



HAL
open science

Modélisation et estimation des valeurs apportées au pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration des stratégies In-Country-Value

Mathieu Dernis

► **To cite this version:**

Mathieu Dernis. Modélisation et estimation des valeurs apportées au pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration des stratégies In-Country-Value. Autre. Université Paris Saclay (COMUE), 2019. Français. NNT : 2019SACLC030 . tel-02157962

HAL Id: tel-02157962

<https://theses.hal.science/tel-02157962>

Submitted on 17 Jun 2019

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

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



Modélisation et estimation des valeurs apportées au pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration des stratégies In-Country-Value

Thèse de doctorat de l'Université Paris-Saclay
préparée à CentraleSupélec

École doctorale n° 573 Interfaces
Approches interdisciplinaires/ fondements applications et innovation
Spécialité de doctorat: Sciences et technologies industrielles

Thèse présentée et soutenue à Gif-sur-Yvette, le 29 mars 2019, par

Mathieu G.J DERNIS

Composition du Jury :

Nadège Troussier	Présidente
Professeur, Université de Technologie de Troyes	
Emmanuel Caillaud	Rapporteur
Professeur, Université de Strasbourg (ICube)	
Eric Bonjour	Rapporteur
Professeur, Université de Lorraine	
Pascale Le Gall	Examineur
Professeur, CentraleSupélec	
Franck Marle	Directeur de thèse
Professeur, CentraleSupélec	
Pascal Da Costa	Co-Directeur de thèse
Professeur, CentraleSupélec	
Ludovic-Alexandre Vidal	Co-Directeur de thèse
Maitre de conférences, CentraleSupélec	
Laurent de Soultrait	
Encadrant industriel, Total	Invité

A Annie, Dominique, Bérengère et Luiza,

A ma famille,

A mes amis et à la Strass CC,

Those who cannot remember the past are condemned to repeat it

George Santayana, *The Life of Reason - Introduction and Reason in Common Sense*, 1906

La recherche en sciences sociales est et sera toujours balbutiante et imparfaite. Elle n'a pas la prétention de transformer l'économie, la sociologie et l'histoire en sciences exactes. Mais en établissant patiemment des faits et des régularités, et en analysant sereinement les mécanismes économiques, sociaux, politiques, susceptibles d'en rendre compte, elle peut faire en sorte que le débat démocratique mieux informé et se focalise sur les bonnes questions. Elle peut contribuer à redéfinir sans cesse les termes du débat à démasquer les certitudes toutes faites et les impostures, à tout remettre toujours en cause et en question.

Thomas Piketty, *le capital au XXI siècle*, 2013

Rastignac, resté seul, fit quelques pas vers le haut du cimetière et vit Paris tortueusement couché le long des deux rives de la Seine où commençaient à briller les lumières. Ses yeux s'attachèrent presque avidement entre la colonne de la place Vendôme et le dôme des Invalides, là où vivait ce beau monde dans lequel il avait voulu pénétrer. Il lança sur cette ruche bourdonnante un regard qui semblait par avance en pomper le miel, et dit ces mots grandioses : "A nous deux maintenant !"

Honoré de Balzac, *Le Père Goriot*, 1835

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier mon directeur de thèse Franck Marle qui m'a guidé dans un sujet large. Il m'aura permis de converger vers une production plus synthétique que je ne l'aurais jamais imaginé. J'ai eu de la chance de pouvoir avoir pu grandir à ses côtés, de gagner en maturité et avoir des réflexions sur moi-même. J'y ajoute ma gratitude à mes deux co-encadrants. Ludovic-Alexandre Vidal aura été un grand soutien moral. Il m'aura guidé dans mes propositions de modélisation la valeur. Pascal Da Costa m'aura apporté un esprit critique et des pensées économiques qui auront changé ma vision du monde. Par choix de concision et de synthèse, ce mémoire ne reflétera sans doute pas assez le savoir qu'il m'a transmis.

Outre mes encadrants, je souhaiterais également mettre à l'honneur les membres de mon jury de thèse de doctorat. Mes rapporteurs Emmanuel Caillaud et Eric Bonjour qui ont accepté de lire et évaluer ce travail. Leurs rapports auront été riches en indications et questionnements pour pouvoir mieux valoriser mon travail et ses perspectives. Nadège Troussier m'aura fait l'honneur de présider mon jury de thèse. J'ai pu grâce à elle découvrir des approches similaires et des réflexions pour des travaux futurs. Pascal Le Gall, représentante de l'école doctorale aura été un soutien moral et un élément clef de poursuite du doctorat. Laurent de Soultrait, représentant industriel, avec qui j'aurais eu de très bons échanges. Je suis heureux de voir une personne avec des points de vue similaires et un positionnement pertinent pour être en charge du département SIL.

J'aurai également beaucoup appris en côtoyant les équipes du LGI. Je tenais plus spécifiquement à remercier certains collègues pour leurs apports. Julie Le Cardinal et Yann Leroy qui m'ont donné l'opportunité de co-encadrer des étudiants pour des mémoires de recherche. Ces expériences m'ont permis une mise à distance vis-à-vis de mon propre travail. Jean-Claude Bocquet qui par sa vision de la valeur a été une source d'inspiration. Mehdi Senouci m'aura notamment permis d'améliorer ma culture économique et mon efficacité bibliographique. Marija Jankovic m'aura enseigné les bases de la recherche. Je tenais également à remercier Vincent Mousseau qui m'aura fourni les sources bibliographiques fondamentales en aide à la décision. Enfin, Eléonore Mounoud m'aura suggéré de nombreuses lectures ayant contribué à mon développement personnel et ma culture.

Je tiens également à remercier spécifiquement mes collègues au sein de Total. Etienne Hammann qui a initié cette thèse. Il aura été une source d'inspiration et m'aura mis face à la réalité du monde du travail. Laura Ducamp que je ne remercierais jamais assez pour son aide précieuse sans laquelle l'étude de cas de ce mémoire ne serait pas aussi concrète. Se joint également ma gratitude aux différentes équipes du sociétal qui ont toujours laissé leur porte ouverte et répondu à nos questions. Patricia Claverie pour son écoute et son encadrement. Mia Aryani et les équipes de TEP Congo avec qui nous avons pu livrer une étude sur le développement local. Benjamin Neaud, pour nos discussions et nos réflexions sur le Contenu Local dans l'organisation de Total.

Comme bien d'autres, je me dois de faire honneur à nos fonctions supports sans lesquelles le laboratoire ne saurait œuvrer : Corinne Ollivier, Delphine Martin et Sylvie

Guillemain. Un grand merci pour votre présence. J'y joins ma grande reconnaissance à Carole Stoll et Matthieu Tournade pour avoir aidé à surmonter en milieu de troisième année de doctorat ma perte d'ordinateur et de disque dur. Egalement, je souhaiterais inclure Suzanne Thuron pour son soutien administratif.

Ce travail n'aurait pas non plus été le même sans des échanges avec mes collègues doctorants. Julien Ventroux pour nos discussions sur le domaine pétrolier. Hicham Benbitour qui restera une personne admirable par sa générosité, son éthique et sa science. Enfin, les nombreuses personnes m'ayant permis d'avoir une plus grande ouverture d'esprit : Bruna Habib Cavazza, Fabio Antonialli, Tasneem Bani-Mustafa, Jessie Zhe Yuan, Anita Fattori, Rita Kramer, Benoît Lebeaupin, Gabriel Matos, Rafael Cardoso, Mélissa Issad et Pietro Turati.

J'aimerais également mettre en lumière ces professeurs qui m'ont donné envie de faire de la recherche : Sophie Simonet, Anne-Claude Bailleul, Jean-Yves Lajoie, Anissa Frini et Louis Babineau.

Finalement, une dernière pensée pour ceux qui étaient toujours à mes côtés dans les temps forts comme dans les temps faibles. Je ne remerciais jamais assez ma famille, mes, mes proches et mes amis pour leur soutien et ce qu'ils incarnent. Dominique et Annie mes parents, Bérengère ma sœur, Constant et Thérèse mes grands-parents, Alexis, Augustin, Hortense, les familles Charlet et Dernis, Luiza ma femme et mes amis Sophie, la Strass CC et tous les autres.

Titre : Modélisation et estimation des valeurs apportées au pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration des stratégies In-Country-Value

Mots clés : Valeur durable, Aide à la décision, Approche systémique, Approche multi capitale, Contenu local, In-Country Value.

Résumé : Les entreprises pétrolières jouent un rôle économique important dans les pays dans lesquels elles extraient le pétrole. Ces pays ont des attentes importantes du secteur extractif. Ils ont la volonté d'utiliser leurs richesses en ressources et les transformer en un développement industriel durable. En conséquence, ils émettent des exigences contractuelles ou légales incitant à réaliser localement des items du projet. Les entreprises pétrolières y répondent par l'intégration du Contenu Local (LC) dans leurs activités et développent les capacités industrielles du pays le long de leur chaîne de valeur. Cela ajoute de la complexité dans la gestion de projets pouvant conduire à des risques de coûts et de délais.

Toutefois, les expériences passées ont montré un apport non optimal de valeur par rapport aux risques affectant le projet. En conséquence, les pétroliers s'adaptent et cherchent à agir de manière proactive en proposant des stratégies dites d'In-Country-Value (ICV) ; ils cherchent à créer de la valeur locale dans des activités non directement rattachées à leur chaîne de valeur. Cette approche amène à justifier des choix de différents objectifs sous des contraintes de coûts et de délais. L'entreprise pétrolière fait ainsi face à un problème de décision pour justifier quelles actions entreprendre. Ce nouveau type de décision n'est pas encore simple à positionner dans le processus de projet.

Ces travaux de recherche s'intéressent au problème de choix de stratégie de création de valeur d'un projet dans des pays hôtes. Ils cherchent à offrir des outils à un décideur pour améliorer la compréhension du problème et procéder au choix de stratégies. La thèse s'articule autour d'un processus d'aide à la décision adapté au contexte pétrolier et de trois questions de recherche :

1. Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
2. Comment outiller une entreprise d'une méthode d'estimation des valeurs créées localement en tenant compte des effets indirects et induits ?
3. Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

Nous répondons à ces questions en trois temps.

Dans un premier temps, nous construisons une modélisation de la valeur durable créée par le projet dans le pays hôte. Nous synthétisons les connaissances à intégrer dans un tel modèle. Ces éléments induisent d'adopter une approche systémique accompagnée d'un système de représentation adapté. Une hypothèse est dès lors effectuée. Celle-ci est justifiée par une analyse fréquentielle d'indicateurs de développement durable de la littérature. Le résultat principal est de modéliser de manière métabolique le pays hôte. Ce dernier est assimilable à un ensemble de capitaux et de parties prenantes s'échangeant entre eux des flux. La valeur créée par le projet se traduit dès lors par le changement de cette structure métabolique du pays hôte.

Dans un deuxième temps, nous partons du modèle conceptuel proposé et formulons une méthode pour l'opérationnaliser en contexte industriel. Nous mettons l'accent sur la complexité du problème – la quantité d'information à maîtriser est importante et rend difficile la compréhension du comportement du système. En effet, les différents décideurs, leurs objectifs, les sous-systèmes du pays hôte impactés, les multiples impacts et les actions constituant les stratégies sont interreliés. Nous proposons ainsi une approche basée sur des matrices DMM (Domain Mapping Matrices) pour prendre en compte cette complexité et aider à la construction d'un système d'estimation des impacts du projet. Celui-ci est présenté théoriquement puis appliqué sur un cas d'étude fictif. Il permet d'aboutir à une estimation de plusieurs stratégies sous forme métabolique.

Dans un troisième temps, nous raccrochons les estimations métaboliques à des éléments de base de la littérature d'aide à la décision multicritère. La particularité de notre problème nécessite l'intégration de deux évaluations multicritères successives : une locale et une globale. Par une analyse du problème, nous préconisons deux procédures d'agrégation multicritères. Celles-ci permettent d'intégrer les visions du pays hôte et du projet dans des recommandations. Une mise en application au cas d'étude fictif est présentée.

Une conclusion industrielle et académique viendra mettre en exergue les apports de cette thèse ainsi que la manière dont ils répondent aux exigences formulées par une entreprise pétrolière. Nous en dégagerons des perspectives pour des travaux futurs.

Title : Modeling and measuring values brought to host country for assisting decisions in In-Country-Value strategies elaboration

Keywords : Sustainable value, Decision Aid, Systemic approach, Multi capital approach, Local Content, In-Country Value

Abstract : Oil and Gas companies play an important economic role in countries in which they extract resources. These countries have high expectations of the extractive sector. They are willing to use their resources wealth and transform it into sustainable industrial development. As a consequence, they implement contractual or legal requirements to increase locally produced project items. Oil and Gas companies integrate this local content as part of their activities and develop the country's industrial capabilities along their value chain. This adds complexity to project management that can lead to risks of cost overrun and delay.

However, past experiences have shown the value brought was non-optimal in comparison with risks affecting the project. As a result, Oil and Gas companies are seeking to act more proactively by proposing so-called In-Country-Value (ICV) strategies; they seek to create local value via activities not directly related to their value chain. This approach requires to justify choices of different objectives under cost and time constraints. Oil and Gas companies thus face a decision problem justifying what actions to undertake. This new type of decision is not yet easy to position in the project process.

Our research focus on the problem of choosing among value-creation strategies in the context of Oil and Gas development project. The objective is to offer tools to a decision maker to improve his understanding of the problem and to aid to decision. The thesis is structured around a decision-making process adapted to the Oil and Gas context and three research questions:

1. How to model the sustainable values brought by complex projects in a host country?
2. How to furnish to a company a method to estimate local values brought, taking into account indirect and induced effects?
3. How to aid to select among strategies that impact multiple systems?

We answer these questions in three stages.

Firstly, we build the modeling of the sustainable value created by the project in the host country. We synthesize the knowledge to integrate into such a model. This brings us to adopt systemic approach accompanied by an adapted system representation. We make a modeling hypothesis. We justify it with a frequency analysis of sustainable development indicators from the literature. The main result is the modeling of a host country as metabolism. The latter is comparable to a set of capital and stakeholders exchanging flows between them. The value created by the project is then modeled by the change of this metabolic structure of the host country.

Secondly, we use the proposed conceptual model and formulate a method to operationalize it in an industrial context. We emphasize the complexity of the problem - the amount of information to master is important and makes it difficult to understand the overall behavior of the system. Indeed, decision makers, their objectives, impacted subsystems of the host country, the multiple impacts and the actions constituting the strategies are interrelated. We propose a DMM (Domain Mapping Matrices) approach to take into account this complexity and to build a estimation system of project impacts. This is presented theoretically and then applied to a fictitious case study. It allows us to get the estimation of several strategies in metabolic form.

Thirdly, we use the latter metabolic estimation and link them with basic elements of the multiple-criteria decision analysis literature. The peculiarity of our problem requires the integration of two successive assessments: a local and a global. By a problem analysis we recommend two multicriteria aggregation procedures. It allows to integrate the visions of the host country and the project into strategy recommendations. We implement the proposed solutions to the fictional case study.

An industrial and academic conclusion highlights the contributions of this thesis. We then identify prospects for future work.

Table des Matières

Chapitre 1 : Contexte et problématique de la thèse	1
1.1 Contexte général	2
1.1.1 Total entre 2014 et 2017	2
1.1.2 Développement de projets pétroliers	3
1.1.3 Économie des pays hôtes dans lesquels Total s'implante	5
1.2 Concept de Contenu Local	8
1.2.1 Émergence du contenu local	8
1.2.2 Définition du contenu local	9
1.2.3 Exemples d'actions de contenu local	12
1.3 Avantages et inconvénients du contenu local dans le contexte pétrolier	14
1.3.1 Le point de vue du pays hôte	14
1.3.2 Le point de vue de Total	16
1.4 Émergence d'une nouvelle vision : du Contenu Local vers l'In-Country Value	18
1.5 Problématique industrielle	20
Chapitre 2: Etat de l'art académique	23
2.1 Proposition d'un processus d'aide à la décision	24
2.1.1 Généralités concernant les processus de décision	24
2.1.2 Proposition d'un processus d'aide à la décision	25
2.1.3 Apports du processus décisionnel et points à développer	29
2.2 Modélisation de la valeur durable apportée par le projet	30
2.2.1 Définition de la valeur	30
2.2.2 Modélisation de la valeur	31
2.3 Estimation des impacts d'une stratégie	35
2.3.1 Estimations des impacts d'une stratégie (milieu académique)	35
2.3.2 Estimations des effets d'une stratégie (dans l'O&G)	37
2.3.3 Conclusion	39
2.4 Méthodes d'aide à la décision	40
2.5 Problématique académique, questions de recherche et démarche.	43
Chapitre 3: Modélisation de la valeur durable apportée au pays hôte.	47
3.1 Introduction	48
3.2 Détermination des attributs de la valeur	49
3.3 Hypothèse de modélisation systémique de la valeur	54
3.3.1 Difficultés liées à une modélisation analytique d'un phénomène complexe	54
3.3.2 Modélisation systémique	55
3.3.3 Besoin d'un système de représentation pour modéliser la valeur	56
3.3.4 Hypothèse de modélisation et de système de représentation	57
3.3.5 Conclusion partielle	59
3.4 Analyse fréquentielle et justification de la modélisation par capitaux	60
3.4.1 Introduction	60
3.4.2 Constitution d'une base de données d'indicateurs	60
3.4.3 Définition d'une structure de classification des valeurs créées	62

3.4.4 Analyse fréquentielle au niveau des indicateurs	63
3.4.5 Synthèse	66
3.5 Conclusion du chapitre	66
Chapitre 4: Estimation des effets de stratégies	69
4.1 Contexte du chapitre	70
4.2 Proposition pour la conception de systèmes d'estimation de valeurs	71
4.2.1 Positionnement académique et objectifs de modélisation	71
4.2.2 Modélisation des objectifs des décideurs	72
4.2.3 Modélisation des impacts de stratégies	73
4.2.4 Modélisation des impacts de stratégies	74
4.2.5 Conclusion partielle et prise de recul	75
4.3 Cas d'étude et mise en application	77
4.3.1 Choix du cas d'étude : la PNG	77
4.3.2 Description des scénarios de stratégies	79
4.3.3 Modélisation des objectifs des décideurs	82
4.3.4 Modélisation des impacts de stratégies	83
4.3.5 Estimation quantitative des stratégies	85
4.4 Synthèse	93
Chapitre 5 : Aide à la sélection de stratégies In-Country Value	95
5.1 Introduction	96
5.2 Notions de base en aide à la décision multicritère et mise en application	98
5.2.1 Objets de la décision	98
5.2.2 Notions de base	98
5.2.3 Transposition des notions de base à notre cas – niveau global	99
5.2.4 Transposition des notions de base à notre cas – niveau local	99
5.3 Choix des méthodes d'évaluation	101
5.3.1 Difficulté du choix de méthodes	101
5.3.2 Choix de méthode en adéquation avec notre contexte.	104
5.3.3 Sélection de méthode (niveau local)	105
5.3.4 Sélection de méthode (niveau global)	106
5.3.5 Evaluation locale par MR SORT : principe	107
5.3.6 Évaluation globale par Prométhée II : principes	108
5.4 Application des procédures d'agrégation multicritère au contexte	110
5.4.1 Evaluation locale par MR SORT : application.	110
5.4.2 Évaluation globale par Prométhée II : application	112
5.4.3 Recommandations pour le décideur	114
5.5 Conclusion du chapitre	117
Conclusions et perspectives	118
Publications	122
Lexique	123
Références	125

Liste des figures

Figure 1.1 : Évolution du cours du Brent entre janvier 2014 et mai 2017 (réalisé à partir des données de l'INSEE)	2
Figure 1.2 : Cycle de vie d'un actif pétrolier et processus de l'Exploration-Production (adapté de sources en interne)	3
Figure 1.3 : IDH des Pays où l'EP est l'opérateur principal	5
Figure 1.4 : Évolution de la prise en compte des impacts sociétaux par les acteurs pétroliers (Source Interne, Total)	8
Figure 1.5 : Représentation de l'effet du contenu local	12
Figure 1.6 : Représentation de l'effet d'action de développement du Contenu Local	13
Figure 1.7 : Description des actions d'In-country Value	19
Figure 1.8 : Schématisation d'un apport industriel	20
Figure 2.1: Formalisation du problème	25
Figure 2.2: Processus d'aide à la décision	28
Figure 2.3 : Vision des approches usuelles vis-à-vis de la réalité en prenant en compte la complexité du pays hôte - inspirée de (Vidal, 2009; Marle et Vidal, 2016)	33
Figure 2.4: Processus d'aide à la décision	44
Figure 2.5 : Positionnement des chapitres dans le processus d'aide à la décision	44
Figure 3.1 : Articulation entre le système de représentation, l'objet à modéliser et le modèle.	56
Figure 3.2 : Hypothèse sur la modélisation de la valeur dans le pays hôte	58
Figure 3.3 : Étapes de l'analyse fréquentielle	60
Figure 3.4 : Publications Web of science	61
Figure 3.5 : Répartition annuelle des 6267 articles	61
Figure 3.6 : Courbe de suivi de la proportion d'articles récents utilisés dans l'analyse.	62
Figure 3.7 : Extrait du tableau référençant et classant les indicateurs.	64
Figure 3.8 : Relevé fréquentiel des indicateurs de stocks et de flux entre capitaux	65
Figure 4.1: Informations à intégrer dans l'évaluation	70
Figure 4.2: Utilisation de matrice DMM pour lier les objectifs de décideurs aux différentes stratégies.	72
Figure 4.3: Exemple de métabolisme du pays hôte	72
Figure 4.4: Impact élémentaire du projet modifiant le métabolisme du pays hôte	72
Figure 4.5: Modélisation des objectifs	73
Figure 4.6: Impacts d'une stratégie	74
Figure 4.7: Matrice Actions Impacts et Stratégies/Actions	74
Figure 4.8: Explication de l'utilisation de la matrice DMM.	74
Figure 4.9: L'approche DMM permet de concilier approches ascendante et descendante	75
Figure 4.10 : Résumé de l'exploitabilité des cas d'étude au regard des données nécessaires.	79
Figure 4.11: Matrice Stratégie / Actions	81

Figure 4.12: Traduction schématique de la Matrice Stratégie / Actions pour les stratégies 1 et 7	81
Figure 4.13: Matrice Objectifs / Décideurs	82
Figure 4.14: Matrice Objectifs / Capitaux et parties prenantes	82
Figure 4.15: Modélisation du pays hôte et de son interaction avec le projet.	83
Figure 4.16: Modélisation des impacts	84
Figure 4.17: Évolution trimestrielle des emplois du projet par catégories de travailleurs pour l'action de production adaptée à l'offre locale.	86
Figure 4.18: Matrice Impacts/Actions: mise en évidence des effets directs.	87
Figure 4.19: Traduction de la figure 4.18 – Exemple l'action de production supérieure à l'offre locale	88
Figure 4.20: Diagramme de causalité pour modéliser l'évolution de l'emploi et du stock de travailleurs	88
Figure 4.21: Diagramme de causalité pour modéliser les impacts indirects	89
Figure 4.22: Utilisation des matrices Stratégie/Impacts et Capitaux/Impacts pour estimer une stratégie	91
Figure 4.23: Estimation de l'impact de la stratégie 7	92
Figure 4.24: Modélisation du pays hôte et de son interaction avec le projet.	93
Figure 5.1 : Indécision liée aux capitaux affectés	96
Figure 5.2 : Indécision entre flux pour la population local-locale.	97
Figure 5.3 : Formalisation des deux niveaux de décision	98
Figure 5.4 : Construction des critères à partir de chaque flux.	99
Figure 5.5 : Procédure de choix de méthodes	104
Figure 5.6 : Sélection de méthode au niveau local	105
Figure 5.7 : Sélection de méthode au niveau global	106
Figure 5.8 : Détermination de l'ensemble des critères sur lesquels chaque stratégie surclasse des profils	111
Figure 5.9 : Pondération des différents critères au niveau local pour le projet, les populations local-locales et les entreprises local-locales.	111
Figure 5.10 : Résultats de l'évaluation locale : affectation des différentes stratégies à cinq catégories dénommées Cat 1, Cat 2, Cat 3, Cat 4 et Cat 5.	112
Figure 5.11 : Rappel des résultats de l'évaluation locale pour trois capitaux (à gauche de la figure) et leur traduction par comparaison par paire avec une fonction critère (à droite de la figure).	113
Figure 5.12 : Poids attribués à chaque capital selon la vision des deux décideurs	113
Figure 5.13 : Calcul des indices de concordance, de discordance et leur différence suivant Prométhée.	113
Figure 5.14 : Résultats suivant une analyse de sensibilité due à l'incertitude du résultat de l'évaluation locale.	114
Figure 5.15: Deux des tableaux de bord synthétisant l'évaluation globale de stratégies.	115
Figure 5.16 : Deux des tableaux de bord synthétisant l'évaluation globale de stratégies (analyse de robustesse)	115
Figure 5.17 : Évaluation locale relative de la stratégie 2 par rapport à la stratégie 1 : sous la forme de réseau (à gauche) et traduite sous forme de critères (à droite)	116
Figure 6.1 : Processus d'aide à la décision et fil rouge de notre démarche	118

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Revenus liés au pétrole moins le coût de production, exprimés en pourcentage du Produit Intérieur Brut pour différents pays pétroliers (données de la Banque mondiale)	6
Tableau 1.2 : Définition du contenu local dans la littérature	9
Tableau 1.3 : Définition du Contenu Local dans des pays hôtes	10
Tableau 1.4 : Définition du contenu local dans des cadres institutionnels et associatifs	11
Tableau 2.1 : Différentes phases d'un processus de décision	25
Tableau 3.1 : Synthèse des attributs de la valeur à intégrer dans sa modélisation	52
Tableau 3.2 : Comparaison entre les approches analytique et systémique (issus de [Ventroux, 2016] d'après le travail de [De Rosnay, 1977])	55
Tableau 3.3 : Extrait du tableau référençant les articles	62
Tableau 3.4 : Liste des capitaux	63
Tableau 4.1 : Résumé des différentes stratégies étudiées	81
Tableau 5.1 : Enjeux de la décision au niveau global	99
Tableau 5.2 : Enjeux de la décision au niveau local	100
Tableau 5.3 : Quelques exemples d'avantages et d'inconvénients des méthodes (Montis et al., 2000; Velasquez and Hester, 2013; Cinelli, Coles and Kirwan, 2014)	103
Tableau 6.1 : Bilan de l'adéquation entre propositions et exigences industrielles.	120

Chapitre 1 : Contexte et problématique de la thèse

Résumé du chapitre

La principale ambition de ce chapitre est de dresser le contexte dans lequel se déroulent nos travaux : il donne une vision globale de l'entreprise Total et plus particulièrement des activités de la branche Exploration-Production. Le contexte des pays dans lesquels s'implante l'entreprise est décrit. La volonté de ces pays de transformer leurs ressources naturelles en développement entre autres industriel et durable y est mise en exergue.

Total répondait historiquement à cette exigence par la notion de contenu local. Cela consiste pour le groupe pétrolier à développer notamment les activités du pays le long de la chaîne de valeur du projet. Des actions entreprises dans ce sens peuvent être par exemple des transferts d'emplois, d'activité ou de la formation dans le pays où se déroulent les opérations. Toutefois, les expériences passées en matière de contenu local ont montré un apport sous-optimal de valeur pour les pays. Par exemple, les entreprises locales isolées de la concurrence internationale sont dépendantes du cycle de vie de l'activité pétrolière (Hamman 2016). Le contenu local peut également créer des risques pour le projet en créant des surcoûts et des délais (Hufbauer & Schott 2013).

Dès lors, l'entreprise a souhaité agir de manière plus proactive pour le développement industriel local, via la notion introduite depuis quelques années d'*In-Country Value* (Ovadia 2016). Ces actions cherchent à créer de la valeur locale dans des activités non directement rattachées à la chaîne de valeur pétrolière. Nous pouvons citer par exemple la création d'une filière pour du gaz domestique, des infrastructures de transport ou de la génération de puissance. Cette démarche s'inscrit dans les intérêts communs du pays hôte et du groupe Total.

Néanmoins, l'acteur industriel n'est pas correctement outillé pour quantifier ces impacts et savoir quelles stratégies In-Country Value (ICV) prioriser. Nous dresserons donc dans ce premier chapitre le panorama des exigences qu'implique cette nouvelle vision, exprimée sous forme de la problématique industrielle suivante : « comment déterminer un choix de stratégie ICV fonction de l'apport de valeur locale dans un pays hôte ». Au chapitre 2, celle-ci permettra de guider notre état de l'art pour aboutir à la problématique de recherche.

Mots clefs du chapitre : Contenu Local ; In-Country Value ; Chaîne de valeur ; industrie pétrolière et gazière ; Valeur locale.

1.1 Contexte général

Cette section décrit l'entreprise Total ainsi que son évolution sur la période de la thèse (octobre 2014-octobre 2017), les projets de développement pétroliers et gaziers, et le contexte des pays hôtes dans lesquels ces projets sont réalisés.

1.1.1 Total entre 2014 et 2017

L'entreprise Total fait partie des *supermajors*, le groupe des sept plus grandes compagnies pétrolières privées mondiales. Elle a la particularité d'être un opérateur intégré, c'est-à-dire qu'elle peut agir sur l'ensemble de la chaîne de valeur du pétrole et du gaz. Trois segments principaux composent cette chaîne de valeur : les secteurs amont, intermédiaire et aval. Suite à un plan stratégique long terme lancé en mai 2016, les énergies renouvelables se sont ajoutées à ces activités. L'ambition de Total est d'être un acteur majeur dans l'accès à l'énergie et un acteur responsable pour un développement durable.

Notre travail se rattache à la partie amont de la chaîne de valeur du pétrole. Les activités de l'amont sont gérées par la branche organisationnelle Total Exploration-Production ; elles s'étalent de la recherche de gisements à l'extraction du pétrole. Cette branche opère dans toutes les régions du monde. Elle est marquée historiquement par une forte implantation dans le continent africain.

Il est à noter que le contexte de nos trois années de travail a coïncidé avec la crise du baril de 2014-2016. L'évolution du prix du baril de Brent est donnée en Figure 1.1. Entre juillet 2014 et août 2016, le cours du Brent a baissé de près de 73 %, passant de 110 \$ à 29 \$. Cela a induit une réduction d'activité notable dans les projets de développement pétroliers. Cette baisse d'activité a renforcé la prise de conscience du besoin de mieux gérer les investissements pétroliers.

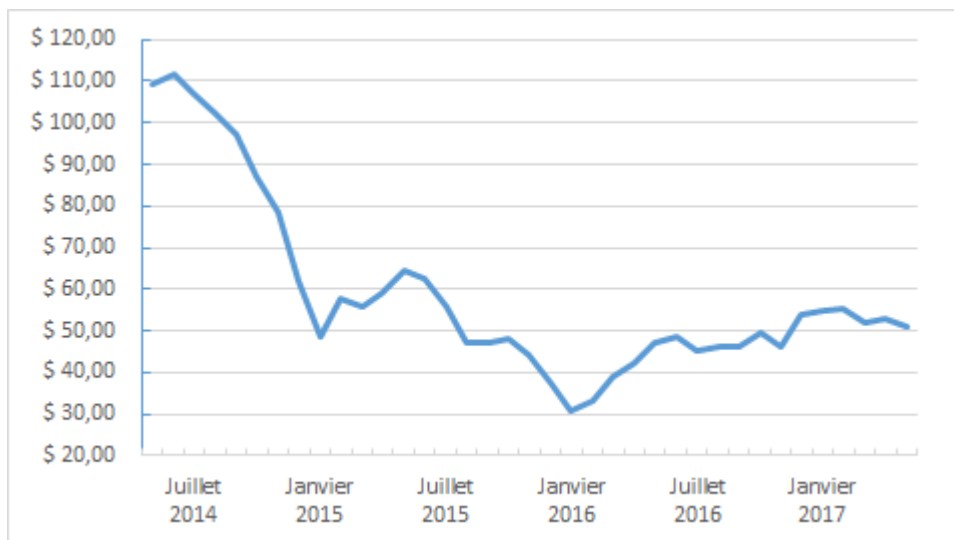


Figure 1.1 : Évolution du cours du Brent entre janvier 2014 et mai 2017 (réalisé à partir des données de l'INSEE)

Le paragraphe suivant décrit les activités de développement de la branche Exploration-Production sous forme de projets.

1.1.2 Développement de projets pétroliers

L'objectif de ce paragraphe est de décrire l'activité de développement, tout en mettant en avant l'aspect incertain de celle-ci.

1.1.2.1 Le cycle de vie global d'une installation pétrolière ou gazière

La branche Exploration-Production réalise les activités d'exploration, de développement et de production d'hydrocarbures.

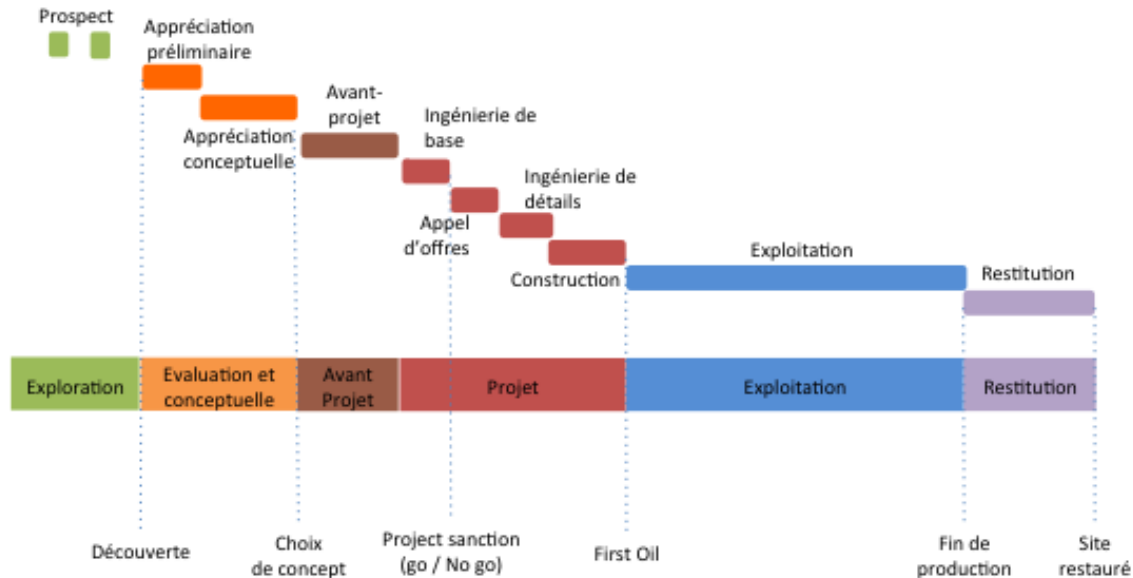


Figure 1.2 : Cycle de vie d'un actif pétrolier et processus de l'Exploration-Production (adapté de sources en interne)

L'activité d'**exploration** consiste en la recherche de gisements. La géologie pose des incertitudes sur les ressources par leur quantité, leur qualité et leur accessibilité. Malgré un progrès constant dans la compréhension des sous-sols, seuls 25 % des puits d'exploration forés ont un potentiel pour être exploités (Bret-Rouzaut & Favennec 2011). Une première incertitude de l'activité est donc d'ordre géologique.

À la suite de l'exploration, l'activité de **développement** consiste à fabriquer et mettre en place les installations pétrolières pour la production. Un travail préliminaire d'évaluation de rentabilité est effectué (pour des méga-projets pétroliers, les coûts sont en moyenne de 6,6 milliards de dollars [Preiss et al. 2014]). Pour cause de raréfaction des gisements, découvrir de nouvelles ressources implique de contourner de nouvelles contraintes physiques, technologiques et environnementales. Les projets pétroliers se sont alors tournés vers des réalisations plus ambitieuses, par exemple dans l'offshore profond ou l'extraction d'hydrocarbures non conventionnels. Il existe donc une part d'incertitudes technologiques dans la réalisation de projets pétroliers, qui amènent des incertitudes de délais et de coûts.

Une fois les installations en place, la **production** d'hydrocarbure peut avoir lieu. Celle-ci peut être soumise à des risques de types géopolitiques ou être perturbée par des crises politiques, des expropriations ou des vols de production (Assis et al. 2014). Une dernière incertitude est d'ordre financier, car les revenus des réservoirs sont soumis à la volatilité du prix du baril (voir figure 1.1).

Le secteur pétrolier et gazier en amont est donc un secteur capitaliste et incertain. Décider de développer un nouveau projet de développement pétrolier est risqué. La décision d'investissement dans les projets est complexe, car elle mêle des dimensions de natures très différentes (géologique, technologique, politique et financière), avec des temporalités différentes et de multiples acteurs impliqués (pays hôtes, coopérateurs, ONG...).

1.1.2.2 Description des activités liées aux projets de développement pétrolier

Le développement comprend trois phases principales, qui permettent d'affiner la conception de l'installation, le contenu du projet, les coûts (CAPEX/OPEX) et délais associés (voir Figure 1.2).

Évaluation et conceptuelle. Les études préliminaires servent à déterminer une première fourchette pour les coûts d'investissement, afin de décider de poursuivre ou non les études de développement. L'objectif de l'étude conceptuelle est d'établir un choix de concept pour le développement d'un projet pétrolier. Cette phase est donc très importante, car elle guide la majorité des coûts de développement.

Avant-projet. L'objectif principal d'une étude pré-projet est de figer les éléments principaux de la stratégie contractuelle qui permet ensuite de savoir à quel « contracteur » (entrepreneur) sera attribué tel contrat. Il y a donc un raffinement technique et financier basé notamment sur les contracteurs possibles.

Projet (ou développement). Cette phase comprend les études d'ingénierie, basique (avec un dernier « go/no go ») puis détaillée. Ensuite, les éléments sont fabriqués, transportés, construits et/ou installés, puis commissionnés.

L'ensemble des étapes de ce processus se fait en discussion avec de nombreux partenaires extérieurs à l'entreprise. De nombreuses parties prenantes interagissent avec les différentes étapes du processus et induisent de l'incertitude sur l'activité (Ventroux 2016). Parmi elles, le pays hôte a de grandes attentes envers les pétroliers. Les projets pétroliers génèrent des investissements considérables dans le pays hôte que les gouvernements locaux souhaiteraient voir convertir en développement industriel. Pour gérer ces attentes, Total a mis en place le département Stratégie Industrielle Locale (SIL) dans lequel s'est déroulée cette thèse.

1.1.2.3 Positionnement de la thèse dans l'organisation de Total

Notre travail a été réalisé dans le département Stratégie Industrielle Locale, dans la branche Exploration-Production. Ce département a une activité de soutiens aux filiales de Total dans les pays producteurs et pour les groupes projets. Sa mission consiste à aider à prendre en compte les tissus industriels locaux et leurs interfaces avec le fonctionnement de la branche Exploration-Production. Son expertise comprend la prospection des compétences locales, leur intégration dans les activités courantes et les décisions à prendre pour renforcer celles-ci. Il cherche des réponses aux problématiques des pays producteurs de pétrole, ces derniers ayant la volonté de convertir leurs ressources en activités industrielles durables.

Au début de la thèse, ce département était rattaché à la division Project & Construction (PJC). Cette entité avait pour but d'effectuer la surveillance des projets et d'avoir une fonction support pour des filiales. Pour répondre à des besoins organisationnels, ce département a changé deux fois de rattachement durant la thèse. Une première fois, celui-ci a été rattaché au groupe Hygiène, Sécurité, Environnement et Qualité (HSEQ) lié la branche Exploration-Production. Ce groupe se focalisait sur l'écoute des parties prenantes, la sécurité des personnes/activités et le respect de l'environnement. Un second rattachement a été réalisé à la division Contrat et Achats liée à la holding. Ce groupe aide à la mise en place des contrats-cadres ainsi que la gestion des achats locaux. Ces changements ont notamment permis de rencontrer de nouveaux interlocuteurs avec des problèmes différents de ceux des projets. Des problématiques liées aux populations locales et leur représentativité sont notamment apparues.

1.1.3 Économie des pays hôtes dans lesquels Total s'implante

Les activités de la branche Exploration-Production et du département SIL sont directement liées au contexte des pays hôtes. Nous décrivons maintenant ces pays et l'importance des revenus liés à leurs ressources pétrolières et gazières.

Total possède une implantation mondiale : la figure 1.3 indique les pays dans lesquels Total effectuait ses projets pétroliers en 2015 (en tant qu'opérateur principal, car il est également impliqué dans certains projets en tant qu'opérateur minoritaire). Nous avons choisi l'Indice de Développement Humain (IDH) pour caractériser ces pays. Une part majoritaire de ces pays sont peu développés (dit « pays les moins avancés »).



Figure 1.3 : IDH des Pays où l'EP est l'opérateur principal

En outre, ces pays ont une forte dépendance à leurs ressources naturelles. Le Tableau 1.1 marque la part des ressources naturelles dans leurs revenus¹.

¹ <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PETR.RT.ZS>
Consulté le 3 Janvier 2017.

Tableau 1.1 : Revenus liés au pétrole moins le coût de production, exprimés en pourcentage du Produit Intérieur Brut pour différents pays pétroliers (données de la Banque mondiale)

Pays	2011	2014
Congo, Rep.	65,6	45,2
Gabon	45,3	34,7
Azerbaïdjan	42,8	27,2
Oman	40,1	28,0
Kazakhstan	29,1	21,0
Nigeria	19,0	10,8
Norway	10,8	7,6
Brazil	2,4	2,2

Plusieurs modes de rémunération existent (BNDES 2009). De manière générale, les revenus se décomposent comme suit (Daniel et al. 2010) :

- Des royalties ;
- Un partage de la production pétrolière (après déduction des dépenses d'investissement et d'exploitation) ;
- D'éventuels bonus ;
- Des taxes.

Il est à noter que le profit de la production pétrolière est directement lié à la performance du projet. Les pays hôtes ont donc intérêt à minimiser les incertitudes des projets pétroliers pour assurer leurs revenus.

En majorité, Total a donc affaire à des pays peu développés ; ceux-ci voient leurs ressources pétrolières comme étant d'une très grande importance, car ils ont peu d'autres moyens pour envisager un développement économique. L'élément déterminant que peut amener un projet pétrolier associé à l'expertise de Total est l'apport de ressources par la rente pétrolière. Total est donc perçu comme un acteur majeur du développement économique de ces pays.

Malgré les richesses en ressources des pays dans lesquels Total opère, on observe donc un paradoxe : ces pays connaissent généralement des performances économiques moindres que les autres. Le phénomène a été décrit par (Auty 1993) et prend le nom de *malédiction des ressources naturelles*. Sachs et Warner ont prouvé la corrélation entre croissance économique lente et richesse en ressources naturelles (Sachs & Warner 1995 ; Sachs & Warner 2001 ; Sachs & Warner 1997). Cinq causes peuvent expliquer cela (Frankel 2012) : (1) la forte volatilité des prix des produits de base ; (2) la spécialisation en ressources naturelles qui se fait au détriment des autres industries ; (3) une mauvaise gouvernance de la rente ; (4) des causes politiques/des institutions anarchiques ; et (5) le syndrome hollandais². Total influe directement sur les causes (2) et (5), le pays hôte sur les causes (2), (3), (4) et (5). En grande partie, les pays hôte se sont moins bien développés parce qu'ils n'ont pas pris les mesures nécessaires pour bâtir un socle pour un développement économique. Gylfason (2001) montre par exemple que la part du capital naturel est en corrélation négative avec le capital humain. Cela indique que les pays riches en ressources naturelles investissent moins dans l'éducation, socle de base du développement économique. Le phénomène de malédiction des ressources a été très développé dans les années 1990 (Dietsche 2014). Il a été pris en compte par les pays hôtes-qui ont ainsi cherché à le contrecarrer (Tordo & al. 2013).

