue lorsque toutes les comparaisons par paires pour lesquelles il existe des relations d'interaction sont terminées. Dans cette étude, les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel SuperDecision, en raison du grand nombre d'indicateurs et de la complexité des calculs. Les données recueillies sont introduites dans le logiciel SuperDecision pour former une supermatrice non pondérée au niveau des indicateurs (voir Tableau 4.5).

Tableau 4.5 Supermatrice non pondérée

	U_{11}	U_{12}	U_{13}	U_{14}	U_{21}	U_{22}	U_{23}	U_{31}	U_{32}	U_{33}	U_{41}	U_{42}
U_{11}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.195	0.418	0.138	0.218	0.116	0.182	0.261	0.423
U_{12}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.391	0.271	0.195	0.145	0.231	0.235	0.119	0.174
U_{13}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276	0.191	0.391	0.534	0.490	0.478	0.451	0.266
U_{14}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.138	0.120	0.276	0.102	0.163	0.105	0.169	0.137
U_{21}	0.190	0.311	0.196	0.332	0.000	0.000	0.000	0.196	0.311	0.311	0.163	0.493
U_{22}	0.263	0.196	0.493	0.140	0.000	0.000	0.000	0.311	0.196	0.196	0.297	0.196
U_{23}	0.547	0.493	0.311	0.528	0.000	0.000	0.000	0.493	0.493	0.196	0.540	0.311
U_{31}	0.178	0.127	0.297	0.297	0.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.750	0.528	0.297
U_{32}	0.112	0.186	0.163	0.163	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.250	0.140	0.540
U_{33}	0.710	0.687	0.540	0.540	0.000	0.000	0.000	0.800	0.333	0.000	0.332	0.163
U_{41}	0.833	0.833	0.750	0.800	0.000	0.000	0.000	0.200	0.800	0.667	0.000	0.000
U_{42}	0.167	0.167	0.250	0.200	0.000	0.000	0.000	0.800	0.200	0.333	0.000	0.000

Étape 3.3: Calculer les supermatrices pondérées et les supermatrices limites

La supermatrice pondérée W' peut ensuite être obtenue en pondérant la supermatrice non pondérée W selon la méthode de l'étape 3.2 du point 3.6.4. La supermatrice pondérée W' (Tableau 4.6) et la supermatrice limite (Tableau 4.7) est calculée à l'aide d'Excel. La valeur de la supermatrice limite est le vecteur de priorité globale.

Tableau 4.6 Supermatrice pondérée

	U_{11}	U_{12}	U_{13}	U_{14}	U_{21}	U_{22}	U_{23}	U_{31}	U_{32}	U_{33}	U_{41}	U_{42}
U_{11}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.195	0.418	0.138	0.053	0.028	0.044	0.085	0.137
U_{12}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.391	0.271	0.195	0.036	0.056	0.058	0.039	0.057
U_{13}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.276	0.191	0.391	0.131	0.119	0.117	0.147	0.086
U_{14}	0.000	0.000	0.000	0.000	0.138	0.121	0.276	0.025	0.039	0.026	0.055	0.045
U_{21}	0.074	0.121	0.076	0.129	0.000	0.000	0.000	0.063	0.100	0.100	0.063	0.189
U_{22}	0.103	0.076	0.193	0.055	0.000	0.000	0.000	0.100	0.063	0.159	0.114	0.075
U_{23}	0.214	0.193	0.121	0.206	0.000	0.000	0.000	0.159	0.159	0.063	0.207	0.119
U_{31}	0.053	0.038	0.088	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.132	0.154	0.086
U_{32}	0.034	0.056	0.049	0.049	0.000	0.000	0.000	0.035	0.000	0.044	0.041	0.157
U_{33}	0.211	0.205	0.161	0.161	0.000	0.000	0.000	0.140	0.059	0.000	0.097	0.048
U_{41}	0.260	0.260	0.234	0.249	0.000	0.000	0.000	0.051	0.206	0.171	0.000	0.000
U_{42}	0.052	0.052	0.078	0.062	0.000	0.000	0.000	0.206	0.051	0.086	0.000	0.000

La supermatrice pondérée est ensuite élevée à la puissance limite pour obtenir la supermatrice limite (W_{lim}). Les pondérations des indicateurs sont obtenues selon la supermatrice limite.

Tableau 4.7 Supermatrice limite

	U_{11}	U_{12}	U_{13}	U_{14}	U_{21}	U_{22}	U_{23}	U_{31}	U_{32}	U_{33}	U_{41}	U_{42}
U_{11}	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
U_{12}	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
U_{13}	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126
U_{14}	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
U_{21}	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
U_{22}	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084	0.084
U_{23}	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117	0.117
U_{31}	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
U_{32}	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
U_{33}	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
U_{41}	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119
U_{42}	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046	0.046

4.2.4.1 Méthodes d'agrégation des données

Les deux méthodes d'agrégation les plus utilisées sont l'agrégation des matrices de jugement des experts et l'agrégation des priorités des résultats des experts (Forman & Peniwati, 1998).

L'agrégation des matrices de jugement consiste à agréger les matrices de jugement des différents experts en utilisant la moyenne arithmétique ou la moyenne géométrique. Il peut y avoir des problèmes de cohérence de ces matrices agrégées (Forman & Peniwati, 1998). La vérification de la cohérence consiste à vérifier que le jugement d'un décideur est cohérent lorsqu'il prend plusieurs jugements reliés ensemble. Par exemple, la matrice de jugement de chaque expert est cohérente, mais la matrice agrégée n'est pas toujours cohérente, et la cohérence de cette matrice agrégée n'a pas de sens. La vérification de la cohérence n'a donc de sens que si elle vise le jugement de chaque décideur.

La présente étude utilise la moyenne géométrique des pondérations des résultats des experts pour l'agrégation des données des experts. La cohérence de la matrice de jugement des différents experts est d'abord vérifiée, puis les priorités de chaque indicateur sont calculées.

Enfin, la méthode de la moyenne géométrique a été utilisée pour agréger des résultats calculés des priorités de tous les experts. Voici les pondérations finales des indicateurs (voir Tableau 4.8) :

Tableau 4.8 Pondérations des indicateurs

Dimension	Critères		Poids local	Poids global
Dimension de créativité (U_1) 37%	Efficacité	U_{11}	24%	9%
	Faisabilité	U_{12}	24%	9%
	Nouveauté	U_{13}	34%	13%
	Spécificité	U_{14}	18%	6%
Dimension financière (U_2) 27%	Coût d'investissement prévu	U_{21}	25%	7%
	Profit anticipé	U_{22}	31%	8%
	R&D cycle	U_{23}	43%	12%
Dimension du marché (U_3) 19%	Intensité concurrentielle	U_{31}	33%	6%
	Potentiel anticipé du marché	U_{32}	19%	4%
	Potentiel de croissance du marché	U_{33}	48%	9%
Dimension de la capacité d'innovation (U_4) 17%	Alignement stratégique	U_{41}	72%	12%
	Avancement technologique	U_{42}	28%	5%

4.2.4.2 Analyse des pondérations

Le Tableau 4.8 montre que le degré d'importance relative le plus élevé est attribué à la dimension de créativité. La dimension de créativité reflète l'originalité et la différenciation des concepts. La part de marché d'une entreprise dépend du succès de la différenciation de ses produits. Cette différenciation forme des barrières à l'entrée d'autres entreprises dans le marché et crée un avantage concurrentiel. La dimension de créativité est donc considérée comme l'élément le plus important de l'évaluation conceptuelle. La véritable innovation serait de pouvoir déceler les besoins potentiels de ses clients et de créer une nouvelle valeur unique pour eux. Le poids la nouveauté est également le plus important pour tous les indicateurs de décision.

L'aspect financier est considéré comme la deuxième plus importante des quatre dimensions. Les entreprises attendent des avantages directs et indirects du développement de l'innovation. Les aspects financiers jouent un rôle important pour garantir le développement normal du concept d'innovation. Au fur et à mesure que la concurrence s'intensifie sur le marché, les entreprises doivent constamment innover pour rester concurrentielles.

Le Tableau 4.8 montre que la dimension du marché est considérée comme la troisième dimension la plus importante. La dimension du marché fournit une base importante des décisions du développement en analysant la taille du marché et les conditions de concurrence afin de prévoir si le concept à développer a une bonne tendance d'évolution positive. La dimension du marché peut influencer sur toutes les autres dimensions et est également influencée par d'autres facteurs de dimension. Les résultats montrent que la taille actuelle du marché n'est pas le facteur de décision le plus important, car les marchés pour les nouveaux produits doivent être explorés progressivement. L'importance de la croissance potentielle du marché est un peu plus élevée par rapport aux autres facteurs de cette dimension.

Pour la dimension de la capacité d'innovation, étant donné que l'alignement stratégique permet d'accroître l'utilisation efficace des ressources disponibles et, partant, l'efficacité de l'innovation, l'alignement stratégique a donc un poids plus élevé dans cette dimension.

4.2.5 Phase 5 : Déterminer les priorités des solutions par l'évaluation globale floue

L'une des conditions préalables au calcul de la méthode d'évaluation globale floue (FCE) est la détermination de la pondération des différents indicateurs de décision. La méthode FCE traditionnelle est généralement désignée directement par les décideurs. Pour les problèmes complexes de prise de décision, comme ceux où il y a de nombreux indicateurs d'évaluation et des interrelations entre eux, il est difficile de donner directement les pondérations de chaque indicateur. C'est un problème dans lequel la méthode ANP excelle. Au cours de cette étude,

les poids des indicateurs établis par la méthode DEMATEL-ANP sont utilisés comme base de la méthode FCE pour l'évaluation complète des alternatives, résolvant ainsi le problème de la détermination des poids des indicateurs d'évaluation complexes de la méthode FCE.

Étape 4.1: Établir un ensemble des facteurs et un ensemble d'évaluation

En fonction de la structure du système d'indicateurs, l'ensemble des facteurs de l'évaluation globale floue est divisé en deux niveaux:

- Le premier niveau, l'ensemble des facteurs U ($U = \{U_1, U_2, U_3 \text{ et } U_4\}$), représente respectivement les quatre dimensions du système d'indicateurs de décision en matière d'évaluation conceptuelle
- L'ensemble des facteurs de niveau 2 contient séparément des sous-critères pour chaque dimension. Par exemple, l'ensemble de facteurs U_3 ($U_3 = \{U_{31}, U_{32}, U_{33}\}$) contient trois sous-critères de la dimension du marché : la demande du marché (potentiel) (U_{31}), le potentiel de croissance du marché (U_{32}) et l'intensité de la concurrence (U_{33}).

Tableau 4.9 Ensemble d'évaluation des indicateurs

Critères		Excellent	Bon	Moyen	Faible
Dimension de créativité (U_i)	Efficacité (U_{11})	Adaptée au problème posé et sera très efficace à la résolution du problème.	S'applique au problème présenté et sera relativement efficace à la résolution du problème.	S'applique au problème posé, mais n'est pas très valable.	Ne s'applique pas à la question posée.
	Faisabilité (U_{12})	Peut être facilement mis en œuvre sans enfreindre les contraintes connues.	Relativement facile à mettre en œuvre et n'enfreint pas les contraintes connues.	Moins facile à mettre en œuvre, mais sans enfreindre les contraintes connues.	Ne peut être mis en œuvre, ou peut être contraire à une certaine contrainte connue.