De plus, le secteur pétrolier est souvent décrit dans ces pays comme enclavé : les

² Phénomène économique qui relie donc l'exploitation de ressources naturelles au déclin de l'industrie manufacturière locale, à cause de l'accroissement des recettes d'exportations qui provoque l'appréciation de la devise nationale : au final, les exportations dans les autres secteurs deviennent moins favorables que les importations.).

activités liées à l'Oil & Gas sont généralement isolées du reste des autres activités économiques (Haddow 2014 ; Bastida 2014). Les pays hôtes ont alors cherché à renforcer l'impact positif des projets pétroliers et à favoriser les liens avec le reste de l'économie (Bastida 2014 ; Dietsche 2014). Des politiques pour favoriser les liens avec les industries locales ont été développées (Farooki & Kaplinsky 2014).

Les pays hôtes se sont notamment basés sur les travaux d'Hirschman qui développa une théorie spécifiant la structure industrielle d'un pays par des liens entre industries. Trois grands types de liens existent. Premièrement, les liens fiscaux : les rentes de ressources que le gouvernement peut récolter dans les secteurs des produits de base sous forme d'impôts sur les sociétés, de redevances et d'impôts sur le revenu des employés. Ces loyers peuvent être utilisés pour promouvoir le développement industriel dans des secteurs non liés aux produits de base. La deuxième catégorie importante de liens est celle des liens de consommation, c'est-à-dire la demande de la production d'autres secteurs découlant des revenus gagnés dans le secteur des produits de base. La troisième forme de liens concerne la production, à la fois en avant (transformation de produits) et en arrière (production d'intrants à utiliser dans la production de marchandises). Cette dernière catégorie est la plus importante pour développer le pays hôte. En effet, de nombreux travaux académiques actuels mettent en avant que les liens entre le secteur extractif et d'autres secteurs économiques permettraient de favoriser l'industrialisation et la diversification économique (Nwapi 2016, Dietsche 2014, Tordo & al. 2013).

Cette section nous a donc permis d'identifier que des pays peu développés ont de grandes attentes envers Total. Ces pays ont pour objectif de bonifier leurs ressources naturelles en un développement global et en particulier industriel. Néanmoins, des richesses minérales ne contribuent pas automatiquement au développement des pays. Généralement, on observe qu'elles peuvent au contraire avoir un effet négatif sur l'économie globale du pays. Des pays ont décidé de mettre en place des mesures pour contrecarrer cela grâce au Contenu Local.

1.2 Concept de Contenu Local

Cette section a pour objectif de définir le concept de contenu local. Nous relierons celui-ci avec les objectifs de création de valeur locale du pays hôte.

1.2.1 Émergence du contenu local

L'émergence du contenu local dans le secteur pétrolier est liée à l'évolution du rôle des entreprises au sein de nos sociétés. Au cours du XXe siècle, les bénéficiaires de la valeur créée par les entreprises ont évolué (passage des propriétaires aux clients puis aux actionnaires (Poissonnier, 2013)). Le rôle des entreprises a ensuite changé dans les années 2000 : la prise en compte de critères environnementaux, éthiques et sociaux dans les actions des firmes est désormais visible ; le critère de la performance de l'entreprise n'est plus uniquement financier ; l'entreprise est vue comme une structure économique et sociale travaillant de manière organisée pour fournir des biens et des services dans un environnement concurrentiel.

L'entreprise peut être considérée comme système sociotechnique selon (Schindler 2009). Le terme sociotechnique se réfère à l'interdépendance des aspects sociaux et techniques d'une organisation ou de la société dans son ensemble. De plus, l'entreprise fournit des valeurs à ses parties prenantes dans un environnement généralement concurrentiel.

Ces principes ont fait émerger la notion de Responsabilité sociétale des entreprises (RSE). Celle-ci se définit comme la prise en compte de manière volontaire par les entreprises de critères de durabilité et de leurs interactions avec leurs parties prenantes. Des normes, comme ISO 26000 (2010) ou encore GRI (2013a) ont été élaborées comme lignes directrices pour les entreprises à suivre pour établir une politique RSE. Certaines plus récentes se sont concentrées sur le secteur pétrolier (GRI 2013b) et ont influencé la manière d'agir des entreprises.

La Figure 1.4 montre l'évolution de mentalité des entreprises pétrolières. Elles ont commencé à prendre conscience de l'importance de leurs impacts dans les années 1990. Shell par ses activités avait créé des dégradations environnementales et sociétales importantes. Cela avait occasionné des effets négatifs en termes financiers et d'image (Hennchen 2014).

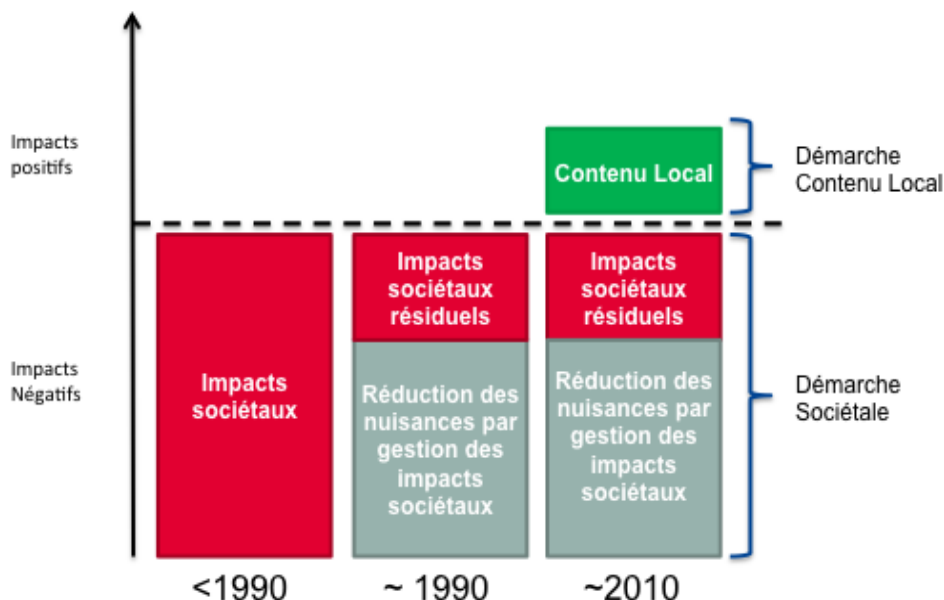


Figure 1.4 : Évolution de la prise en compte des impacts sociétaux par les acteurs pétroliers (Source Interne, Total)

Les entreprises extractives savent désormais qu'il leur faut s'aligner sur les besoins à long terme des différentes parties prenantes locales pour pouvoir réaliser leurs activités. C'est

ce que l'on appelle la « licence sociale d'opérer ». Elle est une condition nécessaire pour agir dans le pays hôte.

Après avoir retracé l'émergence du principe de contenu local, nous allons dans un deuxième temps en donner une définition.

1.2.2 Définition du contenu local

De nombreuses définitions existent pour décrire le contenu local (Aarseth, 2013). Celles-ci varient d'un pays à l'autre et selon leur année d'élaboration (Kalyuzhnova & al. 2016, p.1). Leur point commun est qu'il s'agit toujours d'une des politiques possibles à mettre en place afin de convertir des ressources naturelles pétrolières et gazières en un développement industriel à long terme (Tordo & al 2013 ; Ado 2013 ; Hufbauer & Schott 2013 ; Warner 2011). Nous avons répertorié différentes définitions dans la littérature (Tableau 1.2), dans les pays hôtes (Tableau 1.3) et dans les institutions (Tableau 1.4). Les différentes définitions peuvent prendre en compte cinq attributs (African Development Bank 2015) :

- des achats auprès de fournisseurs nationaux de biens et de services ;
- de l'emploi de personnel local ;
- du soutien au développement d'entreprises locales ;
- de l'investissement social ;
- des effets d'emploi induits.

Tableau 1.2 : Définition du contenu local dans la littérature

Source	Définition
(Grossman 1981)	A content protection scheme requires that a given percentage of domestic value added or domestic components be embodied in a specified final product
(Hollander 1987)	Content protection schemes are designed to encourage firms to manufacture or purchase inputs in market where they sell final output. This is achieved by shielding from foreign competitions firms whose domestic value added exceeds a prescribed minimum of sales or cost.
(Velooso 2001)	Local content requirement is a policy enacted by governments that forces a firm or all companies in an industry to source a certain share of the inputs used in the manufacturing process from the domestic market.
(Ado 2013)	Local Content is described as the quantum, percentage or proportion of inputs (labor, materials and parts) derived from the domestic economy and utilized in the production process.
(Hansen et al. 2014)	Local content is the extent to which multinational corporations procure inputs in the form of goods and services from the local economy.
(Kalyuzhnova & al. 2016)	Local Content is an industrial tool that can enable domestic producers to expand their activities, at least partially with domestic inputs, and gain access to international technological and managerial expertise.

Tableau 1.3 : Définition du Contenu Local dans des pays hôtes

Source	Définition
[Trinidad & Tobago, 2004]	“Local Content and Participation” - collectively referred to as “local value-added” - will be defined in terms of ownership, control and financing by citizens of Trinidad and Tobago.
(ANP 2007)	Local Content of Goods - percentage that corresponds to a ratio between : -the difference between the total commercialization value of a product (excluding IPI and ICMS) and the value of its respective imported portion; and -its total commercialization value (excluding IPI and ICMS), calculated according to methodology in Local Content Primer.
(Kazakhstan 2010)	Local content in frames - the number of Kazakh personnel as a percentage of total number of personnel involved in the execution of the contract, broken down by each category of workers and employees
	Local content in the work (service) - the cumulative total share value of local content in goods used in carrying out the work in the contract price and (or) compensation of employees who are citizens of the Republic of Kazakhstan, the fund pay the manufacturer of work (services) contract to perform work or services, minus the cost of goods used in carrying out the work, and the price subcontracts.
	Local content in the product - the percentage of value used local materials and cost producer of goods for processing of goods carried on the territory of the Republic of Kazakhstan in the final cost of the goods.
(Nigeria 2010)	The quantum of composite value added to, or created in, the Nigerian economy by systematic development of capacity and capabilities through the deliberate utilization of Nigerian human, material resources and services in the extractives industry
(Ghana 2013)	The quantum/percentage of locally produced materials, personnel, financing, goods and services rendered to the oil industry and that can be measured in monetary terms

Tableau 1.4 : Définition du contenu local dans des cadres institutionnels et associatifs

Source	Définition
(IPIECA 2011)	Local content is the added value brought to a host nation (and regional and local areas in that country) through the activities of the oil and gas industry.
(Tordo & al. 2013)	Local content is the share of employment—or of sales to the sector—locally supplied at each stage of this chain. Oil and gas extraction itself also supplies other sectors.
(OECD 2016)	Requirements to purchase domestically manufactured goods or domestically supplied services;
(African Development Bank 2015)	Four potential types of local content can be distinguished: 1. Purchases from national suppliers of goods and services. 2. Employment of local staff. 3. Support to local economic development through local enterprise development or social investment. 4. Effects on induced employment.
(IPIECA 2016)	Local content is understood to be the local resources a project or business utilizes or develops along its value chain while invested in a host country.

Se pose dès lors la manière de définir le LC dans le cadre de ce mémoire. Nous avons choisi de partir des précédentes définitions pour sélectionner la nôtre. Les définitions du Tableau 1.2 regroupant les littératures économiques résument souvent le contenu local à des inputs (biens intermédiaires) ou des facteurs de production (travail) (Grossman 1981 ; Holander 1986 ; Hansen et al. 2014 ; Kalyuzhnova et al. 2016). D'autres auteurs (Veloso 2001 ; Ado 2013) ajoutent à ces définitions les objectifs d'utilisation des inputs et biens intermédiaires auxquels répond le contenu local. Les définitions du Tableau 1.2 proposent ainsi deux éléments importants sur lesquels s'appuyer.

Dans le même esprit que les conclusions de (Aaseth 2013), nous constatons que les définitions des pays hôtes du Tableau 1.3 sont très contextuelles et peu généralisables. Celles-ci ne peuvent donc pas être facilement adaptables en une définition universelle du LC.

Les définitions liées aux cadres institutionnels et associatifs au Tableau 1.4 décrivent les mêmes points que les définitions académiques. (Tordo & al. 2013 ; IPIECA 2011 ; OECD 2016) insistent sur l'utilisation locale de bien intermédiaires et de travail. Enfin (African Development Bank 2015) ne donne pas de définition assez générale et universelle.

Au final, nous choisissons de reprendre la définition de l'IPIECA (2016), car cette définition se rapproche le plus de ce qui se fait dans le secteur pétrolier. Elle s'appuie sur les éléments mis en reliefs par les autres définitions. Elle se rapproche également de ce que nous avons observé durant nos travaux. En outre, nous avons pu suivre durant la thèse la constitution du document. Il a été l'objet d'une initiative de l'IPIECA pour définir et communiquer une vision commune du LC. En plus d'experts en LC travaillant pour différentes compagnies pétrolières, celui-ci a été rédigé avec la participation de personnalités académiques liées au secteur extractif. Nous retenons ainsi la définition suivante :

Le contenu local est l'ensemble des ressources locales qu'une entreprise utilise ou développe le long de sa chaîne de valeur lorsqu'elle investit dans un projet dans un pays hôte.

1.2.3 Exemples d'actions de contenu local

Pour favoriser le contenu local, les pays hôtes ont mis en place des exigences sous forme contractuelle et légale. Elles contraignent les entreprises pétrolières via des objectifs d'approvisionnement local ou des systèmes de pénalités. Les règles sont larges et très contextuelles (Ngoasong 2014). Elles peuvent concerner des obligations de production locale exprimées en tonnes, une quantité ou un pourcentage de main-d'œuvre locale imposée, une proportion d'investissements à réaliser dans le pays hôte, etc.

Les mesures de contenu local, ayant pour objectif de favoriser les liens avec les industries locales, cherchent généralement à accroître l'emploi local et la contractualisation de biens et services auprès de fournisseurs nationaux dans la chaîne de valeur du pétrole.

Schématiquement, cela se traduit par la figure ci-dessous (Figure 1.5). Nous représentons l'industrie pétrolière comme un système sociotechnique tel que défini dans (Bocquet 2016) : un système dont l'ensemble des éléments (contracteurs et industries pétrolières) s'organise pour permettre aux éléments techniques (construits par l'homme) de déployer toutes leurs potentialités de production, de produits, de services, de valeurs (ses finalités étant la construction d'infrastructure pétrolière).

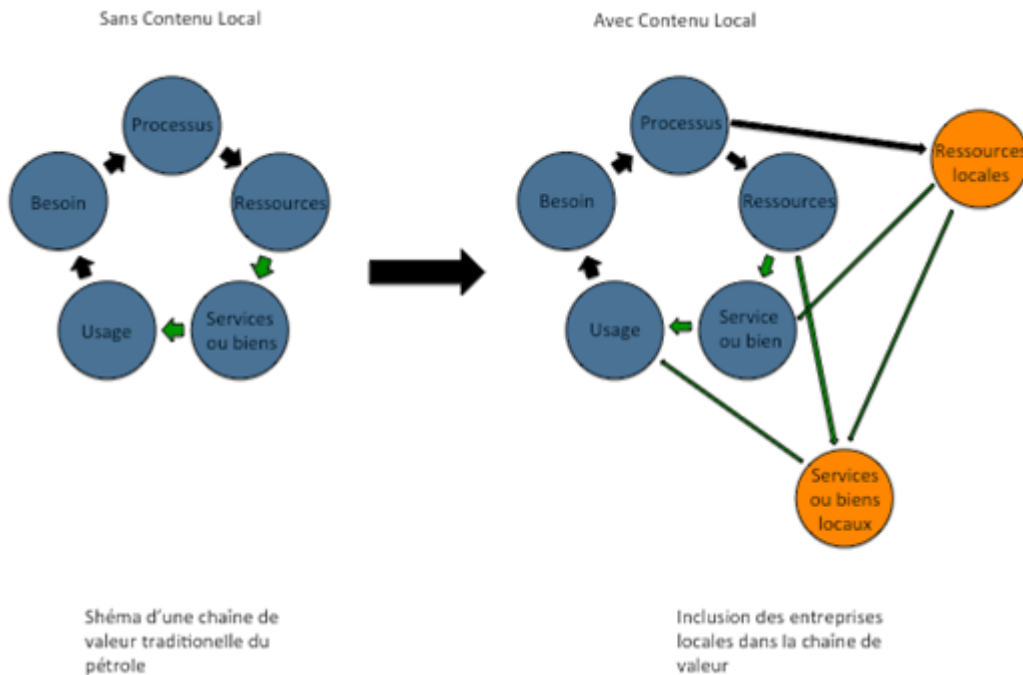


Figure 1.5 : Représentation de l'effet du contenu local

La chaîne de valeur de l'industrie pétrolière va voir une partie de ses flux répartie différemment afin d'intégrer une chaîne de valeur locale.

Les mesures de contenu local ne suffisent généralement pas à elles seules. Elles s'accompagnent de mesures de développement du contenu local. Celles-ci sont des leviers qui permettent de renforcer sur le long terme la compétitivité des ressources locales. On peut citer parmi les mesures suivantes : l'éducation et la formation ; la recherche et développement (RD) et l'innovation ; le renforcement des capacités des entreprises locales ; le transfert technologique ou la construction de yards (chantier de construction) pour la production. Par la même schématisation, nous représentons ci-dessous, en Figure 1.6, ces actions réalisées par les pétroliers qui vont permettre par exemple de former des acteurs ou d'augmenter la maturité de contracteurs locaux, afin qu'ils réalisent mieux, au bénéfice de tous, leur part de la chaîne de valeur.



Figure 1.6 : Représentation de l'effet d'action de développement du Contenu Local

On observe l'intégration de chaîne de valeur locale (en rouge dans la figure 1.6) qui renforce les attributs liés au contenu local. Après avoir défini le contenu local, il convient maintenant d'en étudier les avantages et inconvénients : c'est l'objet de la section suivante.

1.3 Avantages et inconvénients du contenu local dans le contexte pétrolier

Le LC dans notre contexte est issu d'une volonté de bonifier l'apport économique de l'extraction de ressources naturelles. Il s'agit là d'une mesure qu'on peut qualifier de protectionniste, laquelle est justifiée par le besoin de développement des pays hôtes. Cependant, pour certains économistes, dont nous allons détailler les travaux par la suite, cette mesure protectionniste peut entraîner une baisse d'autres investissements et au final défavoriser la croissance du pays hôte. Nous cherchons ici à dresser les avantages et inconvénients du LC à partir de la littérature, à la fois pour le pays hôte et pour l'opérateur pétrolier.

1.3.1 Le point de vue du pays hôte

1.3.1.1 Justification de l'utilisation du contenu local

Le Contenu Local est une mesure protectionniste assez ancienne (Grossman 1981) ayant deux attraits principaux : créer des emplois localement et produire localement (Kalyuzhnova & al. 2016). Dans le cadre pétrolier, la Norvège est souvent prise en exemple ; ce genre de mesure a permis en partie de bâtir une industrie compétitive à l'international dans l'O&G (Kalyuzhnova & al. 2016). Il s'agit d'un des seuls pays producteurs qui a su profiter de sa rente pour se développer harmonieusement. Pour preuve, son revenu par tête en 1960 (1441 \$) était à la hauteur de celui de la France (1338 \$). Actuellement, il en fait presque le double (75504 \$ contre 38476 \$)³. Trois arguments sont généralement énoncés pour justifier l'utilisation de ces mesures de protectionnisme.

Le premier est de voir dans le contenu local un moyen de créer des liens avec d'autres industries. Nous l'avons mentionné précédemment, le contenu local a émergé dans le secteur pétrolier par la volonté de renforcer l'industrie locale en établissant des liens avec l'industrie existante, par la contrainte d'utiliser des intrants de production locaux. Le contenu local est vu ici comme un facteur de diversification de l'économie locale (Klueh et al. 2009). De plus, l'établissement de ces liens crée des externalités positives. Les liens avec les multinationales peuvent aider les entreprises locales à renforcer leur expertise sans pour autant consentir à un coût de recherche (Velooso 2001). (Adewuyi & Oyejide 2012) l'ont mis en évidence pour l'O&G au Nigéria. Ils montrent qu'une grande partie des approvisionnements en biens et services sont réalisés localement. Ils justifient ainsi l'apport du contenu local dans le pays.

Un autre argument de taille réside dans le fait que les entrepreneurs locaux ont l'opportunité de prendre part à la fourniture de biens et services, ce qui permet de surmonter l'inconvénient de devoir lutter face à de grandes entreprises lors d'appels d'offres. Dans le même ordre d'idée, nous retrouvons l'argument de l'industrie naissante (F. List, fin du XIX^e s.), qui est la justification de protéger une industrie de manière temporaire afin de rendre celle-ci compétitive (Krugman & Obstfeld 2012). Cet argument vient du fait qu'un pays non doté des facteurs de production et du savoir-faire technologique, mais possédant un potentiel avantage comparatif dans cette industrie ne pourra pas faire face à la concurrence d'autres entreprises déjà existantes et bénéficiant déjà d'économies d'échelle. Ainsi, un pays protégeant son industrie de la concurrence d'industries étrangères peut permettre à celle-ci de se développer jusqu'à ce qu'elle devienne compétitive.

Un dernier argument est à vision plus sociale. Le contenu local favorisant l'achat de produits locaux, il permet de compenser les impacts négatifs que subissent parfois des parties prenantes vulnérables en périphérie de projets, par la création d'activités et d'emplois (Hansen et al. 2014, Tordo et al. 2013). Dans une série d'interviews, (Ovadia, 2013) parle de

³ Source : <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/NY.GDP.PCAP.CD>, dernière consultation le 22 juillet 2018

fermiers ayant perdus leurs terres au Nigéria ou de pollution. Le contenu local permet de partiellement compenser ces impacts.

1.3.1.2 Revers du contenu local pour le pays hôte

Ces apports de valeurs du contenu local sont néanmoins à relativiser. (Corden 1971) comparait déjà ses effets à celui d'une taxe (droits de douane). Beaucoup d'auteurs ont étudié le phénomène dans les années 1980.

Grossman (1981) a étudié la réallocation des ressources induites par des exigences de contenu local. Il prend pour hypothèse la possibilité d'approvisionnement de biens intermédiaires à l'international ou localement. L'effet premier du contenu local est d'augmenter la production locale en biens intermédiaires. Néanmoins, à cause de prix plus élevés des biens intermédiaires locaux, le prix du bien final augmente. Avec une élasticité de la demande négative, la quantité de biens finals vendue diminue logiquement. Les effets du contenu local provoquent ainsi un transfert de surplus du consommateur au producteur. Grossman conclut donc que les effets de mesures de contenu local peuvent avoir des effets inverses à ceux désirés par le décideur politique. Cela peut occasionner des pertes sèches si les mesures sont trop contraignantes.

Davidson et al. (1985) utilisent un modèle de duopole (une entreprise locale en concurrence avec une filiale d'une entreprise étrangère) et étudient les effets du contenu local sur le bien-être (surplus total), la production et l'emploi. Comme on pouvait s'y attendre, les contraintes de contenu local ont pour effet de réduire de façon marginale la production et le bien-être mondial (somme des surplus des consommateurs et des entreprises locale et étrangère). La production locale augmente, néanmoins une perte de surplus du consommateur est effective. Les effets du contenu local sont donc ambigus sur le bien-être du pays hôte (somme des surplus des consommateurs et de l'entreprise du pays hôte).

Imposer un contenu local minimal peut avoir un effet positif dans une certaine mesure. Ce résultat peut dans une certaine mesure être nuancé, le bien-être du pays hôte intègre le surplus du consommateur et le profit du pays hôte, il n'y intègre pas l'emploi national. Hollander (1987) a étudié les effets d'exigences de contenu local sur un monopole verticalement intégré. Il conclut que l'effet sur le bien-être d'une telle protection est en général ambigu. Néanmoins, si ces mesures sont légèrement restrictives, elles peuvent augmenter le bien-être du pays.

Richardson (1991), dans une situation de duopole (un demandeur de bien final étranger et un autre local confronté à de nombreux offreurs), s'est intéressé aux effets du contenu local sur un producteur local. De manière contre-intuitive, des exigences de contenu local peuvent favoriser un producteur de biens finals au détriment d'un producteur local. Veloso (2001 ; 2006) part du constat que les modèles existants de contenu local n'ont pas pris en compte les externalités liées à la diffusion de connaissances et de technologies dans l'économie locale. Un exemple concret est l'accumulation de connaissance comme facteur endogène de croissance (Romer, 1986). L'investissement dans de nouvelles activités dans le pays hôte aura comme implication de développer des connaissances et leur accumulation sous forme de stocks par de l'apprentissage par la pratique ou « learning by doing » (Arrow, 1962). Veloso intègre ces facteurs et montre qu'une hausse du bien-être est possible en imposant des règles de contenu local. Toutefois, des mesures de contenu local trop importantes réduisent encore celui-ci.

Stone et al. (2014) utilisent un modèle d'équilibre général calculable dans un contexte de production de moteurs soumis à des exigences de contenu local. Ils mettent en évidence que les règles de contenu local induisent une hausse des parts de marché des sous-traitants locaux et une hausse des coûts intermédiaires. Cela induit des effets négatifs sur l'économie du pays hôte par la hausse des prix intérieurs et la chute des exportations (perte de compétitivité-prix).

La littérature décrit donc que le contenu local peut induire une hausse de prix, locale ou nationale, dans la mesure où on utilise des ressources locales (biens intermédiaires ou travail par exemple) généralement plus chères que les prix internationaux (concurrentiels). Cette perte de bien-être est donc liée à une hausse de prix locale qui est tout de même réduite au produit concerné, comme la production automobile dans Veloso (2001) ou la production pétrolière dans notre contexte. La perte de bien-être peut tout de même être compensée par la création d'emploi, d'innovation technologique dans le pays et d'activité nationale, à la condition qu'il s'agisse d'une création pérenne.

Un dernier argument, non-économique, non-pris en compte dans les modèles précédents, s'oppose au contenu local, c'est celui de la corruption. Il est connu que les pays riches en ressources naturelles sont soumis au risque de corruption (Ross 2015), et que les mesures de contenu local ont tendance à accroître celui-ci (Hufbauer & Schott 2013). Les fonctionnaires ou politiciens peuvent abuser de leur pouvoir pour en tirer un avantage personnel (U4 2014). Ovadia (2013b) par exemple décrit que règles du LC au Nigéria ont été réalisées par les élites du pays et permettent de renforcer leur position économique. Dans une série d'interviews en Angola, Ovadia (2014, p 412) reporte également l'interférence de l'entreprise de pétrole nationale Sonangol dans le LC, celle-ci incitant des entreprises étrangères à des versements d'argent ou des associations avec des « sleeping partners ».

Suivant les avantages et inconvénients du contenu local, quelle est la position de Total vis-à-vis de celui-ci ?

1.3.2 Le point de vue de Total

Dans la première partie de la thèse (l'année 2015 essentiellement), nous avons réalisé deux enquêtes terrain pour connaître le regard des acteurs industriels vis-à-vis du contenu local. Une première partie des entrevues a été réalisée de Février 2015 à Avril 2015 chez Total. Une seconde partie a été réalisée lors d'un déplacement au Congo, de Septembre 2015 à Octobre 2015. Nous mettons ici en évidence la position de l'entreprise vis-à-vis de la création de valeur locale.

1.3.2.1 Avantages du contenu local pour les opérateurs pétroliers

Les opérateurs pétroliers peuvent voir le contenu local comme une opportunité pour des projets nouveaux. Deux principales variables sont concernées. La première concerne le coût : les salaires des expatriés sont généralement élevés par les risques et les coûts de mobilisation/démobilisation. Ainsi, pour certains postes, malgré une qualification ou une productivité moindre, les écarts de salaires peuvent justifier économiquement que certains travaux soient réalisés par du personnel local. De cette manière, le développement du contenu local peut être perçu comme une opportunité d'économies dans les projets (Warner 2011). Par exemple, lors d'une étude au Congo, nous avons noté qu'à niveau de compétence égal, le travail d'expatriés pouvait être facturé 4,3 fois plus que celui de locaux. La seconde est le temps : la possibilité de développer un fournisseur local peut permettre d'avoir accès à certaines ressources matérielles ou humaines de manière immédiate et ainsi réduire des délais d'approvisionnement (Warner 2011).

Les pétroliers ont donc une volonté de s'investir dans le contenu local. Ils ont cherché à maîtriser le contenu local en l'intégrant à part entière dans leurs activités (IPIECA 2016 ; IPIECA 2011). Toutefois, les contraintes gouvernementales sont parfois difficilement réalisables. Par exemple, (Teixeira, 2014) décrit les exigences de LC liées aux chantiers navals brésiliens. Les coques de bateaux pétroliers à construire au Brésil dépasseront avant 2022 la capacité industrielle du pays. Les règles de contenu local ne pourront pas être respectées. En conséquence, pour livrer les projets dans les temps, les opérateurs pétroliers devront consentir à payer des amendes pour avoir construit des coques à l'étranger. Cela peut freiner le bon déroulement d'un projet. Dans le même exemple des chantiers navals brésiliens,

les flotteurs de bateaux sont en moyenne 50 % plus chers et sont produits en deux fois plus de temps par rapport aux leaders mondiaux que sont la Corée du Sud ou la Chine.

L'avantage du LC doit être vu selon une courbe d'apprentissage du pays hôte (Warner, 2011 ; Teixeira, 2014 ; Hammann, 2016) Moyennant du temps pour pouvoir monter en maturité, les entreprises locales constituent une opportunité. De nos interviews en début 2015, une entreprise partenaire de Total donnait en exemple le Projet CLOV en Angola. Celui-ci avait été une réussite en termes de coûts et délais car les capacités de fabrication étaient déjà mises en place grâce à Sonamet qui existe depuis 17 ans. Les angolais avaient déjà les bases et l'expérience pour participer au projet.

1.3.2.2 Constat de l'apport non optimal de valeur du Contenu Local

Le contenu local induit dès lors de trop grands risques sur les activités de Total pour un apport de valeur sous-optimal pour le pays hôte. Nous pouvons expliquer cela par plusieurs raisons. Premièrement, les efforts se concentrent en phase de construction du projet. Les efforts se focalisent sur le court terme où des travailleurs sont formés pour répondre à la forte demande d'activité. L'activité de développement pétrolier est reconnue pour avoir un cycle d'expansion et de contraction de l'activité. Cela induit entre autres une perte en compétence des personnes formées qui ne sont plus en activité. Par exemple, un projet de dix milliards de dollars emploie un pic de 15 000 travailleurs pour la phase de construction. Seuls quelques milliers d'emplois seront employés par la suite, lors de la phase d'opération (Hammann 2016). Cela induit à la fin de ce pic une non-revalorisation des compétences des personnes formées.

Deuxièmement, acteurs pétroliers et gouvernements cherchent souvent à privilégier les actions visibles ayant un impact sur la communication. Des actions de création d'industrie high-tech peuvent donc être entreprises dans des pays n'ayant pas forcément les compétences de base en matière d'éducation. (Hammann 2016) cite le cas de l'Angola

Le troisième argument est proche de la notion économique d'avantage comparatif. On dit qu'un pays possède un avantage comparatif dans la production d'un bien si le coût de la production de ce bien relativement aux autres biens produits dans le pays y est inférieur à celui observé dans les autres pays (Krugman et al., 2012, p. 33). Prenons par exemple du Brésil où le coût relatif d'une unité d'un bien 1 est de 1,5 fois celui de la Corée du Sud. Supposons que celle-ci s'échange contre une unité d'un bien 2 pour lequel le rapport des coûts est de 0,5. Il est plus avantageux pour le Brésil de chercher à produire une unité du bien 2 et chercher à l'échanger (coût relatif de 0,5) que de produire le bien 1 (coût relatif de 1,5). Si ce pays ne possède aucun avantage comparatif potentiel dans l'O&G (le bien 1 de notre exemple), il peut être contre-productif de chercher à augmenter le niveau de contenu local (au lieu de favoriser la production du bien 2).

Enfin, le contenu local peut être à l'origine d'inégalités entre les communautés locales, au sens du voisinage proche de l'installation. Certaines peuvent être moins valorisées que d'autres. Cela provoque une hausse des inégalités de revenus entre territoires d'un même pays. Ce qui peut générer ou accentuer des crises sociales (Ovadia 2013).

Nous faisons donc le constat que l'approche actuelle du contenu local est jugée non optimale à la fois pour Total et le pays hôte. Une approche alternative est de développer de nouvelles actions dans le pays hôte appelées actions d'In-Country-Value (ICV).

1.4 Émergence d'une nouvelle vision : du Contenu Local vers l'In-Country Value

Puisque le LC a montré quelques limites, Total a décidé de mettre en place des actions n'affectant pas directement la chaîne de valeur. On les nomme activités d'In-Country Value (ICV).

Des exemples d'actions ICV peuvent être des actions d'accès à l'énergie ou le développement d'infrastructures. L'intérêt de cette démarche consiste à créer un rapport gagnant / gagnant entre les acteurs pétroliers et le pays hôte. Une substitution d'actions de LC par des actions ICV pourrait être entreprise. Ces actions seraient mieux adaptées à de potentiels avantages comparatifs du pays hôte. Le pays hôte y gagnerait par un apport de valeur plus efficace pour son développement industriel. L'acteur pétrolier y gagnerait par la performance de son projet et notamment la diminution du risque. Ces options n'ont pas forcément vocation à être exprimées en termes quantitatifs par du contenu : « le nombre de tonnes produites dans le pays ». Elles peuvent également l'être de manière plus qualitative : développement d'une activité « faisant sens » dans le contexte local pour les populations locales.

Une description schématique des actions d'In-country-Value est donnée en Figure 1.7. L'ICV englobe le contenu local. Ainsi, le cadran a) représente des actions de contenu local (par exemple de la production locale comme présentée en 1.2.3). On retrouve également dans le cadran b) des actions de développement du contenu local. On peut citer parmi ces actions : l'éducation et la formation dans les métiers du pétrole, la recherche et développement dans le domaine pétrolier (RD), le renforcement des capacités des entreprises locales, le transfert technologique ou la construction de yards pour la production.

Une autre catégorie d'actions d'ICV est présentée dans le cadran c). Elle correspond à ce que l'on peut comprendre comme l'utilisation partagée de biens et de services. Elle concerne des initiatives que suivent les entreprises minières à l'heure actuelle (Toledano et al. 2014). Typiquement, les entreprises pétrolières investissent dans des infrastructures dans le pays pouvant profiter aux populations locales. Ces investissements sont nécessaires aux activités courantes. Ces infrastructures peuvent être :

- des infrastructures de transport — par exemple la construction de route favorisant à la fois les activités pétrolières ainsi que des entreprises hors de ce secteur.
- de la génération de puissance — par exemple profiter de la présence dans le projet de génération de puissance pour surdimensionner celle-ci et apporter de l'électricité localement à meilleur coût.
- l'accès à l'eau — par exemple se servir des compétences de l'entreprise pétrolière pour réaliser des forages pour donner accès à l'eau.
- création d'une filière pour du gaz domestique — par exemple réutiliser certaines parties de la production non exploitée de gaz pour le revendre localement.

Des surdimensionnements des installations existantes en discussion avec les besoins de développement local peuvent combler des besoins locaux à coût réduit. Pour illustrer, nous prenons l'exemple d'un développement pétrolier impliquant une production d'énergie importante. Sous l'hypothèse d'avoir une quantité de gaz produits assez importante pour être partagée, un certain nombre de mégawatts additionnels pourrait être fourni à des populations locales. Un deuxième exemple est la création d'une filière de gaz domestique. Dans certains pays, l'impact négatif environnemental et sanitaire est important. La mise en place d'une filière de distribution de gaz pour un usage domestique pourrait permettre de réduire ces impacts et de créer de l'activité locale. Ces deux exemples ont l'avantage d'être alignés sur la stratégie de Total dans l'accès à l'énergie.

Une dernière catégorie d'actions d'ICV est celle présentée dans le cadran d). Elle correspond à la création d'une nouvelle chaîne de valeur, celle-ci étant indépendante des activités usuelles. Ces activités sont par nature larges : par exemple le développement

d'application sur tablettes numériques favorisant l'apprentissage des mathématiques et du français ; ou le développement d'une filière agricole, qui permettrait le développement de l'activité locale et répondrait à des besoins nutritionnels.

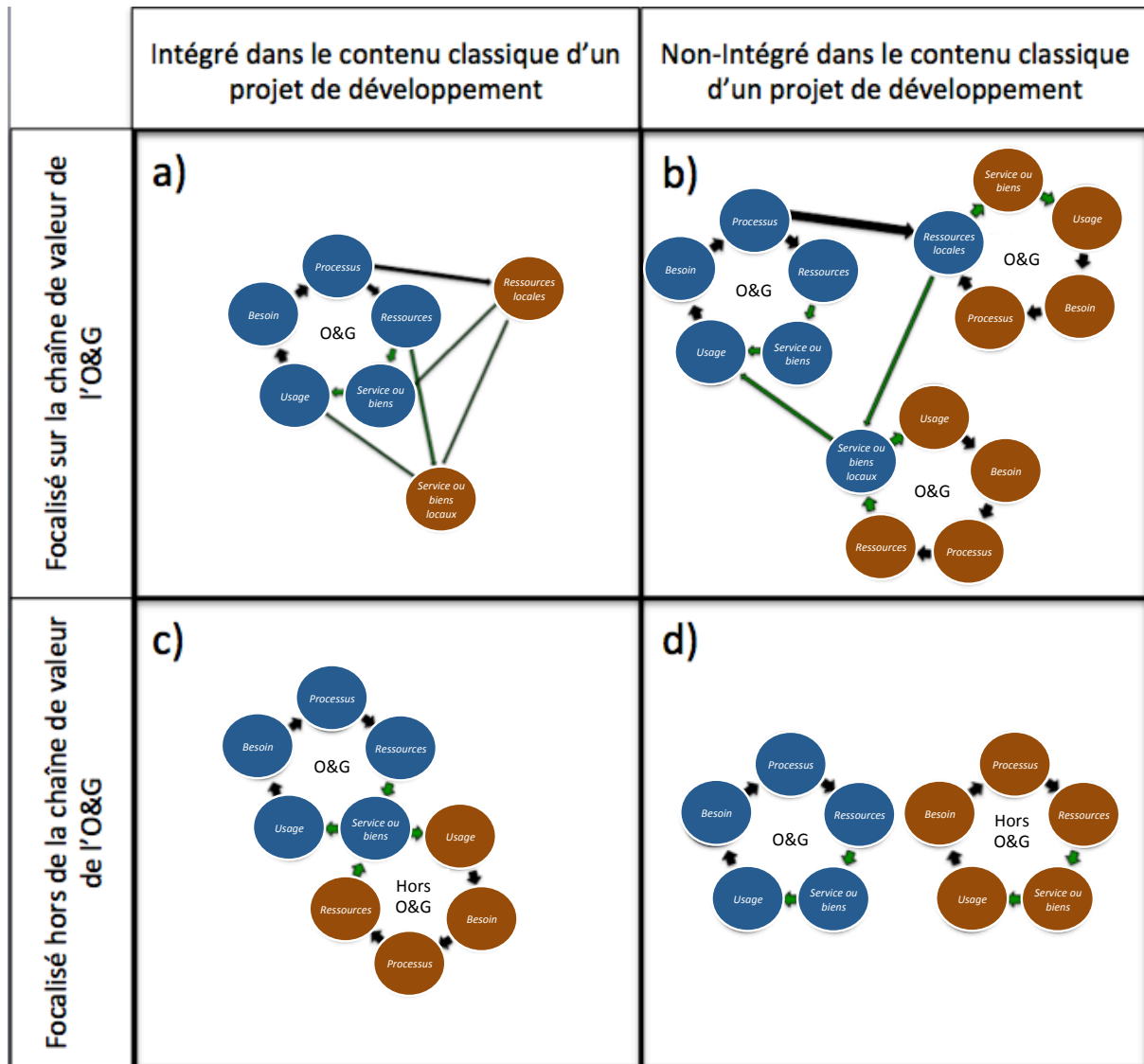


Figure 1.7 : Description des actions d'In-country Value

Malgré ces exemples ci-dessus, les définitions existantes de l'ICV sont encore floues à l'heure actuelle (Ovadia 2016). Nous proposons la suivante :

Les activités d'In-Country Value (ICV) sont des activités, industrielles ou non, visant à apporter de la valeur locale. Ces actions sont dans les compétences des entreprises pétrolières mais ne sont pas nécessairement situées dans la chaîne de valeur conventionnelle de l'O&G.

Cette définition nous est propre. Nous avons donc vu qu'il y avait la possibilité de mener des activités nouvelles pour les pétroliers, afin d'apporter de la valeur au pays hôte. L'apparition de nouveaux paradigmes tels que l'ICV pose la question de savoir comment l'intégrer et surtout de comment sélectionner la stratégie qui répond au mieux à la question d'apporter de la valeur au pays hôte tout en réduisant le risque projet pour l'opérateur. C'est l'objet de la dernière Section de ce chapitre qui introduit la problématique industrielle

1.5 Problématique industrielle

Les propositions d'actions d'ICV sont nouvelles et cherchent à s'inscrire dans les projets pétroliers pour renforcer leurs impacts positifs dans le pays hôte. Toutefois, un projet consiste à la réalisation d'objectifs sous contraintes de coûts et de délais. Par la limitation des budgets, l'entreprise pétrolière fait face à un problème de décision pour justifier quelles actions entreprendre. Ce nouveau type de décision n'est pas encore simple à positionner dans le processus de projet.

À l'heure actuelle, les décisions concernant le contenu local sont souvent prises durant la phase d'avant-projet. Néanmoins, cette phase est trop rapprochée de la construction. Certaines actions ne pourraient alors pas être réalisées dans les temps impartis. Citons par exemple la difficulté de former assez de techniciens locaux pour la réalisation du projet. Il en est de même pour la construction de certaines infrastructures. Une phase antérieure serait dès lors plus judicieuse.

Établir un choix lors de la phase conceptuelle permet de réduire les risques projet liés aux travaux de longs délais s'ils sont à réaliser localement. En outre, cette phase permet de figer les concepts — elle fait sens pour prendre les orientations de stratégies d'ICV. Nous nous placerons donc, dans le cadre de ce travail, en phase conceptuelle.

Cette phase étant caractérisée par le choix de concepts, un apport pour Total sera l'élaboration de recommandations pour chacun des concepts. Cela se fera en déterminant pour chacun des concepts celui qui apporterait le plus de valeurs pour des stratégies classiques de LC, d'un côté, et des stratégies ICV, de l'autre. Ainsi, en prenant trois concepts lors de cette phase, un apport serait d'émettre des recommandations sur chacune des stratégies, comme représenté en figure 1.8.

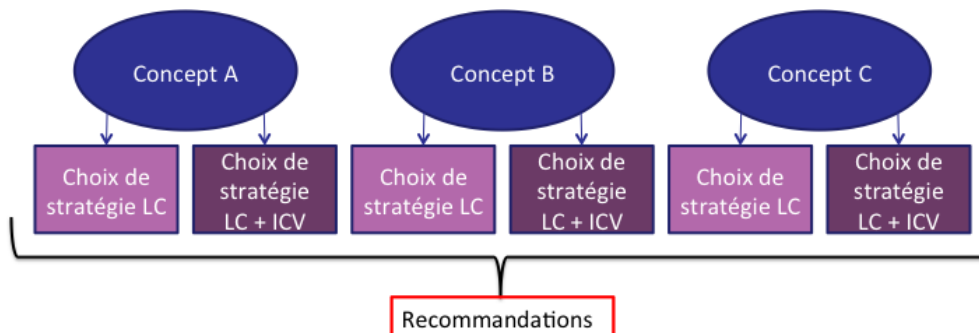


Figure 1.8 : Schématisation d'un apport industriel

Nous avons donc placé le problème de décision dans le processus de projet de Total. Toutefois, la manière de décider est difficile pour plusieurs raisons. La présence de nombreuses actions potentielles rend la construction de stratégies difficile. De plus, par l'hétérogénéité des actions, leurs impacts seront différents par leurs natures et leurs amplitudes. Cela complique l'estimation des différentes stratégies. Il en résulte également une difficulté pour évaluer et prioriser des alternatives. Enfin, le problème de choix lie deux acteurs aux intérêts différents : Total et le pays hôte. L'entreprise est donc face à de nombreuses questions résumées par la problématique industrielle suivante :

Fournir un processus structuré d'aide à la décision pour la sélection d'une stratégie ICV permettant d'apporter de la valeur à un pays hôte.

L'intérêt pour Total est double, puisqu'il s'agit à la fois de sortir de l'approche classique du contenu local pour proposer des stratégies apportant plus de valeur au pays hôte, tout en réduisant le risque projet. Mais là encore, cela apparaît comme bénéfique pour le pays hôte puisqu'un retard sur le projet entraîne un retard au démarrage de l'exploitation du

gisement et des revenus associés.

Notre but est donc d'aider à la recommandation de stratégies gagnant-gagnant au bénéfice des deux grandes parties prenantes, par la structuration d'un processus d'aide à la décision intégrant des éléments spécifiques de modélisation liés au contexte ICV/O&G. Nous en ressortons trois types d'exigences que le modèle mis en place dans cette thèse doit respecter :

Exigence 1 : Structuration d'un processus d'aide à la décision adapté à la complexité du problème. Compte tenu de l'impact que peut avoir un tel projet à l'échelle d'un pays hôte, l'apport de la valeur n'est pas uniquement à prendre en compte sur des aspects financiers. Les attentes des pays hôtes se retrouvent également sur l'évolution du capital humain, l'amélioration du tissu industriel, la prise en compte d'aspects environnementaux et d'impacts sociétaux. L'aspect *multicritères* de la valeur créée dans le pays hôte est donc indispensable. De plus, une des raisons pour lesquelles le contenu local a émergé chez les pays producteurs est l'opportunité de conversion de richesses naturelles non-renouvelables en un développement économique durable. Nous devons donc rendre compte de l'aspect *durable* dans les choix finaux, à la fois au sens long terme mais également au sens 'équilibre économique-environnemental-sociétal'. Prendre en compte les *effets induits* permettrait aux décideurs d'émettre des questionnements et des arbitrages rationnels quant à leurs choix. Une multitude de parties prenantes sont concernées par les choix de concepts. Beaucoup d'entre elles pourront être affectées de manière irréversible à la suite de la décision du comité de validation en phase conceptuelle. Comme nous avons précisé précédemment, les décisions liées au contenu local ont parfois favorisé certaines parties des populations au détriment d'autres. Nous devons donc prendre en compte de multiples acteurs et de multiples intérêts, tout en tenant compte du fait que deux parties prenantes sont principalement impliquées dans le processus de décision, le pays hôte et Total.

Exigence 2 : Adaptation du processus au contexte spécifique de l'In-Country Value dans le secteur pétrolier. Le modèle d'aide à la décision que nous développerons dans la suite de la thèse cherche à mettre en place de manière proactive des actions ICV dans le pays hôte. En conséquence, il doit pouvoir modéliser et comparer des stratégies classiques intégrant du contenu local ou LC, à d'autres d'ICV. De plus, le modèle décisionnel a pour but d'être force de proposition pour le pays hôte. Il doit donc intégrer la vision du pays hôte dans le choix final de stratégie. Il faut également prendre en compte la vision du projet/de Total dans la décision, notamment de par le fait que l'outil que nous devons mettre en place doit pouvoir utiliser les données disponibles en phase conceptuelle, afin de fournir des résultats prospectifs au COVAL (Comité de Validation des projets, interne à Total)..

Exigence 3 : Mise-en-œuvre opérationnelle, pour l'exécution du processus et l'aide à la discussion/négociation entre l'opérateur et le pays hôte. Le processus et l'outil associé doivent pouvoir s'adapter à la structure organisationnelle de Total, au temps disponible pour mener l'étude, et être simples. Les résultats du modèle doivent être communicables à la fois en interne ainsi qu'à une tutelle d'un pays hôte. Il faut également pouvoir justifier ou expliquer les recommandations proposées par le modèle.

Le positionnement par rapport à l'existant ainsi que les propositions faites lors de cette thèse pourront donc être analysées à travers ces trois familles d'exigences. Après avoir introduit le contexte et posé la problématique industrielle, le chapitre suivant a pour objectif de faire un état de l'art des méthodes pouvant y répondre

Chapitre 2: Etat de l'art académique

Résumé du chapitre

Le chapitre précédent de mise en contexte a abouti à une problématique industrielle. Comme décrit au chapitre précédent, il existe le besoin de fournir un processus structuré d'aide à la décision pour la sélection de stratégie ICV. Nous construisons en section 2.1 un processus de décision adapté au contexte en s'inspirant du travail de Tsoukiàs (2008).

La fin de la section 2.1 identifie des précisions à apporter au processus. Elles impliquent trois axes de recherche qui structurent l'état de l'art. Nous nous positionnons sur :

- la modélisation de la valeur durable dans les projets (section 2.2);
- l'estimation des impacts des stratégies (section 2.3);
- l'aide à la décision entre stratégies (section 2.4).

Les concepts énoncés ne répondent que partiellement à nos objectifs. Dès lors, par l'écart entre la problématique industrielle et la littérature émerge une problématique académique :

« Comment modéliser et mesurer les valeurs apportées aux pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration de stratégies d'In-Country-Value ? »

Trois questions de recherche se dégagent de cette problématique académique :

- Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
- Comment adapter une méthode d'estimation des valeurs créées localement en contexte industriel ?
- Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

Nous concluons le chapitre en section 2.5 par la démarche de résolution de ces trois questions de recherche et la description des chapitres associés.

2.1 Proposition d'un processus d'aide à la décision

L'objectif de cette section est de présenter les étapes de résolution de la problématique industrielle en proposant un processus d'aide à la décision. Nous présenterons les généralités sur les processus de décision et relevons que l'approche de Tsoukiàs (2008) est adaptée à notre problème (paragraphe 2.1.1).

Suivant cette démarche, nous formalisons et décrivons le problème. Nous formulons ensuite les enjeux du problème d'aide à la décision. Un processus d'aide à la décision associé au problème est formalisé étape par étape. La particularité de notre approche est l'intégration de deux modes d'évaluation : un local et un global (paragraphe 2.1.2).

Le paragraphe 2.1.3 montre des éclaircissements nécessaires pour répondre à la problématique industrielle. Cela concerne la modélisation de la valeur, l'estimation d'impacts de stratégies ICV et leur choix. Ces éclaircissements guideront l'état de l'art dans les sections suivantes.

2.1.1 Généralités concernant les processus de décision

Les projets pétroliers, à budget limité, doivent choisir où investir. Ce choix doit répondre aux exigences de développement des pays hôtes. Cela implique de fournir un processus structuré d'aide à la décision pour la sélection de stratégie ICV.

Herbert Simon a largement contribué à répondre à ces questions. Une synthèse de ses contributions aux processus de décision est donnée dans (Bouyssou et al., 2005). Trois hypothèses importantes dans un problème de décision sont mises en évidence: (H1) les décideurs connaissent toujours bien leur problème; (H2) de tels problèmes sont formulés comme des problèmes d'efficacité ou d'efficience; (H3) les ressources et les informations nécessaires pour résoudre le problème sont disponibles. Néanmoins, aucune de ces trois hypothèses n'est généralement vérifiée dans le contexte de choix de stratégie de développement industriel : (H1) les décideurs n'ont pas une vision claire de leur problème ; (H2) leurs problèmes sont souvent formulés comme la recherche d'un compromis et non comme un problème d'efficacité ou d'efficience ; (H3) la résolution de leur problème est toujours contrainte par une durée et des ressources limitées, avec des informations parfois incertaines, indisponibles, asymétriques et souvent jugées non prioritaires. Ainsi, les solutions sélectionnées ne peuvent pas pleinement répondre au contexte local. En d'autres termes, malgré des jugements rationnels, les choix des décideurs risquent de générer des effets non anticipés, et éventuellement pernicieux. Par exemple Ovadia (2013) a montré que la mise en place du contenu local a plus profité à une minorité qu'au développement local.

Les entreprises pétrolières doivent dès lors mieux prendre en compte leurs problèmes pour améliorer leur prise de décision. **L'établissement d'un processus d'aide à la décision apparaît indispensable.** De nombreux modèles de processus de décision ont été développés dans la littérature (Mintzberg, et al., 1976; Schwenk, 1984). Ceux-ci découpent de manière analytique le processus de décision en plusieurs phases. Nous présentons une synthèse des différentes phases d'un processus de décision. Quatre exemples sont donnés dans le Tableau 2.1. Ces exemples ont été jugés représentatifs (Simon, 1960; Mintzberg, et al., 1976), des éléments de synthèse (Schwenk, 1984) ou des références dans l'aide à la décision multicritère (Tsoukiàs, 2008).

Tableau 2.1: différentes phases d'un processus de décision

Auteurs	(Simon, 1960)	[Mintzberg & al., 1976]	(Schwenk, 1984)	(Tsoukiàs, 2008)
Phases	Intelligence du problème	Identification	Formulation des objectifs/ identification du problème	Situation du problème
	Modélisation	Développement	Génération des alternatives	Formulation du problème
	Choix	Sélection	Évaluation et sélection	Modèle d'évaluation
			Implémentation	Recommandation finale

Les démarches sont globalement similaires. Toutefois, l'exigence industrielle 1 traduit le besoin de prendre en compte les aspects multicritères. L'aide à la décision multicritère semble particulièrement pertinente pour répondre à nos questionnements. La démarche de Tsoukiàs fait référence dans l'aide à la décision multicritère, nous la reprenons.

À budget limité à l'échelle d'un pays hôte, un arbitrage doit être réalisé entre les investissements à réaliser localement. Nous prendrons donc en compte un point de vue local et un point de vue global. Nous proposons ainsi de réaliser l'évaluation en deux étapes.

2.1.2 Proposition d'un processus d'aide à la décision

Nous reprenons ici les différentes étapes proposées par (Tsoukiàs, 2008) pour aboutir à la proposition d'un processus d'aide à la décision adapté à notre contexte.

Situation du problème : l'idée générale est de recenser les acteurs impliqués dans le processus d'aide à la décision, les enjeux pour chacun de ces acteurs et les ressources engagées par ces derniers. La représentation du problème permet d'établir une vision claire des enjeux, comprendre ce qui est problématique et formuler le problème.

La mise en contexte en chapitre 1 nous a permis de nous positionner dans le processus du projet, au niveau de la phase conceptuelle, où un choix de concepts doit se faire. Ce choix est réalisé par un comité de validation de Total appelé COVAL. Celui-ci soumettra au pays hôte son choix de concept pour validation. Le choix du concept aura des conséquences puisqu'il déterminera les impacts principaux que subiront les parties prenantes du projet pour les années à venir.

Lors de la phase conceptuelle, plusieurs choix de concepts sont possibles. Dans notre proposition de processus d'aide à la décision, nous aurons pour objectifs de déterminer pour chaque concept celui qui apporte le plus de valeurs pour des stratégies classiques de Local Content d'un côté, et pour des stratégies In-Country-Value de l'autre (voir figure 2.1 ci-dessous). Des recommandations synthétiques devront être présentées pour le décideur (le COVAL), en prenant en compte le point de vue du pays hôte.



Figure 2.1: formalisation du problème

Le choix de concept implique donc deux acteurs dans le processus d'aide à la décision:

- *La tutelle du pays hôte*. Son enjeu comme décrit en contexte est de maximiser la valeur locale. Face à cet enjeu, le pays hôte doit prendre en compte l'avis des différentes parties prenantes et l'économicité du projet pour s'assurer une rente convenable.
- Le *COVAL* défend les intérêts projet côté Total. Son enjeu est de garantir la performance du projet. Cette performance comme décrite en contexte passe par l'obtention de la licence d'opérer en créant de la valeur locale. Total doit ainsi prendre en compte l'avis de différentes parties prenantes du projet et également l'économicité du projet au vu des investissements consentis.

Nous indiquons dans notre processus les différentes étapes pour recueillir les données d'entrée nécessaires à formaliser les objectifs. Celles-ci sont représentées en vert en Figure 2.2:

Étape 1 : Ces données d'entrée servent à prendre en compte les exigences minimales à remplir pour satisfaire les attentes du pays hôte (exigences de contenu local en Figure 2.2). Elles déterminent également les points de synergies possibles entre les activités des pétroliers et le plan industriel à long terme du pays (stratégie industrielle nationale en Figure 2.2).

Étape 2 : Les données d'entrée du pays hôte en figure 2.2 servent à caractériser les impacts que peuvent subir les parties prenantes proches du projet (Etude d'Impact Socio-Environnemental – appelée par la suite ESIA pour Economic and Societal Impact Analysis) ; de recueillir le besoin de parties- prenantes (études des parties prenantes - PP) ; établir les opportunités de développement industriel (enquête industrielle – Survey Indus.).

Étape 3 : Les données internes sont les différentes stratégies de LC et d'ICV en entrée du modèle. Celles-ci sont livrées avec le chiffrage en interne pour estimer leurs impacts.

Étape 4 : les données d'entrée sont réutilisées pour formuler et synthétiser des objectifs :

4a : À partir des données d'entrées du pays hôte et de ses objectifs stratégiques à long terme, Total détermine les éléments prioritaires à développer de son point de vue (vision projet).

4b : À partir des exigences du gouvernement du pays hôte et de ses objectifs stratégiques à long terme, Total détermine les éléments prioritaires à développer du point de vue du pays hôte (vision pays hôte).

4c : Une synthèse des objectifs est effectuée à partir des objectifs du pétrolier et ceux du pays hôte. Cette étape correspond à la fin de cette phase.

Formulation du problème : elle désigne l'ensemble des actions potentielles à prendre en compte, les points de vue sous lesquels observer ces actions, et permet d'énoncer le problème de décision à effectuer sur l'ensemble des actions. Elle est représentée en figure 2.2 par :

Étape 5 : Une estimation des impacts des différentes stratégies est réalisée. Cette étape conçoit les données d'entrée indispensables à la prise de décision. Comme nous l'avons noté au chapitre 1, les projets pétroliers et les activités de contenu local affectent manières différentes les parties prenantes (Ovadia 2013, Ovadia 2014). Par exemple, des fermiers peuvent perdre leurs terres et leurs emplois sans se sentir suffisamment compensés. Inversement, cela permet à des industriels locaux de percevoir des revenus. Le design et le choix de différentes stratégies sont ainsi toujours confrontés à des intérêts divergents des différentes parties prenantes. En désignant comme local une propriété dans un ensemble qui est vraie pour un point et ses environs immédiats (Larousse, 2018), on désigne comme évaluation locale, une évaluation d'une stratégie valable pour un sous-système donné du pays hôte. On désigne comme évaluation globale un consensus entre l'ensemble des évaluations locales du pays hôte. Les intérêts locaux et globaux n'étant pas forcément convergents, deux étapes d'évaluation sont nécessaires pour pouvoir évaluer les différentes stratégies.

Modèle d'évaluation locale : on y décrit les différentes alternatives sur lesquelles le modèle s'applique ; l'ensemble des dimensions sous lesquelles ces alternatives vont être observées et les moyens de les évaluer; une structure de critères pour prendre en compte les préférences du décideur ; ainsi qu'une procédure qui synthétise les informations en une évaluation plus concise. Elle est représentée en Figure 2.2 par:

Étape 6 : Une évaluation des impacts des différentes stratégies est effectuée à un niveau local. Cette évaluation complète l'étape 5 par l'introduction de préférences et une agrégation de l'information plus importante.

Modèle d'évaluation globale : y sont reprises les différentes alternatives avec un niveau d'information précédemment agrégé lors de l'étape 6 sur lesquelles le modèle s'applique ; l'ensemble des dimensions sous lesquelles ces alternatives vont être observées et les moyens de les évaluer ; une structure de critères pour prendre en compte les préférences du décideur ; ainsi qu'une procédure qui synthétise les informations en une évaluation plus concise. Elle est représentée en Figure 2.2 par :

Étape 7 : Un modèle d'évaluation des impacts des différentes stratégies est construit à un niveau global. Cette évaluation utilise les résultats de l'étape 6 pour les agréger afin de donner une information exploitable par un décideur.

Afin de rendre compte de l'exigence 2 (Adaptation du processus au contexte spécifique de l'In-Country Value dans le secteur pétrolier), deux types d'agrégation sont alors réalisées : une première prenant en compte les préférences du pays hôte et une seconde prenant en compte celles du pétrolier. Ceci est représenté en figure 2.2 par :

Étape 8a : Une agrégation permet de comparer les différentes stratégies selon le point de vue de l'entreprise pétrolière.

Étape 8b : Une agrégation permet de comparer les différentes stratégies selon le point de vue du pays hôte.

Recommandation finale : elle vise à traduire les résultats du modèle d'évaluation en une information adaptée au langage de nos deux principales parties prenantes. Nos propositions concernant les recommandations finales doivent prendre en compte les exigences industrielles posées lors du contexte. Ainsi, les modes de représentation des recommandations doivent prendre en compte la vision du pays hôte et celle de l'entreprise extractive. En outre, ces informations doivent être données de manière concise et exploitable. Ceci est représenté en figure 2.2 par :

Étape 9 : Une recommandation parmi différentes stratégies est effectuée. Celle-ci traduit des extrants des étapes 8a et 8b pour les rendre communicables à un décideur.

Étape 10 : Si l'extrait du processus d'aide à la décision est jugé viable, celui-ci est jugé viable à être transmis au COVAL. Celui-ci prend en compte le résultat de l'évaluation dans son choix de stratégie de développement pétrolier.

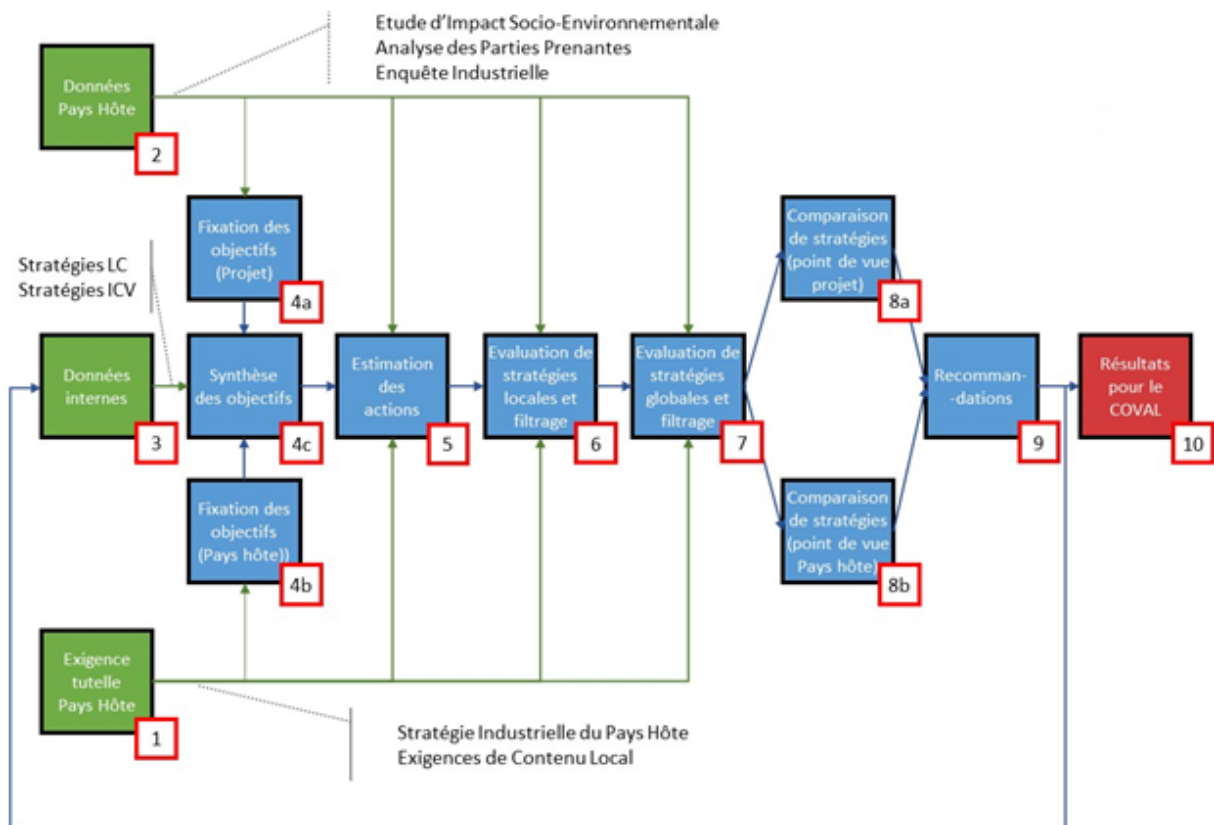


Figure 2.2: Processus d'aide à la décision

2.1.3 Apports du processus décisionnel et points à développer

Pour pouvoir développer ce processus qui donnera une vision d'ensemble aux décideurs, il est nécessaire de s'intéresser à trois éléments :

- Pour définir les objectifs de création de valeur du projet et du pays hôte, une modélisation de la valeur doit être définie.
- Une démarche doit être construite à partir des données d'entrée pour réaliser l'estimation de stratégie.
- À partir de l'estimation des stratégies et des recommandations à émettre, la méthode de sélection doit être définie.

De cette manière, nous mettons en évidence trois axes de recherche académique à approfondir pour répondre aux besoins industriels :

- Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
- Comment estimer des impacts de stratégies ?
- Comment aider à la décision ?

Ces trois axes structurent la suite du chapitre.

2.2 Modélisation de la valeur durable apportée par le projet

Un modèle est une représentation qui facilite la compréhension d'un système et la prévision de son comportement dans des conditions plus variées que celles qui ont donné naissance aux observations (Naslin 1974 ; (Le Moigne 1994). La modélisation est une partie essentielle et inséparable des disciplines scientifiques.

Les modélisations diffèrent selon les systèmes étudiés et les problématiques soulevées. S'intéresser à la modélisation de la valeur impose deux conditions:

1. Nous devons mettre en avant une définition de la valeur.
2. Nous devons rendre compte de la manière dont celle-ci est modélisée dans la littérature.

2.2.1 Définition de la valeur

La littérature s'est souvent interrogée sur la définition de la valeur (Ahmed et Yannou, 2003; Martinez-Hernandez, 2003). Son étude a concerné de nombreux domaines : philosophie (De Lastic, 2012), marketing (Gallarza et al., 2011), le management (Bowman et Ambrosini, 2000), la chaîne logistique (Fabbe-Costes, 2002) ou l'économie (Echaudemaison *et al.*, 2006). Il en ressort une certaine polysémie (Ahmed et Yannou, 2003).

La discipline dans laquelle s'inscrit notre démarche est le génie industriel. Il est souvent énoncé (voir entre autres Hemmer Gudme et Poissonier, 2013 ; Maniak et al., 2014 ; Oke et Aigbavboa, 2017) que la discipline a été marquée par le Value management de (Miles, 1972). Cette démarche a pour but d'examiner des items alternatifs offrant une même fonction au moindre coût. La valeur est ainsi vue comme le précise (AFNOR, 2009) comme une grandeur qui croit lorsque la satisfaction du besoin augmente et/ou que le coût du produit diminue. En définissant une utilité comme la mesure de la satisfaction obtenue par la consommation de biens et de services, on peut ainsi considérer la valeur en une mesure de satisfaction rapportée au coût de la solution (Barton, 2000). (Hemmer Gudme et Poissonier, 2013) constatent d'ailleurs un point commun dans les méthodes ayant une approche valeur – elles ont en commun la volonté de maximiser le rapport utilité/coût.

Définir la valeur selon la notion d'utilité apparaît toutefois limité. L'utilité ne se restreint pas à des notions purement financières dans le contexte pétrolier. Elle intègre de plus en plus des dimensions immatérielles (Fustec *et al.*, 2011) directement liées aux intérêts divergents des parties prenantes bénéficiaires. Preuve de ces divergences, Roca et Searcy (2012) montrent que les mesures de performances des entreprises sont clairement différentes selon les secteurs d'activité, en particulier dans les secteurs de la construction, de l'extraction minière et pétrolière (Azapagic, 2004; Chamaret, 2007; Esteves, 2008).

Ainsi, la définition de la valeur doit intégrer ces éléments particuliers. Or, comme le souligne (Barton, 2011), « pratiquement toute la littérature sur le management de la valeur, jusqu'à la dernière époque, ne fait aucune référence à la base historique de la résolution de problèmes et à la nature de la valeur ». Il indique également le manque de base théorique ou de référence à la littérature historique (Barton, 2011). Ces décalages entre la théorie et la réalité ont amené une nouvelle réflexion de définition de la valeur. En conséquence, des développements concernant la définition de la valeur existent. Deux axes nous concernant sont en cours.

Un premier est orienté vers le management de projet (Andersen, 2014; Laursen et Svejvig, 2015). Un projet est par définition « une entreprise temporaire décidée dans le but de créer un produit, un service ou un résultat unique. Il se distingue des opérations en entreprise de nature continues et répétitives » (Project Management Institute, 2013). Il possède cinq principales caractéristiques (Gray et Larson, 2014). Il a un objectif clairement établi (1). Sa durée est déterminée (2). Il implique la participation de plusieurs services et spécialistes (3). Il permet en général de réaliser une activité unique (4). Il précise des exigences en ce qui

concerne les coûts, les délais et la qualité (5). Le triptyque coût, délais et qualité constitue ce que l'on appelle le Triangle d'or – il caractérise la performance opérationnelle que l'on cherche à optimiser. Une partie importante de la littérature définit le succès d'un projet suivant ce triptyque (Fleming et Koppelman, 1998; Vanhoucke, 2009; Project Management Institute, 2011). Toutefois, cela est remis en cause dans la littérature. (Lim et Mohamed, 1999) ont interrogé près de quarante experts et ont mis en évidence des ambiguïtés pour définir le succès d'un projet. Andersen (2014) soutient que la valeur d'un projet devrait être plus orientée sur les objectifs de l'organisation de l'entreprise. (Zhai et al., 2009) se sont placés du point de vue de différentes parties prenantes de mégaprojets pour montrer que la valeur projet n'était pas limitée au Triangle d'or. Enfin (Laursen et Svejvig, 2015) ont étudié les différentes définitions de la valeur d'un projet dans la littérature. Ils mentionnent que la valeur d'un projet passe par la satisfaction des parties prenantes. Toutefois, ils expriment les limitations théoriques de la valeur dans le management de projet. Ils appellent à développer le champ de recherche sur la création de valeur du projet en adoptant la vision d'autres disciplines.

Le deuxième développement concerne la valeur durable dans les projets. Les éléments de littérature se rattachent assez souvent à des analyses de cycle de vie (ACV) (International Standards Organization, 2006 ; British Standards Institution, 2014). Ces méthodes aident à la sélection d'indicateurs de performances. L'intégration de critères sociaux est relativement récente (O'Brien et al., 1996). Ainsi, il n'existe pas de réelle harmonisation dans le domaine (Jørgensen *et al.*, 2008 ; Benoît *et al.*, 2010). Des efforts ont été faits pour formaliser la prise en compte de ces impacts dans les différentes phases d'un projet (Labuschagne et Brent, 2005, 2008 ; Silvus et al., 2013). Des applications ont été effectuées dans des projets miniers (Azapagic, 2004) pour faire une liste d'impacts sur différentes parties prenantes. De manière similaire à la proposition de Laursen et Svejvig pour la valeur projet, un rattachement théorique à d'autres disciplines pourrait permettre de mieux définir la valeur durable apportée par un projet. Dans cette optique, (Maack et Davidsdottir, 2015 ; Horsley et al., 2015) sont partis de notions d'économie pour définir la valeur créée par le projet. La notion de capital est reprise. **Nous définissons un capital dans cette thèse comme un stock contribuant au bien-être de parties prenantes par l'apport de biens et de services.** Leur argument est de reprendre cette notion de capital pour caractériser les impacts de projets sur des parties prenantes extérieures. Ces principes restent encore théoriques, mais présentent de potentiels avantages. La définition de capitaux peut être appliquée à différentes échelles - de l'individu, au ménage, au cluster des ménages, à la communauté, à la région, au pays ou au-delà (Horsley et al., 2015).

Conclusion partielle : la littérature définit généralement la valeur comme un rapport entre une utilité et un coût. La définition de l'utilité apparaît cependant problématique. Elle dépend de l'intérêt de diverses parties prenantes. Il ressort ainsi encore des questionnements quant à la définition de la valeur. Des besoins de rattachements théoriques à d'autres disciplines sont exprimés. Les valeurs (durables) apportées par un projet nécessitent une meilleure formalisation.

2.2.2 Modélisation de la valeur

Comme nous l'avons précisé au paragraphe précédent, la valeur créée par les projets dépend du point de vue des individus et des parties prenantes. Or, un projet pétrolier concentre de nombreuses parties prenantes avec de nombreux objectifs contradictoires. Ces parties prenantes seront soumises à divers impacts avantageant certaines au détriment d'autres. Par exemple, l'attribution d'un contrat local à une entreprise non compétitive avantagera des travailleurs locaux et l'entreprise au détriment des finances du pays hôte et du projet.

La modélisation apparaît être un problème complexe – la quantité d'information à

maîtriser est importante et rend difficile la compréhension du comportement du système. Cette difficulté est mise en relief dans la littérature (Hák, Janoušková and Moldan, 2016). D'ailleurs, des critiques émanent quant au manque de justification des indicateurs généralement mis en place (Niemeijer and de Groot, 2008). Des approches ont été proposées dans la littérature pour aider le modélisateur. Nous les séparons en quatre groupes :

Les approches par sélection d'indicateurs : elles partent de listes existantes d'indicateurs et les sélectionnent en appliquant des méthodes de choix. On cherche généralement à obtenir un ensemble d'indicateurs SMART (Hardi, et al., 1997 ; Tschirley, 1998), c'est-à-dire que les indicateurs doivent être Spécifiques, Mesurables, Atteignables, Réalistes et Temporellement définis. D'autres critères peuvent être utilisés. Par exemple (Uhlmann *et al.*, 2014) dans le domaine de l'Oil & Gas sélectionne suivant d'autres critères des indicateurs pour modéliser des impacts (comme par exemple « facilement applicable », « développé collectivement » ou « fiable »). Les résultats donnent souvent des tableaux de bord d'indicateurs sous forme de listes analytiques. Cette approche part des moyens de mesure plutôt que des objectifs de décision. Ainsi, un regard critique doit être donné concernant l'alignement de la modélisation avec la problématique.

Les approches top-down: elles partent de vision d'experts pour répondre aux objectifs fixés et choisir les indicateurs. Toutefois, ces visions peuvent être détachées des communautés locales (King *et al.*, 2000; Fraser *et al.*, 2006). De plus, les diversités de dimensions du développement durable impliquant une diversité d'expertise, les listes d'indicateurs relevés agissent souvent à des niveaux de détail hétérogènes (Stiglitz, et al. 2008). En outre, les résultats obtenus sont le plus souvent sous forme de listes pouvant s'avérer être assez étoffées (Par exemple: Stamford et Azapagic, 2011). L'utilisation de méthodes Delphi peut par la suite réduire par consensus d'experts les listes ainsi constituées (Choi et Sirakaya, 2006).

Les approches bottom-up: ce genre d'approche cherche à effectuer un recueil d'information locale et inciter à la participation de parties prenantes. Toutefois, cette approche est intensive en temps et en ressources. Des auteurs ont notamment mis en évidence que ce genre d'approche a généré de longues listes d'indicateurs (Fraser *et al.*, 2006, Santana-medina *et al.*, 2013).

L'ensemble de ces trois premières méthodologies pour modéliser les impacts apparaît limité pour le contexte de ce travail. Elles adoptent une approche trop analytique pour rendre compte de la complexité du problème. Ainsi, elles abordent le pays hôte et les sous-systèmes qui le composent de manière hiérarchique. Elles séparent les impacts sous forme de listes. Elles ne permettent pas à un décideur de comprendre les interrelations pouvant exister au sein des systèmes. La figure 2.3 inspirée de (Marle et Vidal, 2016) met en évidence le décalage existant entre les différentes visions.

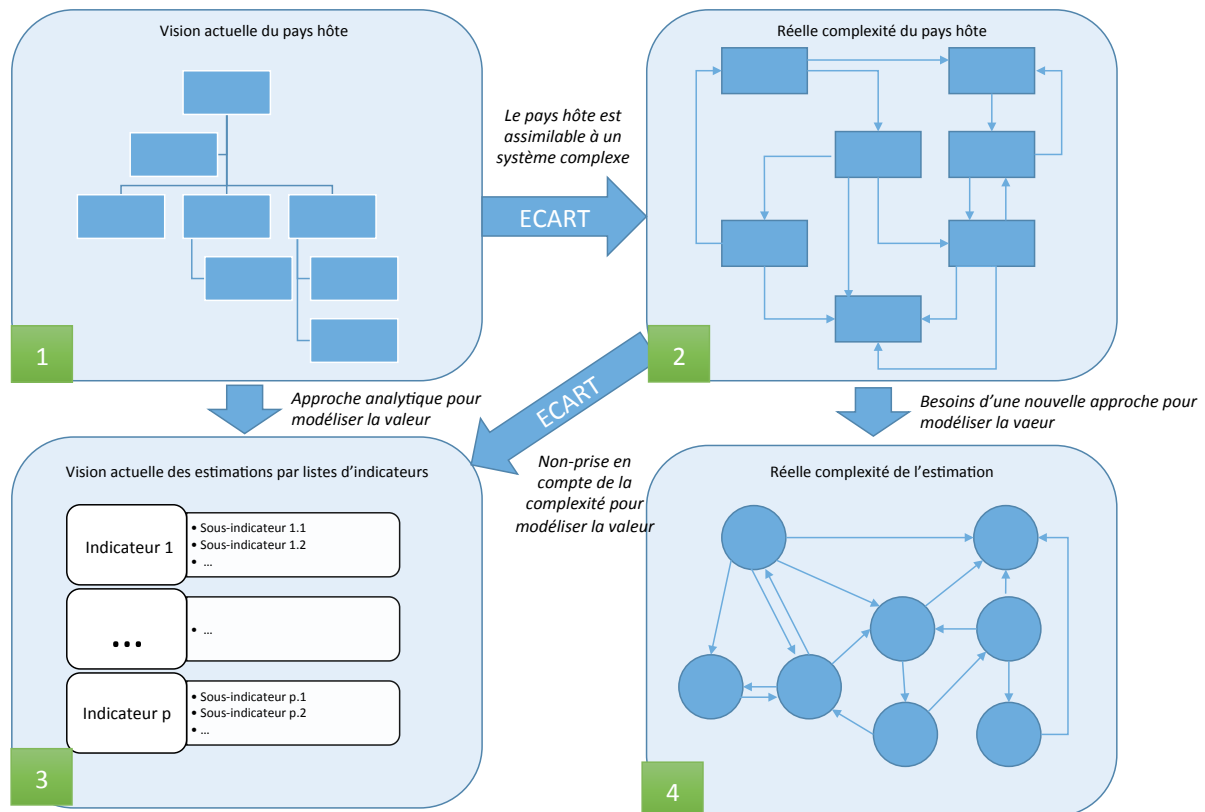


Figure 2.3 : Vision des approches usuelles vis-à-vis de la réalité en prenant en compte la complexité du pays hôte - inspirée de (Vidal, 2009; Marle et Vidal, 2016)

Le pays hôte est découpé de manière hiérarchique (quadrant 1 de la figure). Les parties prenantes sont généralement regroupées suivant plusieurs catégories (exemple : société civile). Cette représentation a pour effet d'ignorer les liens qui existent dans la réalité entre parties prenantes (quadrant 2). Par exemple, une entreprise locale va employer des individus locaux qui vont à leur tour mieux accepter la présence du projet. Ce manque de prise en compte d'interactions génère une vision des impacts sous forme de listes (quadrant 3). La modélisation des impacts ne rend pas compte d'éventuelles interactions comme cela devrait l'être (quadrant 4). Il existe d'autres approches ayant une vision plus systémique.

Il existe d'autres approches ayant une vision plus systémique.

Les approches d'analyse de causalité : ces approches partent de liens de causalité entre changements d'état de l'environnement et pression environnementale. Plusieurs approches sont connues comme l'approche PSR pour Pressure-State-Response (Levrel, Kerbirou and Couvet, 2009). Celle-ci définit un état désirable pour l'écosystème (State), analyse les éléments pouvant faire pression (Pressure) sur cet environnement et construit les politiques de réponse possibles (Response). L'approche DPSIR (Kristensen, 2004) ajoute les notions de forces motrices (Driving force) qui poussent à générer de la pression environnementale (par exemple une croissance de population ou une croissance d'un secteur d'activité). Elle ajoute également la notion d'impact qui se traduit par la manière dont le changement de variables d'état de l'écosystème (la qualité de l'air, des sols, des humains et de l'écosystème) générera d'autres impacts économiques ou environnementaux. Ces approches ont souvent été dérivées pour construire des systèmes d'indicateurs (Garcia et Staples, 2000; Van Oudenhoven *et al.*, 2012). Nous notons également l'approche GIWA (Global International Waters Assessment) utilisant des chaînes de causalité pour construire les divers impacts (Lanna *et al.*, 2002). Ces approches permettent d'intégrer des éléments de systémique

dans la construction de systèmes d'indicateurs (Bowen et Riley, 2003; Atkins *et al.*, 2011). Toutefois, il apparaît que les systèmes obtenus peuvent apparaître sous forme de listes (EEA, 2005). Ces approches apparaissent également trop écocentrées pour s'adapter à notre contexte même si des développements récents intègrent des dimensions économiques (Song *et al.*, 2015). Nous notons aussi, comme précisé dans (Sterman, 2010), que de telles approches ne sont pas directement adaptable en contexte opérationnel.

Les approches par analyse du cycle de vie : ces approches font l'inventaire et quantifient des flux associés aux activités humaines tout au long de la vie des produits. Celles-ci étaient néanmoins limitées concernant l'intégration de facteurs sociaux (Jørgensen *et al.*, 2008 ; Benoît *et al.*, 2010 ; Labuschagne et Brent, 2008).

De notre point de vue, les approches de modélisation de la valeur durable ne prennent pas en compte des éléments essentiels de notre contexte industriel. Certaines approches sont soit trop analytiques pour modéliser la complexité du pays hôte, soit possèdent des lacunes pour intégrer des éléments essentiels comme les aspects sociaux, ou encore ne sont pas opérationnalisables. L'ensemble des approches apparaissent donc difficilement applicables en l'état à notre contexte industriel.

Conclusion partielle : il existe donc un manque quant à la modélisation de la valeur durable. Nous devons ainsi mieux prendre en compte la complexité du problème dans la modélisation de la valeur créée par le projet.

2.2.3 Conclusion concernant la modélisation

Nous avons mis en évidence des questionnements et des besoins de rattachements théoriques à d'autres disciplines pour caractériser la valeur durable apportée par le projet. De plus, des manques ont été identifiés pour modéliser la valeur durable d'un projet.

Des apports académiques sont nécessaires pour modéliser la valeur apportée au pays hôte. Nous pouvons dès lors formuler une première question de recherche :

Question 1 :

Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?

Cette question de la modélisation joue également sur la manière d'estimer les impacts d'une stratégie, ce qui est développé dans la Section suivante.

2.3 Estimation des impacts d'une stratégie

La section précédente a décelé un manque académique concernant la modélisation de la valeur durable apportée par le projet. Celle-ci a une influence directe sur l'estimation des impacts d'une stratégie sur le pays hôte.

Estimer les impacts d'une stratégie consiste en un processus clairement établi qui associe une ou plusieurs valeurs aux impacts d'une stratégie. L'estimation dépend ainsi directement de ses intrants - comprenant la manière de modéliser la valeur apportée au pays hôte. Celle-ci doit aussi particulièrement adapter ses extrants aux décideurs.

Dans l'ensemble du mémoire, nous faisons la distinction entre ce que nous appelons estimation et évaluation. L'estimation contribue à quantifier les différents impacts des stratégies. Elle fournit de l'information pour l'évaluation.

D'après Tsoukiàs (2007), un modèle d'évaluation est constitué d'un ensemble de dimensions sous lesquelles des alternatives vont être observées et les moyens de les évaluer, une structure de critères pour prendre en compte les préférences du décideur, ainsi qu'une procédure qui synthétise les informations en une évaluation plus concise. Un modèle d'évaluation diffère donc d'un modèle d'estimation par l'intégration de la notion de préférence. Il a pour but de conduire à une décision plutôt qu'à quantifier des impacts.

Nous cherchons ici à donner les éléments de littérature tant industriels qu'académiques qui répondent à cette question d'estimation. Suivant les exigences du contexte en chapitre 1, la question de l'estimation nous amène à prendre en compte :

- **Les divers objectifs et les diverses natures d'impacts.** Le chapitre précédent a mis en exergue la diversité d'objectifs pour le choix d'une stratégie ICV. Une méthode d'estimation adaptée à notre contexte doit pouvoir rendre compte de cette diversité de dimensions. Ceci fait également écho aux exigences industrielles 1 et 2.
- **La durabilité du développement.** Le chapitre 1 a montré que notre contexte se caractérise par une phase d'expansion forte de l'économie locale lors du projet, suivie d'une récession. Le choix d'une stratégie ICV doit ainsi prendre en compte court et long terme.

Nous présentons les méthodes en deux phases. Une première se focalise sur les méthodes académiques, une seconde sur les méthodes appliquées dans le domaine extractif.

2.3.1 Estimations des impacts d'une stratégie (milieu académique)

La formulation d'une stratégie ICV doit prendre en compte les objectifs des deux principaux décideurs. Ces objectifs permettent d'identifier les différents impacts auxquels les décideurs prêtent attention. Ces impacts sont de diverses natures. Ceux-ci peuvent par exemple être liés à des objectifs d'emploi, d'éducation, des objectifs environnementaux ou financiers. Le choix d'une méthodologie d'estimation doit rendre compte de cette diversité d'objectifs. En outre, des notions de durabilité doivent être intégrées dans ces modélisations. Notre revue de littérature met en exergue plusieurs méthodologies pour répondre à cela.

Pour commencer, les **modèles d'équilibre général calculable** sont utilisés pour étudier les impacts de politiques macroéconomiques sur un pays et son économie. Ils permettent de prendre en compte les aspects dynamiques d'un choc et ce qu'il engendre sur différents agents dans le temps (Burfisher, 2011). Des exemples concrets existent dans la littérature pour des pays pétroliers (Berg *et al.*, 2010; Basu *et al.*, 2013). Ils examinent les effets macroéconomiques pour un pays d'une augmentation des recettes liées aux ressources naturelles et les effets de diverses réponses politiques. Ces modèles requièrent de nombreuses données pour être mis en place. Dans le cas de (Basu *et al.*, 2013), le pays est modélisé par

sept acteurs⁴ et requiert la détermination trente-sept paramètres. Les données de sortie du modèle sont des données économiques comme les dépenses publiques en fonction du temps, le taux de change entre deux produits, les prix des biens produits par différents secteurs, etc.