	Nouveauté (U_{13})	Non seulement unique, mais également rare, imaginaire.	Moins unique	Plus courant.	Très courant.
	Spécificité (U_{14})	Les objectifs clairs et le contenu est clairement énoncé.	Les objectifs sont clairs, mais la description du contenu conceptuel n'est pas suffisamment claire.	Les objectifs ne sont pas suffisamment clairs et la description du contenu conceptuel est vague.	Les objectifs sont incertains et le contenu conceptuel est susceptible de changer.
Critères		Excellent	Bon	Moyen	Faible
Dimension financière (U_2)	Coût d'investissement prévu (U_{21})	Investissement dans le budget	Une légère augmentation des investissements est nécessaire, mais les exigences en matière de coûts restent acceptables.	Des investissements supplémentaires importants sont nécessaires, mais les coûts sont largement couverts.	Des investissements plus importants sont nécessaires et il y a des cas où les coûts sont dépassés.
	Cycle R & D (U_{22})	Les cycles de R & D sont courts donc très satisfaisants en termes d'exigences de temps et de développement.	Cycles de R & D plus longs mais acceptables.	Il existe une possibilité de dépassement du délai prévu.	Dépassements assurés des délais de réalisation.
	Profit anticipé (U_{23})	Les perspectives de revenus sont évidentes.	Solde des recettes et des dépenses.	Peu d'avantages (avantages indirects).	Dépenses d'investissement sans profits.
Dimension du marché (U_3)	Potentiel anticipé du marché (U_{31})	Il existe d'important segments de marché, bien définis.	Il existe une clientèle bien définie.	Il existe une clientèle bien définie, mais à petite échelle.	Il n'est pas possible de définir clairement la clientèle.
	Potentiel de croissance du marché (U_{32})	Le marché est très sollicité et la demande est stable.	La demande du marché est moyenne et stable.	La capacité du marché est limitée et la demande est instable.	La capacité du marché et la demande ont diminué.
	Intensité concurrentielle	Être à la pointe de l'industrie.	Les concurrents ne sont pas en mesure de	Les concurrents sont capables	Un écart important par rapport à

	ntielle (U_{33})		les dépasser à court terme.	d'imiter et de dépasser.	l'étalonnage sectoriel.
Dimension de la capacité d'innovation (U_4)	Alignement stratégique (U_{42})	Il est réalisable dans la capacité des ressources disponibles.	La nécessité de compléter les ressources essentielles.	Les ressources de base doivent être complétées.	Les ressources de base sont plus difficiles à réapprovisionner.
	Technologie avancée (U_{41})	Compétences techniques originales.	L'utilisation des technologies de pointe dans l'industrie.	Une certaine teneur en haute technologie.	Compétences techniques communes.

L'ensemble d'évaluation de cette étude est fixé à $V = \{\text{excellent, bon, moyen, faible}\}$. L'explication d'ensemble d'évaluation de chaque indicateur est illustrée dans le Tableau 4.9 ci-dessus.

Étape 4.2: Construire la matrice de jugement flou

Huit experts en innovation et en entrepreneuriat impliqués dans l'identification de l'importance des indicateurs de décision de cette étude ont été invités à évaluer les trois concepts proposés par les trois équipes participantes en fonction de l'ensemble d'évaluation. Le poids des experts a été réparti de manière égale. Les experts ne peuvent choisir qu'un seul commentaire (excellent, bon, moyen, faible) par indicateur lors de leur évaluation.

Tous les évaluateurs sont invités à évaluer les solutions conformément au Tableau 4.9. Pour chaque indicateur, le nombre de fois où l'évaluation est « excellent », « bon », « moyen » ou « faible » a été compté, obtenant ainsi le tableau suivant (Tableau 4.10).

Tableau 4.10 Matrice d'évaluation

		Concept 1				Concept 2				Concept 3			
		Excellent	Bon	Moyen	Faible	Excellent	Bon	Moyen	Faible	Excellent	Bon	Moyen	Faible
U_{11}	U_1	2	4	2	0	2	3	3	0	4	3	1	0
U_{12}		2	3	3	0	2	4	2	0	7	1	0	0
U_{13}		3	3	2	0	3	3	2	0	3	5	0	0
U_{14}		2	3	3	0	1	3	4	0	5	2	1	0
U_{21}	U_2	1	3	4	0	2	2	4	0	5	3	0	0

U ₂₂		2	2	4	0	2	2	4	0	7	1	0	0
U ₂₃		3	2	3	0	2	2	4	0	4	3	1	0
U ₃₁	U ₃	3	2	3	0	3	2	3	0	3	3	2	0
U ₃₂		2	3	3	0	1	3	4	0	3	3	2	0
U ₃₃		1	4	3	0	2	3	3	0	1	4	3	0
U ₄₁	U ₄	4	2	2	0	3	3	2	0	1	4	3	0
U ₄₂		1	3	4	0	1	3	4	0	5	2	1	0

Si le nombre de votes est utilisé directement pour exprimer le degré d'appartenance d'une alternative à une catégorie linguistique, les résultats seront inévitablement influencés par le nombre de participants. Par conséquent, nous utilisons la fréquence des votes à un certain niveau plutôt que le nombre de votes par indicateur pour exprimer degré d'appartenance. Selon l'équation 4.1, la matrice de jugement floue (R) est établie en calculant le degré d'appartenance de chaque indicateur aux quatre évaluations.

$$r_{ij} = n_{ij}/N \quad (4.1)$$

où n_{ij} est la valeur figurant au Tableau 4.10; N est le nombre total de voix ($N=8$); r_{ij} indique le degré d'appartenance. Les résultats (Tableau 4.11) sont les suivants:

Tableau 4.11 Matrice de jugement floue

		Concept 1				Concept 2				Concept 3			
		Excellent	Bon	Moyen	Faible	Excellent	Bon	Moyen	Faible	Excellent	Bon	Moyen	Faible
U ₁₁	U ₁	0.250	0.500	0.250	0.000	0.250	0.375	0.375	0.000	0.500	0.375	0.125	0.000
U ₁₂		0.250	0.375	0.375	0.000	0.250	0.500	0.250	0.000	0.875	0.125	0.000	0.000
U ₁₃		0.375	0.375	0.250	0.000	0.375	0.375	0.250	0.000	0.375	0.625	0.000	0.000
U ₁₄		0.250	0.375	0.375	0.000	0.125	0.375	0.500	0.000	0.625	0.250	0.125	0.000
U ₂₁	U ₂	0.125	0.375	0.500	0.000	0.250	0.250	0.500	0.000	0.625	0.375	0.000	0.000
U ₂₂		0.250	0.250	0.500	0.000	0.250	0.250	0.500	0.000	0.875	0.125	0.000	0.000
U ₂₃		0.375	0.250	0.375	0.000	0.250	0.250	0.500	0.000	0.500	0.375	0.125	0.000
U ₃₁	U ₃	0.375	0.250	0.375	0.000	0.375	0.250	0.375	0.000	0.375	0.375	0.250	0.000
U ₃₂		0.250	0.375	0.375	0.000	0.125	0.375	0.500	0.000	0.375	0.375	0.250	0.000
U ₃₃		0.125	0.500	0.375	0.000	0.250	0.375	0.375	0.000	0.125	0.500	0.375	0.000
U ₄₁	U ₄	0.500	0.250	0.250	0.000	0.375	0.375	0.250	0.000	0.125	0.500	0.375	0.000
U ₄₂		0.125	0.375	0.500	0.000	0.125	0.375	0.500	0.000	0.625	0.250	0.125	0.000

La matrice de jugement floue montre le degré d'appartenance d'une alternative à une catégorie linguistique de l'ensemble d'évaluation, compte tenu d'un indicateur dans l'ensemble de facteurs.

La procédure de jugement floue est illustrée ci-après par l'exemple de la solution 1. Au moyen de l'équation 4.2, les pondérations des critères et leurs évaluations floues ont été synthétisées pour former des évaluations floues de chaque dimension.

$$\mathbf{B} = \mathbf{W} \times \mathbf{R} \quad (4.2)$$

$$\mathbf{B}_{11} = \mathbf{W}_{11} \times \mathbf{R}_{11} = [0.242, 0.241, 0.339, 0.178] \times \begin{bmatrix} 0.250 & 0.500 & 0.250 & 0.000 \\ 0.250 & 0.375 & 0.375 & 0.000 \\ 0.375 & 0.375 & 0.250 & 0.000 \\ 0.250 & 0.375 & 0.375 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$= [0.292, 0.405, 0.302, 0.000]$$

$$\mathbf{B}_{12} = \mathbf{W}_{12} \times \mathbf{R}_{12} = [0.272, 0.282, 0.446, 0.000]$$

$$\mathbf{B}_{13} = \mathbf{W}_{13} \times \mathbf{R}_{13} = [0.231, 0.394, 0.375, 0.000]$$

$$\mathbf{B}_{14} = \mathbf{W}_{14} \times \mathbf{R}_{14} = [0.395, 0.285, 0.320, 0.000]$$

De même, le vecteur flou de chaque dimension est calculé. Il représente le degré d'appartenance de chaque dimension à une valeur de grade.

$$\mathbf{R}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{B}_{11} \\ \mathbf{B}_{12} \\ \mathbf{B}_{13} \\ \mathbf{B}_{14} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.292 & 0.405 & 0.302 & 0.000 \\ 0.272 & 0.282 & 0.446 & 0.000 \\ 0.231 & 0.394 & 0.375 & 0.000 \\ 0.395 & 0.285 & 0.320 & 0.000 \end{bmatrix}$$

Le score global de jugement flou pour le concept 1 est ensuite calculée.

$$\mathbf{B}_1 = \mathbf{W}_1 \times \mathbf{R}_1 = [0.371, 0.271, 0.193, 0.165] \times \begin{bmatrix} 0.292 & 0.405 & 0.302 & 0.000 \\ 0.272 & 0.282 & 0.446 & 0.000 \\ 0.231 & 0.394 & 0.375 & 0.000 \\ 0.395 & 0.285 & 0.320 & 0.000 \end{bmatrix}$$

$$= [0.292, 0.350, 0.358, 0.000]$$

Le résultat final du concept 1 est obtenue à partir de la formule 3.22.

Dans cet exemple, nous avons fixé les commentaires excellentes, bonnes, moyennes et faibles respectivement à 100, 85, 70, 50; ainsi $C_k = \{100, 85, 75, 50\}$.

De même, les scores finaux des jugements flous pour les deux autres solutions peuvent être obtenus de la même manière. Le Tableau 4.12 ci-dessous présente les résultats finaux de l'évaluation de cas calculés :

Tableau 4.12 Résultats finaux de l'évaluation

	Concept 1	Concept 2	Concept 3
U_1	84.85	84.18	91.50
U_2	82.40	81.25	93.92
U_3	82.84	83.05	84.16
U_4	86.13	84.78	84.40
Total	84.01	83.27	89.56

Le tableau ci-dessus permet d'orienter la décision et les aspects à prendre en compte pour les différentes solutions:

Le concept 3 a obtenu plus de 90 points en termes de créativité conceptuelle et de l'aspect financier. Cela montre qu'il pourrait être facilement accepté par les utilisateurs et que son développement pourrait être rentable. En termes de technologie, bien que moins difficile à développer, ce concept pourrait être facilement remplacé car il n'est pas le plus avancé technologiquement (score inférieur à 90 points). Il est donc recommandé d'accroître la satisfaction des utilisateurs en comprenant parfaitement leurs besoins. Il est conseillé de mettre en place certaines barrières techniques afin que les concurrents ne puissent pas l'imiter facilement.

Par rapport au concept 3, les concepts 1 et 2 ont obtenu des scores plus faibles sur les aspects financiers et relativement plus élevés sur les avancées technologiques. Les longs cycles de R&D et les coûts d'investissement financier élevés associés aux technologies avancées pourraient rendre leur mise en œuvre sur le marché potentiellement difficile.