Les **modèles input-output** sont moins sophistiqués que les modèles d'équilibre général calculable. Toutefois, la moindre sophistication a pour conséquence de ne pas pouvoir expliquer de nombreux phénomènes. Des biais existent par les hypothèses de ces modèles. Nous citons entre autres la non-prise en compte des économies d'échelles, la non-prise en compte de l'élasticité des prix, l'immédiateté de la réponse à la demande, la non-substitution entre produits, la non-prise en compte des changements technologiques, la proportion d'importation considérée constante... (Miller et Blair, 2009). Ces modèles ont été adaptés au contexte pétrolier pour quantifier des impacts du contenu local sur divers secteurs à São Tomé et Príncipe (Klueh *et al.*, 2007). Des évolutions actuelles cherchent à intégrer des éléments environnementaux comme des émissions de CO₂ (Suh ; 2009). Des données économiques sont nécessaires et non forcément disponibles dans les pays dans lesquels Total agit.

La **dynamique des systèmes** cherche à simuler le comportement de systèmes dans le temps par des stocks en interaction (Serman, 2000; Bala & al., 2017). A pas de temps donné, ces stocks sont affectés par différents flux. Elle est reconnue pour sa capacité de modélisation de systèmes complexes. Elle permet de mieux comprendre des comportements difficilement prédictibles et souvent contre-intuitifs à la fois par de la simulation (aspect quantitatif) mais aussi par des modes de représentation adaptés (aspect qualitatif) (Lame, 2017). Elle a été utilisée pour quantifier divers impacts du tourisme (Asasuppakit et Thiengburanathum, 2014) ou de projets de construction (Zhang *et al.*, 2014). Celle-ci peut donc être transposable à notre approche. La durabilité d'un système peut également y être estimée par l'évolution des différents stocks. L'exemple notable est celui du club de Rome (Meadows *et al.*, 1972 ; Meadows, Randers et Meadows, 2005). Celui-ci avait jugé de la non-soutenabilité de la croissance mondiale. Ces méthodes requièrent cependant de nombreux éléments de modélisation parfois difficiles à justifier par l'inclusion de variables pour lesquelles il n'existe pas de données réelles (Bala & al., 2017).

Les **méthodes d'évaluation⁵ économique** sont des méthodes décrites par une littérature abondante (Freeman III et al., 2014, chap. 9 à 11; Mavsar et al., 2014, chap. 5). Elles permettent d'estimer la valeur monétaire d'un certain changement dans la quantité et/ou la qualité des biens et de services environnementaux. Elles ont l'avantage d'estimer de manière prévisionnelle des impacts de différentes natures. Parmi elles se retrouvent les méthodes de préférences déclarées. Elles sont basées sur des déclarations d'individus suite à des questions sur des situations hypothétiques. Existente également les méthodes de préférences révélées. Elles sont basées sur les comportements réels des personnes observées. Ces deux méthodes requièrent un effort important de recueil de données. De plus, les estimations possèdent de nombreux biais selon les conditions de recueil. Elles ont de plus une volatilité dans le temps. Pour faire face au besoin important de données, d'autres méthodes existent : les méthodes de transfert. Elles utilisent les estimations économiques d'études antérieures et les extrapolent pour évaluer une autre situation (Rozan et Stenger, 2000; European Commission - Peter Bickel et Rainer Friedrich, 2005; Johnston et Rosenberger, 2015). La présence d'un cas d'étude préalable et similaire est nécessaire. Ainsi, l'utilisation de ce genre de méthode est restrictive dans notre contexte. En effet, des pays comme le Brésil, l'Angola ou la Papouasie-Nouvelle-Guinée ont des structures économiques différentes. Même si elles permettent d'estimer différents effets de diverses natures (par exemple réduction du

⁴ Les acteurs modélisés sont trois secteurs économiques, les ménages, les entreprises, le gouvernement et une banque centrale. On a également modélisé leur comportement économique.

⁵ Le terme « évaluation » est ici tiré de la littérature. Il correspond dans notre vision à la notion de d'estimation pour l'ensemble de ce paragraphe.

risque de mortalité, services produit par l'environnement, impact du bruit) les méthodes d'évaluation économique nécessitent une forte expertise pour pouvoir être utilisées.

Des méthodes liées à la durabilité permettent de prendre en compte des effets de différentes natures comme les **indicateurs dérivés du PIB** (Pearce et Atkinson, 1993 ; Daly et Cobb, 1994; Stiglitz et al., 2008). Ils ne permettent pas d'intégrer correctement des éléments liés à la déplétion du capital naturel ou du capital humain. Ces estimations sont difficiles à réaliser (Thiry, 2012 ; Neumayer, 2013). Nous pouvons également citer des indices (UNDP, 1990 ; Rees, 1992 ; Singh *et al.*, 2009, 2012 ; Čuček, Klemeš et Kravanja, 2012). Ceux-ci sont intéressants, car ils permettent de prendre en compte diverses dimensions. Toutefois, ils nécessitent une conception détaillée. En effet, leur construction nécessite de prendre en compte diverses dimensions bien définies, des poids et des méthodes d'agrégation (Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2008 ; Singh *et al.*, 2009, 2012).

Les tableaux de bord consistent à détenir une liste d'indicateurs des différents attributs des dimensions durables à mesurer. De nombreux éléments de littérature mettent en avant une grande diversité et hétérogénéité de tableaux de bord (Stiglitz et al., 2008 ; Kulig et al., 2010). Une critique majeure émane à leur rencontre. Principalement, leur conception se révèle être d'une grande faiblesse : ceux-ci ne sont pas conçus de manière théorique (Kulig et al., 2010 ; Hák et al., 2016). Par cette diversité d'indicateurs, de contextes et du manque de théorie, la conception d'indicateurs est donc difficile.

Pour justifier la construction d'un système d'indicateurs, nous pouvons citer les méthodes issues des **analyses de cycle de vie** (International Standards Organization, 2006 ; British Standards Institution, 2014). Celles-ci cherchent à étudier les impacts d'un produit le long de son cycle de vie. Elles ont déjà été mises en application dans le secteur extractif (Azapagic, 2004). Toutefois, ces méthodes possèdent des manques vis-à-vis des impacts sociaux et sociétaux comme mentionné dans (Jørgensen *et al.*, 2008 ; Benoît *et al.*, 2010 ; Wu, Yang et Chen, 2014). Ces références parlent également des problèmes liés aux aspects subjectifs, la diversité des indicateurs dans les études et leur sensibilité au contexte. Cette limitation est également présente pour les tableaux de bord.

Conclusion partielle : de nombreuses méthodes d'estimations existent dans la littérature. Leurs utilisations impliquent de nombreuses hypothèses à mettre en place. Une application à notre contexte implique une réflexion académique.

2.3.2 Estimations des effets d'une stratégie (dans l'O&G)

D'autres méthodes ont cherché à estimer des impacts dans le domaine extractif.

L'outil d'évaluation financière **FV-Tool** (IFC, 2012) sert à calculer des rendements financiers sur des investissements durables. Il permet de questionner un décideur sur des initiatives en termes de durabilité afin de savoir si elles permettent de créer ou protéger la valeur de projets. Il permet également de gérer les risques liés aux opérations. Le résultat est donné sous forme d'une Valeur Actualisée Nette. Toutefois, elle possède quelques défauts (IFC, 2015). Elle nécessite une expertise pour savoir de quelle manière modéliser correctement les risques ainsi que pour estimer les différents flux financiers. Cette difficulté d'estimation fait écho aux faiblesses des méthodes d'évaluation présentée précédemment. Elle requiert également un engagement inter-fonctionnel dans l'entreprise ainsi que du temps et des ressources. Cela est difficilement applicable en période de crise du baril. Enfin, celle-ci est plus focalisée sur une vision projet que sur le pays hôte – ce qui ne répond pas aux objectifs de tous.

Le modèle **SELCE (Saipem Externalities Local Content Evaluation)** a pour objectif de donner une estimation de l'impact socio-économique généré localement par les activités de SAIPEM. Cette méthode est issue du constat que les métriques de performance utilisées dans le pays hôte n'étaient pas représentatives des impacts positifs créés. Cette

méthode a également une portée marketing pour promouvoir SAIPEM dans ses rapports annuels de développement durable (SAIPEM, 2016). Elle regarde les effets directs, indirects et induits des activités de SAIPEM. Trois dimensions sont observées : les extrants économiques, l'emploi et le développement du capital humain. Les effets induits et indirects des deux premières dimensions sont calculés à partir de multiplicateurs économiques. Les effets indirects du développement du capital humain sont calculés par la différence de salaire qu'implique la formation. L'estimation est donnée par un calcul de VAN (Valeur Actuelle Nette). Les effets induits sont la prise en compte de revenus supplémentaires pour le gouvernement et une augmentation de la consommation des ménages. Les avantages de la méthode sont, d'une part qu'elle fournit des données communicables pour caractériser l'impact positif de SAIPEM dans un pays donné, d'autre part qu'elle rend compte de certains effets indirects de projets. Néanmoins, elle est récapitulative et a donc besoin de données post-projet. Elle n'est donc pas applicable à notre contexte qui requiert une méthode prédictive. De plus, elle ne s'intéresse qu'à trois dimensions d'impacts, elle ne couvre donc pas tous les critères que des stratégies de type In-Country Value peuvent affecter.

Nous citons enfin le l'outil **SEAT (Socio-Economic Assessment Toolbox)** (Anglo American, 2012) développé par l'acteur minier AngloAmerican. Il constitue une approche de gestion des impacts sur les communautés locales. Ses objectifs sont de répondre aux questions de conformité sociale locale. Elle se compose d'un processus en sept étapes recouvrant toutes les phases d'un projet minier :

1. Définition des opérations d'AngloAmerican
2. Définition et collaboration avec les parties prenantes
3. Évaluation des impacts
4. Gestion de la performance sociale
5. Gestion des bénéfices socioéconomiques
6. Développement d'un plan de gestion sociale
7. Rapport des activités

Les principaux avantages de SEAT sont de proposer une gamme d'outils dans le cadre d'activités minières pour prendre en compte les impacts sociétaux. Parmi ces outils se trouvent des exemples de reporting tels que les principaux approvisionnements issus des communautés locales, la proportion d'employés issus des communautés locales, des détails sur les prochains investissements locaux et leurs possibles impacts économiques. SEAT constitue un cadre global orienté vers des objectifs différents des nôtres : il ne cherche pas à comparer des actions LC à des actions ICV. Il ne donne d'ailleurs que des lignes directrices pour estimer des stratégies.

Conclusion partielle : Les méthodes d'estimations en contexte industriel présentent des aspects intéressants à reprendre dans nos démarches. Toutefois, ces méthodes nécessitent d'être transposées à notre problème.

2.3.3 Conclusion

Les méthodes d'estimation présentent des aspects intéressants à reprendre dans nos démarches. Toutefois, elles nécessitent la prise d'hypothèses, d'être transposées à notre problème et de s'adapter à des données en phase conceptuelle de projet.

Question 2 :

Comment adapter une méthode d'estimation des valeurs créées localement en contexte industriel ?

2.4 Méthodes d'aide à la décision

Cette section se focalise sur l'aide à la décision. Nous définissons l'aide à la décision comme « l'activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités, mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part » suivant la définition de Roy (1985). Nous étudions dans cette section les différentes méthodes pouvant y correspondre.

Les projets pétroliers, à budget limité, doivent choisir où investir pour répondre à des exigences de développement des pays hôtes. Cette décision doit intégrer la prise en compte de diverses dimensions. Elles ne sont pas purement financières (surcoût pour le projet), mais également environnementales (stock de pollution) ou sociétales (risque de perte d'un héritage culturel d'une communauté locale).

Notre revue de littérature a montré un manque concernant l'aide à la décision dans le choix de stratégies de contenu local. Nous mentionnons (Klueh *et al.*, 2007; Klueh *et al.*, 2009), qui ont réalisé une proposition pour aider à la décision entre des activités pour développer le contenu local. Ils l'ont appliquée au cas de Sao Tomé-et-Principe. Leur méthode consistait à identifier les actions les plus cohérentes avec le milieu local. Ils identifiaient un sous-ensemble d'activités pouvant être candidates. Ils utilisèrent sept critères économiques pour rendre compte des activités les plus viables. L'inconvénient de ce genre de pratique a été mis en avant par les auteurs : l'approche est faite par jugement d'experts et le choix s'effectue de manière qualitative et uniquement sur des critères économiques (Klueh *et al.*, 2007). Cette méthode s'est donc montrée inadaptée à notre contexte.

Nous présentons par la suite deux paradigmes présents dans la littérature : les approches monocritère et multicritère. Nous ferons un parallèle avec la décision de stratégies ICVs pour ancrer ces méthodes génériques à la thèse.

Les méthodes unicritères sont très fréquemment utilisées. Elles rendent compte de la viabilité des stratégies entreprises. Principalement, des méthodes monétaires ont été développées pour aider à la décision de projets ou de politiques dans des contextes où les ressources sont limitées. L'objectif est une recherche d'efficacité entre scénarios. Pour ce faire, ces méthodes monétisent les impacts multicritères. Deux méthodes sont couramment utilisées : les méthodes d'Analyse Coût-Bénéfice (ACB) et d'Analyse Coût-Efficacité (ACE).

Les **méthodes d'ACB** sont utilisées pour déterminer la valeur créée par un projet, un programme ou une politique. Elle utilise des indicateurs chiffrés comme la Valeur Actualisée Nette (VAN) ou le Taux de Rendement Interne (TRI) pour aider à la décision. Le principal avantage de l'ACB est d'avoir un principe bien établi et une large littérature la couvrant (Pearce *et al.*, 2006). Cette méthode peut mesurer l'impact partiel ou les effets d'une intervention. Pour preuve, on l'utilise dans de nombreux domaines : transport (Ferland, 2006, 2008), énergie (O'Mahoney *et al.*, 2013), infrastructures (J.Lebo *et Schelling*, 2001). Ces domaines sont proches de problématiques possibles pour des actions d'In-Country Value. Enfin, il s'agit d'une méthode intéressante par sa démarche : elle donne la possibilité d'explicitier des hypothèses économiques souvent négligées au stade de la conception de projet (Damart *et Roy*, 2007). Néanmoins, cette méthode est décriée en de nombreux autres points (Bouyssou *et al.*, 2000 ; Pearce *et al.*, 2006 ; Damart *et Roy*, 2007 ; Ackerman, 2008). Premièrement, les estimations financières peuvent être difficiles. Cela fait écho aux problèmes liés à l'utilisation de méthodes d'évaluation économique. Ainsi, certains impacts socio-environnementaux dans notre contexte d'ICV sont difficilement pris en compte par

cette méthode. Deuxièmement, par leur nature agrégative, ces méthodes diluent les dimensions mesurées. Des effets de compensation peuvent intervenir. Cela peut être néfaste pour des populations locales qui verraient leur importance minimisée face à des enjeux financiers. Le troisième argument décrivant ces méthodes est lié à la durabilité. Les méthodes d'efficacité économique utilisent un taux d'actualisation. Or, un taux d'actualisation bas (/ haut) implique de (dé)favoriser la génération présente au détriment (/ à l'avantage) de la future génération. Cela pose de nombreuses difficultés pour construire l'aide à la décision.

Les **méthodes d'ACE** rendent compte de l'efficacité d'une action. L'efficacité est mesurée en fonction d'un résultat unique. Elle donne la mesure d'un impact à un coût donné. Par l'obligation de caractériser un objectif principal, il ne peut que comparer des approches destinées à produire des impacts similaires. Cela rend ce genre de pratique difficile à appliquer dans notre contexte par les natures diverses des effets de stratégies ICV et de stratégies LC.

La vision unicritère semble donc assez restreinte. Notre problématique industrielle ne peut être seulement appréhendée avec une unique variable. C'est pour cela qu'ont été développées des méthodologies d'aide à la décision multicritère.

Les **méthodologies d'aide à la décision multicritère** (Martel et Rousseau, 1993 ; Damart et Roy, 2007 ; Ackerman, 2008) permettent de prendre en compte plusieurs critères, souvent conflictuels, sans avoir besoin de formalisme excessif. Contrairement aux méthodes ACB, les évaluations peuvent être intégrées sous forme qualitative.

Nous prendrons pour illustrer cette partie des problèmes de sélection d'infrastructures routières. Ce type de problématique est envisageable dans la proposition d'actions ICV. Elles constituent également un bon exemple concernant les impacts multicritères. De telles infrastructures impliquent par exemple des pertes de surface, des impacts sur la faune et la flore, des nuisances sonores sur des riverains et des atouts économiques.

L'analyse multicritère introduit des jugements arbitraires et subjectifs sur des critères (Beria et al., 2012). En conséquence, le choix des critères à inclure ainsi que leur importance relative influent sur le résultat final (Ackerman, 2008). Dans le cas des infrastructures, la divergence des contextes a montré des sélections de critères distinctes. Par exemple, les problèmes de sélection en Iran (Fatemeh Haghghat, 2011) se focalisent sur des notions financières et de sécurité. En Europe, les critères environnementaux sont plus présents (Sarrazin et Smet, 2014). En Suisse, la conciliation des points de vue de différentes communautés est le point déterminant de la décision (Tillé, 2001).

De plus, une diversité de choix de modélisation existe (Mardani *et al.*, 2015). Cela est lié à l'existence de nombreuses typologies de problème (Guitouni et al., 1999). Nous avons remarqué que pour le choix de routes, l'ingénierie du problème était importante. Tsoukiàs et Ralijaona (2006) par la structure de leur problème à Madagascar ont cherché à associer des alternatives à des classes. D'autres comme (Niksa et Snjezana, 2010; Fatemeh Haghghat, 2011) cherchaient directement à classer des alternatives.

Le choix d'une méthodologie n'est pas forcément évident (Roy et Słowiński, 2013). De par la spécificité de notre problème, une construction robuste et adaptée doit être proposée.

Conclusion partielle : nous retenons que seules les méthodes d'aide à la décision multicritère peuvent répondre à notre problème. Toutefois, ces méthodes nécessitent une réflexion dans leur conception. Par la multitude des méthodes, il faut savoir laquelle choisir et l'adapter au contexte. **Un travail académique est nécessaire pour trouver une méthodologie d'aide à la décision multicritère en adéquation avec le problème de sélection de stratégies ICV.** Ce travail de conception doit à la fois prendre en compte les différentes dimensions, mais aussi la présence de plusieurs décideurs.

Cela nous amène à poser une troisième question de recherche :

Question 3 :

Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

2.5 Problématique académique, questions de recherche et démarche.

Cette section résume la problématique académique, les questions de recherche et la démarche globale de ce mémoire pour y répondre.

Problématique académique et questions de recherche

Le chapitre précédent a mis en évidence trois manques pour répondre à la problématique industrielle. Ce chapitre a cherché à déterminer des éléments de résolution issus de littératures académiques et industrielles. Nous avons décelé que les trois manques ne pouvaient être directement résolus. Dès lors, de par l'écart entre la problématique industrielle et la littérature émerge une problématique académique :

« Comment modéliser et mesurer les valeurs apportées aux pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration de stratégies d'In-Country-Value ? »

Trois questions de recherche se dégagent de cette problématique académique :

1. Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
2. Comment adapter une méthode d'estimation des valeurs créées localement en contexte industriel ?
3. Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

La partie suivante décrit la démarche globale du mémoire et de recherche.

Démarche

Notre démarche a commencé au **chapitre 1** par une observation sur le terrain des pratiques de LC des entreprises. Nous avons de plus approfondi ces études par une revue de littérature sur le LC. L'ensemble des éléments rassemblés a amené à s'interroger sur l'émergence de l'ICV. Un besoin industriel a émergé. Celui-ci a été catégorisé en une problématique industrielle et trois principales exigences industrielles.

Ce chapitre 2 a permis de structurer un processus d'aide à la décision (figure 2.4), au sein duquel trois manques restent visibles, correspondant aux trois chapitres suivants (voir figure 2.5).

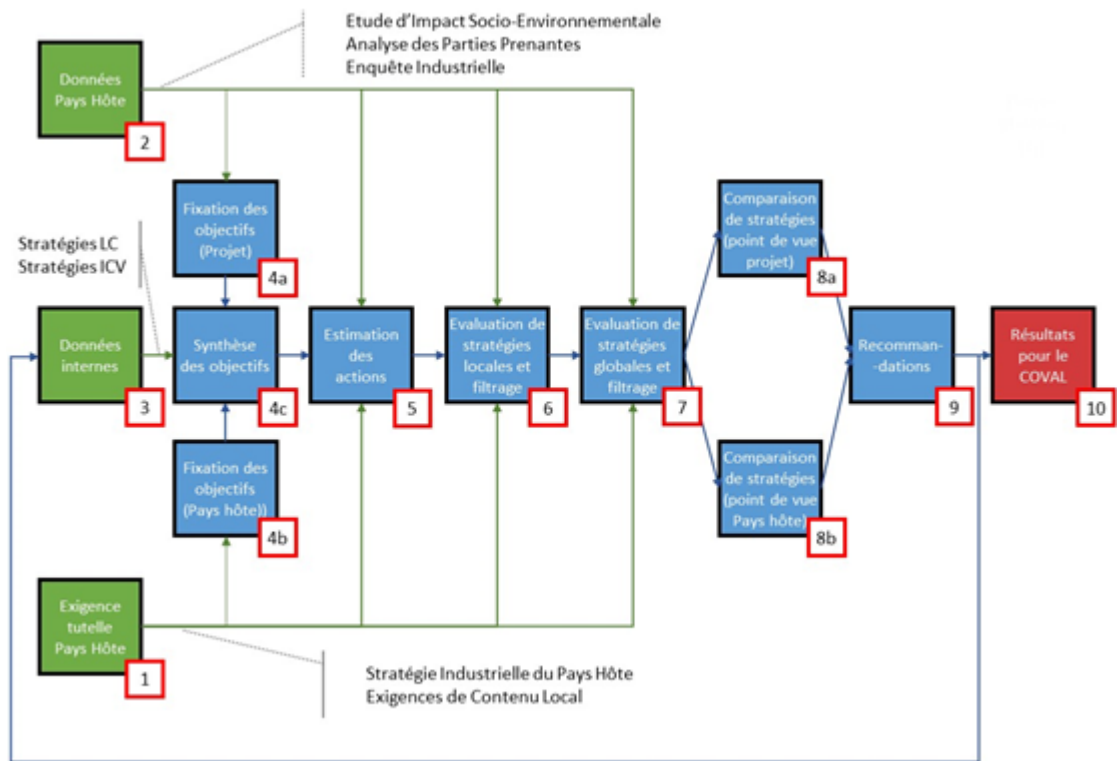


Figure 2.4: Processus d'aide à la décision

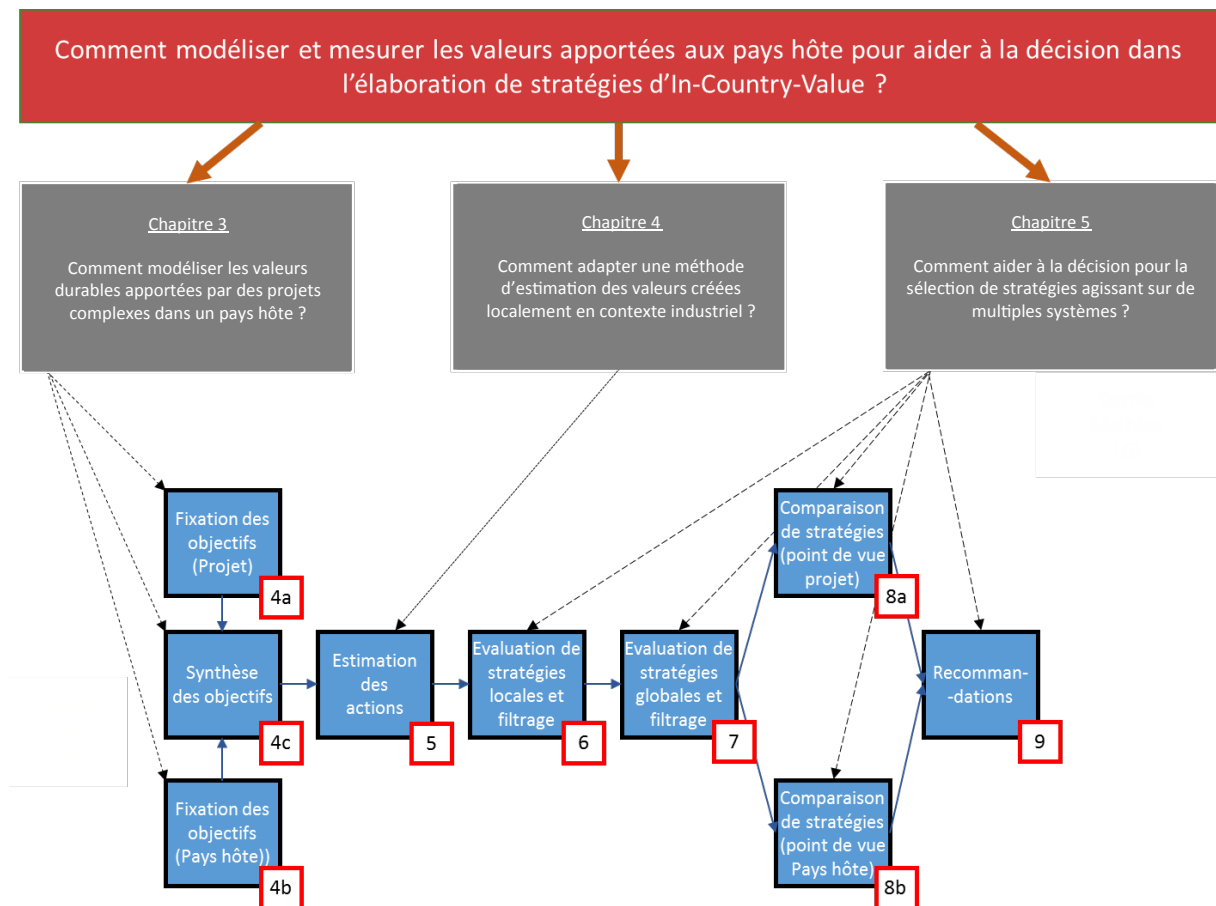


Figure 2.5 : Positionnement des chapitres dans le processus d'aide à la décision

Le **chapitre 3** répond à la question de la modélisation. Il cherche dans un premier temps à synthétiser les attributs d'une valeur durable. Ceux-ci induisent par la suite la justification d'une approche systémique pour modéliser la valeur créée dans le pays hôte. En conséquence d'une telle approche, un système de représentation est nécessaire. Une hypothèse est dès lors effectuée. Celle-ci est justifiée par une analyse fréquentielle d'éléments de littérature. Suivant ce travail, trois résultats sont obtenus :

1. Un système de représentation pour modéliser le pays hôte et la valeur durable créée dans celui-ci.
2. Un aperçu global des indicateurs de développement durable dans la littérature
3. Une base de données d'indicateurs de développement durable

Toutefois, la modélisation est indissociable de l'estimation. Une question se pose quant à l'opérabilité et la mise en place des éléments de ce chapitre pour estimer des stratégies ICV.

Le **chapitre 4** porte sur cette question d'estimation. Il part des éléments de modélisation du chapitre 4. Il constate également que les indicateurs de développement durable sont souvent détachés des objectifs des décideurs. En conséquence, il relie par une approche Matricielle Multi-Domaines les objectifs des décideurs, les éléments de modélisation et les stratégies. Une justification de l'approche sur un cas d'étude est proposée. Compte tenu du contexte opérationnel, la justification du choix du cas d'étude est effectuée. L'estimation des impacts de différentes stratégies est effectuée selon le système de représentation développé au chapitre 4. Cependant, il apparaît des difficultés quant au choix entre diverses stratégies. Celles-ci appellent à une aide à la décision.

Le **chapitre 5** s'adresse donc à l'aide à la décision. Dans un premier temps, il met en exergue la difficulté de la situation décisionnelle. En conséquence, il préconise l'utilisation de méthodologies d'aide à la décision multicritère. Nous adaptons dans un premier temps les estimations de stratégies pour pouvoir être traitées comme un problème d'aide à la décision multicritère. Dans un second temps, nous déterminons la difficulté de choix

Chapitre 3: Modélisation de la valeur durable apportée au pays hôte.

Résumé du chapitre

L'objectif de ce chapitre est de définir et de comprendre comment modéliser la valeur durable apportée à un pays hôte. Un modèle constitue une représentation de la réalité intégrant des connaissances, mais étant aussi source de connaissance (Naslin, 1974). Ainsi, la modélisation permettra d'aiguiller un décideur sur le choix de stratégies ICV.

Nous mettons en évidence qu'une large littérature se concentre sur la définition de la valeur (Ahmed et Yannou, 2003 ; Schindler, 2009 ; Poissonier, 2013 ; Laursen et Svejvig, 2015). Nous déterminons sept attributs pour modéliser celle-ci. Ces attributs induisent une certaine complexité dans la modélisation de la valeur. De cette complexité émerge l'utilisation d'une approche systémique.

De telles approches nécessitent un système de représentation pour modéliser la valeur apportée au pays hôte. Nous faisons ensuite une hypothèse de modélisation : *Le système pays hôte est constitué de sous-systèmes. Ces sous-systèmes regroupent les parties prenantes et les capitaux impactés/impactant les activités des pétroliers. À partir d'une telle modélisation, nous pouvons caractériser les valeurs au sein du pays hôte comme des flux entre des capitaux/parties prenantes.* De cette manière, les impacts du projet sur le pays hôte peuvent être assimilés à différents flux entre capitaux/parties prenantes.

Pour justifier cette hypothèse, nous déterminons une taxonomie de capitaux associés à un pays hôte. Cet ensemble est jugé représentatif si toute évaluation d'un impact sur un système peut être modélisée par des flux entre ces capitaux. Il est également représentatif si toute évaluation d'un stock dans un pays hôte est assignable à un de ces capitaux. Ainsi, si un nombre satisfaisant d'indicateurs dans la littérature peut être assimilé à un flux entre capitaux ou à un stock de capital, l'hypothèse précédente peut être validée.

Nous effectuons ainsi une analyse fréquentielle d'indicateurs dans la littérature pour justifier notre choix de modélisation de la valeur. À partir d'une sélection justifiée de 297 articles parmi 1734, nous relevons 8130 indicateurs. Suivant une taxonomie également justifiée des capitaux, nous pouvons classer chaque indicateur comme un flux ou un stock.

Trois éléments forts ressortent dès lors de cette analyse :

1. Par le faible pourcentage d'indicateurs rejetés, nous justifions notre hypothèse et la modélisation du système pays hôte à partir de la taxonomie de capitaux.
2. En ayant référencé un nombre important d'articles avec leurs indicateurs, nous pouvons avoir un aperçu global de la littérature. Cet aperçu permet de relativiser la conception de systèmes d'indicateurs de durabilité.
3. L'ensemble d'indicateurs listés et classés permet d'obtenir une base de données pouvant être réutilisée pour l'estimation de l'impact d'une stratégie.

Mots clefs : Valeur, Approche par capital, Modélisation, Approche systémique, Développement durable, Analyse fréquentielle, Impacts de projets.

3.1 Introduction

La modélisation est une partie essentielle et inséparable des disciplines scientifiques. Les modèles ont deux rôles importants dans les organisations (Bérard, 2009) : ils intègrent des connaissances (1), mais sont également eux-mêmes source de connaissance (2). Modéliser la valeur durable apportée par le projet au pays hôte pose dès lors deux questions substantielles :

1. Quelles connaissances doit-on intégrer dans la construction appropriée d'un modèle de la valeur durable apportée par le projet au pays hôte ?
2. Comment modéliser la valeur durable apportée par le projet au pays hôte pour aider à sa compréhension ?

Nous construisons ce chapitre suivant ces deux sous-problématiques.

La première question implique de mener une réflexion préliminaire sur la modélisation de la valeur. Il apparaît que cette notion a été largement traitée dans la littérature sans qu'aucune définition ne fasse consensus (Ahmed et Yannou, 2003). Ainsi, un travail préliminaire de définition de la valeur est à considérer dans la construction du modèle. Nous constituons celui-ci selon quatre axes en section 3.2. Nous en ressortons sept attributs de la valeur durable. Ils permettront de mettre en évidence les connaissances à intégrer. Ils seront à la base de la modélisation de la valeur.

Ces attributs révéleront une certaine complexité du problème. Or, pour des problèmes complexes, la question de la simplification par le modèle est à double tranchant. D'un côté une simplification trop forte donnera lieu à une image erronée du problème. Au contraire, un modèle plus réaliste pourrait s'avérer trop complexe, celui-ci serait alors difficile à construire et à interpréter. Nous chercherons ainsi à déterminer le point de vue à aborder pour la modélisation en début de section 3.3. Nous répondrons ainsi à une première sous-problématique concernant la modélisation de la valeur.

La deuxième question se penche sur la manière de simplifier la réalité pour aider à la compréhension de la création de valeur dans le pays hôte. Elle intègre directement les résultats de la première sous-question. En fin de section 3.3, un point de vue systémique nous amène à construire un système de représentation. Une hypothèse de modélisation est alors réalisée. Cette hypothèse est validée en section 3.4 par une analyse fréquentielle des indicateurs de développement durable dans la littérature.

La section 3.5 conclut le chapitre. Elle dresse un bilan de ce qui a été entrepris. Elle confronte les apports de ce chapitre face aux exigences industrielles et aux problématiques académiques. Enfin, elle met en avant l'aspect conceptuel de la démarche. Cela appelle à opérationnaliser celle-ci pour établir l'estimation.

3.2 Détermination des attributs de la valeur

Cette partie mène une réflexion préliminaire sur ce que l'on entend par la création de valeur durable dans un pays hôte dans le cadre de projets. Cette réflexion permettra de sélectionner les connaissances à intégrer dans la modélisation de la valeur. Nous informons le lecteur que dans la suite du mémoire, nous parlerons de valeur au singulier ou au pluriel de manière interchangeable.

Cette section fait une revue de la littérature pour définir le terme valeur. Nous démontrons plus en détail le manque de consensus sur une définition commune (déjà évoqué en Chapitre 2). Ensuite, par l'examen de la polysémie de la valeur, nous déduisons les attributs d'une valeur durable pour un projet.

Attributs de la valeur dans la littérature

La valeur est un concept difficile à aborder. Cela est dû aux mélanges de notions diverses : valeur, création de valeur et rétention de valeur (Bowman et Ambrosini, 2000; Lepak, et al., 2007). La centralité de cette notion dans diverses disciplines et différents contextes a rendu cette notion polysémique (Ahmed et Yannou, 2003; Martinez-Hernandez, 2003). Il en ressort néanmoins des attributs. Elle cherche à mesurer un effet important pour un acteur tout en minimisant les sacrifices consentis (Brandenburger et Stuart, 1996; Echaudemaison *et al.*, 2006). Elle a évolué au cours du temps pour être centrée vers une diversité d'acteur (Schindler, 2009; Hemmer Gudme et Poissonier, 2013) — cela faisant ressortir des notions de préférences et d'intérêts pour la caractériser (Ahmed et Yannou, 2003; Schindler, 2009; Pendaries, 2011). Les facteurs sur lesquels sont basées les valeurs sont à la fois tangibles et immatériels (Fustec *et al.*, 2011). Il est enfin nécessaire de prendre en compte la création et la rétention comme attributs (Bowman et Ambrosini, 2000; Fischer, 2011; Della Corte et Del Gaudio, 2014). Ce phénomène doit prendre en compte des effets d'externalités (Samsura et Krabben, 2011; Pavlinek et Zenka, 2015).

Attributs de la valeur durable dans la littérature

Nous parlons ici des attributs d'une valeur durable. Nous posons également ici des définitions qui seront importantes par la suite dans notre démarche et les relient avec des notions déjà développées.

Le concept de valeur durable est difficile à aborder. Il repart des modes de pensée qui ont fait émerger cette notion (Meadows *et al.*, 1972; World Commission on Environment and Development, 1987). Par la diversité d'acteurs l'ayant développée (Moreno, et al., 2014), la notion de développement durable a donné lieu à de nombreuses interprétations (Marshall et Toffel, 2005, Da Costa 2013).

Nous nous sommes appuyés sur Neumayer (2013) et la notion d'utilité qui se définit en économie comme la mesure de la satisfaction obtenue par la consommation de biens et de services. Un développement est considéré comme durable s'il n'affecte pas la capacité de fournir une utilité croissante dans le temps par habitant.

Cette capacité de fournir une utilité, nous la relient à la notion de capital du chapitre 2. Un capital peut se définir comme un stock contribuant au bien-être par l'apport de biens et de services. Notre vision du capital suit ce qui a été énoncé au chapitre 2 sur la croissance endogène : il ne se réduit pas à des biens de production ou des infrastructures (Lucas, 1988 ; Romer, 1990). Il en intègre d'autres éléments comme le capital humain, capital naturel ou financier (Ekins, 1992; Ekins et Medhurst, 2006; Horsley *et al.*, 2015a).

L'introduction de la notion de capital est importante, car elle permet de caractériser une situation de durabilité. En effet, puisqu'ils sont des stocks contribuant au bien-être, une évolution croissante du capital implique une situation durable. Deux formes existent dès lors : la durabilité forte et la durabilité faible (Ekins et Medhurst, 2006, p. 478; Neumayer, 2013, pp. 23–25). La durabilité forte suppose un développement sans qu'aucun type de capital ne

décroisse. La durabilité faible quant à elle fait l'hypothèse d'une substituabilité entre les différents capitaux. Par exemple, une détérioration de l'environnement peut se justifier ou être compensée par une amélioration du capital productif. Puisque des activités pétrolières affectent du capital non renouvelable ou détériorent du capital naturel, nous nous placerons d'emblée dans le paradigme de durabilité faible.

Les deux points précédents sont importants. **Ils justifient la prise en compte de capitaux dans la modélisation de la valeur pour attester de la contribution de stratégies ICV dans le développement durable.**

En plus de cela, nous ressortons des outils d'estimations d'autres attributs. Ces estimations ont pour objectif principal d'établir une mesure (Nordhaus et Tobin, 1972; Rees, 1992; Daly et Cobb, 1994). Nous avons remarqué que les valeurs peuvent aider à faire un arbitrage entre générations suivant les réflexions de (World Commission on Environment and Development, 1987; Stiglitz et al., 2008; Acemoglu *et al.*, 2012) comme nous l'avons vu au chapitre 2. Ainsi, des mesures doivent en rendre compte (ex : Nordhaus et Tobin, 1972; Rees, 1992; Daly et Cobb, 1994). Elles doivent à la fois attester des créations de valeur (ex : Azapagic, 2004; Stamford et Azapagic, 2011; GRI, 2013) et de la manière dont celle-ci est retenue (Azapagic, 2004 ; Zhao *et al.*, 2012 ; Uhlmann *et al.*, 2014). Ces multiples dimensions sont soumises à des effets indirects et d'externalité (Pigou, 1920 ; Romer, 1986 ; Lucas, 1988 ; Da Costa, 2016).

Attributs de la valeur apportée par des projets dans la littérature

Nous avons défini un projet au chapitre précédent. Nous avons mis en évidence qu'il se distingue des opérations en entreprises de nature continue et répétitive (Project Management Institute, 2013). Nous avons également défini le triangle d'or (triptyque coût, délais et qualité) qui caractérise la performance opérationnelle que l'on cherche à optimiser en management de projet. Deux visions de la valeur créée par les projets coexistent dans la littérature.

La première vision orientée vers le projet a généralement réduit la question de la valeur du projet à son succès. Le Triangle d'or est le standard généralement utilisé pour cette mesure (Fleming et Koppelman, 1998; Vanhoucke, 2009; Project Management Institute, 2011).

L'autre partie de la littérature met en avant que la valeur du projet se trouve dans les changements que le projet occasionne sur l'organisation (Atkinson, 1999; Zhai, Xin et Cheng, 2009; Andersen, 2014). Elles mettent souvent en avant l'implication de parties prenantes pour définir le succès du projet (Laursen et Svejvig, 2015; Marle et Vidal, 2016). L'implication des parties prenantes par leurs diversité et leur divergence d'intérêts donne un attribut multidimensionnel à la valeur (Lauras, et al., 2010; Marques et al., 2011). Par la complexité de l'environnement, ces performances peuvent être altérées par des effets indirects ou induits (Marle, 2014 ; Fang et al., 2015 ; Ventroux, 2016). Les parties prenantes selon leurs objectifs ont des intérêts sur ces dimensions (Vidal, 2009; Marle et Vidal, 2016). Beaucoup d'auteurs se sont intéressés aux impacts des projets (Thomas et Mullaly, 2007). On note également que des éléments de littérature récents prônent la prise en compte de la rétention de valeur (voir chapitre 2 section 2.2) dans la modélisation (Laursen et Svejvig, 2015).

Distinguer ces deux visions de valeur créée par le projet est important. Des éléments de littératures mettent en évidence que des échecs de projets suivant le Triangle d'or ont généré beaucoup de valeur dans l'organisation (Maniak *et al.*, 2014). Elles ont notamment eu des effets indirects sur d'autres projets (Damodaran et Stern, 2006; Maniak *et al.*, 2014). Le projet, même s'il ne donne pas satisfaction au présent, peut générer répondre à des besoins organisationnels dans le futur (Zwikaël et Smyrk, 2012; Andersen, 2014; Maniak *et al.*, 2014).

Valeur durable dans les projets

La réflexion concernant la valeur durable dans le management de projets est récente (Huemann et Silvius, 2015). Il en ressort des besoins de développement du sujet (Oehlmann, 2010 ; Økland, 2015). Nous notons que la durabilité y est prise en compte par l'ajout de dimensions durables aux indicateurs de performance usuelle (Labuschagne et Brent, 2005, 2008; Oehlmann, 2010). Ces indicateurs sont généralement construits dans le but de mesurer quantitativement ou qualitativement des effets (Labuschagne et Brent, 2008; Oehlmann, 2010). Des méthodes cherchent à caractériser des interactions des analyses du cycle de vie du projet, du produit et de l'actif pour caractériser les impacts (Labuschagne et Brent, 2005, 2008). D'autres partent des objectifs et des préférences des parties prenantes pour caractériser les valeurs durables (Sánchez, 2015).

Nous mettons toutefois en exergue la vision de (Maack et Davidsdottir, 2015) visant à intégrer une approche multi-capital pour caractériser la valeur ajoutée. Cette approche est proche de celle prescrite précédemment pour caractériser une valeur durable.

Synthèses des attributs de la valeur durable apportée par les projets

Nous avons montré un vide concernant la valeur durable apportée par les projets. Une revue de littérature a été effectuée en conséquence pour établir les connaissances à intégrer dans sa modélisation. Cette revue de littérature concernait les notions de valeur, valeur durable, valeur projet, valeur durable projet.

Dans chaque paragraphe, nous avons pu déterminer des attributs de la valeur durable apportée par le projet à modéliser. Nous avons répertorié l'ensemble des attributs de ces valeurs dans le tableau 3.1. Celui-ci intègre des exemples de références utilisées pour justifier les attributs et la correspondance avec des références.

Au final, nous dégageons sept attributs pour modéliser la valeur durable apportée par un projet :

1. Elle est mesurable.
2. Elle génère des effets directs, indirects, induits et des externalités.
3. Elle est créée par des parties prenantes par la présence du projet.
4. Elle est captée par des parties prenantes par la présence du projet.
5. Elle répond à un besoin présent et des objectifs établis.
6. Elle répond à un besoin futur.
7. Elle est de nature multidimensionnelle.