4.3 Résultats

Cette étude propose un processus décisionnel en groupe pour la sélection précoce des concepts basée sur les techniques DEMATEL, ANP et FCE. Ses principaux travaux et conclusions sont les suivants:

- L'approche DEMATEL fournit un diagramme de réseau visuel qui peut servir de base à l'établissement de la structure du réseau de l'approche ANP. Les résultats montrent que la dimension du marché est la plus étroitement liée aux autres dimensions en ce qui concerne les relations d'influence. La dimension du marché, la dimension de la capacité d'innovation et la dimension de créativité constituent le groupe de facteurs des causes. La dimension financière est la plus affectée par les résultats de la mise en œuvre des autres dimensions.
- L'utilisation combinée de la méthode DEMATEL et de la méthode ANP permet d'obtenir des pondérations mixtes pour les indicateurs. Il reflète non seulement l'importance relative des indicateurs, mais aussi le degré de corrélation entre les indicateurs. Sur le cas d'étude, les quatre premiers indicateurs les plus importants dans la décision de sélection des concepts sont la nouveauté (N), l'alignement stratégique (S), le cycle de R & D (C) et le potentiel de croissance du marché (M). Il est recommandé aux « 24 heures de l'innovation » de prendre d'abord en compte les facteurs clés suivants lors de la sélection d'un concept méritant d'être développé en tant que produit :

- **Nouveauté (N)** : L'innovation vise à transformer des besoins non satisfaits ou potentiels en opportunités. La véritable innovation serait de pouvoir déceler les besoins potentiels de ses clients et de créer une nouvelle valeur unique pour eux.
- **Alignement stratégique (S)** : L'alignement stratégique constitue le principal avantage concurrentiel au développement stable, à long terme de l'entreprise. Même les meilleures idées n'apparaîtront que sur papier si les ressources nécessaires pour développer le concept sont insuffisantes. L'entreprise devrait avoir les ressources et les capacités nécessaires pour gérer, coordonner et utiliser efficacement ces ressources pour soutenir le développement du concept.
- **Cycle de R&D (C)** : L'intensification de la concurrence et l'évolution constante des besoins des clients exigent un processus d'innovation très rapide. Le lancement, dans les délais les plus courts possibles, de produits qui peuvent être reconnus par le marché est la clé de la capacité de concurrence des entreprises. Le cycle de R&D détermine le moment auquel une entreprise entre sur le marché.
- **Potentiel de croissance du marché (M)** : Le processus d'innovation se concentre généralement sur les besoins existants ou potentiels des clients existants ou potentiels, et développe ainsi des produits qui répondent à leurs besoins. Le potentiel de croissance du marché reflète la demande potentielle des consommateurs. Les types de besoins sont-ils continus ou en réduction? Il aide les décideurs à évaluer l'attrait du produit pour déterminer s'il convient ou non d'entrer dans un secteur concurrentiel.

Ces quatre indicateurs constituent les principaux indicateurs de sélection conceptuelle. Toutefois, la somme de ses pondérations est d'environ 50%, ce qui n'est pas suffisant pour représenter l'évaluation globale du concept innovant. D'autres indicateurs doivent donc être pris en compte dans la décision finale.

4.4 Observation

Nous avons demandé aux experts leur avis sur la méthodologie d'évaluation proposée et leurs suggestions d'amélioration :

- Les experts ont confirmé qu'une évaluation structurée de concepts est nécessaire. Selon les experts, une méthodologie d'évaluation structurée peut aider les gestionnaires à prendre des décisions fiables.
- Les experts ont évalué les concepts à l'aide de nos critères prédéfinis, qui étaient présentés sous forme de questions. Nous avons demandé leur avis sur les critères qui pourraient influencer l'évaluation. Les experts ont souligné qu'il devrait y avoir des critères clairs pour l'évaluation des concepts de produits. Les critères prédéfinis sont globalement très importants. Les décisions de sélection précoce de concepts innovants sont prises en sélectionnant des indicateurs de décision appropriés et en déterminant l'importance relative de chaque indicateur, ce qui est également soutenu par d'autres études (Carbonell et al., 2004; Ferioli, 2010). Les évaluateurs peuvent se référer aux critères du système d'indicateurs de décision identifié au chapitre 2. En utilisant ces critères, les évaluateurs peuvent consacrer plus de temps à la sélection des concepts clés. Parmi ceux-ci, ils peuvent sélectionner les critères qu'ils souhaitent utiliser, ceux qu'ils jugent pertinents ou suggérer d'autres critères.
- La principale préoccupation exprimée par les experts concernait le temps nécessaire pour remplir le questionnaire. Les experts ont pris en moyenne 30 à 40 minutes pour le remplir. Trop de temps passé à remplir le questionnaire peut entraîner de la fatigue et des changements de concentration, d'où le risque de résultats d'évaluation inexacts. Les experts n'ont pas été satisfaits de cet aspect. Ils soulignent qu'un outil d'évaluation structuré peut aider à prendre des décisions fiables, mais il ne devait pas être trop chronophage.

- Selon les experts de l'évaluation, l'ensemble des indicateurs de décision contient 12 indicateurs, ce qui représente une liste longue. Lorsque le nombre de facteurs est important, les décideurs doivent passer beaucoup de temps à comparer et à évaluer ces facteurs. Nous recommandons d'utiliser 5 à 8 critères de décision pour l'évaluation des concepts afin de réduire d'environ 30% le temps consacré à l'évaluation.
- Au cours du processus de décision, les experts utilisent leurs expériences et leurs connaissances pour évaluer les concepts en fonction d'un certain nombre de critères de décision. Ils ont également mentionné l'importance de remplir les formulaires d'interprétation des critères afin de comprendre et d'évaluer les concepts. Une interprétation inexacte de certains critères peut entraîner des erreurs de compréhension.

4.5 Conclusion du chapitre 4

L'objectif du choix des concepts est d'évaluer lesquels ont de meilleures chances d'être mis en oeuvre afin que les entreprises consacrent leurs ressources limitées à l'élaboration de ceux offrant des perspectives de développement. Le modèle de décision développé précédemment est donc appliqué aux concepts créés lors de l'événement afin de sélectionner les concepts qui méritent d'être développés.

Ce chapitre décrit en détail les principales étapes de l'application du modèle en prenant l'exemple des « 24 heures de l'innovation » et en procédant à des tests empiriques pertinents. Le modèle de décision mis au point dans cette étude a ensuite été utilisé pour prioriser l'importance des trois cas. Enfin, une analyse concrète des résultats empiriques est présentée.

CONCLUSION

Une prise de décision efficace en matière de sélection des concepts précoces est une activité nécessaire dans la phase amont de l'innovation (Frishammar & Florén, 2008). C'est un problème qui est souvent négligé ou sous-estimé du processus d'innovation, mais qui mérite d'être pris en considération.

La décision de sélection précoce des concepts aura un impact direct sur le succès du développement de nouveaux produits (Harvey, 2013). D'une part, le choix précoce des concepts de produits détermine l'orientation du développement de nouveaux produits (Ayağ & Özdemir, 2009); d'autre part, il peut réduire les coûts et les risques liés au développement de nouveaux produits (Zhu, Hu, & Ren, 2020).

Cette étude vise à aider les décideurs à prendre des décisions stratégiques sur le choix précoce des concepts de produits à développer au cours de la phase amont de l'innovation. La décision de sélection précoce des concepts innovants nécessite d'abord l'identification d'indicateurs d'évaluation appropriés. La revue de la littérature permet d'enrichir les connaissances et les bases théoriques professionnelles nécessaires à la recherche. La documentation recueillie comprend principalement des articles de revues, des documents de conférence, des monographies et des rapports scientifiques. Grâce à l'analyse de la littérature, cette recherche conclut que les facteurs influençant les décisions de sélection précoce des concepts sont principalement des facteurs liés à la créativité de concept, tels que la nouveauté, le caractère faisable de concept, etc.; des facteurs internes à l'organisation, y compris la capacité d'innovation, les ressources financières, etc.; et des facteurs externes à l'organisation, comprenant principalement des facteurs influençant le marché, y compris le degré de concurrence, la croissance à venir du marché, etc. Cette étude a utilisé une analyse factorielle et une analyse de régression multiple pour construire un système d'indicateurs pour les décisions de sélection précoce des concepts, composé de 12 indicateurs dans 4 dimensions.

Pessanha et Prochnik (2006) soulignent que la relation linéaire entre les indicateurs d'évaluation est une simplification excessive de la réalité. En d'autres termes, les relations de rétroaction entre les indicateurs (chaque action influence et est influencée par les autres actions) ne sont pas pris en compte. La décision de sélection précoce des concepts est un processus complexe impliquant l'interaction de différents indicateurs de décision et nécessitant une évaluation intégrée (Zhu, Hu, & Ren, 2020). Les indicateurs de prise de décision ne sont pas indépendants les uns des autres, il existe une relation de dépendance et d'influence entre eux. Par exemple, la taille du besoin du marché influencera le positionnement de l'innovation en termes d'investissement, de rendement attendu et d'allocations des ressources. En même temps, l'utilisation efficace des ressources permet aux entreprises de réduire leurs coûts et de conquérir des parts de marché plus importantes. Cette étude combine les méthodes DEMATEL, ANP et FCE pour les décisions de sélection précoce de concepts innovants.

La méthode DEMATEL utilise la normalisation et de multiplication matricielle pour présenter le degré d'influence entre les indicateurs. Les interactions des indicateurs ainsi que leur position et leur rôle dans le réseau sont clarifiés. La méthode de l'ANP tient compte de l'interaction entre les indicateurs et utilise des supermatrices pour synthétiser les indicateurs qui interagissent et s'influencent mutuellement pour obtenir leur pondération mixte. Cette étude utilise les relations interactives entre les facteurs indicateurs de décision identifiés par la méthode DEMATEL comme données d'entrée pour les relations structurelles du réseau ANP. De plus, l'application de la méthode FCE permet de résoudre les problèmes d'ambiguïté et de difficulté de quantification qui existent dans l'évaluation. Les décisions en matière d'évaluation sont quelque peu ambiguës. La manière de répondre à l'ambiguïté et à la difficulté de quantification dans l'évaluation est également l'une des questions clés dans le choix des concepts. Les matrices de jugement flou sont construites à l'aide de la méthode d'évaluation globale floue (FCE) et le langage ambigu a été quantifié en valeurs objectives comparables. Les évaluations qualitatives sont quantifiées à l'aide de modèles mathématiques.

Les « 24 heures de l'innovation » ont été choisies pour illustrer et analyser l'application du processus décisionnel proposé dans cette recherche. Cette étude utilise des outils tels que SPSS et Superdecision pour effectuer des analyses et déterminer l'importance relative de chaque indicateur d'évaluation. Les résultats ont été analysés en détail et des recommandations d'amélioration sont faites en conséquence.

Contributions

La sélection précoce des concepts a été reconnue comme l'une des activités les plus importantes pour les entreprises. Les experts, les universitaires et le monde des affaires ont reconnu le rôle important que joue la sélection des concepts d'innovation en amont pour les entreprises. Les déficiences dans les décisions de développement de concepts peuvent conduire à des problèmes coûteux aux stades ultérieurs de l'innovation (Cooper, 1988). L'étude a montré que « la phase de concept ne représente que 5% du coût total du projet », alors que l'impact sur le coût du produit est de 60% (Frishammar & Florén, 2008). L'étude de la sélection précoce des concepts innovants est d'autant plus importante en tant que guide pratique dans le contexte des entreprises confrontées à une concurrence féroce sur le marché et à des environnements commerciaux externes en mutation rapide.

Seuls les concepts ayant de fortes chances de succès commercial resteront en phase amont de l'innovation. Le choix précoce des concepts innovants a une grande influence sur l'ensemble du processus d'innovation. De mauvaises décisions à ce stade peuvent conduire à de longs écarts coûteux à l'avenir (Kim & Wilemon, 2002; Verworn, 2006). La sélection précoce des concepts permet de prévenir les risques éventuels du processus d'innovation. Elle aide également l'organisation à réduire les coûts du processus d'innovation, ce qui apporte à l'entreprise des avantages économiques indirects de l'innovation. La plupart des recherches existantes ont été orientées vers la sélection des projets dans les dernières phases de l'innovation. Étant donné le niveau relativement élevé d'incertitude et le manque d'informations nécessaires à la phase amont de l'innovation, il y a un manque de méthodes qui traitent

spécifiquement de ces décisions de sélection précoce des concepts. Cette recherche analyse et identifie les principaux indicateurs d'influence pour le choix précoce des concepts selon une recherche documentaire qui fournit une perspective complète et équilibrée pour la sélection précoce de concepts innovants par les décideurs. Les concepts sont classés en fonction des pondérations composées des critères. Du point de vue industriel, cette étude peut fournir une aide à l'évaluation et à la sélection des concepts à un stade précoce du processus d'innovation, après la phase de génération d'idées. Il influe directement sur l'orientation de l'innovation et permet aux entreprises d'éviter de longues déviations coûteuses à un stade ultérieur du processus de développement.

L'analyse de la littérature sur les facteurs influençant la sélection des concepts nous fournit quelques références mais la plupart des études se sont concentrées sur un ou deux aspects de la sélection des concepts, tels que la créativité et l'avantage économique. Il manque une analyse complète des facteurs qui influencent les décisions de sélection précoce des concepts innovants. Cette étude examine les facteurs clés qui influencent les décisions de sélection précoce des concepts du point de vue de la gestion stratégique. Le système d'indicateurs de décision intègre des indicateurs relatifs aux clients, aux marchés et aux capacités d'innovation afin de stimuler et de concrétiser la valeur et la signification des indicateurs financiers. Elle offre aux décideurs une perspective plus équilibrée et plus complète de l'évaluation, comprenant des indicateurs financiers et non financiers, des indicateurs internes et externes, des indicateurs de performance avancés et retardés, des indicateurs à court terme et des indicateurs à long terme. Cela permet de s'assurer que des ressources suffisantes soient disponibles pour faciliter la réalisation des concepts présentant un plus grand potentiel de réussite.

Le modèle d'évaluation DEMATEL-ANP-FCE construit dans cette étude prend non seulement en compte la relation d'influence complexe entre les indicateurs, mais reflète également l'ordre de priorité de chaque indicateur. La structure du système d'indicateurs est optimisée en fonction du degré d'influence globale des indicateurs. Elle aidera les décideurs à prendre des décisions fondées sur la prise en compte complète de divers facteurs d'influence.

La décision de sélection précoce du concept de produit est un processus complexe et systématique dans lequel les indicateurs de décision sont influencés les uns par les autres. La plupart des études existantes négligent les interdépendances entre les indicateurs de décision (Liang et al., 2013). Le degré d'importance d'un critère peut être influencé par d'autres critères en raison de l'interaction entre les critères. Cette recherche adopte la méthode DEMATEL-ANP pour identifier la pondération du système d'indicateurs. La méthode DEMATEL est utilisée pour identifier les interactions entre les facteurs de décision et comme données d'entrée pour les relations de structure de réseau de l'ANP (un outil de décision pour la priorisation de perspectives et d'indicateurs multiples) afin de déterminer les facteurs clés qui influencent la décision, leurs relations d'influences mutuelles et leur pondération mixtes. Compte tenu de l'ambiguïté du langage utilisé dans l'évaluation, notre méthodologie permet de passer d'une évaluation qualitative à une évaluation quantitative en construisant une matrice d'évaluation. Une matrice de jugement flou est construite en utilisant la méthode Fuzzy Comprehensive Evaluation (FCE) et le langage flou est quantifié en valeurs comparables. L'évaluation qualitative est quantifiée à l'aide de modèles mathématiques afin de rendre les résultats de la décision plus fiables.

Limitations de la recherche

Cette étude a mis au point un système préliminaire d'indicateurs de prise de décision selon une analyse documentaire. Cependant, le système préliminaire d'indicateurs de décision ne couvre pas tous les indicateurs potentiellement utiles (par exemple, la fonctionnalité du produit, la sécurité, la durabilité, etc.). Ce point fait encore l'objet de recherches à venir.

En général, certaines informations et données ne sont pas disponibles au moment de la prise de décision concernant le choix des concepts en raison de contraintes de temps, de coûts et de ressources, etc. Au lieu d'attendre des données limitées ou non disponibles, l'approche proposée dans cette étude obtient de l'information utile d'une autre source accessible, les

experts. Cependant, les différences de connaissances et d'expérience entre les différents experts ont une incidence sur les résultats d'analyse. Il faut aussi prendre en considération que les experts ont peut-être tort. Il faudrait faire des études statistiques sur le développement des produits à 6 mois, 1 an, 2 ans, etc. pour savoir si les décisions prises sont les bonnes.

Cette étude utilise une approche de décision MCDM qui combine les aspects quantitatifs et qualitatifs. Mais au cours du processus de prise de décision, il y a encore plus ou moins de recours aux connaissances et à l'expérience des experts pour juger. Les jugements subjectifs sont inévitables. La manière de réduire la subjectivité de l'évaluation au cours du processus de décision est donc l'un des points essentiels des recherches à venir. Par exemple, la couverture des enquêtes pourrait être élargie, le nombre d'experts et d'enquête pourrait être augmenté pour améliorer la représentativité des avis d'experts. De plus, en donnant une pondération aux experts, la précision des résultats pourrait être améliorée.

Recommandations pour les prochaines recherches

La prise de décision en matière d'innovation des entreprises est un processus complexe d'ingénierie de systèmes impliquant des impacts multiples et à plusieurs niveaux. Les aspects suivants devront être réalisés dans les recherches à l'avenir:

Conserver un historique de décisions pour observer à l'avenir si les décisions prises se sont révélées bonnes ou pas (par exemple, les produits ont eu du succès ou pas, etc.). Cela permettra de vérifier la validité du modèle proposé et d'améliorer la prise de décision de la direction.

En raison de la complexité du système d'indicateurs et de la lourdeur du processus d'évaluation, il est nécessaire de développer une application logicielle pour supporter le modèle de décision présenté dans cette étude. Cela permettra d'aider les nouveaux entrepreneurs à prendre des décisions complexes en leur offrant une interface simplifiée mais paramétrable.

Dans les travaux futurs, la méthode sera appliquée à plus de cas afin d'améliorer les résultats de l'évaluation.

ANNEXE I

TYPES D'ÉVALUATION EN AMONT

Tableau-A I-1 Types d'évaluation en amont
Tiré de Ferioli (2010, p. 77)

Type d'évaluation	Objectif Primaire	Données nécessaires	Type d'innovation	Limitations
Analogies	Prévoir la performance (achats répétitifs, total de ventes, profits, valeur financière et part de marché).	Historiques de ventes des produits similaires.	Innovations qui sont analogues à l'environnement de marché, à la stratégie marketing et à l'expérience de l'entreprise.	Difficulté à trouver des analogies appropriées. Manque de clarté dans le choix de la base de similarité à employer (fonctionnel, conceptuel ou perceptuel).
Analyses par des Experts	Prévoir la performance et identifier les événements probables et peu probables sur le marché.	Avis de différents experts.	Tout type d'innovation tant que les experts ne sont pas décentrés.	Influences du sujet telles que l'optimisme, le conservatisme et l'orientation du fournisseur.
Intention d'Achat	Prévoir la performance des ventes.	Enquête auprès des consommateurs	Tout type d'innovation tant que les consommateurs la connaissent. Moins précis avec les innovations radicales.	Incertain quand l'intervalle de temps est long. Peu sensible aux changements de l'environnement, des consommateurs et du concept.

Type d'évaluation	Objectif Primaire	Données nécessaires	Type d'innovation	Limitations
Modèles Multi-attributs	Prévoir la position relative d'une innovation sur le marché et définir ses attributs.	Enquête auprès des consommateurs	Innovations avec des attributs clairement définissables. Moins précis avec les innovations radicales.	Repose sur l'idée que les produits ont une quantité finie d'attributs, et que les consommateurs peuvent baser ses opinions sur ces attributs.
Focus Groups	Comprendre l'usage et le processus d'achat d'une innovation et concevoir des nouveaux produits.	Avis des consommateurs et/ou des experts.	Toutes les innovations avec lesquelles les participants sont familiarisés.	Le groupe peut ne pas être représentatif et les discussions de groupe peuvent être influencées par les personnes les plus bavardes.
Analyse de Scénario et Accélération de l'information	Prévoir les conditions futures du marché ; concevoir des innovations et prévoir leur performance.	Données du consommateur, historiques de ventes des produits similaires, avis des dirigeants et connaissance des contraintes de production.	Produits chers, risqués, et/ou innovants. Il peut également être employé avec les innovations radicales.	La qualité des résultats dépend de celle du scénario, de la simulation, et des conditions futures. Le processus est très lent.
Matrice SWOT	Analyser l'environnement interne et externe d'une entreprise à un instant donné pour évaluer s'ils	Connaissance de la dynamique du marché et autoévaluation des capacités	Innovations avec des attributs clairement définissables.	Outil adapté du marketing, ne prend pas en compte les aspects dans sa globalité (par exemple la technologie).

	sont favorables à la future innovation.	internes à l'entreprise.		
Type d'évaluation	Objectif Primaire	Données nécessaires	Type d'innovation	Limitations
Vote pondéré	Mettre en exergue les idées qui plaisent le plus et au plus grand nombre de votants à l'intérieur d'un groupe.	Avis des différents participants.	Tout type d'innovation. Moins précis avec les innovations radicales.	Le groupe de votants peut ne pas être représentatif et les idées moins bien présentées peuvent être désavantagées.
Matrice multicritère	Evaluer objectivement un ensemble de solutions.	Définition de plusieurs critères à l'avance à partir d'un système de cotation par points.	Tout type d'innovation tant que les experts ne soit pas décentrés.	Influences du sujet et les critères doivent être définis avant même d'avoir imaginé les solutions

ANNEXE II

COMPARAISON DES MÉTHODES AHP ET ANP

Tableau-A II- 1 Comparaison des méthodes AHP et ANP
Tiré de Rakotoarivelo (2018, p. 172)

Analyse de Hiérarchie de Procédure : AHP	Analyse de Processus de réseau : ANP
Ressemblances	
<p>La méthode AHP est un cas spécifique de la méthode ANP, dans lequel la structure est formée comme une hiérarchie.</p> <p>Matrices de comparaison par couple et vecteurs de priorité</p> <p>Méthodes de décomposition à plusieurs étapes utilisées pour résoudre les problèmes de décision impliquant plus d'un critère d'optimalité.</p> <p>Idee fondamentale de créer une structure décisionnelle et l'évaluation ultérieure de l'importance des liens individuels entre les éléments interconnectés.</p> <p>Représentation de poids qui peut être déterminé sur la base de la méthode Saaty de comparaison de paires ou en normalisant les mesures directes.</p> <p>Utilisation des valeurs d'importance relative par la détermination de l'échelle de Saaty</p>	
Différences	
<p>L'AHP est simple, ce qui rend plus facile l'applicabilité comparaison hiérarchique entre le différent niveau non complexe ;</p> <p>Décomposition d'un problème de décision en ses parties constituantes et construit des hiérarchies de critères. En conséquence, le problème de décision est décomposé en ses éléments les plus petits qui rendent l'importance de chaque élément clair ;</p>	<p>L'ANP permet de capturer les structures complexes d'interconnexions réelles lors de l'évaluation de la résilience de réseaux de dépendances internes et externes ;</p> <p>Traiter des relations entre les variables (par des comparaisons par paires) permet d'attirer l'attention sur une connexion donnée à la fois, ce qui permet une analyse plus précise et plus complète ;</p>

Analyse de Hiérarchie de Procédure : AHP	Analyse de Processus de réseau : ANP
Différences	
<p>La matrice de décision utilisée, présente les préférences des décideurs dans laquelle tous les critères pertinents ont été comparés les uns contre les autres. Les données de cette matrice sont utilisées pour calculer les coefficients de pondération de critères.</p>	<p>Approche générale pour tout type de problème ; Force des définitions précises des noeuds et des interconnexions ; Outil idéal pour mieux comprendre un problème spécifique et sa relation avec le facteur apparenté ; Gérer des facteurs intangibles basés sur un jugement individuel ou collectif de la situation (Saaty & Vargas, 2006). Formation d'une super matrice: le concept de super matrice est similaire au processus de la chaîne de Markov (Saaty, 2005).</p>
<p>L'inconvénient : se trouve dans le cas où il y a de nombreux critères, il peut devenir très difficile pour les décideurs d'obtenir une vision claire du problème et d'évaluer les résultats. Car la quantité d'interaction avec l'utilisateur augmente considérablement avec l'augmentation du nombre d'alternatives et l'augmentation empêche l'utilisateur de poursuivre l'analyse et qui conduit à des incohérences ;</p>	<p>L'inconvénient : L'explication du concept et du processus est extrêmement difficile ; Nécessite un logiciel spécifique pour calculer les résultats ; Vérification du résultat dû aux boucles de rétroaction et interrelations impossible ;</p>

Analyse de Hiérarchie de Procédure : AHP	Analyse de Processus de réseau : ANP
Différences	
Complexité de la méthode de vecteur propre et la perte d'informations lors de la conversion des données quantitatives dans une échelle 1-9 sont d'autres inconvénients de AHP ;	Se complexifier pour une mise en oeuvre comme outil standard pour la prise de décision pratique dans une organisation ; conséquence de la complexité du problème décisionnel analysé.
Le processus : structurer le choix multiple des critères dans une hiérarchie, en évaluant l'importance relative de ces critères, en comparant des alternatives pour chaque critère, et déterminer un classement général des alternatives.	Le processus : fournir un moyen d'explicitier toutes les relations entre les variables, ce qui réduit considérablement l'écart entre le modèle et la réalité. Permet aux groupes ou aux particuliers de traiter les interconnexions (dépendance et rétroaction) entre les facteurs de structure complexe dans le processus décisionnel. Utilise une idée de la hiérarchie de contrôle ou d'un réseau de contrôle pour traiter différents critères, menant éventuellement à l'analyse des avantages, des opportunités, des coûts et des risques.