Tableau 3.1 : synthèse des attributs de la valeur à intégrer dans sa modélisation

		Revue de littérature			
		Valeur	Valeur durable	Valeur projet	Valeur durable projet
7 Attributs	Elle est mesurable	(Brandenburger et Stuart, 1996; Echaudemaison <i>et al.</i> , 2006; Hemmer Gudme et Poissonier, 2013)	(Nordhaus et Tobin, 1972; Rees, 1992; Meadows, 1998; Singh <i>et al.</i> , 2012)	(Fleming et Koppelman, 1998; Vanhoucke, 2009; Project Management Institute, 2011)	(Labuschagne et Brent, 2008; Oehlmann, 2010; Sánchez, 2015)
	Elle génère des effets directs, indirects, induits et des externalités	(Samsura et Krabben, 2011; Pavlmeek et Zenka, 2015)	(Pigou, 1920 ; Romer, 1990 ; Acemoglu <i>et al.</i> , 2012 ; Da Costa, 2016)	(Marle, 2014 ; Fang <i>et al.</i> , 2015 ; Ventroux, 2016)	
	Elle est créée par des parties prenantes ou des capitaux.	(Ahmed et Yannou, 2003; Schindler, 2009; Poissonier, 2013)	(Azapagic, 2004; Stamford et Azapagic, 2011; GRI, 2013b)	(Zwikaël et Smyrk, 2012; Laursen et Svejvig, 2015)	
	Elle est retenue par des parties prenantes ou des capitaux.	(Bowman et Ambrosini, 2000; Lepak, Smith et Taylor, 2007; Fischer, 2011; Della Corte et Del Gaudio, 2014)	(Azapagic, 2004; Zhao <i>et al.</i> 2012; Uhlmann <i>et al.</i> , 2014)	(Laursen et Svejvig, 2015).	(Maack et Davidsdottir, 2015a)
	Elle répond à un besoin présent et des objectifs établis		(World Commission on Environment et Development, 1987; Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2008; Acemoglu <i>et al.</i> 2012)	(Laursen et Svejvig, 2015; Marle et Vidal, 2016)	(Sánchez, 2015)
	Elle répond à un besoin futur		(World Commission on Environment and Development, 1987; Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2008; Acemoglu <i>et al.</i> 2012)	(Maniak <i>et al.</i> , 2014)	
	Elle est de nature multidimensionnelle	(L.Keeney, 1992; Harrison et Wicks, 2013; Hemmer Gudme et Poissonier, 2013)	(Stiglitz, Sen et Fitoussi, 2008; Kulig, Kolfoort et Hoekstra, 2010; Singh <i>et al.</i> , 2012)	(Lauras, Marques et Gourc, 2010; Marques, Gourc et Lauras, 2011; Marle et Vidal, 2016)	(Labuschagne et Brent, 2008; Oehlmann, 2010; Maack et Davidsdottir, 2015b)

Nous caractérisons ainsi **les valeurs durables d'un projet comme l'ensemble des effets mesurables directs ou indirects créés par des parties prenantes/capitaux par la présence du projet et captés par d'autres qui les évaluent selon leurs besoins présents et leurs besoins futurs. Ces dits effets sont de nature multidimensionnelle.**

Par souci de concision de la définition, nous incluons les effets induits et les externalités dans les effets indirects.

Nous illustrons ces attributs en considérant l'emploi. Celui-ci correspond à une valeur durable, car :

1. Il a des effets *mesurables* (nous pouvons quantifier cette valeur par le nombre d'emplois créés, par la moyenne des salaires locaux ou par les dépenses en dollars en salaire).
2. Il génère des effets *directs* (des emplois sont créés par l'activité), *indirects* (des emplois sont créés via de la sous-traitance), *induits* (des emplois sont créés par les dépenses liées à une augmentation de la consommation courante) et des *externalités* (des pertes d'emplois peuvent subvenir dans d'autres secteurs, des gains d'emplois peuvent provenir du partage de connaissances avec les nouvelles activités).
3. Il est *créé* par des activités du projet (la présence du projet permet la création d'emplois par des partenaires industriels locaux ou l'acteur pétrolier).
4. Il *bénéficie* à des parties prenantes (les communautés locales en bénéficient).
5. Il répond à un *besoin présent* (la création d'emplois répond à un besoin local au niveau des communautés locales. Elles émettent des préférences vis-à-vis de la valeur Emploi face aux autres valeurs).
6. Il répond à un *besoin futur* (le besoin est également à arbitrer entre court terme et long terme au vu du cycle d'expansion et de contraction de l'activité pétrolière).
7. Il est de nature *multidimensionnelle* (plusieurs dimensions sont nécessaires : des dimensions quantitatives comme le nombre d'emplois créés et qualitatives comme le type d'emploi en jeu).

Les attributs précédents étaient proches de la notion de critère dans la littérature multicritère (Roy, 1985 ; Vincke, 1992). Suivant la définition de (Vincke, 1992), « un critère est une fonction g définie sur un ensemble d'actions A qui prend ses valeurs dans un ensemble totalement ordonné, et qui représente les préférences de l'utilisateur selon un point de vue ».

Nous gardons en tête qu'un critère est un outil d'évaluation ayant pour but de comparer des actions potentielles selon un point de vue donné. Un critère peut ainsi être défini comme le moyen de modéliser un point de vue ou une agrégation de points de vue (Henriet, 2010).

Cette modélisation répond à un nombre conséquent d'attributs de la valeur. Elle permet une mesure d'un effet (attribut 1). Elle prend en compte ses préférences présentes (attribut 5) ou futures (attribut 6) et permet la prise en compte d'effets de nature multidimensionnelle (attribut 7). La notion de critère ne répond pas à elle seule à la prise en compte d'effets indirects, induits et d'externalités. Toutefois, ces effets peuvent être pris au préalable dans l'ingénierie du problème dans la quantification des effets des actions sur les critères (attribut 2).

La limitation de la notion de critère est qu'elle ne prend pas en compte à la fois la création (attribut 3) et la rétention de valeur (attribut 4). Elle sépare le problème en plusieurs parties pour pouvoir le résoudre — tandis que ces deux attributs tendent à relier entre eux les capitaux et les parties prenantes. Le modèle de critère n'est pas directement applicable, car trop analytique.

Notre réflexion nous a donc poussé à mieux prendre en compte les interactions entre les éléments du pays hôte. Nous développons les implications de celles-ci en section 3.3. Nous établirons en conséquence notre modélisation de la valeur.

3.3 Hypothèse de modélisation systémique de la valeur

Les attributs proposés précédemment mettent en évidence une relation de cause à effet d'un capital source sur un autre. La modélisation de la valeur créée ne peut donc pas être abordée sans prendre en compte des interactions qui existent entre capitaux. Nous rendons compte des problèmes de modélisation liés à cette complexité en paragraphe 3.3.1. Par ces aspects, nous justifions en paragraphe 3.3.2 d'adopter une approche constructiviste systémique pour modéliser la valeur apportée au pays hôte. Toutefois, de telles approches nécessitent un système de représentation pour modéliser la valeur apportée au pays hôte (paragraphe 3.3.3). Nous partons des sept attributs de la valeur et faisons dès lors une hypothèse sur la modélisation en paragraphe 3.3.4. La paragraphe 3.3.5 synthétise et conclut cette section.

3.3.1 Difficultés liées à une modélisation analytique d'un phénomène complexe

Les attributs de la valeur énoncés en section précédente ont trois principales implications sur notre approche de modélisation. Premièrement, ils mettent en exergue des interdépendances et des interactions entre les différents sous-systèmes composant le pays hôte. Deuxièmement, nos attributs dressent une multiplicité de composantes au sein du pays hôte (les parties prenantes et les capitaux). Troisièmement, les attributs d'une valeur durable nécessitent la prise en compte d'une certaine temporalité et de comportement dynamique. En conséquence, modéliser la valeur durable apportée au pays hôte induit donc de l'incertitude, de l'évolution, du désordre et de l'irréversibilité.

Par la multiplicité des éléments qui le compose, de leurs interactions, de la nature de leurs interactions et de leur comportement dynamique, nous pouvons décrire le phénomène de création de valeur dans le pays hôte comme complexe (Stermann, 2000, chap. 1). La complexité a été étudiée dans la littérature (Bérard, 2009 ; Vidal *et al.*, 2015). Nous définissons un système comme complexe s'il « est difficile de comprendre, de prévoir et de garder sous contrôle son comportement global, même si l'on reçoit des informations raisonnablement complètes sur le système » (Vidal et Marle, 2008).

La résolution de problèmes complexes induit une approche particulière. En effet, de nombreux ouvrages ont souligné que des méthodes classiques de modélisation ne peuvent résoudre ce genre de problème. Celles-ci adoptent des approches trop analytiques (Le Moigne, 1990). Elles tendent à résoudre un problème par décomposition de celui-ci en morceaux élémentaires. Cette décomposition est délicate compte tenu des différentes interactions pour définir la valeur. Une modélisation du pays hôte doit le représenter dans son ensemble et non pas le réduire à ses parties constitutives.

La complexité implique également d'accepter l'incertitude des résultats de la modélisation. Par exemple, les infrastructures de transports connaissent souvent des difficultés compte tenu de la difficulté de modélisation des impacts économiques (Marciszewska *et al.*, 2016). Dès lors, les objectifs de modélisation d'un système complexe tiennent plus en sa compréhension qu'en une éventuelle prédiction (Lyons *et al.*, 2003). Il n'existe donc pas de recette possible pour résoudre un problème donné (Glouberman *et al.*, 2002). C'est au modélisateur de construire un problème pour fournir des éléments d'aide à la décision. Cela implique une certaine subjectivité. La réalité n'est jamais détachée de son observateur. Preuve en est, de nombreux éléments de littérature montrent que le succès d'actions ou de mesures diffère selon leur observateur (Ovadia, 2013 ; Scambary, 2015).

Il ressort de cela que les approches classiques de modélisation sont difficilement applicables à notre problème. Elles ne permettent pas de décrire le comportement complexe du pays hôte dans son ensemble. Un élément de littérature en particulier cherche à répondre à cela : l'approche systémique. Nous décidons donc d'adopter cette vision pour représenter la valeur apportée au pays hôte.

3.3.2 Modélisation systémique

La modélisation systémique a pour but de « modéliser des phénomènes perçus complexes et donc à la fois intelligibles et irréductibles à un modèle fini » (Le Moigne, 2005). Un modèle est donc une représentation limitée d'une réalité complexe. Elle est issue d'une épistémologie constructiviste — une référence au caractère construit de la connaissance. La connaissance se construit par l'interaction entre une réalité complexe et son observateur. En conséquence, l'importance de notre approche ne se limite pas au résultat que l'on obtient, mais également à la manière de raisonner pour y aboutir. (Schindler, 2009).

Cette approche diverge des méthodes analytiques décrites en partie précédentes. De nombreux éléments de littérature ont confronté les deux approches (Le Moigne, 1990, 1994 ; Morin, 2005). Nous en donnons ci-dessous en tableau 3.2 une comparaison issue des travaux de thèse de (Ventroux, 2016) :

Tableau 3.2 : Comparaison entre les approches analytique et systémique (issus de [Ventroux, 2016] d'après le travail de [De Rosnay, 1977])

Approche analytique	Approche systémique
<ul style="list-style-type: none"> • SÉPARE : isole et se concentre sur les éléments • Considère la nature des interactions • S'appuie sur la précision des détails • Modifie une variable à la fois • Indépendante de la durée : les phénomènes considérés sont réversibles • La validation des faits se réalise par la preuve expérimentale dans le cadre d'une théorie • Modèles précis et détaillés, mais difficilement utilisables dans l'action (exemple : modèles économiques) • Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et faibles • Conduit à une action programmé dans son détail • Connaissance des détails, buts mal définis 	<ul style="list-style-type: none"> • RELIE : se concentre sur les interactions entre les éléments • Considère les effets des interactions • S'appuie sur une perception globale • Modifie des groupes de variables simultanément • Intègre la durée et l'irréversibilité • La validation des faits se réalise par comparaison du fonctionnement du modèle avec la réalité • Modèles insuffisamment rigoureux pour servir de base aux connaissances, mais utilisables dans la décision et l'action (exemple : modèle du Club de Rome) • Approche efficace lorsque les interactions sont linéaires et fortes • Conduit à une action par objectifs • Connaissance des buts, détails flous

Nous retenons ainsi que ce genre d'approche a dans notre contexte deux implications importantes.

Premièrement, elle considère de manière holistique un système. Ainsi la modélisation de la valeur créée par le projet dans le pays hôte doit être vue dans l'ensemble. Les éléments composant le pays hôte et les différentes valeurs créées ne doivent pas être considérés de manière indépendante :

- **Utiliser une approche systémique implique d'intégrer l'interaction des composantes du pays hôte dans l'analyse de la valeur créée.**

Deuxièmement, les arguments de la partie 3.3.2 nous permettaient d'affirmer que les approches de modélisation cartésiennes n'étaient pas en adéquation avec notre contexte. Cela nous a permis de prendre du recul sur la demande industrielle concernant le modèle :

- **Par l'aspect contextuel de chaque projet, une méthode de résolution universelle n'était pas envisageable. À la place, nous prescrivons la construction d'un modèle pour décrire un contexte donné.**
- **Pour cause d'incertitude, une description certaine des effets économiques d'une stratégie est impossible. L'importance de la modélisation tient plus compte de la**

compréhension des effets des stratégies que d'une estimation soumise à une forte incertitude.

Les approches systémiques induisent ainsi une un travail de construction pour le modélisateur. En conséquence, nous développons en partie suivante la manière dont celui-ci peut aborder le pays hôte pour pouvoir modéliser la valeur créée par le projet.

3.3.3 Besoin d'un système de représentation pour modéliser la valeur

Comme nous l'avons décrit dans le point précédent, nous devons représenter le pays hôte et son interaction avec le projet comme un système complexe. Un système étant « un objet qui, dans un environnement, muni de finalités, réalise une activité et voit sa structure évoluer au cours du temps, sans perdre son identité propre » (Le Moigne, 1990). Un système est ainsi un ensemble d'éléments isolables caractérisé par quatre axes (Schindler, 2009 ; Lame, 2017) :

1. Un axe téléologique décrivant ses objectifs.
2. Un axe fonctionnel décrivant son activité.
3. Un axe génétique décrivant son évolution.
4. Un axe ontologique décrivant sa structure.

Ces systèmes sont issus de l'esprit, ainsi la manière de les représenter est prépondérante. Le Moigne (1994) souligne l'importance d'un système de représentation. Nous pouvons le voir comme un ensemble d'éléments permettant de rendre sensibles des phénomènes ou objets à modéliser. Comme représenté en figure 3.1 (en page suivante), celui-ci doit permettre la traduction d'un objet (pour nous la valeur créée par le pays hôte dans le projet) en un modèle communicable. Il doit également partager les caractéristiques d'un système.

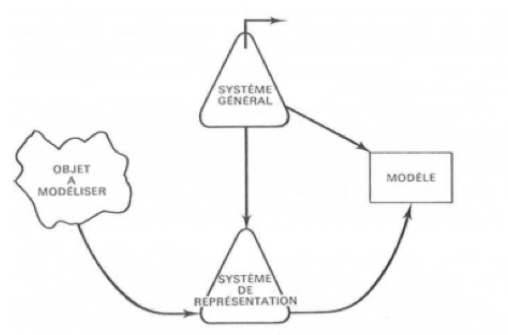


Figure 3.1 : Articulation entre le système de représentation, l'objet à modéliser et le modèle.

Répondre à la problématique de modéliser la valeur créée dans le pays hôte par le projet nécessite donc de caractériser un système de représentation approprié. Nous chercherons donc à donner un système de représentation en adéquation avec les objectifs de modélisation du décideur.

Puisqu'un système de représentation est isomorphe⁶ au système général, nous déterminons quatre critères issus des caractéristiques du système (décrits en page précédente) pour juger de la pertinence du système de représentation :

1. **Critère téléologique** : L'objectif du système de représentation selon le principe d'homomorphisme⁷ du système de représentation (Le Moigne, 1994) doit permettre de manière satisfaisante pour le modélisateur d'associer tout élément du pays hôte à un élément du système de représentation.

⁶ Correspondance bijective, telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée (le modèle) correspond un élément et un seul de l'ensemble de départ (l'objet);

⁷ Correspondance surjective telle qu'à tout élément de l'ensemble d'arrivée corresponde un élément au moins de l'ensemble de départ (Le Moigne, 1994).

2. **Critère fonctionnel** : Le système de représentation donne une traduction communicable à un décideur pour comprendre la valeur créée dans le pays hôte. Cette traduction intègre les attributs de la valeur précédemment présentés.
3. **Critère génétique** : Le système de représentation ainsi construit peut évoluer dans le temps.
4. **Critère ontologique** : Le système de représentation est constitué d'éléments clairement identifiés et définis.

Nous cherchons donc à proposer en partie suivante un système de représentation répondant à ces quatre critères.

3.3.4 Hypothèse de modélisation et de système de représentation

Nous repartons des réflexions établies au chapitre 2 pour établir une hypothèse de modélisation. Nous y avons mis en évidence des méthodes permettant de modéliser et estimer l'impact du projet de manière constructiviste. Nous avons notamment mis en exergue dans notre contexte la pertinence d'utilisation de stocks et de flux (Forrester, 1961; Meadows, 1998; Cameron et al., 2011).

Un **stock** décrit l'état d'un système à un instant donné. Il peut s'agir par exemple d'un stock de devises, de travailleurs qualifiés ou de pollution. Ils sont le résultat d'une accumulation au cours du temps. Ce stock est le fruit de la résultante d'une accumulation de flux.

Un **flux** peut lui se définir comme un échange à un instant donné d'un système à un autre. Cet échange peut concerner des éléments de natures diverses : des transactions financières entre deux agents, des effluents toxiques d'un actif industriel vers un système environnemental ou la transmission d'un travail d'un employé vers une entreprise. Cet échange a de plus la caractéristique d'être unidirectionnel. Deux parties distinctes d'un flux peuvent être alors identifiées. Le **flux sortant** (ou extrant) correspondant à une quantité créée par un système. Cela peut être dans la transmission de devise d'un agent, l'émission d'effluents par un actif ou la quantité de travail fournie par un employé. Le **flux entrant** (ou intrant) correspond lui à une quantité captée par un système. Cela peut être la réception de devises par un agent financier, l'absorption d'effluents toxiques par un système environnemental ou une quantité de travail reçue par une entreprise. Dernière caractéristique du flux, l'échange peut être quantifié par une grandeur appelée **amplitude**.

Nous pouvons relier ces éléments aux attributs de la valeur précédemment énoncés. Ceux-ci introduisent la notion de capital - un **stock** contribuant au bien-être par l'apport de biens et de services. De même, les attributs de la valeur introduisent les phénomènes de création et de rétention. Une analogie avec la notion de flux peut être faite cette fois-ci. La **valeur créée** peut ainsi être assimilée à un **flux sortant**. La **valeur retenue** quant à elle peut être relative à un **flux entrant**. Par ces analogies, nous faisons donc l'hypothèse suivante :

Hypothèse : le système pays hôte est constitué de sous-systèmes. Ces sous-systèmes regroupent les capitaux impactés par/impactant les activités des projets pétroliers. À partir d'une telle modélisation, nous pouvons caractériser la valeur par un flux entre ces capitaux.

Ce type de modélisation a particulièrement été utilisé avec succès dans de nombreuses approches. Nous citons la méthode SVN (Sutherland et Sutherland, 2009; Cameron et al., 2011; Feng, 2013) qui modélise la valeur d'un système comme des flux entre parties prenantes, ou encore les méthodes d'analyse de flux de matière et d'énergie (Hendricks et al., 2000; Brunner and Rechberger, 2017) qui modélise des flux entre différents sous-systèmes.

Cette hypothèse a des implications intéressantes dans notre contexte. L'ensemble de ces flux constitue les valeurs échangées dans le pays hôte. Nous modélisons ainsi le pays hôte de manière métabolique (voir figure 3.2). **Le projet est générateur de changement. Il va**

ainsi générer des impacts sur le pays hôte qui vont bouleverser les échanges de valeur en son sein. L'effet de stratégie ICV sur le pays hôte peut être perçu par la modification en amplitude des différents flux entre les capitaux. Des pertes et des gains en amplitude des flux peuvent être visibles (représentés respectivement en rouge et en vert en figure 3.2). Il se peut de plus qu'un flux change de sens, modifiant ainsi sources et cibles (en magenta sur la figure 3.2). L'effet de stratégie peut être aussi représenté par la création de nouveaux flux (représenté ici en bleu en figure 3.2). En conséquence, les impacts d'une stratégie peuvent être perçus de manière globale dans la modification du métabolisme du pays hôte.

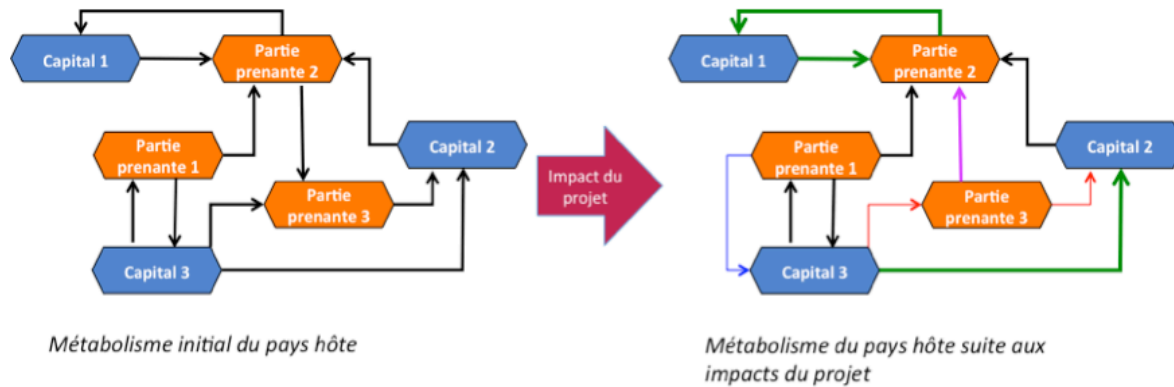


Figure 3.2 : hypothèse sur la modélisation de la valeur dans le pays hôte

Notre hypothèse a donc des aspects intéressants quant à la constitution d'un système de représentation. Elle répond en outre à deux critères énoncés précédemment.

Le **critère fonctionnel** : Les effets d'une stratégie sont modélisés par une modification du métabolisme d'un pays hôte. L'hypothèse concernant le système de représentation répond bien à une exigence de communicabilité. En outre, il intègre les attributs d'une valeur durable établis en section 3.2. L'amplitude des flux caractérise la mesurabilité (attribut 1). Un flux étant à la fois intrant et extrant de capitaux, il modélise les phénomènes de création et de captation de valeur (attribut 3 et 4). Un flux peut avoir n'importe quelle dimension (attribut 7). Sachant que les questions d'effets indirects (attribut 2) et de préférence (attribut 5 & 6) seront traitées aux chapitres suivants, la modélisation intègre donc les attributs d'une valeur durable.

Le **critère génétique** : Rien dans nos hypothèses n'empêche le système de représentation de pouvoir évoluer.

Toutefois, rien ne peut affirmer que le modélisateur puisse de manière satisfaisante représenter les éléments du pays hôtes qui l'intéresse. Le **critère téléologique** n'est donc pas respecté. En outre, l'hypothèse ne précise pas de définition complète des capitaux. En conséquence, les éléments de modélisation ne sont pas assez explicites pour répondre au **critère ontologique**.

Dès lors, **pour répondre aux exigences critères téléologiques et ontologiques et valider l'hypothèse de modélisation, il faut :**

- i. **proposer une taxonomie de capitaux à un niveau de détail suffisant**
- ii. **qui répond de manière satisfaisante aux objectifs du modélisateur de représenter les éléments du pays hôte.**

Une question se pose quant à la définition des différents éléments qu'un modélisateur souhaite représenter. Nos travaux au chapitre 2 ont montré une diversité de manières de modéliser la valeur. Parmi celles-ci se retrouvent les tableaux de bord d'indicateurs et les indices. Ceux-ci avaient pour objectifs de représenter de manière analytique différents aspects d'un phénomène. Nous avons mis en exergue la difficulté de synthétiser ces éléments. En effet, ils rendent compte de la diversité des objectifs pouvant être pris en compte par un

modélisateur. Ces objectifs peuvent être par exemple de caractériser des impacts sur la faune et la flore, décrire des impacts sociétaux ou des améliorations de rendements de systèmes industriels.

Nous jugeons donc l'ensemble des éléments de cette littérature comme représentatif des volontés de représentation d'un modélisateur. Ainsi, une analyse fréquentielle conséquente et assez représentative d'indicateurs de la littérature permettra de valider une taxonomie donnée de capitaux.

Concrètement, cela se traduit de la manière suivante. Notre hypothèse et les conditions (i) et (ii) seront respectées si **pour une taxonomie de capitaux constituée à un niveau de détail acceptable, une quantité suffisante d'indicateurs peut être décrite :**

- **soit comme un indicateur décrivant un stock de capital de cette taxonomie**
- **soit comme un indicateur décrivant un flux entre deux capitaux de cette taxonomie.**

3.3.5 Conclusion partielle

Les attributs proposés en section 3.2 mettaient en évidence une relation de cause à effet d'un capital source sur un autre. La modélisation de la valeur créée ne peut donc pas être abordée sans prendre en compte les interactions qui existent entre capitaux. Elle laisse également entrevoir des facteurs humains et de temporalité. Nous avons rendu compte des problèmes de modélisation liés à cette complexité par des approches classiques et analytiques en paragraphe 3.3.1.

Par ces aspects, nous avons justifié en paragraphe 3.3.2 d'adopter une approche constructiviste systémique pour modéliser la valeur apportée au pays hôte. Cette approche nous a placé selon deux paradigmes. Le premier est d'aborder le pays hôte de manière holistique dans la modélisation de la valeur. Le second est qu'il n'existe pas de recette universelle pouvant répondre à notre problème. La connaissance des effets de stratégies passe par une construction du problème selon l'interaction du contexte et du point de vue du modélisateur. Selon la formulation de Schindler (2009), « le plus important dans ce type d'étude est plus dans le changement dans la façon de raisonner et de fonctionner que dans les outils résultant à proprement parler, qui sont très contextuels. »

Toutefois, de telles approches nécessitent un système de représentation pour modéliser la valeur apportée au pays hôte (Le Moigne, 1994). Nous l'avons mis en exergue en paragraphe 3.3.3.

En partant des attributs de la valeur, une hypothèse de modélisation a été effectuée en paragraphe 3.3.4. Notre proposition est de représenter le système pays hôte constitué par des sous-systèmes. Ces sous-systèmes regroupent les capitaux impactés par/impactant les activités des pétroliers. À partir d'une telle modélisation, nous pouvons caractériser la valeur par un flux entre des capitaux/parties prenantes. Cette modélisation répond aux sept attributs présentés précédemment. La création de valeur dans le pays hôte peut ainsi être justifiée par les aspects dynamiques des stocks. Néanmoins, cette modélisation nécessite une définition complète des capitaux. Se pose donc la question de définir un ensemble de capitaux pour décrire le système pays hôte et de montrer qu'il peut décrire de manière exhaustive les valeurs dans le pays hôte. Une analyse fréquentielle de la littérature en section suivante répond à cette question.

3.4 Analyse fréquentielle et justification de la modélisation par capitaux

Nous cherchons dans cette section à valider l'hypothèse présentée précédemment par une analyse fréquentielle de la littérature. Nous déterminons dès lors une taxonomie de capitaux associés à un pays hôte.

3.4.1 Introduction

La notion de création de valeur durable par les projets est par essence contextuelle et hautement dépendante des systèmes étudiés. Il existe une multitude d'objectifs pouvant être pris en compte par un modélisateur. Notre objectif est ici de déterminer une taxonomie de capitaux pouvant servir de système de représentation.

Suivant les conclusions du paragraphe 3.3.3, nous réalisons une analyse fréquentielle qui a pour objectif de classer chaque indicateur comme représentatif d'un stock de capital ou d'un flux entre deux capitaux. Si un nombre relativement élevé d'indicateurs peut être classé comme tel, alors la taxonomie sera jugée représentative et validera notre hypothèse

Suivant les conclusions du paragraphe 3.3.4, trois moyens sont nécessaires pour répondre à cet objectif :

- Recueillir une base de données d'indicateurs de développement durable et s'assurer que cette base de données soit assez représentative de la littérature et sans aucun biais (développé en paragraphe 3.4.2).
- Établir une taxonomie représentative de capitaux (développé en paragraphe 3.4.3).
- Vérifier par une analyse fréquentielle que la base de données d'indicateurs de la littérature peut être classée suivant notre taxonomie (développé en paragraphe 3.4.4).

Pour éviter les éventuels biais bibliographiques (sélection de journaux préférentiels, critères de recherches inappropriés ou sélection non représentative de l'existant), une démarche spécifique a été élaborée. Cette analyse fréquentielle de l'état de l'art s'est effectuée en plusieurs étapes que nous détaillerons dans les différents paragraphes. Un aperçu global est présenté en figure 3.3.

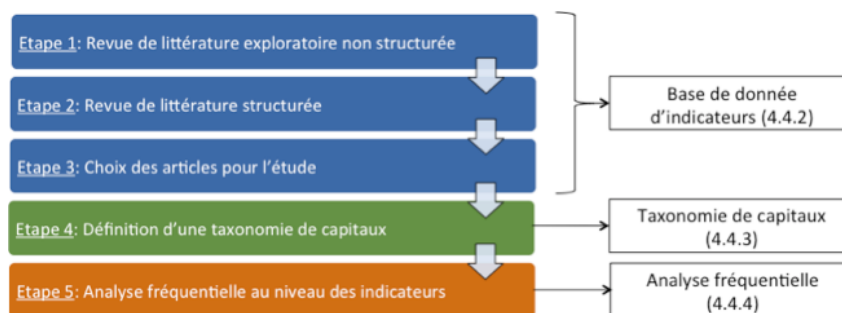


Figure 3.3 : Étapes de l'analyse fréquentielle

L'ensemble des apports sera synthétisé dans le paragraphe 3.4.5.

3.4.2 Constitution d'une base de données d'indicateurs

Revue de littérature exploratoire non structurée :

Une revue de littérature exploratoire a été effectuée. Elle a pour but d'identifier les mots clés à prendre en compte dans notre recherche.

Nous avons cherché des articles relatifs à des secteurs d'activité proches de notre sujet, à savoir du domaine pétrolier (ex : Uhlmann et al., 2014), du domaine minier (ex : Azapagic, 2004), de l'énergie (ex : Stamford et Azapagic, 2011), de la construction (ex : Ugwu et Haupt, 2007) et des entreprises en général (ex : Roca et Searcy, 2012). Une autre

recherche a été basée sur des approches par capitaux (Kulig, Kolfoort et Hoekstra, 2010; Horsley et al., 2015b; Maack et Davidsdottir, 2015) puisqu'elles se rapprochent de notre vision de la valeur.

À partir de ces éléments, nous avons établi la liste des mots clefs qu'ils référençaient. Certains de ces mots clefs étant trop contextuels ou à l'opposé trop vagues, nous avons restreint cette liste et choisi de prendre pour notre revue de littérature structurée des mots clefs associant une combinaison des termes larges : sustainability, sustainable, economic, social, ecological, value, KPIs, KPI, indicator, indicators et index.

Revue de littérature structurée :

Nous avons fait le choix de la base de données *Web of Science* pour nos recherches pour sa reconnaissance et sa maniabilité en termes d'informations disponibles sur les ressources. Nous avons décidé de prendre en compte la période 2000-2016 avec les mots clefs précédemment cités. La figure 3.4 résume l'intitulé de la recherche et dresse la répartition des 6267 références proposées par *Web of Science*. Cette analyse a été réalisée courant août 2016 : les références postérieures à cette date ne sont pas incluses dans la présente étude.

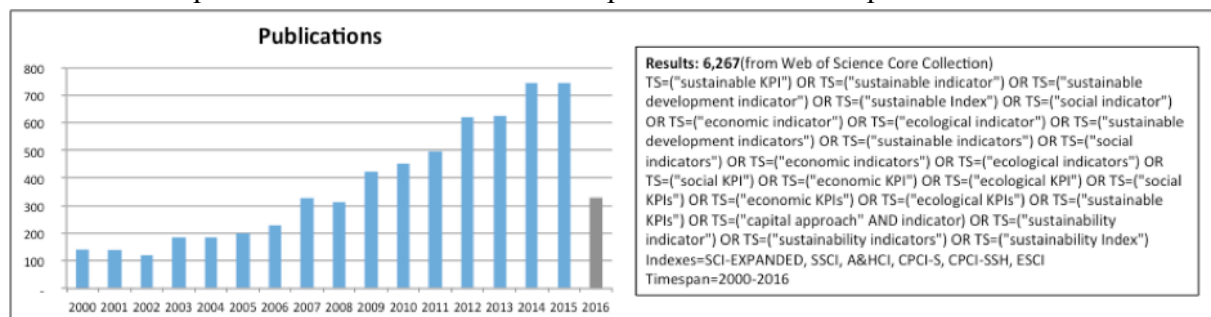


Figure 3.4 : Publications Web of science

Pour juger de la représentativité de la littérature, il nous fallait recueillir un échantillon important d'articles et représentatif de la littérature. Or, nous avons fait le constat que les articles que nous considérons comme récents (articles parus à partir de 2012) concentrent près de la moitié des publications (voir figure 3.5). Ainsi, nous avons séparé nos recherches en deux parties. Une première partie prenait en compte les articles les plus cités. La seconde prenait en compte les plus consultés depuis 180 jours (afin d'insérer des articles plus récents, mais très pertinents dans la recherche et d'éviter de les rejeter en raison de leur jeunesse).

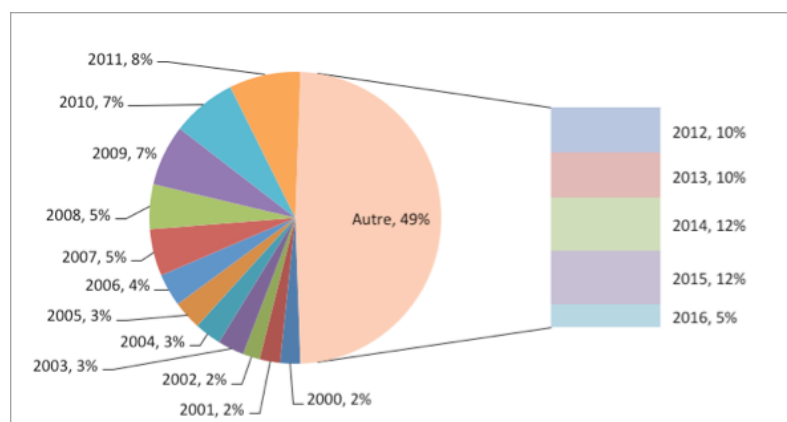


Figure 3.5 : Répartition annuelle des 6267 articles

Un système de suivi des articles sélectionnés a permis d'éviter le double comptage au niveau des articles. Nous en donnons un aperçu en tableau 3.3. Un numéro assigné à chaque

article nous a permis de garantir une traçabilité pour notre étude. Un autre numéro distinguait articles retenus et articles rejetés.

Tableau 3.3: Extrait du tableau référençant les articles

Numéro d'article	Article (Titre)	Statut
1	Twitter mood predicts the stock market	Article non-sélectionné
2	Revealing the vulnerability of people and places: A case study of Georgetown County, South Carolina	Article non-sélectionné
3	Application of ecological indicators	Article sélectionné
4	Developing a national index of subjective wellbeing: The Australian Unity Wellbeing Index	Article non-sélectionné
5	An overview of sustainability assessment methodologies	Article sélectionné

En parallèle, pour s'assurer d'être représentatif de la littérature, un suivi de la proportion d'articles récents sélectionnés a été réalisé (voir figure 3.6). En conséquence, nous avons recherché parmi les articles les plus consultés depuis 180 jours pour obtenir un échantillon assez conséquent (à partir des points rouges).

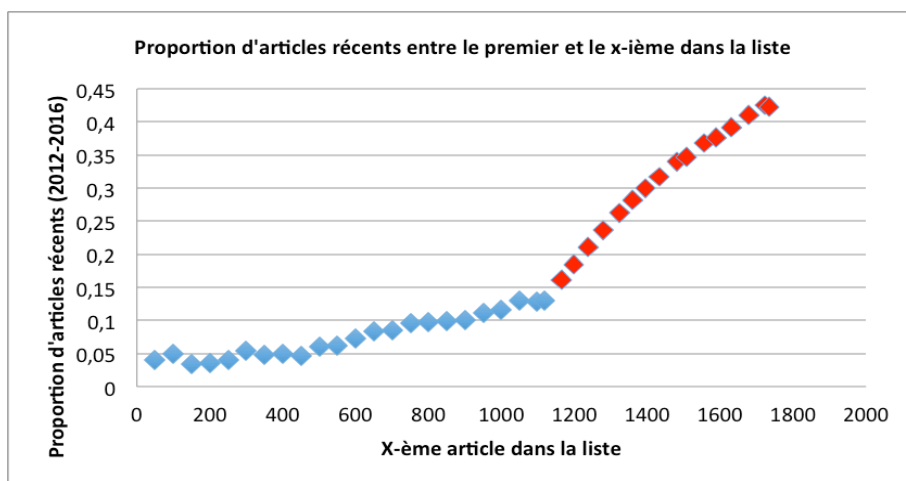


Figure 3.6 : courbe de suivi de la proportion d'articles récents utilisés dans l'analyse.

Les deux parties nous ont permis de retenir pour analyse 1734 articles sur les 6267 que proposait le Web of Science avec ces mots clefs sur cette période.

Choix des articles pour l'étude :

Nous avons recensé les articles utilisant des indicateurs. Nous avons filtré les articles que nous jugions hors contexte. Sur l'ensemble des 1734 articles, nous en avons relevé 17 % tandis que 80 % ont été rejetés. Les derniers 3 % correspondaient aux articles auxquels nous n'avons pas pu avoir accès. De ces articles, nous avons relevé 8130 indicateurs. **Avec un total de 297 articles, nous jugeons que le nombre conséquent d'articles est assez représentatif de la littérature.**

3.4.3 Définition d'une structure de classification des valeurs créées

À partir de l'étape précédente, nous avons obtenu une liste d'articles jugée assez représentative de la littérature. Ayant une approche par capitaux dans notre approche de la valeur, nous avons voulu justifier le choix des stocks de capitaux à partir des 1734 articles sélectionnés. Nous avons extrait l'ensemble des articles ayant une approche par capital en plus de ceux issus de notre revue de littérature exploratoire entre autres (Meadows, 1998;

Freebairn et King, 2003; Ekins et Medhurst, 2006; Maack et Davidsdottir, 2015).

De cette manière, nous avons abouti à une liste de capitaux représentatifs pour modéliser les sous-systèmes du pays hôte donnée en tableau 3.4. Nous les avons regroupés suivant cinq familles classiques:

- Le **capital naturel** est composé des ressources naturelles, des écosystèmes et des terres vus comme moyen de production écologique.
- Le **capital social** correspond à la cohésion des personnes, aux normes et aux valeurs partagées facilitant la coopération entre les individus.
- Le **capital humain** est le stock de connaissances et de compétences de chaque individu qui peut être utilisé pour améliorer l'efficacité du travail.
- Le **capital produit ou physique** est formé des éléments d'actifs fabriqués par l'homme ayant pour but la production de biens et de services.
- Le **capital financier** est composé des éléments composant le système financier.

Tableau 3.4 : Liste des capitaux

Capital Naturel	Capital Social	Capital Humain	Capital Produit	Capital Financier
Energie	Réseau social	Marché du travail	Infrastructures sociales	Patrimoine, actions, obligations
Ressources minérales	Equité sociale	Connaissance	Système de production	Liquidités
Terrain	Arts et culture	Santé et sécurité	Système d'irrigation	Biens et services
Air - Atmosphère	Sport & récréation	Nutrition	Routes / Ponts	
Eau	Institutions	Qualité de vie	Systèmes énergétiques	
Bruits	Justice sociale		Système d'information	
Déchets			R&D& Innovation	
Biosphère			Outils et machines	
			Système de transport	

Nous avons donc pu dresser une taxonomie de capitaux. Les différentes catégories ont été associées à un code pour faciliter un traitement informatique ultérieur. L'ensemble de ces capitaux qui définissent le sous-système du pays hôte doit pouvoir être associé de manière significative aux 8130 indicateurs de la littérature. Une analyse fréquentielle au niveau des indicateurs est réalisée dans ce sens. Nous développons celle-ci en partie suivante.

3.4.4 Analyse fréquentielle au niveau des indicateurs

Notre objectif est de classer les 8130 indicateurs dans la littérature comme des flux entre les capitaux présentés en partie 3.4.3 ou des indicateurs quantifiant les stocks. Nous avons classé un à un chacun des indicateurs. Une présentation sommaire de la classification est donnée en figure 3.7. Un système de suivi a été mis en place pour relier des groupes d'indicateurs à des articles. Certains articles comme des revues de littérature ont repris plusieurs tableaux de bord. Nous avons ainsi intégré dans le système de suivi une distinction du tableau de bord. Certains indicateurs ont été classés comme impacts d'un capital à un autre. Par exemple l'indicateur 167 représente le flux du capital 21 vers le 52. De même, l'indicateur 169 représente le flux du capital 52 vers le 33. D'autres représentent des variables d'état de stocks comme par exemple les indicateurs 173 et 174 pour les capitaux respectifs 22 et 52.

Indexation	Référence	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Intrans	Syst	Extrant
167	13;1	Economic	Customers	Importance for a		21	52
168	13;1	Economic	Customers	Significance of t		53	
169	13;1	Economic	Employees	Health, pension	52	33	
170	13;1	Economic	Employees	Investment in er	52	32	
171	13;1	Economic	Employees	Percentage of er	52	31	
172	13;1	Economic	Employees	Ratio of lowest v	52	22	
173	13;1	Economic	Employees	Total costs of en		22	
174	13;1	Economic	Employeee	Total payroll cos		52	

Figure 3.7 : extrait du tableau référençant et classant les indicateurs.

Ce travail a été réalisé non sans difficulté, car les domaines d'études étaient divers et spécialisés. Plusieurs difficultés ont ainsi dû être surmontées :

- La dénomination de certains indicateurs pris hors du contexte de l'article aurait suggéré une autre classification. Nous avons donc le plus possible cherché à classer les indicateurs suivant les motivations de l'auteur. Dans le cas où aucune précision n'était indiquée quant à une classification possible, nous avons classé l'indicateur de la manière qui nous semblait la plus juste.
- Certains indicateurs décrivaient des phénomènes comme globaux vis-à-vis de notre taxonomie de capitaux. Un exemple flagrant concerne l'eutrophisation. Celle-ci se décrit comme un processus par lequel des nutriments s'accumulent dans un milieu naturel, y changent les variables d'états (comme le pH) et impactent en conséquence des espèces animales ou végétales. Nous avons ainsi dû décomposer ces indicateurs en flux élémentaires. Pour éviter un éventuel double-comptage dans l'analyse fréquentielle, nous avons mis un poids sur le décompte des indicateurs.
- Certains indicateurs de flux définissaient la source sans le capital cible. D'autres définissaient au contraire la cible et non le capital source.