ANNEXE III

IDENTIFIER L'IMPORTANCE DES INDICATEURS

Veillez évaluer l'importance des indicateurs d'évaluation selon une échelle de classement suivants: « Extrêmement important », « Très important », « Relativement important », « Peu important », « Pas du tout important ». S'il vous plaît, crocher l'espace correspondant.

Tableau-A III- 1 Importance des indicateurs d'évaluation

	Pas du tout important	Peu important	Relativement important	Très important	Extrêmement important
Ressources financières requises.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potentiel anticipé du marché.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rentabilité anticipée d'un investissement dans le développement.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le concept résout-il au moins un problème rencontré par l'utilisateur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Le concept semble-t-il simple à utiliser pour l'utilisateur?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
À quel point le concept est-il unique?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Les concurrents ont du mal à imiter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Est-il brevetable ou pas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Le concept présenté répond au développement durable.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pas du tout important	Peu important	Relativement important	Très important	Extrêmement important
Le degré auquel le concept peut être facilement développé.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avancée technologique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Barrières d'entrée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cycle de R&D	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Est-il en phase avec les évolutions du marché en cours?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Alignement sur la stratégie d'affaires de l'entreprise.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Disposons-nous des compétences et de l'expérience pertinente requise?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Avons-nous les installations pertinentes pour réaliser ce développement?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nous vous remercions pour votre participation !

ANNEXE IV

ANALYSE L'IMPORTANCE RELATIVE DES INDICATEURS D'ÉVALUATION

Veillez évaluer le degré d'importance relative de chaque facteur d'influence au processus d'évaluation selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Tableau-A V- 1 Degré d'importance relative

Echelle numérique	Degré d'importance	Degré d'importance Définition
1	Égale	Importance égale des deux critères
3	Modéré	Un élément est un peu plus important que l'autre
5	Fort	Un élément est plus important que l'autre
7	Très fort	Un élément est beaucoup plus important que l'autre
9	Extrême	Un élément est absolument plus important que l'autre
2, 4, 6, 8		Valeurs intermédiaires entre les deux jugements adjacents

Q1. En considérant la dimension financière, qu'est-ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement » ? Et de combien ?

Coût d'investissement prévu.

Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q2. En considérant la dimension financière, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q3. En considérant la dimension financière, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée » ? Et de combien ?

- Cycle de recherche-développement.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q4. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » ? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q5. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre «la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « la nouveauté du concept ». Et de combien ?

La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.

La nouveauté du concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q6. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.

Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q7. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et «la nouveauté de concept »? Et de combien ?

Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.

La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q8. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et « le concept est-il complet et explicite»? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mis en œuvre facilement.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q9. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre «la nouveauté de concept » et « Le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La nouveauté de concept.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q10. En considérant la dimension du marché, qu'est ce qui est le plus important entre «le potentiel anticipé du marché » et « le potentiel de croissance du marché » ? Et de combien ?

- Le potentiel anticipé du marché.
- Le potentiel de croissance du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q11. En considérant la dimension du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le potentiel anticipé du marché » et « la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) » ? Et de combien ?

- Le potentiel anticipé du marché.
- La situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q12. En considérant la dimension du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le potentiel de croissance du marché » et « la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) » ? Et de combien ?

- Le potentiel de croissance du marché.
- La situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q13. En considérant la dimension de la capacité d'innovation, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.
- Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q14. En considérant l'efficacité, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q15. En considérant l'efficacité, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée»? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q16. En considérant l'efficacité, qu'est ce qui est le plus important entre « Cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée»? Et de combien ?

- Cycle de recherche-développement.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q17. En considérant l'efficacité, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.
- Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q18. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu» et « cycle de recherche-développement» ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q19. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q20. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

- Cycle de recherche-développement.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q21. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « potentiel de croissance du marché »? Et de combien ?

- Potentiel anticipé du marché.
- Potentiel de croissance du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q22. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel anticipé du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q23. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel de croissance du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel de croissance du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q24. En considérant la faisabilité de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.
- Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q25. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement »? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.

Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q26. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Coût d'investissement prévu.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q27. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Cycle de recherche-développement.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q28. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « potentiel de croissance du marché »? Et de combien ?

Potentiel anticipé du marché.

Potentiel de croissance du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q29. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel anticipé du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q30. En considérant la nouveauté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.
- Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q31. En considérant l'exhaustivité et et la clarté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement »? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q32. En considérant l'exhaustivité et la clarté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Coût d'investissement prévu.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q33. En considérant l'exhaustivité et la clarté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Cycle de recherche-développement.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q34. En considérant l'exhaustivité et la clarté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

Potentiel anticipé du marché.

Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q35. En considérant l'exhaustivité et la clarté de concept, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

Compétences techniques.

Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q36. En considérant le coût d'investissement prévu, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « potentiel de croissance du marché »? Et de combien ?

- Potentiel anticipé du marché.
- Potentiel de croissance du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q37. En considérant le coût d'investissement prévu, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel anticipé du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q38. En considérant le coût d'investissement prévu, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel de croissance du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel de croissance du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q39. En considérant le coût d'investissement prévu, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.

Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q40. En considérant la cycle de recherche-développement, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

Compétences techniques.

Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q41. En considérant la profitabilité anticipée, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « potentiel de croissance du marché »? Et de combien ?

Potentiel anticipé du marché.

Potentiel de croissance du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q42. En considérant la profitabilité anticipée, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel anticipé du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

Potentiel anticipé du marché.

Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q43. En considérant la profitabilité anticipée, qu'est ce qui est le plus important entre « potentiel de croissance du marché » et « situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents) »? Et de combien ?

- Potentiel de croissance du marché.
- Situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents).

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q44. En considérant la profitabilité anticipée, qu'est ce qui est le plus important entre « compétences techniques » et « alignement stratégique » ? Et de combien ?

- Compétences techniques.
- Alignement stratégique.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q45. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement »? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q46. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre «la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « la nouveauté de concept»? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q47. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q48. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et «la nouveauté de concept»? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q49. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et « le concept est-il complet et explicite»? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q50. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre «la nouveauté de concept » et « le concept est-il complet et explicite? »? Et de combien ?

- La nouveauté de concept.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q51. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q52. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « profitabilité anticipée » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q53. En considérant le potentiel anticipé du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Cycle de recherche-développement.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q54. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement »? Et de combien ?

La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.

Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q55. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « la nouveauté de concept »? Et de combien ?

La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.

La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q56. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q57. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et « la nouveauté de concept »? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q58. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q59. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « la nouveauté de concept » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La nouveauté de concept.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q60. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q61. En considérant le potentiel de croissance du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée » ? Et de combien ?

- Cycle de recherche-développement.
- Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q62. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » ? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q63. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre «la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « la nouveauté de concept »? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q64. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « la mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La mesure dans laquelle le concept résoudra le problème énoncé.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q65. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et «la nouveauté de concept »? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- La nouveauté de concept.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q66. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement » et « le concept est-il complet et explicite»? Et de combien ?

- Le degré auquel le concept peut être mises en œuvre facilement.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q67. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre «la nouveauté de concept » et « le concept est-il complet et explicite »? Et de combien ?

- La nouveauté de concept.
- Le concept est-il complet et explicite?

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q68. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » et « cycle de recherche-développement » ? Et de combien ?

- Coût d'investissement prévu.
- Cycle de recherche-développement.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q69. En considérant la situation de la concurrence sur le marché (nombre et intensité des concurrents), qu'est ce qui est le plus important entre « cycle de recherche-développement » et « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Cycle de recherche-développement.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q70. En considérant les compétences techniques, qu'est ce qui est le plus important entre « coût d'investissement prévu » ou « profitabilité anticipée »? Et de combien ?

Coût d'investissement prévu.

Profitabilité anticipée.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q71. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension d'attractivité du concept » et « dimension financière »? Et de combien ?

Dimension d'attractivité du concept.

Dimension financière.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q72. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension d'attractivité du concept » et « dimension du marché »? Et de combien ?

Dimension d'attractivité du concept.

Dimension du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q73. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension d'attractivité du concept » et « dimension de la capacité d'innovation » ? Et de combien ?

Dimension d'attractivité du concept.

Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q74. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension financière » et « dimension du marché » ? Et de combien ?

Dimension financière.

Dimension du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q75. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension financière » et « dimension de la capacité d'innovation » ? Et de combien ?

Dimension financière.

Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q76. En considérant l'évaluation des concepts prometteurs qui méritent d'être développés davantage, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension du marché » et « dimension de la capacité d'innovation » ? Et de combien ?

- Dimension du marché.
- Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q77. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension financière » et « dimension de la capacité d'innovation » ? et de combien ?

- Dimension financière.
- Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q78. En considérant la dimension d'attractivité du concept, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension du marché » et « dimension de la capacité d'innovation » ? et de combien ?

- Dimension du marché.
- Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q79. En considérant la dimension financière, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension du marché » et « dimension de la capacité d'innovation »? et de combien ?

- Dimension du marché.
- Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q80. En considérant la dimension du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension d'attractivité du concept » et « dimension financière »? Et de combien ?

- Dimension d'attractivité du concept.
- Dimension financière.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q81. En considérant la dimension du marché, qu'est ce qui est le plus important entre « Dimension d'attractivité du concept » et « dimension de la capacité d'innovation »? Et de combien ?

- Dimension d'attractivité du concept.
- Dimension de la capacité d'innovation.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Q82. En considérant la dimension de la capacité d'innovation, qu'est ce qui est le plus important entre « dimension financière » et « dimension du marché »? Et de combien ?

- Dimension financière.
- Dimension du marché.

Veillez évaluer le degré d'importance relative selon une échelle de classement de un à 9, le 9 étant le plus important.

Nous vous remercions pour votre participation !

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aczél, J. , & Saaty, T. L. (1983). Procedures for synthesizing ratio judgements. *Journal of mathematical Psychology*, 27(1), 93-102.
- Adamczyk, S., Angelika, C. B., & Kathrin, M. M. (2012). Innovation contests: A review, classification and outlook. *Creativity and innovation management*, 21 (4), 335-360.
- Agrebi, M. (2018). *Méthodes d'aide à la décision multi-attribut et multi-acteur pour résoudre le problème de sélection dans un environnement certain/incertain: cas de la localisation des centres de distribution* (Thèse de doctorat, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambresis; Université de Sfax (Tunisie)).
- Ahn, T., Abraham C., & Cooper, W.W. (1988). Efficiency characterizations in different DEA models. *Socio-Economic Planning Sciences*, 22(6), 253-257.
- Amabile, T. M. (1998). *How to kill creativity*. Harvard Business School Publishing Boston, MA.
- Amiri, M., Sadaghiyani, J., Payani, N., & Shafieezadeh, M. (2011). Developing a DEMATEL method to prioritize distribution centers in supply chain. *Management Science Letters*, 1(3), 279-288.
- Ayağ, Z. (2005). A fuzzy AHP-based simulation approach to concept evaluation in a NPD environment. *IIE transactions*, 37(9), 827-842.
- Ayağ, Z., & Özdemir, R. G. (2009). A hybrid approach to concept selection through fuzzy analytic network process. *Computers & Industrial Engineering*, 56(1), 368-379.
- Bai, C., & Sarkis, J. (2013). A grey-based DEMATEL model for evaluating business process management critical success factors. *International Journal of Production Economics*, 146(1), 281-292.
- Barki, H., & Pinsonneault, A. (2001). Small group brainstorming and idea quality: Is electronic brainstorming the most effective approach? *Small Group Research*, 32(2), 158-205.
- Belecheanu, R., Pawar, K.S., Barson, R. J., Bredehorst, B., & Weber, F. (2003). The application of case based reasoning to decision support in new product development. *Integrated Manufacturing Systems*. 14(1), 36-45. <https://doi.org/10.1108/09576060310453335>
- Bertram, D. (2007). Likert scales. Retrieved November, 2(10). Repéré à <http://my.ilstu.edu/~eostewa/497/Likert%20topic-dane-likert.pdf>.

- Bhuiyan, N. (2011). A framework for successful new product development. *Journal of Industrial Engineering and Management (JIEM)*, 4(4), 746-770.
- Boeddrich, H. J. (2004). Ideas in the workplace: a new approach towards organizing the fuzzy front end of the innovation process. *Creativity and innovation management*, 13(4), 274-285.
- Burge, S. (2011). The systems engineering tool box. Retrieved August, 4, 2011.
- Burgelman, R. A., Maidique, M. A., & Wheelwright, S. C. (1996). *Strategic management of technology and innovation*. Chicago: Irwin.
- Burke, L.A., & Miller, M.K. (1999). Taking the mystery out of intuitive decision making. *Academy of Management Perspectives*, 13, 91-99.
- Büyüközkan, G., & Gülerüz, S. (2016). An integrated DEMATEL-ANP approach for renewable energy resources selection in Turkey. *International Journal of Production Economics*, 182, 435-448.
- Carbonell-Foulquié, P., Munuera-Alemán, J. L., & Rodríguez-Escudero, A. I. (2004). Criteria employed for go/no-go decisions when developing successful highly innovative products. *Industrial Marketing Management*, 33(4), 307-316.
- Castellion, G., & Markham, S. K. (2013). Perspective: new product failure rates: influence of argumentum ad populum and self-interest. *Journal of Product Innovation Management*, 30(5), 976-979.
- Cavalieri, S., & Pezzotta, G. (2012). Product–Service Systems Engineering: State of the art and research challenges. *Computers in industry*, 63(4), 278-288.
- Chandler, A.D. (1962). *Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, Repéré à <https://ssrn.com/abstract=1496188>
- Chen, Z., Ming, X., Zhang, X., Yin, D., & Sun, Z. (2019). A rough-fuzzy DEMATEL-ANP method for evaluating sustainable value requirement of product service system. *Journal of Cleaner Production*, 228, 485-508.
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

- Chou, S. Y., Chang, Y. H., & Shen, C. Y. (2008). A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. *European Journal of Operational Research*, 189(1), 132-145.
- Chu, T. C. (2002). Selecting Plant Location via a Fuzzy TOPSIS Approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 20, 859–864. <https://doi.org/10.1007/s001700200227>
- Cobbold, I., & Lawrie, G. (2002). The development of the balanced scorecard as a strategic management tool. *Performance measurement association*, 35(1), 37-56.
- Connaway, L.S., Dickey, T.J., & Radford, M.L. (2011). “If it is too inconvenient I'm not going after it:” Convenience as a critical factor in information-seeking behaviors. *Library & Information Science Research*, 33, 179-190.
- Connolly, T., Routhieaux, R. L., & Schneider, S. K. (1993). On the effectiveness of group brainstorming: Test of one underlying cognitive mechanism. *Small Group Research*, 24(4), 490-503.
- Cooper, R. G. (1988). Predevelopment activities determine new product success. *Industrial Marketing Management*, 17(3), 237-247.
- Cooper, R. G. (1993). *Winning at new products: Accelerating the process from idea to launch* (2nd edition). MA: Addison-Wesley Publishing Company.
- Cooper, R. G. (2013). New products: What separates the winners from the losers and what drives success. *PDMA handbook of new product development*, 3-34.
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1993). Screening new products for potential winners. *Long range planning*, 26(6), 74-81.
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1995). Benchmarking the firm's critical success factors in new product development. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 12(5), 374-391.
- Crawford, C. M. (1994). *New Product Management*. Boston: Richard D. Irwin.
- Cristofaro, M. (2017). Herbert Simon's bounded rationality: Its historical evolution in management and cross-fertilizing contribution. *Journal of Management History*, 23(2), 170-190. <https://doi.org/10.1108/JMH-11-2016-0060>

- Darko, A., Chan, A. P. C., Ameyaw, E. E., Owusu, E. K., Pärn, E., & Edwards, D. J. (2019). Review of application of analytic hierarchy process (AHP) in construction. *International journal of construction management*, 19(5), 436-452.
- Dean, D. L., Hender, J., Rodgers, T., & Santanen, E. (2006). Identifying good ideas: constructs and scales for idea evaluation. *Journal of Association for Information Systems*, 7(10), 646-699.
- Dennis, A. R., Minas, R. K., & Bhagwatwar, A. P. (2013). Sparking creativity: Improving electronic brainstorming with individual cognitive priming. *Journal of Management Information Systems*, 29(4), 195-216.
- Diamantopoulos, A., & Siguaw, J. A. (2006). Formative versus reflective indicators in organizational measure development: A comparison and empirical illustration. *British journal of management*, 17(4), 263-282.
- Di Benedetto, C. A. (2003). Identifying the key success factors in new product launch. *Journal of Product. Innovation Management: An International Publication of The Product Development & Management Association*, 16(6), 530-544.
- Dobni, C. B. (2008). Measuring innovation culture in organizations: The development of a generalized innovation culture construct using exploratory factor analysis. *European journal of innovation management*, 11(4), 539-559. <https://doi.org/10.1108/14601060810911156>
- Drazin, R., Glynn, M. A., & Kazanjian, R. K. (1999). Multilevel theorizing about creativity in organizations: A sensemaking perspective. *Academy of management review*, 24(2), 286-307.
- Drucker, P. F. (1985). The discipline of innovation. *Harvard business review*, 63(3), 67-72.
- Easton, G., Easton, A., & Belch, M. (2003). An experimental investigation of electronic focus groups. *Information & management*, 40(8), 717-727.
- Edgett, Scott J. 2015. «Idea-to-Launch (Stage-Gate®) Model: An Overview». *Stage-Gate International*, p. 1-5.
- Eisenberger, R., & Rhoades, L. (2001). Incremental effects of reward on creativity. *Journal of personality and social psychology*, 81(4), 728.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Making fast strategic decisions in high-velocity environments. *Academy of Management journal*, 32(3), 543-576.

- Elbanna, S. (2006). Strategic decision-making: Process perspectives. *International Journal of Management reviews*, 8(1), 1-20.
- Elmqvist, M., & Segrestin, B. (2007). Towards a new logic for Front End Management: from drug discovery to drug design in pharmaceutical R&D. *Creativity and Innovation Management*, 16(2), 106-120.
- Ericsson, K. A. (1999). Creative expertise as superior reproducible performance: Innovative and flexible aspects of expert performance. *Psychological Inquiry*, 10(4), 329-333.
- Erdoğan, Ş., Aras, H., & Koç, E. (2006). Evaluation of alternative fuels for residential heating in Turkey using analytic network process (ANP) with group decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 10(3), 269-279.
- Falatoonitoosi, E., Ahmed, S., & Sorooshian, S. (2014). Expanded DEMATEL for determining cause and effect group in bidirectional relations. *The Scientific World Journal*, 2014, 103846. <https://doi.org/10.1155/2014/103846>
- Faure, C. (2004). Beyond brainstorming: Effects of different group procedures on selection of ideas and satisfaction with the process. *The Journal of creative behavior*, 38(1), 13-34.
- Ferioli, M. (2010). *Phases amont du processus d'innovation: proposition d'une méthode d'aide à l'évaluation d'idées*. (Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, France).
- Fink-Hafner, D., Dagen, T., Doušak, M., Novak, M., & Hafner-Fink, M. (2019). Delphi method: strengths and weaknesses. *Advances in Methodology and Statistics*, 16(2), 1-19.
- Forman, E., & Peniwati, K. (1998). Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 108(1), 165-169.
- Forsman, H. (2011). Innovation capacity and innovation development in small enterprises. A comparison between the manufacturing and service sectors. *Research policy*, 40(5), 739-750.
- Fortenberry, J. L. (2013). *Nonprofit marketing*. Jones & Bartlett Publishers.
- Frazelle, E. (2020). *Supply chain strategy: the logistics of supply chain management*. McGraw-Hill.
- Frishammar, J., & Florén, H. (2008). Where new product development begins: success factors, contingencies and balancing acts in the fuzzy front end. *17th International Conference on Management of Technology, Dubai, April 5-8*, pp. 47.

- Gaddis, J. L. (2019). *On grand strategy*. Penguin.
- Gallupe, R. B., Dennis, A. R., Cooper, W. H., Valacich, J. S., Bastianutti, L. M., & Nunamaker Jr, J. F. (1992). Electronic brainstorming and group size. *Academy of Management Journal*, 35(2), 350-369.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management: An international publication of the product development & management association*, 19(2), 110-132.
- Gatignon, H., & Xuereb, J. M. (1997). Strategic orientation of the firm and new product performance. *Journal of marketing research*, 34(1), 77-90.
- George, D., & Mallery, P. (2019). *IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference*. Routledge.
- Gerguri, S. , & Ramadani, V. (2010). *The impact of innovation into the economic growth*. MPRA Paper 22270, University Library of Munich, Germany.
- Gerwin, D., & Barrowman, N. J. (2002). An evaluation of research on integrated product development. *Management Science*, 48(7), 938-953.
- Gilbert, C. G. (2005). Unbundling the structure of inertia: Resource versus routine rigidity. *Academy of management journal*, 48(5), 741-763.
- Gölcük, İ., & Baykasoğlu, A. (2016). An analysis of DEMATEL approaches for criteria interaction handling within ANP. *Expert Systems with Applications*, 46, 346-366.
- Greenacre, P., Gross, R., & Speirs, J. (2012). *Innovation Theory: A review of the literature*. Imperial College Centre for Energy Policy and Technology, London.
- Grundy, T. (2006). Rethinking and reinventing Michael Porter's five forces model. *Strategic change*, 15(5), 213-229.
- Guan, J. C., Yam, R. C., Mok, C. K., & Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European journal of operational research*, 170(3), 971-986.
- Harris, E. P., Northcott, D., Elmassri, M. M., & Huikku, J. (2016). Theorising strategic investment decision-making using strong structuration theory. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 29 (7), 1177-1203.