Suite à la classification des 8130 indicateurs, nous avons réalisé une macro pour synthétiser les résultats. Nous les donnons en figure 3.8. Le tableau de gauche y regroupe les flux d'un capital (ex : FS1) vers un autre (ex : FE1). La fréquence d'occurrence est indiquée (ex : F1). Un exemple concret de flux peut être des émissions de particules émises par le capital Système énergétique vers le capital Air-Atmosphère. Le tableau de droite regroupe les indicateurs de stock par catégories (ex : S2) et la fréquence d'occurrence (ex : F2). Un exemple d'occurrence peut être la concentration de particules en atmosphère caractérisant un état du capital Air—Atmosphère. Les indicateurs n'ayant pu être regroupés suivant notre catégorisation des capitaux sont donnés en figure 3.8 suivant la notation NR avec une fréquence d'occurrence notée F3.

Il résulte que sur l'échantillon d'indicateurs, seuls 7,08 % n'ont pas pu être classés. Les raisons de la non-classification sont que ceux-ci n'étaient pas SMART (Doran, 1981) : Simple, Mesurable, Atteignable, Réaliste et Temporellement défini. Nous avons relevé **6,07 % de non-SMART**. Nous pouvons donner comme exemples d'indicateurs non classés: Contrôle du marché, Évaluation de l'impact environnemental mandaté ou Dérégulation.

Certains indicateurs ont été également classés dans cette catégorie, car les systèmes qu'ils mesurent n'ont pas été décrits (accessibilité, pertinence de l'information, nuisance). Autre raison, ces indicateurs ne représentaient qu'une agrégation d'autres indicateurs (1,01 %). Nous donnons trois exemples : l'indice de développement humain (IDH), l'indice de dispersion de l'eau, l'indice de durabilité Dow Jones.

Ces raisons ne sont pas dépendantes de la façon dont les indicateurs sont classés. Nous considérons donc, étant donné le faible pourcentage d'indicateurs rejetés, notre modélisation du système pays hôte en capitaux comme exhaustive.

3.4.5 Synthèse

Suivant les conditions posées en 3.3.4, **l'hypothèse de modélisation est validée**. Nous avons ainsi constitué un système de représentation permettant de modéliser la valeur durable d'un projet dans un pays hôte. Ce système de représentation est une **taxonomie de capitaux** clairement établie. Elle est assortie d'une **base de données d'indicateurs** permettant d'identifier de possibles impacts.

3.5 Conclusion du chapitre

Ce chapitre concernait la question de modélisation de la valeur. Un modèle est une représentation qui facilite la compréhension d'un système et la prévision de son comportement.

Nous avons dans un premier temps cherché les connaissances à intégrer dans le modèle. Nous avons pu déterminer sept attributs pour une valeur durable créée par un projet. Ces sept attributs ont induit une certaine complexité quant à la modélisation de la valeur. Ainsi, une approche systémique a été justifiée pour modéliser la valeur durable. Elle a poussé à la construction d'un système de représentation pour un décideur.

Connaissant les éléments de connaissance à intégrer, nous avons dans un deuxième temps réalisé une proposition de modélisation. Elle part de l'hypothèse que la valeur dans un pays hôte comme un ensemble flux entre des capitaux/des parties prenantes. Ainsi, le pays hôte peut être modélisé de manière métabolique. La valeur créée par le projet se traduit par le changement de la structure métabolique du pays hôte (voir figure 3.2 du paragraphe 3.3.4).

Une analyse fréquentielle de la littérature a dès lors été réalisée par la suite pour valider cette hypothèse. Une taxonomie de capitaux en résulte. Elle permet de modéliser le pays hôte et la valeur y étant créée.

Nous avons ainsi répondu de cette manière à la première question de recherche : **comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?**

Nous distinguons trois principaux apports académiques :

- Compte tenu des vides dans la littérature (Thomas et Mullaly, 2007; Huemann et Silvius, 2015; Laursen et Svejvig, 2015), nous avons caractérisé les attributs d'une valeur durable.
- Un système de modélisation a été réalisé et justifié selon une démarche établie.

- Une analyse fréquentielle de la littérature donnant une vision globale et synthétique des travaux de recherches dans le domaine a été réalisée.

Ces apports s'adressent également aux exigences industrielles énoncées au chapitre 1. Même si l'approche proposée ici reste conceptuelle, le chapitre a répondu partiellement à ces exigences, car :

- **L'exigence 1** traduisait la prise en compte d'éléments divers, de préférences et d'effets induits dans la modélisation. Ces éléments se retrouvent dans les attributs de la valeur. Toutefois, notre approche reste encore trop conceptuelle. Il se pose la question des moyens pour une mise en application dans le processus de décision.
- **L'exigence 2** mettait en avant l'adoption des visions du projet et du pays hôte. La modélisation proposée adopte une vision systémique. Elle laisse au modélisateur les éléments pour construire un modèle. Une mise en application est réalisée au chapitre suivant pour valider cette exigence.
- **L'exigence 3** concernait la communicabilité. La modélisation de la valeur ici choisie permet de répondre à celle-ci en proposant un mode de représentation communicable à un décideur pour comprendre les phénomènes. Toutefois, cette exigence n'apparaît encore que partiellement remplie : nous ne pouvons pas affirmer qu'un choix entre plusieurs stratégies est évident suivant notre modélisation.

Nous notons également d'autres apports d'un point de vue industriel sous la forme de recommandations :

- Nous affirmons qu'il n'existe pas de recette universelle pour modéliser la valeur créée dans un pays hôte. Une approche constructiviste est nécessaire pour y parvenir. La possibilité d'une modélisation universelle et indépendante du contexte est un mythe.
- Nous avons réalisé une taxonomie de capitaux et une base de données d'indicateurs pour pouvoir réaliser une estimation.
- Cette thèse a été proposée pour mettre en perspective certaines pratiques. Parmi celles-ci se trouvait la question des métriques du LC et du nombre d'indicateurs requis pour caractériser les impacts socio-économiques locaux. Les articles issus de l'analyse fréquentielle donnent un recul concernant l'utilisation d'indicateurs.

Il résulte donc que nos propositions répondent à de nombreux points. Toutefois, elles possèdent l'inconvénient de demeurer trop conceptuelles. Se pose encore la question de pouvoir estimer les impacts d'un projet. Le chapitre suivant répond à cette exigence.

Chapitre 4: Estimation des effets de stratégies

Résumé du chapitre

Le chapitre précédent a défini une modélisation de la valeur durable apportée à un pays hôte. Un modèle de représentation de la valeur y a été établi sous forme de capitaux et de flux. Nous reprenons ici ces éléments pour répondre à la question suivante :

Comment adapter une méthode d'estimation des valeurs créées localement en contexte industriel ?

Comme défini au chapitre précédent, les effets indirects et induits impactent les parties prenantes et les différents capitaux du pays hôte.

Une approche DMM (Domain Mapping Matrices) est utilisée pour y répondre. Celle-ci est influencée par les paradigmes établis au chapitre précédent : elle part des objectifs des décideurs, et les relie aux stratégies via des éléments intermédiaires de modélisation.

Dans un second temps nous mettons en pratique cette méthodologie. Un cas d'étude fictif est présenté. Ce cas d'étude laisse apparaître des lacunes quant à la modélisation des effets induits. En effet, par l'application fictive et l'absence de données d'entrée, nous ne pouvons pas être certains de transposer nos hypothèses à un cas concret. Nous listons les hypothèses prises concernant les effets induits et donnons des résultats quant à l'estimation de stratégies.

L'ensemble de la démarche est synthétisé en fin de chapitre,

Mots clefs : Estimation, Domain Mapping Matrices, Cas d'étude.

4.1 Contexte du chapitre

Ce chapitre a pour objectif de construire un système d'estimation applicable au contexte pétrolier. Celui-ci s'intègre dans les étapes 1 à 5 de notre processus d'aide à la décision (cf. Figure 4.1).

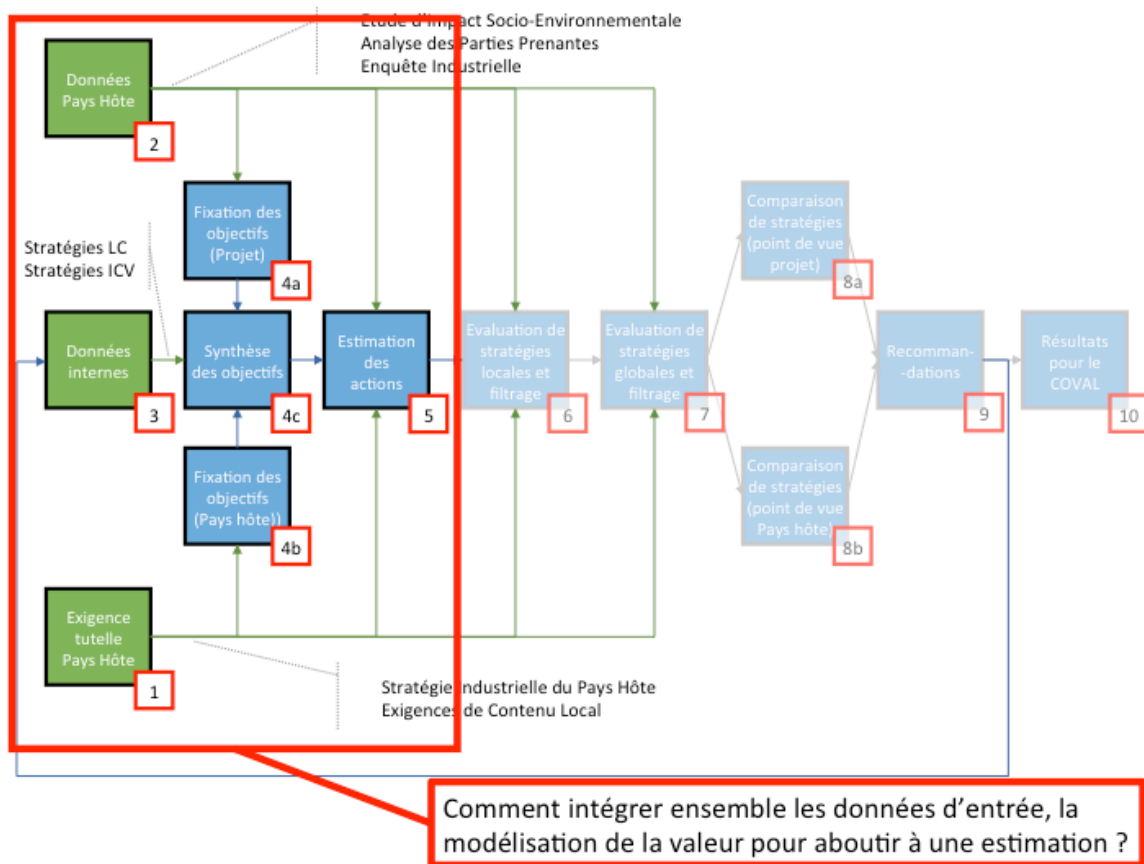


Figure 4.1: Informations à intégrer dans l'évaluation

Le système d'estimation est quelque chose de très discuté dans la littérature (Kulig et al., 2010; Roca et Searcy, 2012; Maack et Davidsdottir, 2015). Le nombre d'indicateurs peut être impressionnant comme notre analyse fréquentielle l'a posé au chapitre précédent. Il peut exister des difficultés quant à la cohérence entre les différents niveaux de détail des indicateurs. Certains indicateurs dans un tableau de bord peuvent être généraux et synthétiques contre d'autres, trop spécifiques et analytiques (Stiglitz, 2009). Enfin, des études soulignent des faiblesses liées à un désalignement entre les indicateurs et les objectifs de l'organisation (Sustainable Development Solutions Network, 2015). La demande d'avoir plus d'aspects méthodologiques et théoriques dans leur construction est ainsi toujours d'actualité (Hák et al., 2016). Nous proposons en **section 4.2** une méthodologie pour construire un système d'estimation.

L'approche proposée est complexe. Or, il apparaît souvent que celles-ci sont difficiles à mettre en œuvre (Sterman, 2010; Bußwolder, 2015). La seconde question porte ainsi sur la validation de la méthode en contexte opérationnel. Comme nous l'avons précisé au chapitre 1, la thèse s'est déroulée en période de crise de l'industrie de l'O&G. En conséquence, l'application à un cas concret a été difficile. Le choix concernant un cas d'étude, sa description et ses limitations est discuté en section 4.3. L'estimation de scénarios y est décrite. Comme expliqué au chapitre 3, elle nécessite la prise en compte d'effets induits et leur évolution dans le temps.

4.2 Proposition pour la conception de systèmes d'estimation de valeurs

Cette section répond au problème de construction d'un système d'estimation. Le paragraphe 4.2.1 positionne notre approche et explique le principe des matrices DMM (Domain Mapping Matrices). Nous utilisons ces matrices pour modéliser les objectifs des décideurs (paragraphe 4.2.2) et les impacts de stratégies (4.2.3). Nous relierons ces matrices et synthétisons la méthodologie de construction de systèmes d'estimation en paragraphe 4.2.4.

4.2.1 Positionnement académique et objectifs de modélisation

Pour prendre en compte les problèmes liés à la complexité, de nombreux domaines ont eu recours à l'utilisation de matrice DSM (Dependency and Structure Modeling) (Eppinger et Browning, 2012). Les matrices DSM sont des outils de représentation de systèmes inventés par (Steward, 1981). Elles permettent de caractériser une relation ou une interaction avec des objets de diverses natures au sein d'un système. Leur utilisation ne se restreint pas qu'à des problématiques de design : toute sorte d'objets peuvent ainsi être modélisés (Eppinger et Browning, 2012). Nous citons entre autres des risques (Marle, 2010; Marle et al., 2015), des parties prenantes (Feng *et al.*, 2010), des architectures (Bonjour et Micaelli 2010), des variables (Tehrani, 2014) ou des structures organisationnelles (Bonjour et al., 2010).

Ces approches DSM ont également été utilisées du point de vue du développement durable. Par exemple, la symbiose industrielle traite d'échanges de flux entre acteurs (Hein *et al.*, 2015). Leurs problématiques sont comparables à la nôtre car ayant pour but d'optimiser la durabilité et le métabolisme d'un système industriel (Hein *et al.*, 2015). Toutefois, nous n'avons pas pu réutiliser cette modélisation pour notre contexte face à la faible consistance des données du cas d'étude.

Cet outil permet donc de s'adapter à différents contextes. Il donne une image claire de la complexité d'un système d'un point de vue ontologique. Son grand avantage réside dans sa simplicité et son opérabilité.

De manière plus spécifique, nous nous sommes intéressés aux matrices DMM (Domain Mapping Matrices). Elles dérivent des matrices DSM en reliant toutefois des éléments de différentes natures. Elles sont ainsi particulièrement adaptées à notre contexte. Des exemples de leur utilisation sont assez récents et couvrent de nombreux domaines comme le design de produits, l'étude d'organisations ou l'amélioration de process (Browning, 2016 ; Bonjour et Dulmet, 2009).

De manière analogue à la nôtre, Jean (2014) utilise cette approche pour attester de la création de valeur. Sa méthodologie se focalise sur des processus et non sur des pays hôtes. Ainsi, il fait le lien entre des ressources, un processus, des indicateurs et des attentes de parties prenantes. Il modélise la valeur apportée par la satisfaction des parties prenantes aux vues des ressources mises en jeu. Cela diffère de notre modélisation de la valeur du chapitre précédent. Elle est caractérisée comme perception de la modification du métabolisme du système pays hôte impacté par une stratégie.

Notre approche est donc différente et justifie un développement nouveau. Nous appliquons les matrices DMM à notre contexte dans le but de relier :

- des stratégies alternatives,
- lesquelles sont constituées d'actions,
- qui génèrent des impacts,
- ces impacts agissent sur les interactions entre des sous-systèmes⁸ du pays hôte,
- les améliorations de ceux-ci constituent des objectifs,
- ceux-ci ayant des importances relatives pour les différents décideurs.

⁸ Nous rappelons qu'au chapitre précédent, nous avons posé que le système pays hôte est constitué de sous-systèmes. Ces sous-systèmes regroupent les parties prenantes/les capitaux impactés/impactant les activités des pétroliers. Nous avons validé qu'à partir d'une telle modélisation, les valeurs au sein du pays hôte pouvaient être modélisées comme des flux entre des capitaux/parties prenantes.

Nous proposons en conséquence le processus en figure 4.2.

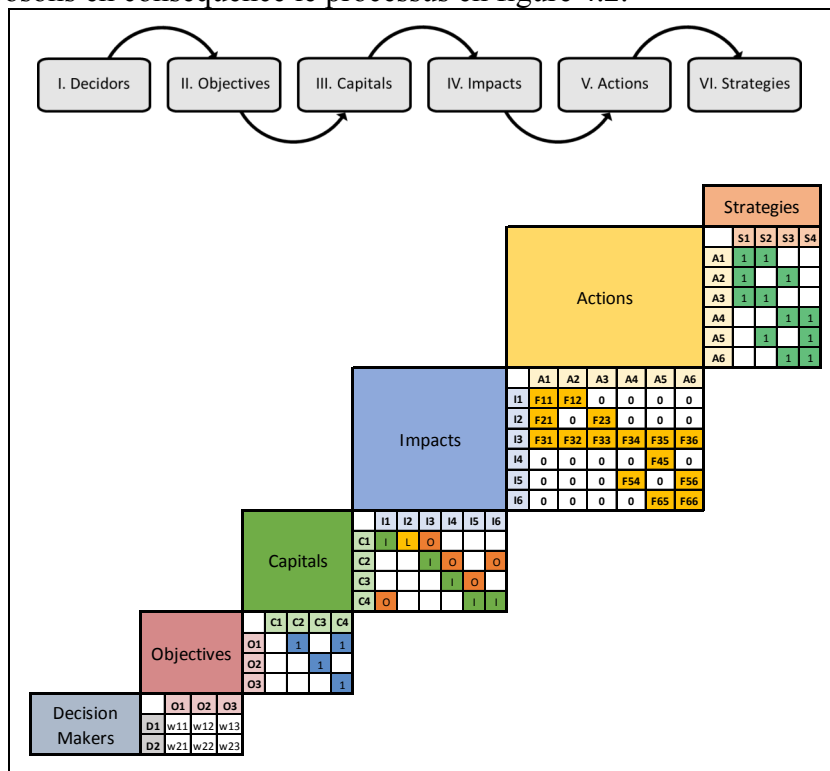


Figure 4.2: Utilisation de matrice DMM pour lier les objectifs de décideurs aux différentes stratégies.

La construction de la matrice DMM est réalisée en deux temps. Premièrement, nous relierons les intérêts et les objectifs des décideurs avec les impacts désirés. Ensuite, nous modélisons les impacts des différentes stratégies. Ces parties seront développées respectivement en 4.2.3 et 4.2.4.

4.2.2 Modélisation des objectifs des décideurs

Nous reprenons les idées développées au chapitre 3 pour estimer les impacts d'une stratégie sur la satisfaction du décideur. Le pays hôte y est décrit comme un système composé de divers capitaux et parties prenantes en interaction. Le pays hôte possède donc un métabolisme propre comme nous le représentons de manière imagée en figure 4.3. La valeur apportée est alors perçue par les modifications de ce métabolisme par la présence du projet. Cette modification est modélisée de manière élémentaire en figure 4.4 (sont représentés ici un capital et une partie prenante).

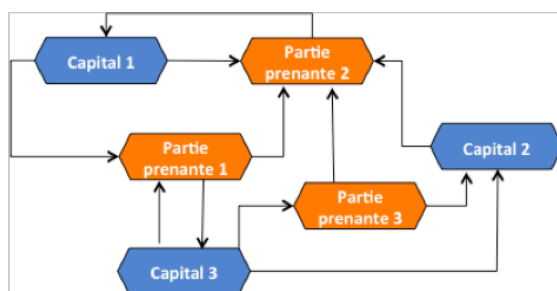


Figure 4.3: Exemple de métabolisme du pays hôte

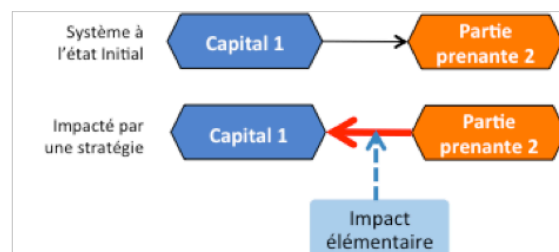


Figure 4.4: Impact élémentaire du projet modifiant le métabolisme du pays hôte

Trois matrices peuvent dès lors être utilisées pour modéliser les interrelations entre les impacts des stratégies et la satisfaction des objectifs des décideurs, comme décrit en figure 4.5.

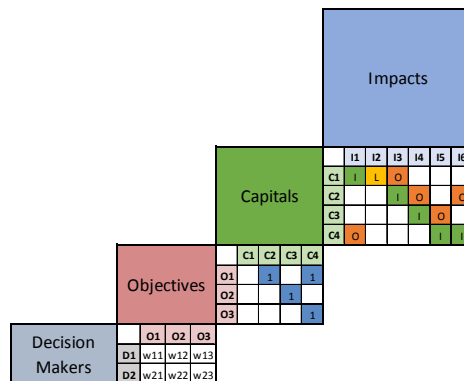


Figure 4.5: Modélisation des objectifs

Les différentes matrices peuvent être décrites de la manière suivante :

- **Matrice décideurs/objectifs** : les décideurs mettent un poids sur chacun de leurs objectifs. Ces poids sont représentés par des coefficients w_{ij} .
- **Matrice objectifs/capitaux** : elle correspond à aligner les sous-systèmes du pays hôte impactés avec les objectifs. Les coefficients OC_{ij} de cette matrice sont des nombres binaires. $OC_{ij}=1$ signifie que la contribution au capital j aura une implication sur l'objectif i .
- **Matrice impacts/capitaux** : cette matrice (IC_{ij}) a pour objectif de modéliser les flux entre capitaux. L'ensemble des flux constitue le métabolisme du pays hôte. Chaque capital pouvant être relié à un autre par plusieurs flux de différentes natures, nous avons modélisé les flux par une matrice d'incidence. $IC_{ij}=O$ (respectivement $IC_{ij}=I$) signifie que l'impact i est un flux sortant (respectivement un entrant) du capital j . Il se peut qu'un flux soit à la fois entrant et sortant pour un même capital (le flux I2 pour le capital C1 dans l'exemple). Nous modélisons dès lors celui-ci par $IC_{ij}=L$.

Nous avons ainsi pu relier les objectifs des décideurs aux impacts potentiels. Toutefois, il est difficile ici de voir de quelle manière une stratégie va générer les différents impacts. Le paragraphe suivant applique une approche DMM similaire pour aider à identifier l'estimation des impacts des stratégies alternatives.

4.2.3 Modélisation des impacts de stratégies

Nous modélisons une stratégie comme un ensemble d'actions élémentaires qui génère de multiples impacts eux aussi élémentaires. Nous en donnons une représentation en figure 4.6. Ainsi, nous pouvons représenter les impacts des différentes stratégies suivant deux matrices (figure 4.7) :

- **Matrice Stratégie/Actions** : elle a pour but de rendre compte de la présence d'action élémentaire dans une stratégie. Les coefficients SA_{ij} de la Matrice Stratégies / Actions sont des nombres binaires. $SA_{ij}=1$ signifie que l'action j fait partie intégrante de la stratégie i .
- **Matrice Impacts/Actions** : elle quantifie le degré d'impact d'une action élémentaire. La matrice Impact / Actions (IA_{ij}) se remplit avec la quantification de l'impact i généré par l'action j . Les échelles sont numériques pour mesurer l'impact.

Les échelles utilisées peuvent varier selon le type d'impact. La valeur d'agrégation de différentes actions d'une même stratégie dépend de celle-ci. Il peut s'agir d'une somme, d'une fonction maximum ou autre.

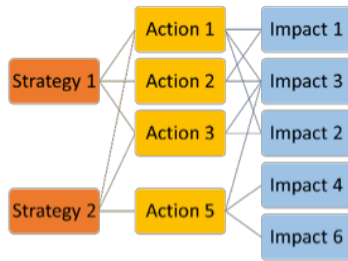


Figure 4.6: Impacts d'une stratégie

		Strategies						
		S1 S2 S3 S4						
Actions		A1	1	1				
		A2	1		1			
		A3	1	1				
		A4			1	1		
		A5		1			1	
		A6				1	1	
		Impacts		I1	F11	F12	0	0
I2	F21			0	F23	0	0	0
I3	F31			F32	F33	F34	F35	F36
I4	0			0	0	0	F45	0
I5	0			0	0	F54	0	F56
I6	0			0	0	0	F65	F66

Figure 4.7: Matrices Impacts/Actions/Stratégies

Nous remarquons ici un des intérêts des approches par matrices DMM. Nous avons un nombre limité d'impacts (cinq) pour les stratégies 1 et 2. Pourtant, la complexité rend la représentation sous forme de graphe des impacts de stratégies difficilement lisible. Les représentations matricielles aident à la compréhension.

Nous relierons la modélisation d'impacts des stratégies à la modélisation des objectifs des décideurs dans le paragraphe suivant.

4.2.4 Modélisation des impacts de stratégies

Les matrices des deux précédents paragraphes peuvent être réutilisées pour modéliser l'impact de stratégies ICV (figure 4.8). Nous décrivons de quelle manière l'impact d'une stratégie sur les objectifs des décideurs peut être décrit. Plus précisément, nous montrons les effets de la stratégie S1 sur le système pays hôte et de quelle manière cela affecte les objectifs des deux décideurs.



Figure 4.8: Explication de l'utilisation de la matrice DMM

La stratégie 1 est composée des actions A1, A2 et A3 (matrice Stratégies/Actions). Les impacts de ces actions sont représentés dans la matrice Actions/Impacts. Elles ont des effets quantifiés (F11, F12, F21, F23, F31, F32 et F33) qui agissent respectivement sur les impacts I1, I2, et I3.

La matrice Impact/Capital montre de quelle manière le métabolisme du pays hôte sera affecté. Par exemple, l'impact I1 (respectivement I3) affecte un flux sortant du capital C4 (respectivement C1) et entrant vers le capital C1 (respectivement C4). L'impact I2 a un effet sur un flux sortant du capital C1 et rebouclant sur lui-même.

Puisque le capital C3 n'est affecté par aucun des trois impacts (I1, I2 et I3), la stratégie S1 n'a pas d'effet sur celui-ci. Cette stratégie n'aura donc pas non plus d'effets d'après la matrice Capital/Objectifs sur l'objectif O2. Par conséquent, la stratégie S1 n'aura aucun effet sur la satisfaction du décideur D1 et D2 sur les préférences partielles relatives à O2 (matrice décideurs/objectifs).

4.2.5 Conclusion partielle et prise de recul

Par rapport aux limites méthodologiques identifiées pour mettre en place des systèmes d'indicateurs, nous avons proposé dans cette section une approche par DMM. Celle-ci nous permet de relier entre elles les étapes 1 (recueil des données d'entrée) à 5 (estimation des stratégies) du processus d'aide à la décision. Elle concilie les avantages des méthodes de sélection d'indicateurs classiques.

Elle peut mettre en place le système d'estimation selon une procédure descendante (Top-Down) comme indiqué en figure 4.9. Elle part alors des objectifs pour mettre en place les indicateurs. Ainsi peuvent être réutilisées les données issues des stratégies industrielles du pays hôte, des données issues des ESIA⁹ pour connaître les principaux systèmes à conserver et des objectifs nationaux de contenu local.

Elle peut également adopter une démarche ascendante (Bottom-Up) comme indiqué en figure 4.9. Elle part alors des stratégies et de leurs effets. Des données issues de questionnaires de parties prenantes, des enquêtes industrielles, des données du projet et des descriptions d'impacts dans les ESIA peuvent dès lors être réutilisées pour décrire les principaux impacts et construire la modélisation du pays hôte.

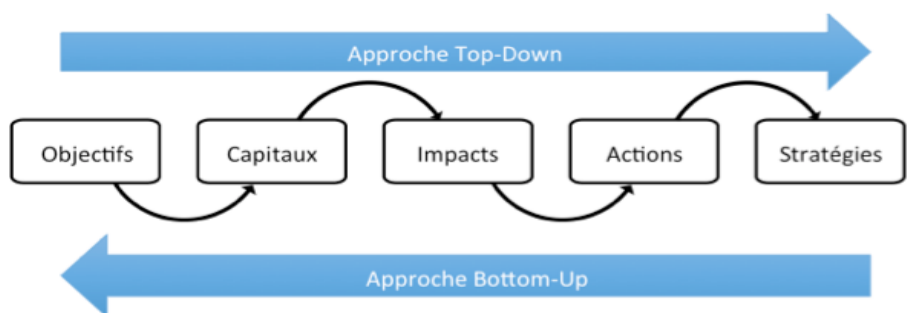


Figure 4.9: L'approche DMM permet de concilier approches ascendante et descendante

En utilisant les résultats du chapitre précédent, elle possède l'avantage de représenter les effets de stratégies sur le pays hôte et d'identifier les différentes interactions. A la différence des approches d'analyse de causalité, elle ne se restreint pas à des systèmes environnementaux. Elle permet d'intégrer une diversité de systèmes.

⁹ Etude d'impact socio-environnementale.

Des points communs peuvent être vus avec la démarche d'Analyse du Cycle de Vie (ACV). Comme étudié au chapitre 3, celle-ci est composée de quatre étapes principales :

1. La définition des objectifs et du champ de l'étude.
2. L'analyse de l'inventaire du cycle de vie
3. L'évaluation de l'impact.
4. L'interprétation des résultats.

Les deux premières étapes d'une ACV sont similaires à la modélisation des objectifs des décideurs (section 4.2.3) et la modélisation des impacts de stratégies (section 4.2.4).

Toutefois, nous n'avons pas développé en détail l'évaluation globale des impacts de stratégies et leur interprétation. Un cas d'étude est nécessaire. Nous développons celui-ci en section suivante.

4.3 Cas d'étude et mise en application

Comme nous l'avons introduit en contexte, cette thèse s'est déroulée en période de crise pour l'activité pétrolière. Cela a eu pour conséquences de retarder et d'annuler des projets. La part du LC et l'émergence de l'ICV se sont ainsi vues réduites. Des difficultés sont alors apparues quant à l'application des travaux de cette thèse. Nous justifions ainsi au paragraphe 4.3.1 le choix d'un cas d'étude. Nous mettons également en avant les manques concernant celui-ci. Le paragraphe 4.3.2 décrit le contexte général, les particularités du cas d'étude ainsi que les différents scénarios qui seront pris en compte. Les paragraphes 4.3.3, 4.3.4 et 4.3.5 s'attacheront à appliquer la méthode DMM. Un résultat d'estimation de stratégie sera alors décrit.

4.3.1 Choix du cas d'étude : la PNG

De par la difficulté liée à l'obtention de données du cas d'étude, il nous a fallu faire des choix. Plusieurs alternatives étaient disponibles : des anciens projets (Nigéria, Angola, Brésil), des projets en cours d'exécution (Congo) et des projets en cours de conception (Papouasie-Nouvelle-Guinée (PNG), Uganda, Azerbaïdjan).

Six sources principales d'information ont été identifiées pour choisir un cas d'étude adapté :

- **Description des actions LC** : Un descriptif des différentes actions de LC doit être présent. Celui-ci doit rendre compte de plusieurs alternatives possibles pour des actions de contenu local.
- **Description des actions ICV** : Un descriptif des différentes actions d'ICV doit être présent.
- **Capacités locales** : Les informations doivent rendre compte de la main-d'œuvre nécessaire à un niveau de détail assez précis ainsi que de la main-d'œuvre disponible.
- **Données du pays hôte** : Des données doivent être disponibles pour aider à définir les impacts à prendre en compte ainsi que les systèmes à modéliser en priorité. Nous citons parmi les sources potentielles : des données macroéconomiques, des études du besoin des parties prenantes, des études d'impact socio-environnementales.
- **Vision du pays hôte** : De la documentation claire reflétant des objectifs de stratégie de développement du pays hôte doit être présente. La vision sur la législation du contenu local doit également être disponible.
- **Contact au sein du projet** : Il est important d'avoir un contact local bien établi au niveau du projet pour pouvoir faciliter l'accès aux informations.

Ainsi, nous avons observé au regard des données disponibles l'applicabilité d'un cas d'étude. Une synthèse est donnée en figure 4.10 :

- **Uganda** : un projet en cours de conception en Uganda a été retardé de nombreuses fois durant nos trois ans de présence à Total. Il présentait l'avantage d'avoir une étude approfondie du contexte industriel du pays pouvant répondre aux besoins de l'industrie pétrolière. Des données macroéconomiques étaient également disponibles. Toutefois, nous n'avons pas pu modéliser les différentes actions de LC ni les actions ICV. Des demandes d'introduction ont été faites auprès des équipes projet sans toutefois obtenir de réponses. Enfin, même si certains objectifs de développement du pays hôte étaient disponibles – celles-ci n'étaient que partielles. Par exemple, les contraintes de contenu local étaient encore en cours de définition durant les trois ans.
- **PNG** : Un projet en cours de conception en PNG a ensuite connu des retards. Nous avons pu établir des contacts au niveau du projet pour obtenir des informations. Ces informations étaient des documents d'études d'impacts socio-économiques, d'études d'impacts économiques d'anciens projets, des données (partielles) macroéconomiques

du pays et les objectifs prioritaires du pays hôte, des données liées aux besoins de main-d'œuvre du pays hôte et différentes options d'actions de formation. Toutefois, nous n'avions que peu de scénarios d'actions de LC.

- **Nigéria, Angola, Brésil** : De nombreux projets ont été réalisés dans ces trois pays. Les données en interne d'anciens projets étaient conséquentes. Toutefois, elles étaient focalisées sur les phases opérationnelles. Les données de reporting du contenu local n'étaient disponibles que sous forme agrégée (ex : nombre de tonnes produites selon les quatre principaux découpages de projets ou le total d'heures travaillées dans le pays). Des contacts ont été pris avec d'anciens référents de projets. La construction d'actions LC et ICV était difficile par l'absence des données des études conceptuelles.
- **Azerbaïdjan** : Ce projet en cours de conception possédait l'avantage de détenir de nombreuses données : parmi elles, des enquêtes industrielles, des actions de formation, des études de parties prenantes et des données macroéconomiques. Toutefois, nous avons noté une réelle difficulté pour définir les actions de contenu local.
- **Congo** : Un projet d'exploration-production finissait au Congo au cours de notre travail. Nous avons eu l'opportunité de septembre à octobre 2015 de travailler sur place au sein de la filiale Total EP Congo. Des études sur les besoins des entreprises locales ont été réalisées. Celles-ci ont été conduites suivant cinq initiatives :
 - En partenariat avec UNICONGO, équivalent du MEDEF au Congo, nous avons envoyé un questionnaire à 80 entreprises (40% de réponses). Les entreprises sélectionnées étaient parmi les acteurs majeurs du Congo. Cette étude avait pour but d'identifier des synergies entre le secteur pétrolier et les autres industries locales. Les questionnaires étaient composés de trois parties :
 - Une partie qualitative pour évaluer les besoins les plus importants en formation.
 - Une partie quantitative de besoins en main-d'œuvre (Court et Long termes)
 - Des questions ouvertes sur les actions à entreprendre à Pointe-Noire pour se développer.
 - Sur place, nous avons eu accès à un registre des expatriés. Nous avons pu cartographier leurs compétences et mettre en évidence des formations à développer localement.
 - De même, nous avons rencontré un représentant du ministère du Pétrole et des Hydrocarbures pour recueillir des données sur les expatriés employés dans le domaine des services pétroliers.
 - Nous avons réalisé les interviews de 22 acteurs industriels locaux et de 16 employés en interne. Cela faisait suite à une pré-étude qui avait montré un potentiel de création de valeur dans l'assistance technique. Les personnes interviewées en étaient les différents chefs de département ou spécialistes à la base industrielle de Total EP Congo. Les acteurs industriels étaient leurs principaux fournisseurs.
 - Enfin, nous avons étudié des contrats-cadres pour établir un comparatif de coûts entre expatriés et personnes locales.

Suite à ces initiatives, nous avons pu formuler des recommandations pour des projets de formations en partenariat avec d'autres entreprises. Ces actions recommandées étaient toutefois limitées : l'étude arrivait en fin de projet et de nombreuses entreprises démobilisaient leur personnel. La description d'actions LC ou ICV était ainsi assez limitée. De même, nous n'avons pas pu recueillir comme pour

d'autres projets des courbes de main-d'œuvre pour la phase de construction. Enfin, le cas d'étude du Congo était limité par l'absence de stratégie industrielle long terme du pays hôte.

	Uganda	PNG	Nigéria	Angola	Azerbaïdjan	Congo	Brésil
Description des actions LC							
Description des actions ICV							
Capacités Locales							
Données du pays hôte							
Vision du pays hôte							
Contact au sein du projet							

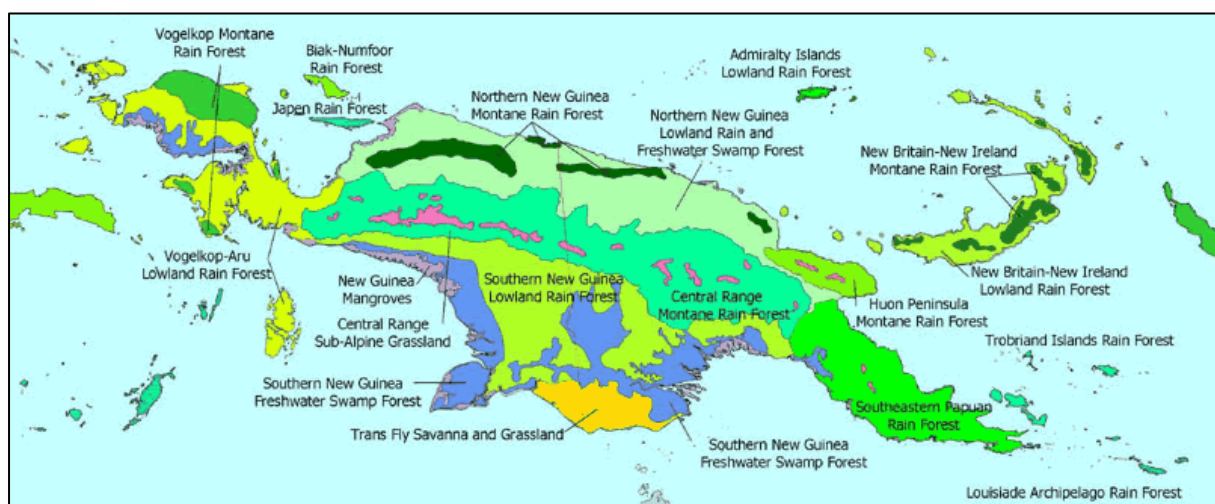
	Disponible
	Partiellement disponible
	Non-disponible

Figure 4.10 : résumé de l'exploitabilité des cas d'étude au regard des données nécessaires.

D'après la synthèse en figure 4.10, aucun des projets n'est assez complet pour constituer un cas d'étude exploitable dans cette thèse. Des données essentielles comme la description d'actions LC ou ICV ne sont pas disponibles. Nous avons ainsi décidé de constituer un cas d'étude fictif basé sur un projet. Notre choix s'est porté sur la PNG, car elle possède le moins de données indisponibles sur la description des actions (en rouge sur la figure 4.10).

4.3.2 Description des scénarios de stratégies

Total est partenaire majoritaire en PNG pour une licence d'exploitation de champs gaziers. Le projet consiste à développer des puits terrestres interconnectés par des pipelines. La PNG est riche en ressources naturelles et connaît à l'heure actuelle un boom économique. Toutefois, l'accès à ces ressources est contrarié par la nécessité d'importantes infrastructures. Ce projet se réalise dans un contexte particulier puisque la PNG est un pays au contexte socio-environnemental très sensible. Elle est composée de près de 600 îles avec 800 langues autochtones. Elle possède des forêts composées d'une forte biodiversité et des récifs coralliens autour de la côte (voir carte 4.1).



Carte 4.1 : Ecorégion de la PNG¹⁰.

¹⁰ http://www.panda.org/knowledge_hub/where_we_work/new_guinea_forests/area_forests_new_guinea/ consulté pour la dernière fois le 21 Juillet 2018.

La population totale est de près de 8 millions d'habitants pour un PIB / habitant de 2487 \$ (soit près de 14 fois inférieur à celui de la France)¹¹. Ce pays est riche en ressources minérales et pétrolières, cependant le développement économique du pays est limité par le manque d'infrastructures locales¹².

Au vu du contexte social et économique, ce pays est vulnérable à des risques liés à « la malédiction des ressources naturelles » vue au chapitre 1. La conception de stratégies ICV est ainsi particulièrement importante dans ce contexte. Le projet possède le potentiel de booster les exports du pays, de créer des opportunités d'emploi et de développer des infrastructures.

Comme dit précédemment, nous n'avons pas pu utiliser directement un jeu complet de données sur ce cas pourtant réel. Nous avons donc utilisé des données du projet et en avons extrapolé d'autres. Nous avons ainsi élaboré des scénarios comprenant trois types différents d'actions :

- Les actions de production locales consistent en la réalisation d'items du projet en PNG pour la mise en place des infrastructures. Deux alternatives sont envisagées : un scénario de base et un scénario où la production locale excède la capacité locale. Ces actions sont estimées à partir de données du projet et de courbes d'emploi pour le scénario de base. Une extrapolation à partir de ces données est réalisée pour le second scénario.
- Les actions d'amélioration du capital humain consistent à effectuer des formations pour rendre la main-d'œuvre locale plus productive et la mettre aux normes du milieu pétrolier. Trois scénarios sont envisagés cherchant à former des nombres plus ou moins importants de personnes. Des données recueillies sur le projet permettent d'en fournir des estimations.
- Une dernière action consiste à construire des infrastructures pour produire de l'électricité. Un seul scénario est décrit ici. Celui-ci est entièrement fictif.

L'ensemble des différentes stratégies est décrit au tableau 4.1 en page suivante.

¹¹ <https://donnees.banquemondiale.org/pays/papouasie-nouvelle-guinee>, consulté pour la dernière fois le 21 Juillet 2018.

¹² <https://www.diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-economique-et-commerce-exterieur/la-france-et-ses-partenaires-economiques-pays-par-pays/oceanie/article/papouasie-nouvelle-guinee>, consulté pour la dernière fois le 21 Juillet 2018.

Tableau 4.1: Résumé des différentes stratégies étudiées

	Production locale		Amélioration du capital humain			Génération de puissance
	Adaptée	Supérieure aux capacités locales	Cas minimal	Cas intermédiaire	Cas maximal	
Stratégie 1	Oui		Oui			
Stratégie 2	Oui			Oui		
Stratégie 3	Oui		Oui			Oui
Stratégie 4	Oui			Oui		Oui
Stratégie 5		Oui	Oui			
Stratégie 6		Oui		Oui		
Stratégie 7		Oui			Oui	

Cette matrice est assimilable à la matrice **Matrice Stratégie/Actions** vue au paragraphe 4.2.4 (figure 4.11).