- Hart, S., Jan Hultink, E., Tzokas, N., & Commandeur, H. R. (2003). Industrial companies' evaluation criteria in new product development gates. *Journal of Product Innovation Management, 20*(1), 22-36.
- Harvey, S. (2013). A different perspective: The multiple effects of deep level diversity on group creativity. *Journal of Experimental Social Psychology, 49*(5), 822-832.
- Hegde, S. P., & Mishra, D. R. (2017). Strategic risk-taking and value creation: Evidence from the market for corporate control. *International Review of Economics & Finance, 48*, 212-234.
- Herstatt, C., & Verworn, B. (2004). The fuzzy front end of innovation. *Bringing technology and innovation into the boardroom* (pp. 347-372), Springer. Palgrave Macmillan, London.
- Herstatt, C., Verworn, B., & Nagahira, A. (2006). Reducing project related uncertainty in the “fuzzy front end” of innovation: A comparison of German and Japanese product innovation projects. In *Management of Technology and Innovation in Japan* (pp. 329-352). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hitt, M. A., & Tyler, B. B. (1991). Strategic decision models: Integrating different perspectives. *Strategic management journal, 12*(5), 327-351.
- Hsieh, P. L., & Yeh, T. M. (2015). Developing a cause and effect model of factors influencing fast food restaurants' service quality using DEMATEL. *International Journal of Services and Operations Management, 20*(1), 21-42.
- Hsu, C. W., Kuo, T. C., Chen, S. H., & Hu, A. H. (2013). Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production, 56*, 164-172.
- Hu, S.J. 2005. *Integrated Transportation Engineering*: Tsinghua University Press Ltd.
- Huang, J. Y., Chou, T. C., & Lee, G. G. (2010). Imitative innovation strategies: understanding resource management of competent followers. *Management Decision, 48*(6), 952-975. <https://doi.org/10.1108/00251741011053488>
- Huang, Z., Ahmed, C., & Mickael, G. (2020). A model for supporting the ideas screening during front end of the innovation process based on combination of methods of EcaTRIZ, AHP, and SWOT. *Concurrent Engineering, 28*(2), 89-96.

- Huang, Z., & Gardoni, M. (2020, August). Concept evaluation based on fuzzy analytic hierarchy process. *2020 IEEE International Systems Conference (SysCon)* (pp. 1-5). IEEE.
- Huang, Z., & Gardoni, M. (2020, July). Using BSC and DEMATEL method to construct the novel product concepts evaluation system. *IFIP International Conference on Product Lifecycle Management* (pp. 324-333). Springer, Cham.
- Hussey, L. K. (2014). Analytic Network Process (ANP) for Housing Quality Evaluation: A Case Study in Ghana. (Mémoire de maîtrise, The University of Western Ontario). Repéré à <https://ir.lib.uwo.ca/etd/2407>
- Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. *Multiple attribute decision making* (pp. 58-191). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jacques H., & Frédérick G. 2016. Meilleures pratiques en développement de produits. *Direction des communications, MESI*.
- Jain, D. (2001). Managing new product development for strategic competitive advantage. *Kellog Marketing, Wiley*, (pp.130-1500). New York.
- Jaruzelski, B., Loehr, J., & Holman, R. (2012). The global Innovation 1000: Making Ideas work. *Strategy+ Business*. Repéré à <https://www.strategy-business.com/article/00140>
- Jaruzelski, B., Loehr, J., & Holman, R. (2011). The global innovation 1000: Why culture is key. *strategy+ business*, 65(Winter), 31-45.
- Jharkharia, S., & Shankar, R. (2007). Selection of logistics service provider: An analytic network process (ANP) approach. *Omega*, 35(3), 274-289.
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., & Pal, D. K. (2015). Likert scale: Explored and explained. *British journal of applied science & technology*, 7(4), 396.
- Kahraman, C., Ruan, D., & Doğan, I. (2003). Fuzzy group decision-making for facility location selection. *Information sciences*, 157, 135-153.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *Using the balanced scorecard as a strategic management system*. Harvard business review Boston
- Karamizadeh, S., Abdullah, S. M., Manaf, A. A., Zamani, M., & Hooman, A. (2020). An overview of principal component analysis. *Journal of Signal and Information Processing*, 4(3B), 173.

- Keeney, R. L., Raiffa, H., & Meyer, R. F. (1993). *Decisions with multiple objectives: preferences and value trade-offs*. Cambridge university press.
- Kelly, D., & Storey, C. (2000). New service development: initiation strategies. *International Journal of Service Industry Management*, 11(1), 45-63.
- Kennedy, R., Jamison, E., Simpson, J., Kumar, P., Kemp, A., Awate, K., & Manning, K. (2020). *Strategic management*. VA: Virginia Tech Publishing.
- Khurana, A., & Rosenthal, S. R. (1997). Integrating the fuzzy front end of new product development. *IEEE Engineering Management Review*, 25(4), 35-49.
- Kim, J., & Wilemon, D. (2002). Focusing the fuzzy front-end in new product development. *R&d Management*, 32(4), 269-279.
- Klein, K. J., & Knight, A. P. (2005). Innovation implementation: Overcoming the challenge. *Current directions in psychological science*, 14(5), 243-246.
- Koc, T., & Ceylan, C. (2007). Factors impacting the innovative capacity in large-scale companies. *Technovation*, 27(3), 105-114.
- Koen, P. A., Ajamian, G. M., Boyce, S., Clamen, A., Fisher, E., Fountoulakis, S., Johnson, A., Puri, P., & Seibert, R. (2002). Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques. *The PDMA toolbox*, 1, 5-35.
- Kramer, T. J., Fleming, G. P., & Mannis, S. M. (2001). Improving face-to-face brainstorming through modeling and facilitation. *Small group research*, 32(5), 533-557.
- Krishnan, V., & Ulrich, K. T. (2001). Product development decisions: A review of the literature. *Management science*, 47(1), 1-21.
- Kumar, K., Boesso, G., Favotto, F., & Menini, A. (2012). Strategic orientation, innovation patterns and performances of SMEs and large companies. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 19(1), 132-145. <https://doi.org/10.1108/14626001211196442>
- Kuo, M. S., Liang, G. S., & Huang, W. C. (2006). Extensions of the multicriteria analysis with pairwise comparison under a fuzzy environment. *International Journal of Approximate Reasoning*, 43(3), 268-285.
- Lee, C., Lee, H., Seol, H., & Park, Y. (2012). Evaluation of new service concepts using rough set theory and group analytic hierarchy process. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 3404-3412.

- Lee, S. H., Yamakawa, Y., Peng, M. W., & Barney, J. B. (2011). How do bankruptcy laws affect entrepreneurship development around the world? *Journal of Business Venturing*, 26(5), 505-520.
- Lee, H., Kim, C., & Park, Y. (2010). Evaluation and management of new service concepts: An ANP-based portfolio approach. *Computers & Industrial Engineering*, 58(4), 535-543.
- Liang, C., & Li, Q. (2008). Enterprise information system project selection with regard to BOCR. *International journal of Project management*, 26(8), 810-820.
- Liang, X., Sun, X., Shu, G., Sun, K., Wang, X., & Wang, X. (2013). Using the analytic network process (ANP) to determine method of waste energy recovery from engine. *Energy Conversion and Management*, 66, 304-311.
- Liao, R.C.(2007). *A study of enterprise's new product development intention model*. (Thèse de doctorat, Central South University, China).
- Lin, C. L., & Tzeng, G. H. (2009). A value-created system of science (technology) park by using DEMATEL. *Expert systems with applications*, 36(6), 9683-9697.
- Lionnet, P. (2003). *Innovation: The Process*, ESA Training Workshop.
- Long, L. 2010. *Modern management method*: Gansu Science & Technology Press.
- MacCrimmon, K. R., & Wagner, C. (1994). Stimulating ideas through creative software. *Management science*, 40(11), 1514-1532.
- Magnusson, P. R., Netz, J., & Wästlund, E. (2014). Exploring holistic intuitive idea screening in the light of formal criteria. *Technovation*, 34(5-6), 315-326.
- Maidique, M.A., & Zirger, B.J. (1984). A study of success and failure in product innovation: The case of the U.S. electronics industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-31, 192-203.
- Mamadi, S. Y., & Makhdut, U. Y. (2020). The efficiency of azerbaijani banks: an empiric analysis. *Economic and Social Development: Book of Proceedings*, 3, 581-587.
- Mavi, R. K., & Standing, C. (2018). Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach. *Journal of cleaner production*, 194, 751-765.
- Meier, O., & Barabel, M. (2006). *Manageor: les meilleures pratiques du management*.

- Meinel, M., Eismann, T. T., Baccarella, C. V., Fixson, S. K., & Voigt, K. I. (2020). Does applying design thinking result in better new product concepts than a traditional innovation approach? An experimental comparison study. *European Management Journal*, 38(4), 661-671.
- Metters, R. (1997). Quantifying the bullwhip effect in supply chains. *Journal of operations management*, 15(2), 89-100.
- Meuter, M. L., Ostrom, A. L., Roundtree, R. I., & Bitner, M. J. (2000). Self-service technologies: understanding customer satisfaction with technology-based service encounters. *Journal of marketing*, 64(3), 50-64.
- Min, L. (Ed.). (2013). *Live or Die: How Long Can Chinese Companies Live?*. Paths International Ltd.
- Mintzberg, H. (1987). The strategy concept I: Five Ps for strategy. *California management review*, 30(1), 11-24.
- Moenaert, R. K., De Meyer, A., Souder, W. E., & Deschoolmeester, D. (1995). R&D/marketing communication during the fuzzy front-end. *IEEE transactions on Engineering Management*, 42(3), 243-258.
- Montoya-Weiss, M. M., & O'Driscoll, T. M. (2000). From experience: applying performance support technology in the fuzzy front end. *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of The Product Development & Management Association*, 17(2), 143-161.
- Mumford, M. D., Feldman, J.M., Hein, M. B. et Nagao, D. J. (2001). Tradeoffs between ideas and structure: Individual versus group performance in creative problem solving. *The Journal of Creative Behavior*, 35(1), 1-23.
- Ndangwa, L. (2020). L'influence de la qualité perçue des soins de santé dans les formations hospitalières camerounaises sur l'intention comportementale des patients: Le rôle médiateur de la satisfaction. *Revue Internationale du Chercheur*, 1(2).
- Neely, A., & Hii, J. (1998). Innovation and business performance: a literature review. *The Judge Institute of Management Studies, University of Cambridge*, 0-65.
- Niemira, M. P., & Saaty, T. L. (2004). An analytic network process model for financial-crisis forecasting. *International journal of forecasting*, 20(4), 573-587.
- OECD, O. M. (2005). Oslo Manual: The measurement of scientific and technological activities. Proposes Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, Paris.

- 3rd Edition O'Regan, Nicholas, Abby Ghobadian et Martin Sims. 2006. *Fast tracking innovation in manufacturing SMEs*. *Technovation*, 26 (2), 251-261.
- Ortiz-Barrios, M., Miranda-De la Hoz, C., López-Meza, P., Petrillo, A., & De Felice, F. (2020). A case of food supply chain management with AHP, DEMATEL, and TOPSIS. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 27(1-2), 104-128.
- Osborn, A. F. (1953). *Applied imagination*. Scribner'S.
- Ozer, M. (2005). Factors which influence decision making in new product evaluation. *European journal of operational research*, 163(3), 784-801.
- Pateli, A. G., & Giaglis, G. M. (2005). Technology innovation-induced business model change: a contingency approach. *Journal of Organizational Change Management*. 18(2), 167-183. <https://doi.org/10.1108/09534810510589589>
- Peng, X. B., & Zhou, X. H. (2001). Research on AHP method of enterprise strategic decision. *Journal of Guilin Institute of electronic industry*, 21(1), 48-52.
- Permadi, G. S., Vitadiar, T. Z., Kistofer, T., & Mujianto, A. H. (2019). The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Dematel) and Analytic Network Process (ANP) for Learning Material Evaluation System. *E3S Web of Conferences (Vol. 125, p. 23011)*. *EDP Sciences*.
- Pessanha, D. S. D. S., & Prochnik, V. (2006). Practitioners' opinions on academics' critics on the balanced scorecard. *Available at SSRN 1094308*.
- Plucker, J. A., Beghetto, R. A., & Dow, G. T. (2004). Why isn't creativity more important to educational psychologists? Potentials, pitfalls, and future directions in creativity research. *Educational psychologist*, 39(2), 83-96.
- Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard business review*, 86(1), 25-40.
- Potter, R. E., & Balthazard, P. (2004). The role of individual memory and attention processes during electronic brainstorming. *Mis Quarterly*, 621-643.
- Prasad, B. (1998). Synthesis of market research data through a combined effort of QFD, value engineering, and value graph techniques. *Qualitative Market Research*, 1 (3), 156-172. <https://doi.org/10.1108/13522759810235250>
- Prasad, B. (2016). On mapping tasks during product development. *Concurrent Engineering*, 24(2), 105-112.

- Rajesh, R., & Ravi, V. (2015). Modeling enablers of supply chain risk mitigation in electronic supply chains: A Grey-DEMATEL approach. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 126-139.
- Rakotoarivelo, J. B. (2018). Aide à la décision multi-critère pour la gestion des risques dans le domaine financier (Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III, France).
- Ramanathan, R., & Ganesh, L. S. (1994). Group preference aggregation methods employed in AHP: An evaluation and an intrinsic process for deriving members weightages. *European journal of operational research*, 79(2), 249-265.
- Ran, J. T. (2019). *Research on the construction of safety culture in universities based on DEMATEL-ANP*. (Thèse de doctorat, Kunming University of Technology, China)
- Rao, N.V., Mobius, M.M., & Rosenblat, T. (2007). Social Networks and Vaccination Decisions. *Health & the Economy eJournal*.
- Rietzschel E.F., Nijstad B.A., Stroebe W. (2010). The selection of creative ideas after individual idea generation: choosing between creativity and impact. *British journal of psychology*, 101(1), 47-68. doi: 10.1348/000712609X414204.
- Robbins, S. P. (2001). *Organisational behaviour: global and Southern African perspectives*. Pearson South Africa.
- Robbins, S. P., et Coulter, M. (2012). *Management*: New Jersey: Prentice Hall.
- Rosenberg, N. (2006), Innovation and Economic Growth. Innovation and Growth in Tourism, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264025028-4-en>.
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International marketing review*. 11(1), 7-31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
- Saaty, T. L. (2004). Fundamentals of the analytic network process-Dependence and feedback in decision-making with a single network. *Journal of Systems science and Systems engineering*, 13(2), 129-157.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2006). *Decision making with the analytic network process* (Vol. 282). Berlin, Germany: Springer Science+ Business Media, LLC.
- Saaty, T. L., & Shang, J. S. (2007). Group decision-making: Head-count versus intensity of preference. *Socio-Economic Planning Sciences*, 41(1), 22-37.

- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Schumpeter, J. A. (2017). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capita I, credit, interest, and the business cycle*. Routledge.
- Schwarz, S., & Bodendorf, F. (2012). Attributive idea evaluation: a new idea evaluation method for corporate open innovation communities. *International Journal of Knowledge-Based Organizations (IJKBO)*, 2(1), 77-91.
- Scott, J. (2000). Rational choice theory. *Understanding contemporary society: Theories of the present*, 129, 126-138.
- Shafiee, M., Lotfi, F.H., & Saleh, H. (2014). Supply chain performance evaluation with data envelopment analysis and balanced scorecard approach. *Applied Mathematical Modelling*, 38, 5092-5112.
- Shalley, C. E., & Perry-Smith, J. E. (2001). Effects of social-psychological factors on creative performance: The role of informational and controlling expected evaluation and modeling experience. *Organizational behavior and human decision processes*, 84(1), 1-22.
- Shah, J. J., Kulkarni, S. V., & Vargas-Hernandez, N. (2000). Evaluation of idea generation methods for conceptual design: effectiveness metrics and design of experiments. *J. Mech. Des.*, 122(4), 377-384.
- Shao, J., Taisch, M., & Ortega-Mier, M. (2016). A grey-decision-making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) analysis on the barriers between environmentally friendly products and consumers: practitioners' viewpoints on the European automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, 112, 3185-3194.
- Shepherd, N. G., & Rudd, J. M. (2014). The influence of context on the strategic decision-making process: A review of the literature. *International journal of management reviews*, 16(3), 340-364.
- Shih, H. S., Shyur, H. J., & Lee, E. S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and computer modelling*, 45(7-8), 801-813.
- Shieh, J. I., Wu, H. H., & Huang, K. K. (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowledge-Based Systems*, 23(3), 277-282.

- Si, S., You, X., Liu, H., & Zhang, P. (2018). DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on *Methodologies and Applications*. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018, 1-33.
- Simon, H. A. (1997). *Models of bounded rationality: Empirically grounded economic reason (Vol. 3)*. MIT press.
- Simon, H. A. (1955). A behavioral model of rational choice. *The quarterly journal of economics*, 69(1), 99-118.
- Smith, P. G., & Reinertsen, D. G. (1998). *Developing products in half the time: new rules, new tools*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Tadić, S., Zečević, S., & Krstić, M. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert systems with applications*, 41(18), 8112-8128.
- Tamura, H., & Akazawa, K. (2005). Structural modeling and systems analysis of uneasy factors for realizing safe, secure and reliable society. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 64-72.
- Teague, K. J. (2013). Fuzzy comprehensive evaluation (FCE) in military decision support processes. (Mémoire de maîtrise, Naval Postgraduate School Monterey Ca Dept Of Operations Research, California).
- Teoli D, Sanvictores T, An J. SWOT Analysis. 2021 Sep 8. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan. PMID: 30725987.
- Tiwari, V., Jain, P. K., & Tandon, P. (2016). Product design concept evaluation using rough sets and VIKOR method. *Advanced Engineering Informatics*, 30(1), 16-25.
- Trappey, A. J., Trappey, C. V., Wu, C. Y., & Lin, C. W. (2012). A patent quality analysis for innovative technology and product development. *Advanced Engineering Informatics*, 26(1), 26-34.
- Trott, P. (2008). *Innovation management and new product development*. Pearson education.
- Tucker, R. B. (2002). *Driving growth through innovation: How leading firms are transforming their futures*. Berrett-Koehler Publishers.
- Turban, E., & Aronson, J. E. (1998). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 5th edition Prentice-Hall. *Upper Saddle River*.

- Türker, M. V. (2012). A model proposal oriented to measure technological innovation capabilities of business firms—a research on automotive industry. *Procedia-social and behavioral sciences*, 41, 147-159.
- Turoff, M., & Linstone, H. A. (2002). The Delphi method-techniques and applications. <http://is.njit.edu/pubs/delphibook/>
- Tyebjee, T. T., & Bruno, A. V. (1984). A model of venture capitalist investment activity. *Management science*, 30(9), 1051-1066.
- Tzeng, G. H., & Huang, J. J. (2011). *Multiple attribute decision making: methods and applications*. CRC press.
- Tzeng, G. H., & Huang, C. Y. (2012). Combined DEMATEL technique with hybrid MCDM methods for creating the aspired intelligent global manufacturing & logistics systems. *Annals of Operations Research*, 197(1), 159-190.
- Uzonwanne, F. C. (2016). Rational model of decision making. *Global encyclopedia of public administration, public policy, and governance*. Springer International. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31816-5_2474-1.
- Verworn, B. (2002). The fuzzy front end of product development: an exploratory study. *Working paper//Technologie-und Innovations management, Technische Universität Hamburg-Harburg= Arbeitspapier*.
- Verworn, B. (2006). How German measurement and control firms integrate market and technological knowledge into the front end of new product development. *International Journal of Technology Management*, 34(3-4), 379-389.
- Wagner, C. (1996). Creative Behavior through Basic Inferences: Evidence from Person-Computer Interactions. *The Journal of Creative Behavior*, 30(2), 105-125.
- Wang, C. H., Lu, I. Y., & Chen, C. B. (2008). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 28(6), 349-363.
- Wang, J., & Lin, Y. I. (2009). An overlapping process model to assess schedule risk for new product development. *Computers & Industrial Engineering*, 57(2), 460-474.
- Wang, W. P. (2009). Evaluating new product development performance by fuzzy linguistic computing. *Expert systems with applications*, 36(6), 9759-9766.

- Wichert, R., Furfari, F., Kung, A., & Tazari, M. R. (2012). How to overcome the market entrance barrier and achieve the market breakthrough in AAL. *Ambient assisted living* (pp. 349-358). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Wu, H. H., & Tsai, Y. N. (2012). An integrated approach of AHP and DEMATEL methods in evaluating the criteria of auto spare parts industry. *International Journal of Systems Science*, 43(11), 2114-2124.
- Wu, W. H., Chiang, C. T., & Lin, C. T. (2008). Comparing the aggregation methods in the analytic hierarchy process when uniform distribution. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 5(3), 82-87.
- Wu, W. (2008). Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach. *Expert Systems with Applications*, 35(3), 2008, 825-835.
- Xia, X., Govindan, K., & Zhu, Q. (2015). Analyzing internal barriers for automotive parts remanufacturers in China using grey-DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*, 87, 811-825.
- Yam, R. C., Lo, W., Tang, E. P., & Lau, A. K. (2011). Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. *Research policy*, 40(3), 391-402.
- Yan, H. B., & Ma, T. (2015). A fuzzy group decision making approach to new product concept screening at the fuzzy front end. *International Journal of Production Research*, 53(13), 4021-4049.
- Yang, B. A. (2016). New product risk decision system based on knowledge. *Decision making and decision support system*, 5(3), 28-33.
- Yang, D. L., & Liu, F. (2002). An Analysis of Some Factors Influencing the Development of New Product Concepts. *China Soft Science*, p. 09.
- Yang, D. L. (2006). *New product concept development.*: Tsinghua University Press.
- Yang, J. L., & Tzeng, G. H. (2011). An integrated MCDM technique combined with DEMATEL for a novel cluster-weighted with ANP method. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1417-1424.
- Yang, Y. P. O., Shieh, H. M., Leu, J. D., & Tzeng, G. H. (2008). A novel hybrid MCDM model combined with DEMATEL and ANP with applications. *International journal of operations research*, 5(3), 160-168.

- Yang, Y. P. O., Shieh, H. M., & Tzeng, G. H. (2013). A VIKOR technique based on DEMATEL and ANP for information security risk control assessment. *Information sciences*, 232, 482-500.
- Yang, Y. (2006b). Evaluation et analyse de la méthode de pondération dans l'évaluation synthétique à indicateurs multiples. *Statistiques et prise de décision*, no 13, p. 17-19.
- Yang, W. Z., Zhang, T., & Wang, G. (2019). *SPSS statistical analysis and industrial application case details (the fourth edition)*. : Beijing book co. Inc.
- Yannou, B., Cluzel, F., & Farel, R. (2018). Capturing the relevant problems leading to pain-and usage-driven innovations: The Dependency Structure Modeling Value Bucket algorithm. *Concurrent Engineering*, 26(2), 131-146.
- Ying, C. S., Li, Y. L., Chin, K. S., Yang, H. T., & Xu, J. (2018). A new product development concept selection approach based on cumulative prospect theory and hybrid-information MADM. *Computers & Industrial Engineering*, 122, 251-261.
- Yong, D. (2006). Plant location selection based on fuzzy TOPSIS. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 28(7), 839-844.
- Yufen, C., & Jin, C. (2009). A study on the mechanism of open innovation promoting innovative performance. *Science Research Management*, 30(4), 1.
- Zadeh, L. A. 1978. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. *Fuzzy sets and systems*, 1(1), p. 3-28.
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of management review*, 27(2), 185-203.
- Zhai, L. Y., Khoo, L. P., & Zhong, Z. W. (2009). Design concept evaluation in product development using rough sets and grey relation analysis. *Expert systems with applications*, 36(3), 7072-7079.
- Zhang, C. (2008). *Applied statistics and calculation*. Cheng Du: University of Electronic Science and Technology of China Press.
- Zhang, W., & Zhang, Q. (2014). Multi-stage evaluation and selection in the formation process of complex creative solution. *Quality & Quantity*, 48(5), 2375-2404.
- Zhao, G., Ahmed, R. I., Ahmad, N., Yan, C., & Usmani, M. S. (2021). Prioritizing critical success factors for sustainable energy sector in China: A DEMATEL approach. *Energy Strategy Reviews*, 35, 100635.

- Zhu, G. N., Hu, J., Qi, J., Gu, C. C., & Peng, Y. H. (2015). An integrated AHP and VIKOR for design concept evaluation based on rough number. *Advanced Engineering Informatics*, 29(3), 408-418.
- Zhu, G. N., Hu, J., & Ren, H. (2020). A fuzzy rough number-based AHP-TOPSIS for design concept evaluation under uncertain environments. *Applied Soft Computing*, 91, 106228.