		Actions (effets directs)					
		Production (min)	Production (max)	Formation (cas minimal)	Formation (cas moyen)	Formation (cas maximal)	Génération de puissance
Stratégies	Strat 1	1		1			
	Strat 2	1			1		
	Strat 3	1		1			1
	Strat 4	1			1		1
	Strat 5		1	1			
	Strat 6		1		1		
	Strat 7		1			1	

Figure 4.11: Matrice Stratégie / Actions

Sous un format plus graphique, nous donnons en figure 4.12 la composition des stratégies 1 et 7 :

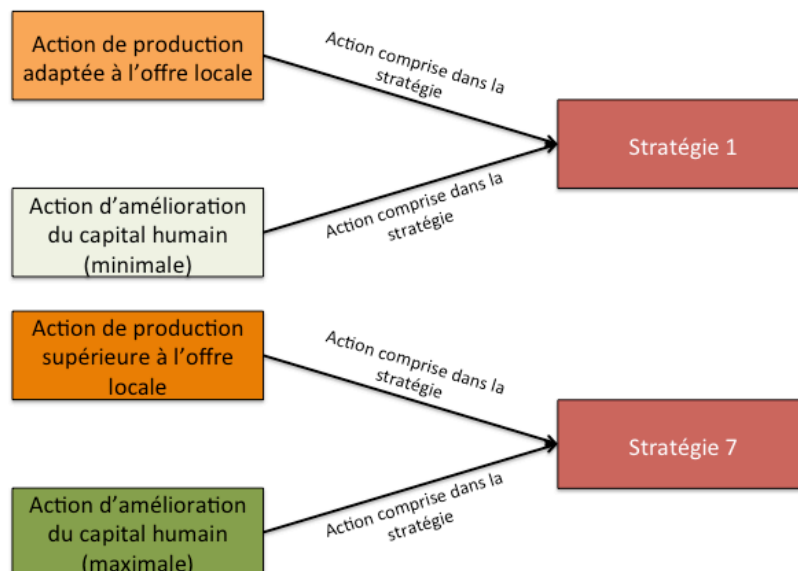


Figure 4.12: Traduction schématisée de la Matrice Stratégie / Actions pour les stratégies 1 et 7

Ayant décrit l'ensemble des stratégies, nous regardons de quelle manière mettre en application l'approche par DMM pour modéliser les impacts des stratégies.

4.3.3 Modélisation des objectifs des décideurs

Une des premières choses à réaliser était de sélectionner les objectifs principaux des décideurs. En fonction de ceux-ci, les choix réalisés au cours de l'étude varient. Pour ce faire, nous nous sommes basés sur le plan long terme du pays (National Strategic Plan Taskforce, 2011). Celui-ci met en avant les piliers à développer dans le futur et reflète les aspirations des habitants de la PNG. Nous avons également mis en avant des thèmes importants pour les entreprises pétrolières. Des pondérations de ces objectifs ont été réalisées. Par le nombre important d'objectifs, nous avons pour chaque décideur classé les objectifs en quatre catégories (priorité 1 à priorité 4). Nous avons ensuite déterminé les poids par la méthode AHP (Saaty and Vargas, 2012) puis les avons normalisés. Nous synthétisons l'ensemble de ces informations en figure 4.13.

		Décideur	
		Total	Pays Hôte
Objectifs	Maximiser la rente pétrolière	17%	14%
	Citoyens sains et qualifiés	13%	14%
	Richesse et développement	8%	14%
	Emplois	8%	3%
	Environnement durable	13%	14%
	License sociale d'opérer	17%	7%
	Développement spirituel, culturel et communautaire	4%	14%
	Accès à l'énergie	13%	7%
	Infrastructures de base	8%	14%

Figure 4.13: Matrice Objectifs / Décideurs

Suivant la figure 4.13 nous interprétons ainsi que pour le pays hôte, la maximisation de la rente pétrolière est un objectif pondéré à 14%. Pour Total, l'accès à l'énergie a un poids de 13%. L'ensemble de ces objectifs a ensuite été relié à des capitaux. Ceux-ci ont été sélectionnés à partir de la liste de capitaux développée au chapitre précédent. Nous synthétisons ceci en figure 4.14.

		Capitaux et parties prenantes											
		Capital Financier	Projet	Reste du Monde	Entreprise de formation	Entreprise local	Entreprise hors O&G	Génération de puissance	Capital naturel	Population local	Capital culturel	Routes	Population local
Objectifs	Maximiser la rente pétrolière	1	1										
	Citoyens qualifiés et en bonne santé				1					1			
	Richesse et développement					1	1						
	Emplois									1			1
	Environnement durable								1				
	License sociale d'opérer					1				1	1		1
	Développement spirituel, culturel et communautaire										1		
	Accès à l'énergie							1					
	Infrastructures de base											1	

Figure 4.14: Matrice Objectifs / Capitaux et parties prenantes

Prenons l'exemple de l'objectif de maximisation de la rente pétrolière pour interpréter ce tableau. Cet objectif dépend directement des impacts sur le système projet et le capital financier. De même, l'objectif d'accès à l'énergie est relié à la génération de puissance.

La construction de ce tableau nécessite des commentaires. Comme mentionné en section 4.2, le processus est itératif. Ainsi les résultats présentés en figure 4.14 sont issus de plusieurs itérations entre approche descendante (Décideurs => Objectifs => Capitaux) et ascendante (Action => Impact => Capitaux). Cela explique la présence du « reste du monde ». Celle-ci est nécessaire pour faire des bilans des flux affectant le pays hôte. Elle regroupe

principalement les importateurs étrangers fournissant des biens et des services non-réalisables localement. Également, différents niveaux de détails pour les systèmes sont possibles pour le modélisateur. Par exemple, ici, pour prendre en compte les impacts environnementaux, nous avons simplement choisi de regrouper les capitaux « Terrain » et « Pollution » ensemble.

4.3.4 Modélisation des impacts de stratégies

Nous repartons ensuite des capitaux pour caractériser les différents flux. Ainsi, pour chaque capital, nous avons cherché à regarder avec quel capital il pouvait faire des échanges. Pour choisir certains flux, nous avons utilisé notre base de données. La classification y a permis de donner des indications sur des flux potentiels. L'ensemble des choix de modélisation est synthétisé en figure 4.16. Cela de modéliser le métabolisme du pays hôte en figure 4.15 ci-dessous.

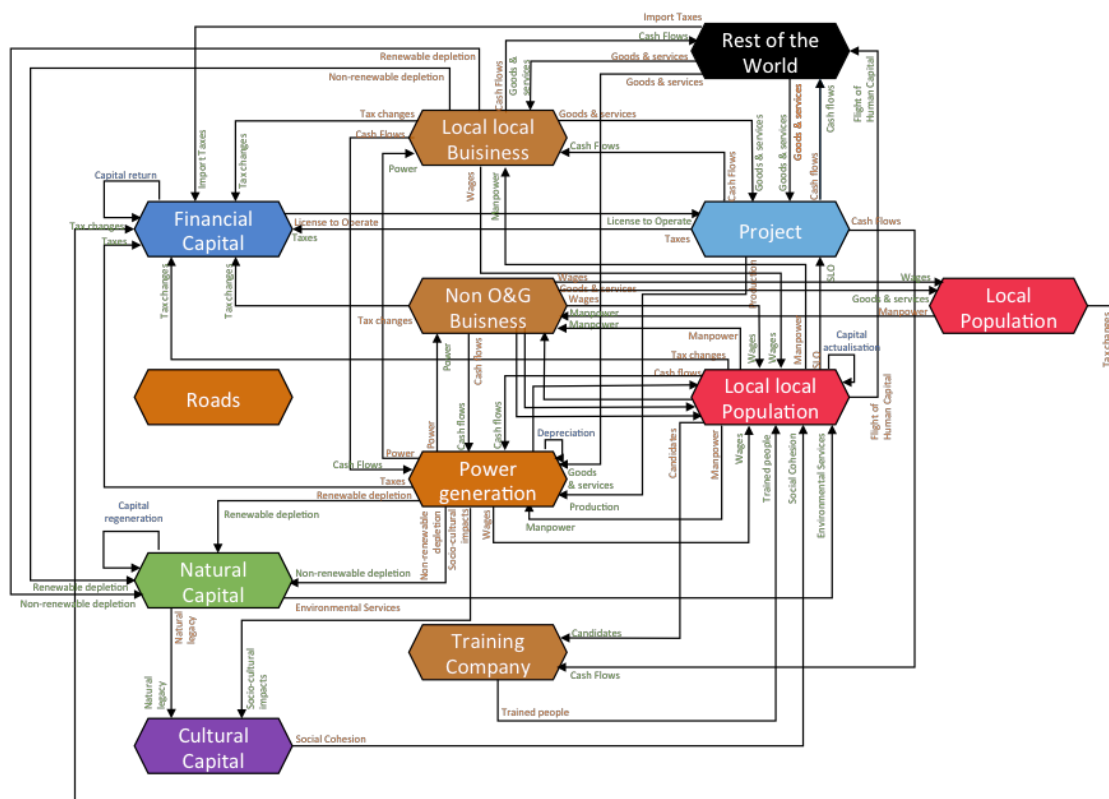


Figure 4.15: Modélisation du pays hôte et de son interaction avec le projet.

		Capitaux et parties prenantes												
		Capital Financier	Projet	Reste du Monde	Entreprse de formation	Entreprse local local	Entreprse hors O&G	Génération de puissance	Capital naturel	Population local local	Capital culturel	Routes	Population local	
Indicateurs	Taxe Induite	I	O											
	Taxe Induite	I		O										
	Taxe Induite	I				O								
	Taxe Induite	I					O							
	Taxe induite	I						O						
	Taxe induite	I								O				
	Taxe induite	I											O	
	Rendement capital	L												
	License to operate	O	I											
	Biens et services		I	O										
	Biens et services		I			O								
	License to operate		I							O				
	Flux financiers		O	I										
	Flux financiers			I		O								
	Démobilisation			I						O				
	Flux financiers		O		I									
	Candidats				I					O				
	Flux financiers		O			I								
	Imports			O										
	Dépréciation capital					L								
	Energie					I		O						
	Main d'œuvre					I				O				
	Dépréciation capital						L							
	Energie					I	O							
	Main d'œuvre						I			O				
	Flux financiers						I			O				
	Main d'œuvre						I						O	
	Flux financiers						I						O	
	Production		O					I						
	Imports			O				I						
	Flux financiers					O		I						
	Flux financiers						O	I						
	Dépréciation capital							L						
	Main d'œuvre							I		O				
	Flux financiers							I		O				
	Emissions					O			I					
	Surface perdue					O			I					
	Emissions						O		I					
	Emissions							O	I					
	Surface perdue							O	I					
Regénération								L						
Main d'œuvre				O					I					
Salaire					O				I					
Salaire						O			I					
Bien et services						O			I					
Salaire							O		I					
Energie							O		I					
Bien et services								O	I					
Dépréciation capital									L					
Cohésion sociale									I	O				
Impact Socio-culturel							O		I					
Héritage culturel								O		I				
Salaires							O					I		
Bien et services							O					I		

Figure 4.16: Modélisation des impacts

Nous donnons des exemples pour interpréter la figure 4.16. La première ligne du tableau modélise un impact d'une taxe du projet vers le capital financier. La dernière ligne représente la fourniture de biens et services d'une entreprise hors de la chaîne de valeur du pétrole vers la population locale.

4.3.5 Estimation quantitative des stratégies

L'étape d'estimation nécessite de nombreuses hypothèses. Ainsi, nous développons les principales hypothèses dans ce paragraphe. Elles concernent dans un premier temps le positionnement du problème suivant un scénario de référence et la construction de la matrice impacts / actions. Nous rendons compte que cette matrice permet uniquement de déterminer des impacts directs. Les variables exogènes ainsi déterminées ont des effets induits sur d'autres variables. Nous le détaillons de manière globale dans ce paragraphe.

Scénario de référence :

L'objectif principal de notre démarche est d'établir une estimation utile pour le processus d'aide à la décision. Ainsi, l'estimation doit être la mieux adaptée aux étapes suivantes. Certains impacts sont constants, quelles que soient les stratégies. Une estimation absolue des stratégies impliquerait le calcul quantitatif d'impacts superflus dans la décision finale.

Entre outre, nous pouvons raisonnablement penser que des stratégies LC/ICV ont des effets sur certaines variables (par exemple des variations de taxes) qui sont faibles comparés aux effets du projet (par exemple la rente due à l'exploitation des ressources). En termes de mesures, une grandeur prise comme absolue ou relative selon un référentiel peut induire deux conclusions différentes. L'estimation des stratégies d'un point de vue absolu peut donc noyer l'information.

Ces deux arguments justifient d'analyser l'ensemble des scénarios suivant une référence.

La stratégie 1 constitue un scénario de base où les investissements sont minimums et les actions basiques. Elle constitue un point de comparaison par auquel on peut facilement déterminer les avantages et les inconvénients des autres stratégies. **Nous choisissons donc la stratégie 1 comme scénario de référence.**

Construction de la matrice Impacts / Actions :

Pour construire la matrice Impacts / Action, nous référençons l'ensemble des impacts directs de projets. Des éléments de littérature ont déjà mis en avant les principaux impacts économiques des projets pétroliers (ACIL Tasman, 2002, 2009; SAIPEM, 2011; Anglo American, 2012) :

- Salaires payés à la main-d'œuvre locale ;
- Paiements aux propriétaires terriens ;
- Paiements au gouvernement provincial ;
- Profits pour les investisseurs étrangers ;
- Salaires payés à la main-d'œuvre locale ;
- Amélioration du capital humain.

Nous sommes partis des données disponibles : les évolutions trimestrielles de l'emploi direct (pour plusieurs profils) et des tonnes produites (localement et importées). Une représentation agrégée de l'emploi est donnée en figure 4.17. Nous avons fait varier les proportions entre la production locale et globale pour caractériser l'action de production supérieure à l'offre locale.

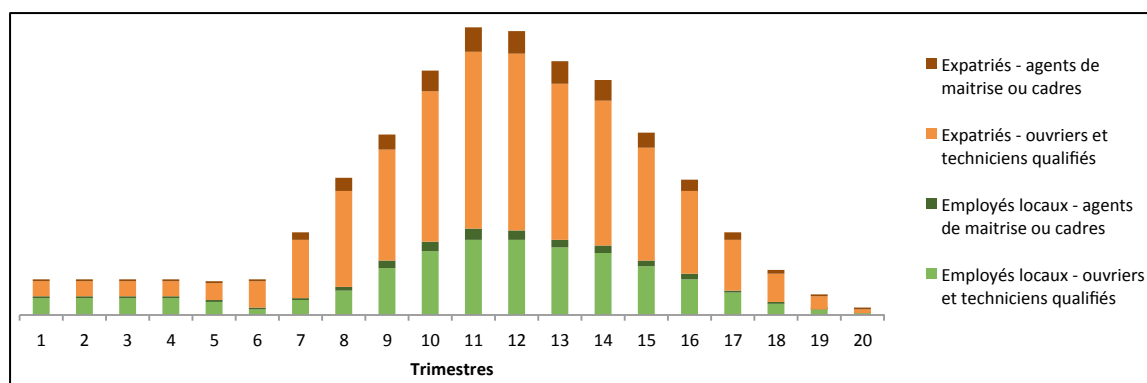


Figure 4.17: Évolution trimestrielle des emplois du projet par catégories de travailleurs pour l'action de production adapté à l'offre locale.

Les effets directs des actions de formations ont été obtenus. Le coût de ces actions et le nombre de personnes formées pour cinq profils étaient donnés. Concernant les autres impacts, une étude d'impact socio-environnemental était en cours lors de la thèse. Nous n'avons pu obtenir qu'une description générale du contexte ainsi que de certains enjeux pour des habitants locaux. En conséquence, ces aspects ont été évalués sommairement. Nous avons attribué une notation qualitative des actions sur les critères de « licence sociale d'opérer ».

Nous traduisons de manière qualitative la présence d'impacts directs en figure 4.18. Comme nous pouvons le voir dans cette figure, nous avons pris en compte la stratégie/scénario de référence. Ainsi, les effets pour les actions des stratégies de références ont été pris comme nuls. Ils permettent de structurer les éléments de l'estimation.

	Actions (effets directs)					
	Production (min)	Production (max)	Formation (cas minimal)	Formation (cas moyen)	Formation (cas maximal)	Génération de puissance
Taxe Induite						
Taxe Induite						
Taxe Induite						
Taxe induite						
Taxe induite						
Taxe induite						
Rendement capital						
License to operate		XXX		XXX	XXX	XXX
Biens et services		XXX		XXX	XXX	XXX
Biens et services		XXX		XXX	XXX	XXX
License to operate						XXX
Flux financiers						
Flux financiers						
Démobilisation						
Flux financiers				XXX	XXX	
Candidats				XXX	XXX	
Flux financiers		XXX				
Imports		XXX				
Dépréciation capital						
Energie						XXX
Main d'œuvre		XXX				
Dépréciation capital						
Energie						XXX
Main d'œuvre						
Flux financiers						
Main d'œuvre						
Flux financiers						
Production						XXX
Imports						XXX
Flux financiers						XXX
Flux financiers						XXX
Dépréciation capital						XXX
Main d'œuvre						XXX
Flux financiers						XXX
Emissions						
Surface perdue		XXX				
Emissions		XXX				
Emissions						XXX
Surface perdue						XXX
Regénération						
Main d'œuvre						
Salaire						
Salaire						
Bien et services						
Salaire						
Energie						
Bien et services						
Dépréciation capital						
Cohésion sociale		XXX				XXX
Impact Socio-culturel		XXX				XXX
Héritage culturel		XXX				XXX
Salaires						
Bien et services						

Figure 4.18: Matrice Impacts/Actions: mise en évidence des effets directs.

Nous interprétons une partie de la figure 4.18 pour l'action de production supérieure à l'offre locale en figure 4.19. L'action de production (en jaune) aura un impact direct sur différents flux (en bleu).

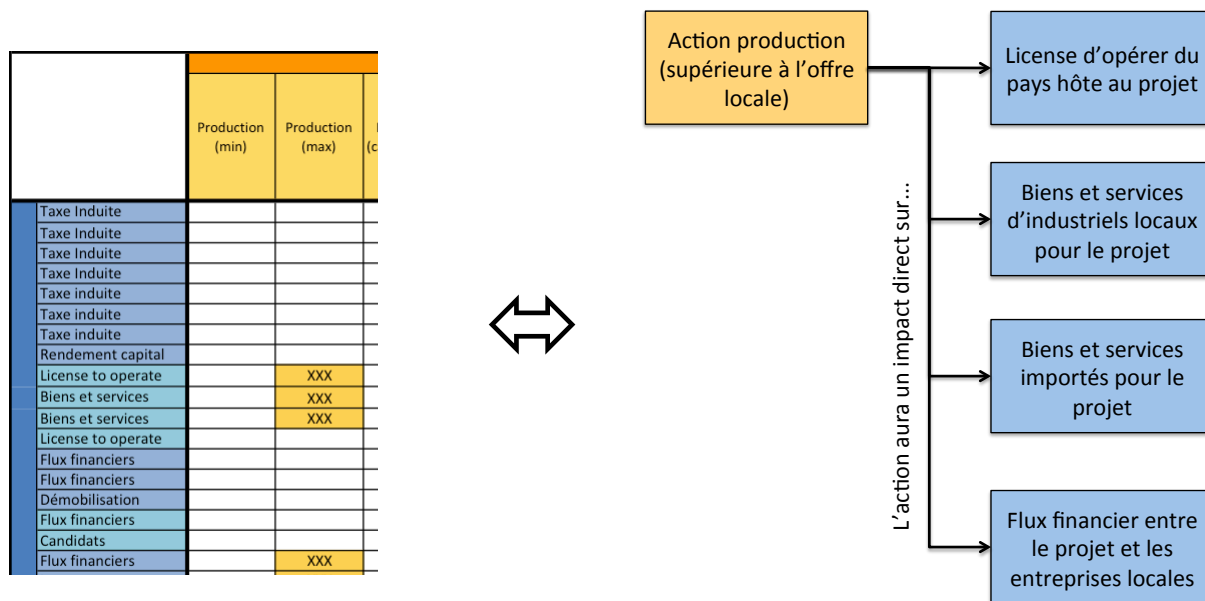


Figure 4.19: Traduction de la figure 4.18 – Exemple l'action de production supérieure à l'offre locale

Résultante des effets indirects et directs :

À partir des courbes d'évolution de l'emploi, nous avons modélisé les stocks de travailleurs dans le temps. Un diagramme de causalité est présenté en figure 4.20.

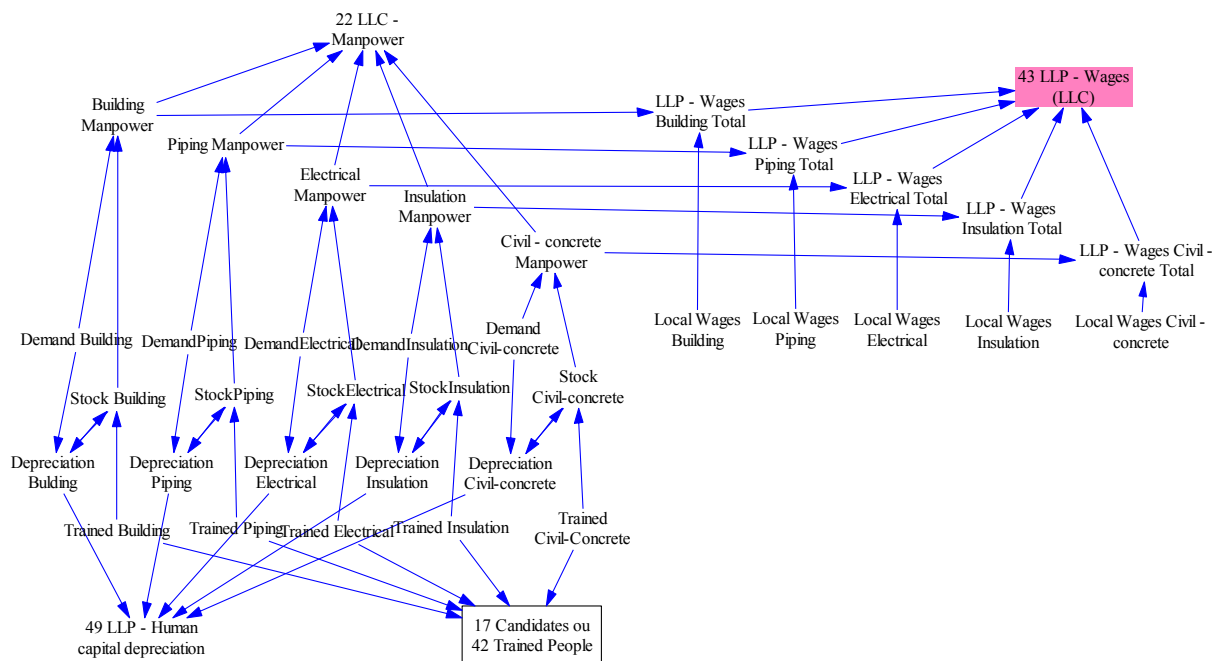


Figure 4.20: diagramme de causalité pour modéliser l'évolution de l'emploi et du stock de travailleurs

Nous avons considéré des facteurs de productions selon des fonctions de production

de Leontief¹³. Ainsi, si le nombre de travailleurs locaux ne peut répondre à la demande de production locale, des biens et services devront être importés. Nous avons considéré que ces imports étaient réalisés par des entreprises locales. Ces dernières réalisent une marge ou un markup sur la fourniture de produits ou de services au projet. Cette hypothèse vient de faits relatifs à d'autres pays pétroliers comme le Nigéria.

Les courbes de demande industrielle et les évolutions des stocks de travailleurs ont alimenté un Excel dont les liens de causalité sont présentés en figure 4.21. Les données exogènes sont encadrées en rouge (la demande de biens et de services à importer, le fait de produire localement ainsi que les personnes formées). Les données issues de sous-systèmes sont représentées en rose (les salaires payés aux populations locales). Une donnée intermédiaire hors flux modélisés est représentée en orange (les revenus liés à la génération de puissance).

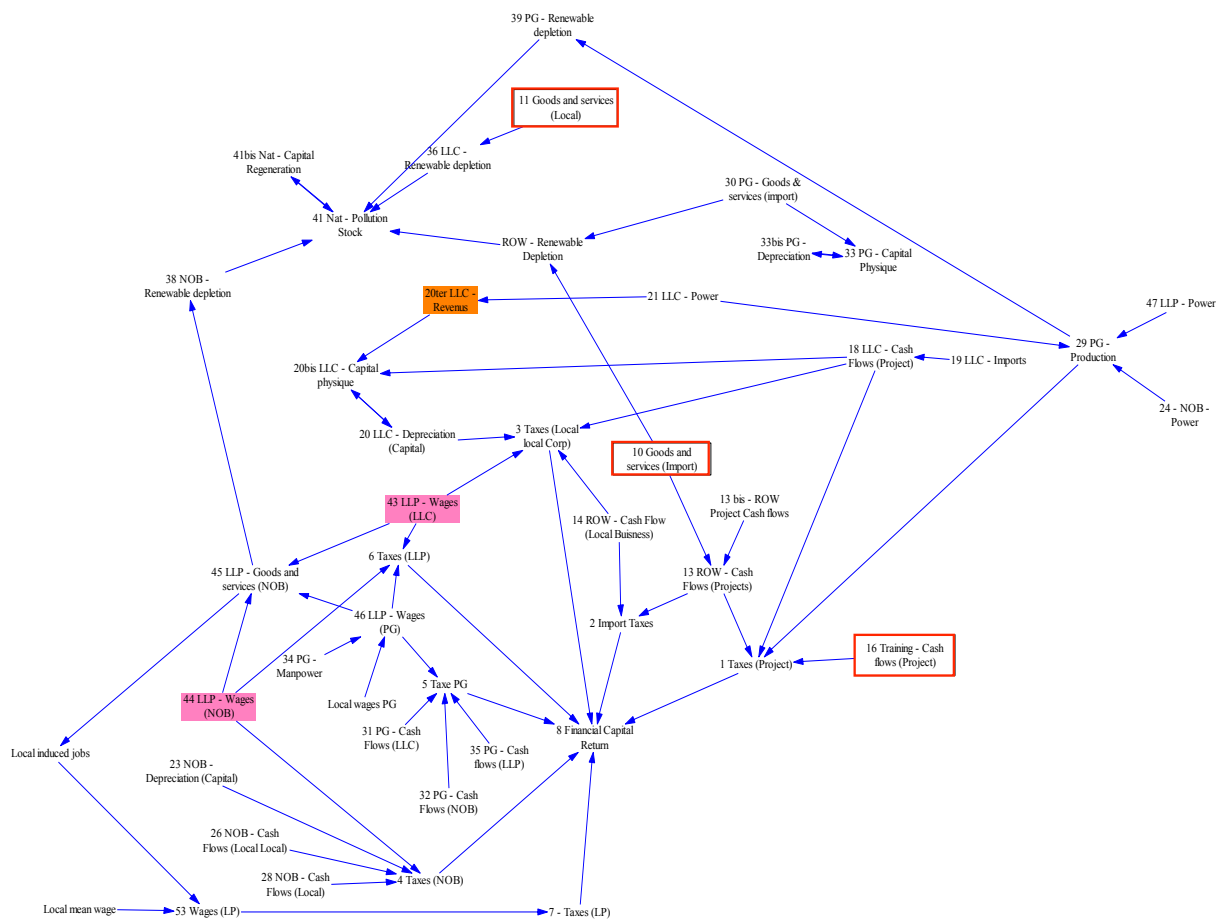


Figure 4.21: diagramme de causalité pour modéliser les impacts indirects

Pour bâtir ces différents liens, nous avons fait des bilans financiers de différentes parties prenantes. Un lien proportionnel entre stock de pollution et production locale a été utilisé. Un taux de régénération du capital naturel a été utilisé concernant des stocks de pollution. Des dépréciations du capital industriel ont également été prises en compte selon un taux fixe (2%).

Concernant les effets sur l'emploi, nous sommes partis d'hypothèses de (ACIL

¹³ Fonction de production où les outputs sont reliés par une relation linéaire avec les inputs (1) et où les proportions entre les différents outputs sont fixe (2).

Tasman, 2002, 2009). Nous avons pris en compte un multiplicateur d'emploi pour quantifier l'emploi indirect de 1,4. Cela est similaire à d'autres pratiques dans le domaine pétrolier (Esteves and Barclay, 2011; SAIPEM, 2011; Anglo American, 2012). Concernant les emplois induits (emplois générés par les dépenses supplémentaires de consommation induite par le projet), nous avons fait l'hypothèse que les expatriés dépenseraient localement 10% de leurs revenus (PNG, 2011). De manière similaire à SAIPEM, nous avons fait l'hypothèse que la propension des travailleurs locaux à épargner était de 20% (SAIPEM, 2011).

L'ensemble de ces liens a été consolidé sous fichier Excel. Celui-ci permet d'avoir pour chaque stratégie une évolution trimestrielle des différents flux alimentant les capitaux.

Estimation de stratégies :

Une fois les effets induits modélisés, nous avons les données d'estimation sous forme d'évolutions temporelles. Ainsi une agrégation est nécessaire. Comme nous l'avons mentionné en section 4.2, la valeur d'agrégation peut se faire suivant différentes méthodes : il peut s'agir d'une valeur actualisée nette (flux financiers, biens et services pour la population, actualisée à un taux d'intérêt reflétant l'impatience ou la préférence pour le présent de la population), d'une fonction maximum (émissions sur le capital naturel) des sommes (Main d'œuvre, dépréciation du capital humain), de moyenne (Energie fournie).

La question d'agrégation est toujours problématique, car elle fait perdre de l'information à l'estimation pour la rendre plus communicable. Ainsi, l'agrégation temporelle devient elle aussi problématique. Nous avons fait part au chapitre 2 de l'importance du phénomène d'externalité intergénérationnelle. Nos réflexions sur ces trois années nous ont poussés à justifier deux agrégations pour les flux : une à court terme (horizon de temps du projet) et une autre à plus long terme (horizon de temps allant de la fin du projet à la phase opérationnelle). Toutefois, notre cas d'étude étant limité, nous n'avons pas les données nécessaires pour réaliser ceci. Nous n'avons donc agrégé les données de chaque stratégie que sur une période de court terme.

En faisant ces agrégations pour chaque stratégie, on peut construire la matrice Stratégies / Impacts. Cette matrice peut être utilisée avec la matrice Capitaux / Impacts pour obtenir la modélisation de l'impact de différentes stratégies du projet sur le pays hôte. On peut ainsi, par construction, traduire l'impact de stratégies sur le pays hôte (par exemple la stratégie 2 dans la figure 4.22) :

- La matrice Capitaux/Impacts permet d'associer chaque flux à un capital / une PP source ainsi qu'à une cible.
- La matrice Stratégies/Impacts permet d'associer à chaque flux d'une stratégie donnée son amplitude.

Les estimations de stratégies se traduisent donc comme un changement des flux d'un réseau. Les flèches vertes et rouges représentent respectivement des flux aux amplitudes positives et négatives¹⁴. La grosseur des flèches est proportionnelle aux normes des amplitudes (voir l'exemple en figure 4.23).

¹⁴ Remarque : puisque la stratégie 1 est prise comme référence, son vecteur colonne d'estimation est uniquement composé de zéros dans la matrice.

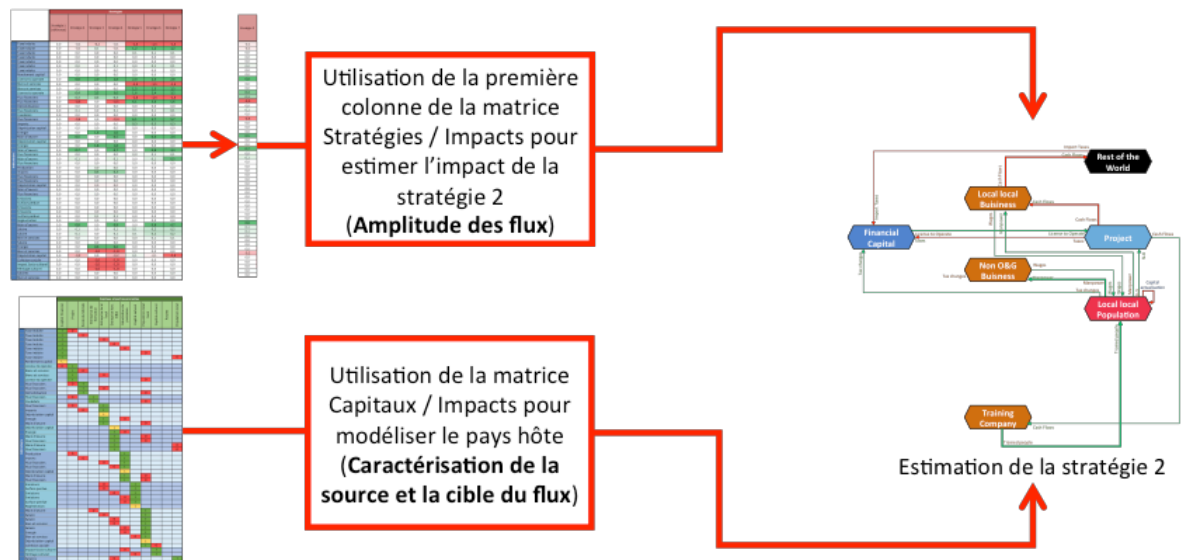


Figure 4.22: Utilisation des matrices Stratégie/Impacts et Capitaux/Impacts pour estimer une stratégie

Une représentation de stratégie est ainsi matérialisée sous la forme de graphe orienté $G(FK) = (K, F)$. Les nœuds K du réseau représentent les divers capitaux et parties prenantes affectés par les stratégies. Les arêtes F représentent les flux entre les différents nœuds.

L'avantage de ce type de représentation est d'aider à comprendre les effets d'une stratégie. Par exemple, la figure 4.23 illustre une stratégie où l'on place des exigences de production locale d'infrastructures excédent les capacités locales. En conséquence, même si l'effet voulu était de favoriser l'industrie locale au détriment d'entreprises étrangères, ces dernières profitent tout de même de la stratégie. En effet, les industries locales n'ayant pas les capacités de production, elles doivent importer plus de biens et de services de l'étranger. La représentation met ainsi en évidence un phénomène de transfert du bien-être, à l'avantage de l'industrie locale, au détriment du projet et du pays hôte perdant en rentabilité.

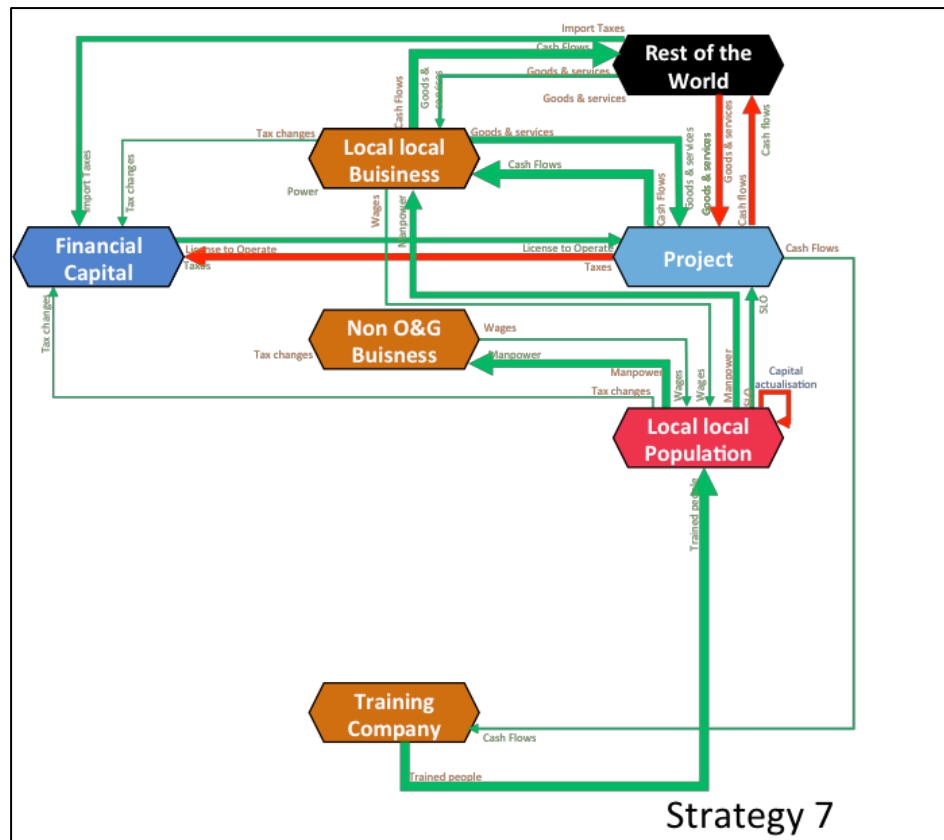


Figure 4.23: Estimation de l'impact de la stratégie 7

Nous remarquons qu'un travail préalable doit être effectué pour caractériser graphiquement l'amplitude des flux. Dans notre cas, nous avons regroupé les éléments similaires et avons construit une échelle pour caractériser la grosseur des flèches modélisant le flux. Par exemple, pour les éléments financiers et matériels, ceux-ci ont été regroupés. Une normalisation a été réalisée suivant l'amplitude maximale observée. De même, les flux de travailleurs ont été construits de la même manière. D'autres flux plus qualitatifs (ex. héritage culturel) ont vu leur amplitude modélisée de manière arbitraire.

4.4 Synthèse

La proposition de modélisation du pays hôte au chapitre précédent a considéré celui-ci comme un système. Ce système possède un métabolisme qui lui est propre (voir la partie en haut à gauche de la figure 4.24). Une méthode de construction pour représenter ce métabolisme a été présentée en section 4.2. Celle-ci a utilisé une approche par DMM. Elle rend compte qu'une stratégie génère des impacts qui vont affecter la manière dont interagissent les différents sous-systèmes du pays hôte. Les impacts d'une stratégie peuvent être découpés en impacts élémentaires. Ces impacts élémentaires ont des effets sur l'interaction entre deux sous-systèmes du pays hôte. L'ensemble des impacts de la stratégie modifie ainsi le métabolisme du pays hôte. Nous en donnons trois exemples en figure 4.24 (les deux réseaux du bas et celui en haut à droite). L'ensemble de ces modifications sera perçu par les divers sous-systèmes du pays hôte. La perception de ces changements par les sous-systèmes évaluera la création de valeur dans le pays hôte. Une application a été réalisée sur un cas d'étude fictif basé sur la PNG.

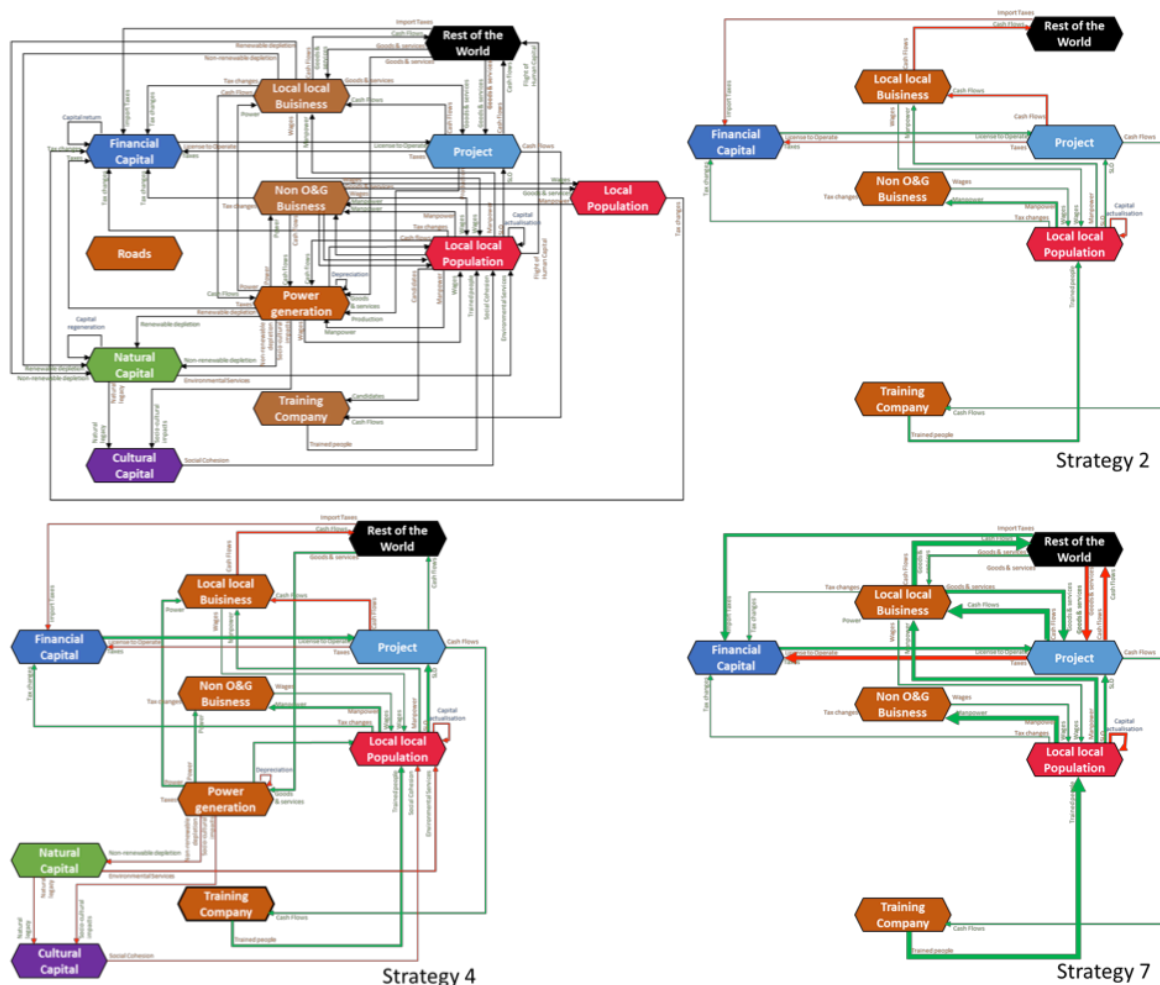


Figure 4.24: Modélisation du pays hôte et de son interaction avec le projet.

Nous avons ainsi pu estimer les différentes stratégies. Cette estimation s'accompagne d'outils pour bâtir cette estimation. Elle permet en outre d'intégrer la prise en compte d'effets indirects et induits. Nous avons ainsi répondu à la première question de recherche : **comment adapter une méthode d'estimation des valeurs créées localement en contexte industriel ?**

Ainsi, nous attestons de deux apports dans ce chapitre. Nous avons proposé une méthode permettant de concevoir l'estimation de stratégie. Cette estimation et son mode de représentation se sont inspirés des méthodes SVN (Cameron, 2007; Feng, 2013). Il l'a prolongé de deux manières. La première est l'apport d'une autre démarche pour quantifier les différents flux. La seconde concerne son utilisation : la méthode est utilisée ici pour comparer différents scénarios (elle a été mise en application sur un cas d'étude fictif).

Ces apports permettent également de mieux répondre aux exigences industrielles du chapitre 1. Le chapitre précédent avait rendu compte d'une approche conceptuelle pour y répondre. Ainsi le chapitre a répondu aux exigences, car :

- **L'exigence 1** traduisait la prise en compte d'éléments divers, de préférences et d'effets induits dans la modélisation. Ces éléments se retrouvent partiellement dans ce chapitre – notre application étant fictive. Elle nécessite des développements – la mise à disposition des données étant un frein à leur prise en compte.
- **L'exigence 2** mettait en avant l'adoption des visions du projet et du pays hôte. La modélisation du système d'estimation proposée adopte une vision systémique intégrant chaque acteur. Cette vision systémique va de la conception par approche DMM à la représentation graphique. Ainsi, les intérêts de chacun sont intégrés dans le mode d'estimation. La représentation permet de traduire les gains et les pertes de chacun aux vues des stratégies.
- **L'exigence 3** concernait la communicabilité et l'applicabilité opérationnelle. Notre approche permet une représentation graphique lisible d'une stratégie, que ce soit sous forme de graphe ou de matrice.

Le travail de ce chapitre a ainsi abouti à une estimation de diverses stratégies LC/ICV. Cette estimation permettra d'aider à la décision entre plusieurs stratégies. Ceci est développé au chapitre suivant.

Chapitre 5 : Aide à la sélection de stratégies In-Country Value

Résumé du chapitre

Le chapitre précédent a permis d'estimer les effets de différentes alternatives de stratégies sur le pays hôte. Il facilite la compréhension des stratégies et les interactions entre les différents sous-systèmes du pays hôte. Nous reprenons ici ces éléments pour répondre à la question suivante :

Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes du pays hôte ?

Ce chapitre présente les propositions d'aide à la sélection de stratégies. La section 5.1 met en évidence les problématiques d'indécision et les objectifs de la décision. La section 5.2 formule le problème en suivant les concepts clefs de Tsoukiàs (2008). La section 5.3 se focalise sur les choix méthodologiques (Roy and Słowiński, 2013; Guitouni, 1998). Ceux-ci se font à deux niveaux : une évaluation locale et une globale. Par rapport à notre contexte, nous justifions l'utilisation de manière séquentielle des méthodes MR Sort et PROMETHEE II. Une application est réalisée en section 5.4 sur le cas fictif introduit au chapitre précédent.

Mots clefs : Aide à la décision, Multicritère, Procédure d'agrégation, Incomparabilité, Cas d'étude

5.1 Introduction

Nous utilisons des résultats du chapitre précédent pour montrer des problèmes d'indécision entre les différentes stratégies et décrivons la démarche du chapitre.

Les parties précédentes ont introduit un moyen d'estimer les effets induits par plusieurs stratégies. Ces estimations prennent la forme de flux entre capitaux/parties prenantes. Une représentation de stratégie est ainsi matérialisée sous la forme de graphe orienté $G = (K, F)$. Les nœuds K du réseau représentent les divers capitaux et parties prenantes affectés par les stratégies. Les arêtes F représentent les flux entre les différents nœuds. Ces flux sont associés à une grandeur. Des flux de natures différentes peuvent affecter un capital. Prenons l'exemple du capital humain. Celui-ci peut être alimenté par un nombre de personnes formées, mais également par des flux financiers. De même pour le projet, celui-ci peut être alimenté par des flux de nature immatérielle comme la « Licence d'opérer » et d'autres plus concrets comme la « fourniture de biens et de services ». Plusieurs dimensions peuvent ainsi alimenter les différents capitaux/parties prenantes. Les flux ont également une amplitude caractérisant l'effet d'une stratégie. Cette amplitude représentée sous forme de scalaire caractérise l'ampleur de la variation de la grandeur.

Les estimations du chapitre précédent ne permettent pas directement d'effectuer un choix. Plusieurs facteurs d'indécision existent : une indécision liée aux capitaux et une autre liée aux flux.

Un premier type d'indécision concerne les impacts selon un groupe de nœuds du graphe orienté. Il peut en effet être difficile de comparer des stratégies :

- **N'affectant pas les mêmes capitaux ou parties prenantes** : certaines stratégies peuvent impacter spécifiquement des capitaux pour en délaissier d'autres. Prenons l'exemple d'une stratégie d'ICV visant à développer de la génération de puissance. Celle-ci impactera le capital « Industriel énergétique » quand d'autres stratégies plus classiques le laisseront inchangé. Nous mettons cela en évidence en figure 5.1.

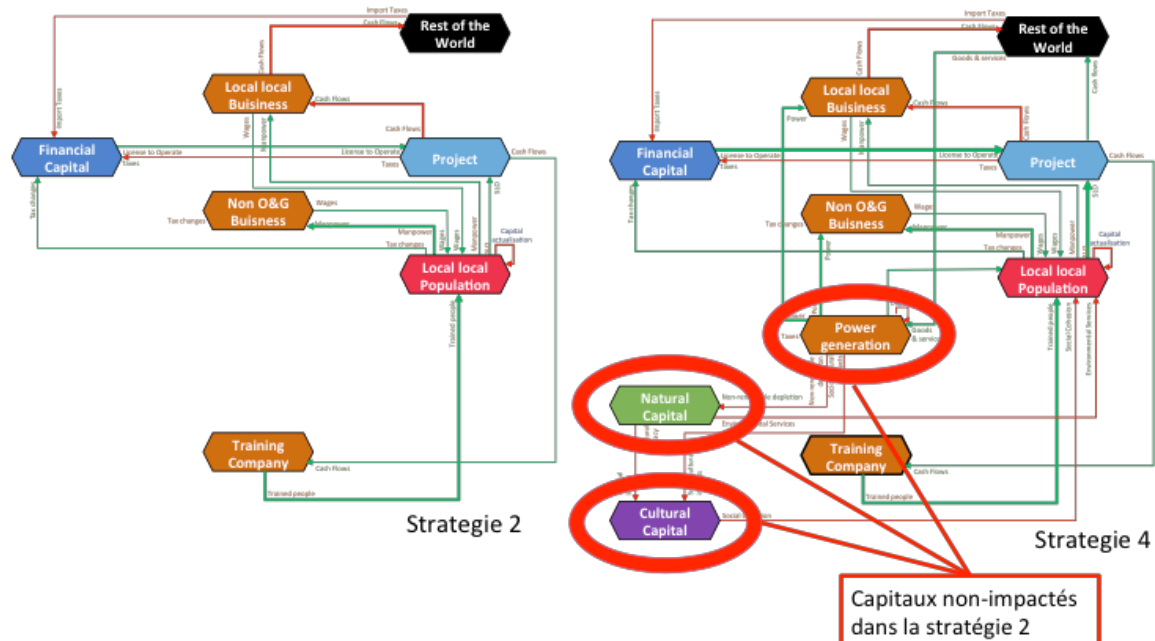


Figure 5.1 : indécision liée aux capitaux affectés

- **Ne favorisant pas les mêmes capitaux ou parties prenantes** : certaines stratégies vont spécifiquement avantager certains agents / capitaux au détriment d'autres. Par exemple, nous observons cela dans les détails des estimations des stratégies 2 et 7. La

stratégie 7 favorise les entreprises locales au détriment du pays hôte qui voit baisser ses recettes fiscales. Au contraire, la stratégie 2 renforce les revenus financiers du pays hôte, pas nécessairement au bénéfice des populations proches du site.

Un second type d'indécision concerne les impacts du point de vue d'un capital ou d'une partie prenante. Les stratégies influent de manières différentes sur l'ensemble des flux du réseau et leurs amplitudes. Au regard des flux affectant un nœud donné, des arguments existent pour ne pas discriminer une stratégie vis-à-vis d'une autre. Nous donnons l'exemple ci-dessous en figure 5.2 de la population local-locale (proche du site). Elle doit effectuer des arbitrages entre salaires, perte de cohésion sociale, perte de service environnemental et amélioration de son capital humain. De même, nous aurions pu parler du capital financier du pays hôte. Il doit faire un arbitrage entre la quantité de capitaux qu'il reçoit et leur provenance. Le projet, possède également de nombreux échanges entre lui et ses parties prenantes. Nous sommes dès lors en situation d'indécision.

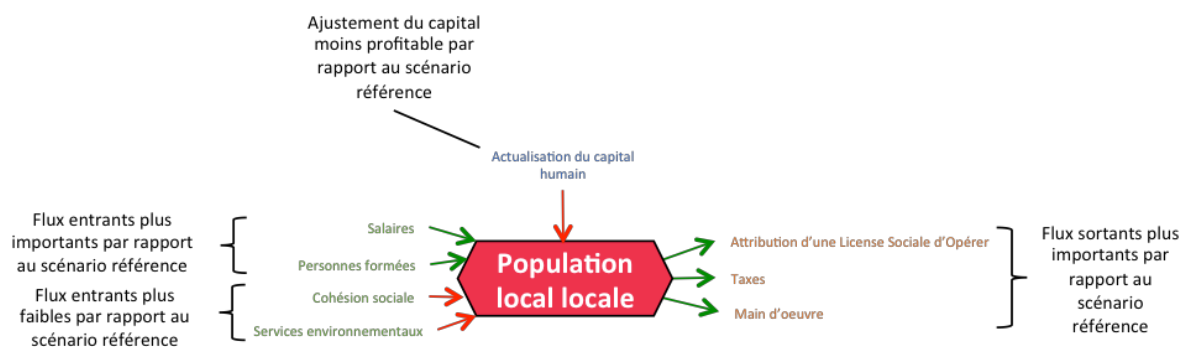


Figure 5.2 : indécision entre flux pour la population local-locale.

Par ces différentes situations, la comparaison entre stratégies est difficile à établir. Aider à l'évaluation et à la sélection d'alternatives est nécessaire. Nous repartons du processus d'aide à la décision en partie suivante pour structurer le chapitre et répondre à cette question. La **section 5.2** formule le problème. Elle définit les critères et se focalise sur l'objet de la décision. La **section 5.3** porte sur les choix méthodologiques effectués. Deux niveaux d'évaluation sont décrits : un dit local et l'autre dit global. Une application sur notre cas fictif est réalisée en **section 5.4**.

5.2 Notions de base en aide à la décision multicritère et mise en application

Cette section formalise le problème. Elle se focalise principalement sur les notions de stratégies et de critères. Elle part des objets de la décision (5.2.1) et utilise les notions de base en multicritère (5.2.2).

5.2.1 Objets de la décision

La logique globale de notre démarche a été au chapitre précédent de relier d'une part, objectifs et capitaux, et d'autre part capitaux et stratégies. Le choix d'une stratégie générera une chaîne d'impact représentée en rouge en figure 5.3 ci-dessous. Ce choix impactera les capitaux et les parties prenantes (L1). Cela aboutira à l'appréciation ou la dépréciation de ces derniers. Ces évolutions influenceront directement sur les objectifs des décideurs (G1).

Ainsi, une chaîne de décision (représentée en bleu en figure 5.3) de deux étapes est nécessaire quant au choix d'une stratégie. Une première étape au niveau global doit arbitrer entre les stratégies selon leurs impacts sur les capitaux (G2). Elle nécessite des évaluations des stratégies du point de vue de chaque capital / partie prenante. Ces informations doivent venir d'une évaluation des stratégies du point de vue de chaque capital (L2). Elles doivent prendre en compte les différents impacts que subissent les capitaux.

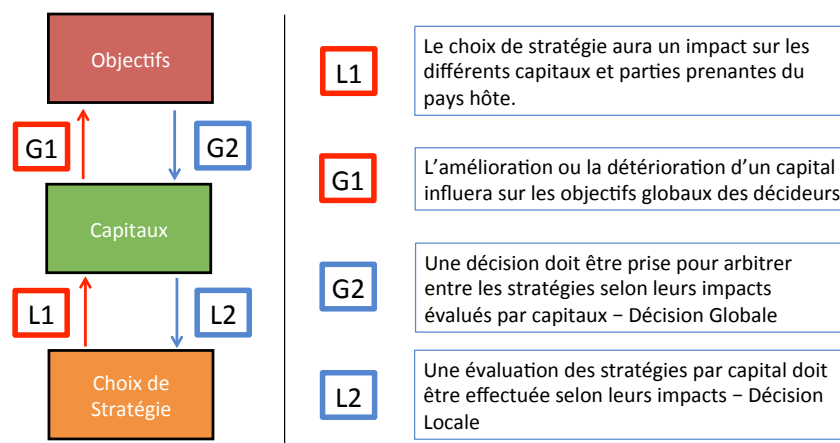


Figure 5.3 Formalisation des deux niveaux de décision

Nous cherchons par la suite à relier ces objets de la décision à des notions de base en multicritère.

5.2.2 Notions de base

L'aide à la décision multicritère fait intervenir deux concepts fondamentaux.

Premièrement, le concept d'action. Ce concept correspond à l'objet de la décision. A priori, il ne regroupe pas nécessairement des objets d'étude réalisables ou implantables (Greco, Ehr Gott and Figueira, 2016). Ce concept est différent de la notion d'action décrite au chapitre 5. L'objet d'étude concerne bien ici des stratégies à comparer entre elles. Dans la suite de ce chapitre, nous utiliserons toujours le concept de stratégie pour garder une continuité dans ce mémoire. Nous désignons pour la suite l'ensemble $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ l'espace des n stratégies sur lesquelles la décision doit s'effectuer.

Le second concept est celui de critère. Un critère noté g par la suite est un outil d'évaluation dont le but de comparer des actions potentielles selon un point de vue donné. On en donne une définition concrète adaptée de (Roy, 1985) : **on appelle critère une fonction g**

pour un acteur Z à valeur réelle définie sur S permettant de comparer tout couple de stratégies relativement à un axe de signification de sorte que : $g(a') \geq g(a) \Rightarrow a' S_g a$

Résoudre un problème selon une approche multicritère consiste à construire une famille de fonction de critères. On notera celle-ci (g_1, g_2, \dots, g_p) . Chaque fonction représente l'évaluation d'une stratégie selon un point de vue donné. Ainsi, chaque stratégie S_i (avec $i \in [1;n]$) doit pouvoir être représentée par un vecteur $(g_1(S_i), g_2(S_i), \dots, g_p(S_i))$ lors d'une phase d'évaluation.

5.2.3 Transposition des notions de base à notre cas – niveau global

Nous nous basons sur les concepts abordés dans les deux sous-sections 5.2.1 et 5.2.2 pour formaliser le problème au niveau global. Nous résumons les enjeux de la décision au niveau global dans le tableau 5.1.

Tableau 5.1: Enjeux de la décision au niveau global

Nombre d'évaluations	Objet de la décision	Critères
1. Évaluation du point de vue du pays hôte	Les stratégies S_i (avec $i \in [1;n]$)	Les capitaux.
2. Évaluation du point de vue du projet		

Nous remarquons que tous les capitaux / parties prenantes de l'estimation ne sont pas nécessairement à prendre en compte ici. Certains ont été représentés dans l'estimation puisqu'ils interagissent avec le projet et le pays hôte. Toutefois, ils ne sont pas à prendre en compte dans la stratégie, car ne répondent à aucun objectif de la part du pays hôte / de Total. Nous parlons par exemple de la modélisation du « Reste du monde ».

5.2.4 Transposition des notions de base à notre cas – niveau local

Nous relient les deux paragraphes 5.2.1 et 5.2.2 pour formaliser le problème au niveau global. Un bilan des flux par capital a été dressé (un exemple est donné en figure 5.4 à gauche). Nous en avons par la suite déduit des critères (à droite).

Capital concerné	Entrée	Sortie	Flux	
Capital Financier	1	0	1 Taxe Induite	
	1	0	2 Taxe Induite	
	1	0	3 Taxe Induite	
	1	0	4 Taxe Induite	
	1	0	5 Taxe Induite	
	1	0	6 Taxe Induite	
	1	0	7 Taxe Induite	
	1	0	8 Rendement capital	
Projet	0	-1	9 License to operate	
	0	-1	1 Taxe Induite	
	1	0	9 License to operate	
	1	0	10 Biens et services	
	1	0	11 Biens et services	
	1	0	12 License to operate	
	0	-1	13 Flux financiers	
	0	-1	16 Flux financiers	
	0	-1	18 Flux financiers	
	0	-1	29 Production	
	Reste du Monde	0	-1	2 Taxe Induite
		0	-1	10 Biens et services
1		0	13 Flux financiers	
1		0	14 Flux financiers	
1		0	15 Démobilisation	
0		-1	19 Imports	
Entreprise local local	0	-1	30 Imports	
	0	-1	3 Taxe Induite	
	0	-1	11 Biens et services	
	0	-1	14 Flux financiers	
	1	0	18 Flux financiers	
	1	0	19 Imports	
	1	0	20 Dépréciation capital	
	1	0	21 Energie	
	1	0	22 Main d'œuvre	
	0	-1	31 Flux financiers	
	0	-1	36 Emissions	
	0	-1	37 Surface perdue	
0	-1	43 Salaire		

Capital	Critères
Financier	Flux financiers

Projet	Critères
	Flux financiers
	License to operate 1
	License to operate 2
	Risque approvisionnement

Entreprise local local	Critères
	Critère financier
	Production locale
	Energie
	Disponibilité main d'œuvre

Figure 5.4 : Construction des critères à partir de chaque flux.

La construction d'une famille de critères doit s'effectuer suivant trois points (Roy, 1985):

- **L'exhaustivité** : la famille de critères doit tenir compte de l'ensemble des points de vue de la décision.
- **La cohésion** : les préférences partielles établies sur chaque critère ne doivent pas contredire les préférences globales. Pour comprendre cette définition, nous reprenons l'exemple de Roy (1985). Soient a et b deux actions indifférentes au sens des préférences globales. Les actions a' et b' obtenues respectivement en dégradant les performances de a sur un critère et en augmentant celles de b sur un autre implique que b' est globalement préféré à a'.
- **La non-redondance** : la famille ne contient aucun critère superflu.

Nous avons dès lors effectué les actions suivantes au niveau local:

- Nous avons agrégé entre eux les flux de même nature. *Par exemple, le capital financier possède différents flux financiers issus de différentes sources.*
- Certains éléments peuvent être considérés comme superflus ou non discriminants sur l'ensemble des stratégies. Par exemple, des différences entre amplitudes d'impact n'ont pas été jugées assez importantes entre différentes stratégies pour certains flux. Ainsi, nous ne les avons pas pris en compte.

Nous résumons les enjeux de la décision locale dans le tableau 5.2.

Nombre d'évaluations	Objet de la décision	Critères
Une évaluation pour chaque capital de l'évaluation globale (voir 5.2.3)	Les stratégies S_i (avec $i \in [1;n]$)	Les critères ont été construits en trois étapes : <ol style="list-style-type: none"> 1. Bilan des flux sur un capital 2. Agrégation des flux de même nature pour obtenir une famille de critère 3. Vérification que la famille de critères est bien cohérente – c'est-à-dire qu'elle respecte les trois points mentionnés par Roy.

Tableau 5.2: Enjeux de la décision au niveau local

Cette section a permis de mettre en relief les objets de la décision. Nous nous focalisons par la suite sur les choix méthodologiques à effectuer et la détermination des préférences.

5.3 Choix des méthodes d'évaluation

Nous cherchons ici à sélectionner les méthodes pour l'évaluation locale et l'évaluation globale. Toutefois, les méthodes d'aide à la décision multicritère sont diverses et variées. Cette partie cherche donc à décrire de manière générale les procédures d'agrégation multicritère. Nous ferons un état des lieux sommaire des types de problèmes et des familles de méthodes (paragraphe 5.3.1).

Nous regarderons les méthodes existantes pour sélectionner des méthodes d'évaluation multicritère. Cela aboutira à une analyse de ce qui est effectué dans l'entreprise pour aboutir à des choix méthodologiques (paragraphe 5.3.2). Nous décrivons les méthodes choisies aux paragraphes 5.3.3 et 5.3.4 pour réaliser les évaluations locales et globales.

5.3.1 *Difficulté du choix de méthodes*

Nous rendons compte de la difficulté du choix de méthodologie multicritère.

Diversité d'éléments à intégrer

Trois difficultés sont mises en exergue. Premièrement, un décideur peut poser de différente manière son problème pour atteindre ses objectifs. Ainsi, plusieurs types d'éclairage sont usuellement distingués pour résoudre des problèmes de décision. Ils sont regroupés selon 4 problématiques (Roy, 1985; Roy and Słowiński, 2013; Greco, Ehrgott and Figueira, 2016) :

- **La problématique de choix** : Ce type de problématique cherche à fournir au décideur une sélection d'un petit nombre (aussi petit qu'il soit) de bonnes alternatives.
- **La problématique de rangement** : Ce type de problématique cherche à fournir au décideur une recommandation suivant un rangement de l'ensemble des actions. Le rangement peut être complet ou partiel. Des méthodes sont présentes dans la littérature pour répondre à ce besoin.
- **La problématique de tri** : Ce type de problématique cherche à affecter chaque action à la seule catégorie jugée la plus appropriée pour la recevoir. Un exemple peut être d'effectuer un tri selon trois catégories sur une appréciation globale menant à la distinction entre les actions : (1) conseillées ; (2) qui pourraient être conseillées ; (3) déconseillées. Notons que les catégories ne sont pas nécessairement ordonnées une à une. On peut par exemple avoir quatre catégories sur une appréciation globale menant à la distinction entre les actions : (1) créatrices de valeur pour le pays et peu risquées ; (2) créatrices de valeur pour le pays et risquées ; (3) peu créatrices de valeur pour le pays et peu risquées ; (4) créatrices de valeur pour le pays et risquées. La balance n'est pas évidente a priori entre les actions de type 2 et 3.
- **La problématique de description** : dans certains cas, seul importe de structurer la situation décisionnelle. Cela passe par l'élaboration d'action, la constitution d'une famille cohérente de critères et le calcul des performances. Cette problématique est contenue dans les trois autres.
- Dans certains cas, seule l'obtention d'un score est requise.

Une fois les objectifs de la décision mis en place se pose la question des moyens de résolution. Classiquement, les approches d'aide à la décision multicritères sont regroupées suivant trois familles de méthodes (Roy, 1985; Vincke, 1992). Les méthodes du critère unique de synthèse cherchant à attribuer à chaque alternative une valeur. Les méthodes de surclassement de synthèse cherchant à comparer par paire les alternatives. Les méthodes de jugement local interactif alternant étapes de calcul et de dialogue avec un décideur. Chacune de ces familles de méthodes cherche à répondre à des problématiques classiques.

Enfin, les méthodes nécessitent également la mise en place de plusieurs éléments de modélisation. Nous avons déjà parlé des notions de préférences dans la section 3.2. Les

préférences pouvaient être modélisées de façons strictes ou faibles. D'autres types de modélisation existent (Rousval and Bouyssou, 2008; Guitouni, 2010) : utilisation de poids pour pondérer des points de vue, utilisation de seuils pour discriminer des stratégies, utilisation de véto ou utilisation de fonction d'utilité.

La multiplicité des problématiques, la diversité de fonctionnement des méthodes et la diversité des éléments de modélisation rendent donc le choix de méthodes d'évaluation difficile.

Diversités de méthodes et choix

Une revue de littérature (Mardani et al., 2015) montre une grande diversité de méthodes. Cela peut être vu comme une force, mais aussi comme une faiblesse : décider d'une méthode d'agrégation multicritère se révèle être difficile (Bouyssou et al., 1993). De plus, des études ont montré que l'utilisation de méthodes multicritères différentes sur un même problème de décision pouvait aboutir à des recommandations totalement différentes (Wenstöp and Carlsen, 1988).

En conséquence, de nombreux auteurs ont cherché à comparer différentes procédures d'agrégation multicritère. Nous citons parmi d'autres (Pérez, 1994; Amine and Perry, 2014).

Nous proposons un exemple ci-dessous en tableau 5.3 pour comparer différentes méthodes.

Tableau 5.3 : Quelques exemples d'avantages et d'inconvénients des méthodes – adapté de (Montis et al., 2000; Velasquez and Hester, 2013; Cinelli, Coles and Kirwan, 2014)

Méthodes	Avantages	Inconvénients
MAUT	Possibilité d'inclure de l'incertitude Différentes modélisations des préférences Pas de renversement de rang ¹⁵	Nombres d'intrants importants Compensation totale
AHP	Facilité d'utilisation	Problèmes d'inconsistance Problèmes de renversement de rang Compensation totale
SMART	Facile d'utilisation	Compensation totale
TOPSIS	Facilité d'utilisation	Non prise en compte des corrélations Difficile de décrire la consistance du jugement
ELECTRE	Compensation partielle ¹⁶ Incomparabilité et indétermination prises en compte	Processus potentiellement difficile à expliquer au décideur Résultats difficilement interprétables pour le décideur
PROMETHEE	Facilité d'utilisation Différentes modélisations de préférences	Pas de méthode claire pour choisir la modélisation

Nous pouvons voir qu'aucune d'entre elles ne peut concilier tous les points de vue. Chaque méthode possède ses avantages et ses inconvénients.

Un premier type de littérature se concentre à classer les procédures d'agrégations multicritères dans une arborescence de classification. Cette représentation permet selon la situation dans laquelle on se trouve de choisir une méthode adaptée (Hwang and Yoon, 1981; Laaribi, Chevallier and Martel, 1996; Chakhar and Martel, 2004). Ces méthodes sont intéressantes, mais ne semblent que peu adaptées à notre contexte nécessitant deux procédures d'agrégation successives (voir chapitre 2). Elles dénotent tout de même l'avantage de dresser des éléments de réflexion sur des critères de choix de méthodes. Un deuxième type de littérature résout la question en l'abordant comme un problème multicritère : ils dressent plusieurs critères en fonction du contexte du problème et choisissent une méthode d'agrégation adaptée (Gershon and Duckstein, 1984; Ozernoy, 1992; Guitouni, 1998; Vidal, 2009)

Nous notons que ces méthodes sont difficilement transposables comme le constatent Roy and Słowiński (2013). La diversité des contextes fait qu'une famille de critères pour un

¹⁵ Le résultat de la procédure d'agrégation pour la préférence entre deux stratégies données peut s'inverser si l'on ajoute ou retire d'autres stratégies à évaluer. Par exemple, prenons le cas de trois stratégies (A, B, C). Supposons que A soit meilleure que B qui de même est meilleur que C ($A > B > C$). Il se peut pour certaine procédure d'agrégation multicritères, par l'ajout d'une stratégie D d'obtenir le résultat B meilleure que A.

¹⁶ D'après (Guitouni, 1998) : la notion de logique de compensation réfère à la possibilité qu'une bonne évaluation sur un critère puisse balancer une mauvaise sur un autre. Cette notion de fait pas l'unanimité dans la littérature. Les procédures partiellement compensatoires tiennent compte, en général, de l'incomparabilité et/ou des nuances de préférences.

choix de méthode ne peut être universelle. Guitouni (1998) note d'ailleurs qu'il n'existe pas de consensus dans les propriétés à utiliser pour caractériser une méthode d'agrégation multicritère. Nous chercherons donc par la suite à mettre en relief les caractéristiques désirées par une méthode d'agrégation multicritère aux vues de notre problème.

5.3.2 Choix de méthode en adéquation avec notre contexte.

Les choix de méthodes ont été réalisés suivant la procédure de la figure 5.5.

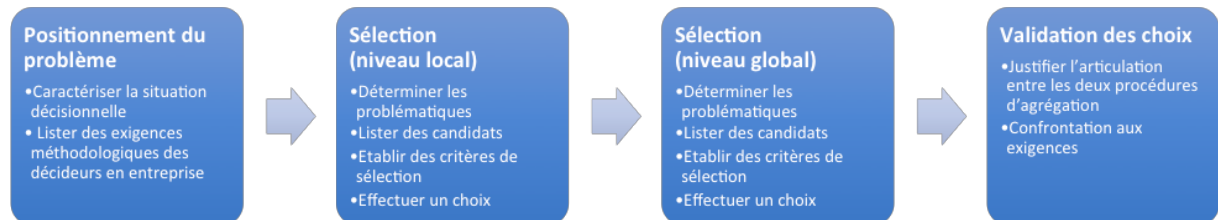


Figure 5.5 : Procédure de choix de méthodes

Le positionnement du problème a été réalisé en section 5.2. Premièrement, une évaluation locale des stratégies doit être réalisée pour chaque capital. Deuxièmement, une évaluation globale des stratégies est réalisée à partir des résultats de cette évaluation locale. Les deux évaluations sont donc liées.

Chaque évaluation nécessite le choix d'une procédure d'agrégation multicritère. On peut considérer ces procédures comme des fonctions transformant des intrants décisionnels en extrants de décision (Guitouni, 1998, 2010; Guitouni and Bélanger, 2007). Nous nous sommes donc focalisés sur la forme des extrants et intrants des différentes évaluations pour définir les procédures d'agrégation en adéquation avec notre situation décisionnelle.

Un questionnaire a été envoyé en juin 2016 à Total pour communiquer sur les différentes problématiques d'aide à la décision et les différents résultats possibles. Il y était également demandé de formuler un avis sur chacune des méthodes. Une réunion s'est tenue pour effectuer un retour. Deux points principaux sont ressortis :

- Le premier est de pouvoir attester de la performance d'une stratégie dans l'évaluation locale.
- Le second est de laisser la possibilité de comparer deux à deux des stratégies au COVAL pour l'évaluation globale. L'obtention d'un résultat sous forme chiffrée était suggérée.

Partant de ces hypothèses, nous avons retenu des candidats intéressants pour chacune des méthodes avant de valider un choix définitif.

5.3.3 Sélection de méthode (niveau local)

Au regard de notre contexte, les extraits de la procédure d'agrégation au niveau local restreignent la liste de méthodes candidates potentielles. La problématique de décision est un problème de tri. Nous nous sommes ainsi focalisés sur des méthodes de tri. Nous avons fait le choix de prendre les méthodes les plus reconnues : par leur traitement par une littérature spécialisée sur les méthodes de TRI (Cailloux, 2012) que de la littérature générale (Roy and Słowiński, 2013). Pour faire un choix de méthode, nous avons retenu les critères suivants :

- **Échelles des critères** : possibilité de comparer des stratégies sur des critères utilisant des échelles ordinales (ex : risque d'approvisionnement, Social License to Operate) et cardinales (ex : les flux financiers). *Ce critère a été considéré comme binaire (satisfait / non-satisfait) et discriminant.*
- **Opérabilité et simplicité** : des outils informatiques peuvent être construits et facilement compris pour un non-spécialiste du multicritère comme un décideur chez Total.
- **Mode d'articulation des préférences** : d'un point de vue opérabilité, le nombre de paramètres pour construire le modèle doit être limité et facilement implantable.
- **Développement** : Les méthodologies choisies peuvent permettre des développements par la suite pour compléter nos propositions.

Une échelle à trois niveaux (méthode bien adaptée, méthode moyennement adaptée et méthode peu adaptée), vis-à-vis de chaque critère considéré, a été mise en place pour analyser ces méthodes. L'appréciation de chaque méthode a été réalisée par nos soins en se référant au contexte décisionnel. Les notations sont disponibles en figure 5.6.

	Echelle des critères	Opérabilité et simplicité	Mode d'articulation des préférences	Développement
ELECTRE TRI (Mousseau et al., 2000)	Bien adaptée	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Bien adaptée
ELECTRE TRI-C (Almeida-Dias et al. 2010)	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Peu adaptée	Bien adaptée
Electre TRI-NC (Almeida-Dias et al. 2012)	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Peu adaptée	Bien adaptée
MR Sort (Cailloux, 2012)	Bien adaptée	Bien adaptée	Bien adaptée	Bien adaptée
Dominance-based Rough Set Approach (DRSA) (Greco et al., 1999)	Bien adaptée	Bien adaptée	Bien adaptée	Moyennement adaptée
Flowsort (Nemery et Lamborey, 2008)	Bien adaptée	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Bien adaptée
AHP Sort (Ishizaka et al., 2012)	Bien adaptée	Bien adaptée	Peu adaptée	Moyennement adaptée
GRIP (Zielniewics et al., 2008)	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Moyennement adaptée	Moyennement adaptée
UTADIS/Prefdis (Zoupounidis et Doumpos, 2000; Kosmidou et al., 2008)	Bien adaptée	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Bien adaptée
THESEUS (Fernandez et Navarro, 2011)	Bien adaptée	Moyennement adaptée	Moyennement adaptée	Moyennement adaptée

Figure 5.6 : sélection de méthode au niveau local

La méthode MR SORT nous a semblé la plus adaptée. Elle possède l'avantage de donner des résultats plus facilement interprétables à partir de données ordinales et cardinales. Celle-ci est plus facilement implantable que d'autres méthodes par les paramètres à fixer. Des difficultés peuvent ressortir quant à la modélisation des préférences. Les paramètres de la méthode doivent être construits. Toutefois, des développements existent pour l'élicitation des préférences (Cailloux, 2012).

5.3.4 Sélection de méthode (niveau global)

Pour le choix de méthodes d'agrégation au niveau global, nous procédons de la même manière que pour les méthodes au niveau local. L'exigence de comparer deux à deux des stratégies suggérait de se focaliser sur des méthodologies de comparaison par paires. Nous avons fait le choix de prendre les méthodes les plus reconnues par leur traitement par la littérature. Nous nous sommes donc basés sur (Guitouni, 1998; Mardani *et al.*, 2015; Greco, Ehrgott and Figueira, 2016).

Nous avons retenu les critères suivants :

- **Opérabilité et simplicité:** des outils informatiques existent et peuvent être facilement compris pour un non-spécialiste comme un décideur chez Total. *Ce critère a été considéré comme binaire (satisfait / non-satisfait) et discriminant.*
- **Mode d'articulation des préférences :** d'un point de vue opérabilité, le nombre de paramètres pour construire le modèle doit être réduit et facilement implantable. *Ce critère a été considéré comme binaire (satisfait / non-satisfait) et discriminant.*
- **Articulation avec les intrants issus de l'évaluation locale:** les intrants doivent bien s'articuler avec la suite. Ce critère a été le plus discriminant de tous.
- **Communicabilité des résultats :** la méthode d'agrégation globale, directement liée aux recommandations, doit exprimer des résultats sous des formes adaptées aux décideurs.
- **Résultat sous forme chiffrée :** il est possible d'exprimer le résultat sous forme chiffrée. *Ce critère a été considéré comme binaire (satisfait / non-satisfait) et discriminant.*

La figure 5.7 décrit la sélection de méthode au niveau global.

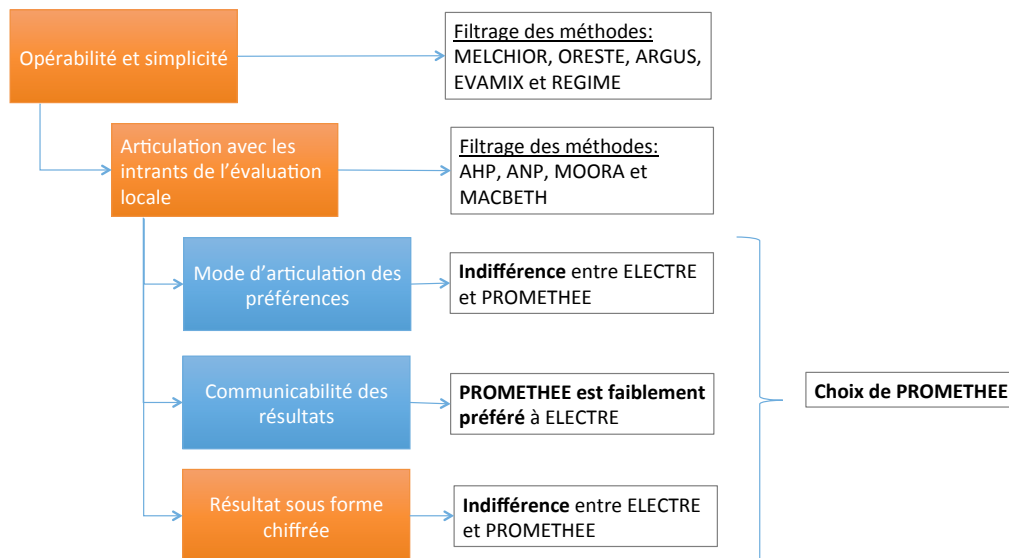


Figure 5.7 : sélection de méthode au niveau global

Les méthodes MELCHIOR, ORESTE, ARGUS, EVAMIX et REGIME nous ont semblé difficiles à être opérationnalisées et comprises par un décideur. L'avantage d'EVAMIX est de traiter des données quantitatives et qualitatives – or nos données d'entrées issues des évaluations locales sont de même nature. Cet argument est applicable à Argus qui cherche à construire des échelles pour comparer les alternatives. MELCHIOR, ARGUS, REGIME et ORESTE peuvent donner comme output un pré-ordre partiel - il est possible de ne pas pouvoir discriminer entre certaines stratégies. Cela ne correspond pas à la volonté de Total. Enfin, ces quatre méthodes présentent une littérature moins conséquente.

Les extraits de l'agrégation locale sont des catégories ordonnées. Ces données ordinales rendent les utilisations des méthodes AHP, ANP et MOORA difficiles. La méthode MACBTEH résout ces problèmes dans sa conception. Toutefois, l'exploitation nécessite l'intervention des experts de l'évaluation locale pour déterminer l'intensité de préférence au niveau d'un capital. Cela complique l'opérabilité de la méthode pour l'évaluation globale.

Les méthodes de type ELECTRE présentent des avantages comme PROMETHEE. Elle respecte l'ensemble des critères. Néanmoins, leur communicabilité en contexte opérationnel nous semble plus difficile qu'avec PROMETHEE.

Cela a justifié la sélection de **la méthode PROMETHEE** au niveau global. Les principaux arguments retenus en sa faveur étant sa simplicité, ses outils de communication, sa popularité ainsi que le développement de méthodologies autour de cette méthode. Également, elle laisse le choix de plusieurs manières de modéliser des critères. Elle permet également dans le développement d'outils (Behzadian *et al.*, 2010) par exemple de l'aide à la négociation (Espinasse, 1997) utile par la suite pour le COVAL. Nous nous focaliserons sur PROMETHEE II, car elle permet d'obtenir un rangement total des stratégies plus utilisables pour un décideur chez Total.

Nous décrivons par la suite le principe des deux méthodes sélectionnées.

5.3.5 Evaluation locale par MR SORT : principe

La méthode MR SORT répond à la problématique de Tri. Elle a pour objectif d'affecter différentes stratégies à des catégories.

Elle requiert la construction d'un ensemble de **catégories** ordonnées auxquelles les alternatives doivent être affectées. Nous notons $C = \{C_1, C_2, \dots, C_c\}$. Cet ensemble est ordonné par une relation de préférence totale entre catégories que nous notons \triangleright . La meilleure catégorie est C_1 . Ainsi, pour tout $i \in]1; n] \cap \mathbb{Z}$, $C_i \triangleright C_{i+1}$. Chaque catégorie est associée à un profil limite supérieur et un inférieur. On appelle **profils limites**, les actions fictives qui bien adaptées au problème permettent de délimiter les catégories. Pour un capital i donné qui estime une stratégie suivant un ensemble de critères J_i , on note l'ensemble des profils $P(i) = \{p^h(i) ; h = 1 \dots c-1\}$. Nous notons également $p_j^h(i)$ la valeur du profil h sur le critère j pour le capital i .

MR Sort a pour objectif d'affecter une stratégie à une catégorie donnée par comparaison avec ces profils sur chacun des critères d'évaluation. L'évaluation se faisant sur un capital donné, nous supposons dans ce paragraphe travailler sur un capital i . Chaque critère est pondéré d'un **poids** w_{ij} . Ce poids représente l'importance d'un critère dans le choix de l'affectation d'une stratégie. Ces poids sont à interpréter de la manière d'un pouvoir de vote.

Un **niveau de majorité** requise $\lambda^h(i)$ modélise le seuil nécessaire pour affecter l'action à une catégorie. Plus le seuil d'une catégorie est élevé, et plus le modèle d'affectation est restrictif quant au classement d'une alternative à cette catégorie.

En notant $C(S, p^h(i))$ l'ensemble des critères sur lesquels S surclasse $p^h(i)$, la procédure MR Sort affecte une stratégie à la catégorie h du capital i si :

$$\sum_{j \in C(S, p^h(i))} w_{ij} > \lambda^h(i)$$

Remarque : dans certains cas, il est possible de vouloir poser un veto pour éviter des compensations trop importantes entre critères. Une stratégie ne peut dès lors être attribuée à une catégorie si elle ne respecte qu'une condition minimale sur un critère donné. On note dès lors $v_j^h(i)$ la valeur minimale suivant un critère qu'une stratégie doit atteindre pour espérer être assignée à la catégorie h .

Ainsi, l'affectation d'une stratégie suivant MR Sort change. Nous devons prendre en compte pour une stratégie S son évaluation sur chaque critère l'ensemble J_i . En notant s_j l'évaluation suivant le j -ième critère et $v_j^h(i)$ le seuil de veto suivant le h -ième profil, l'affectation de a à la catégorie h du capital i devient :

$$\left[\sum_{j \in C(S, p^h(i))} w_{ij} > \lambda^h(i) \right] \wedge [\forall j \in J_i, v_j^h(i) \leq s_j]$$

5.3.6 Évaluation globale par Prométhée II : principes

La méthode Prométhée II procède en cinq étapes (Behzadian *et al.*, 2010). Premièrement, on détermine les différences entre stratégies en les comparant par paires. Deuxièmement, on détermine la préférence que l'on attribue pour un critère donné (ici au niveau d'un capital). Cela est modélisé par P_i fonction modélisant la préférence pour un capital donnée entre deux alternatives.

$$P_i: \begin{cases} A * A \rightarrow [0; 1] \\ (a, b) \mapsto P_i(a, b) \end{cases}$$

Troisièmement, nous utilisons ces informations pour calculer des indices de préférence globaux. Cela se fait via la fonction Π modélisant les arguments en faveur d'une stratégie par rapport à une autre vis-à-vis de l'ensemble des capitaux.

$$\Pi: \begin{cases} A * A \rightarrow [0; 1] \\ (a, b) \mapsto \Pi(a, b) = \sum_{k=1}^p W_k * P_k(a, b) \end{cases}$$

Quatrièmement, on détermine deux fonctions ϕ^+ et ϕ^- . Le flux de surclassement positif ϕ^+ est une fonction modélisant l'indice de concordance d'une stratégie donnée vis-à-vis des autres du point de vue de chaque capital. Il représente le caractère surclassant de la stratégie a : plus il est élevé et meilleure est la stratégie.

$$\phi^+: \begin{cases} A \rightarrow [0; 1] \\ a \mapsto \phi^+(a) = \frac{1}{p-1} * \sum_{b \in A} \Pi(a, b) \end{cases}$$

Le flux de surclassement négatif φ^- fonction modélisant **l'indice de discordance** d'une stratégie donnée vis-à-vis des autres du point de vue de chaque capital. Il met en évidence le caractère surclassé de la stratégie a : plus il est élevé et pire est la stratégie.

$$\varphi^-: \begin{cases} A \rightarrow [0; 1] \\ a \mapsto \varphi^-(a) = \frac{1}{p-1} * \sum_{b \in A} \Pi(b, a) \end{cases}$$

Cinquièmement, une dernière fonction appelée *flux net* est ensuite calculée à partir des deux précédents flux. Il est noté φ fonction faisant un bilan entre les indices de concordance et de discordance. $\varphi = \varphi^+ - \varphi^-$. Cela implique une perte d'information par l'introduction de compensations. Toutefois, cela permet d'avoir un classement complet des actions.

Comme précisé dans notre processus d'aide à la décision et dans les exigences industrielles, les recommandations doivent être faites à la fois selon la vision du pays hôte et celle du projet. Ces deux acteurs veulent privilégier des intérêts différents. Ainsi, nous préconisons l'utilisation de deux ensembles de poids pour l'évaluation globale :

- un ensemble représentant la vision du pays hôte par l'utilisation des poids W_i^{PH}
- un ensemble représentant la vision des pétroliers par l'utilisation des poids W_i^{IOC}

5.4 Application des procédures d'agrégation multicritère au contexte

Cette partie a pour but d'appliquer les méthodes retenues pour les deux évaluations au cas d'étude en fil rouge.

5.4.1 Evaluation locale par MR SORT : application.

Nous avons appliqué la méthode à notre contexte. Cela est passé par la détermination pour chaque capital des catégories, leurs profils limites associés, des poids attribués à des critères, les seuils de majorité ainsi que les véto. Nous avons ainsi pu par application de MR Sort affecter chacune des stratégies à une catégorie suivant un capital donné.

Concernant les catégories, nous avons choisi d'en placer cinq : les stratégies très intéressantes pour un capital i (nommée CAT 1), les stratégies assez intéressantes (CAT 2), les stratégies moyennes (CAT3), les stratégies peu intéressantes (CAT 4) et les très peu intéressantes (CAT 5).

Ce choix implique la détermination de quatre profils limites par catégories par le décideur. N'ayant pas de cas concret d'application, l'élicitation de préférences de décideur n'a pas été appliquée. Cela constitue des perspectives par la suite (voir par exemple les travaux de (Mousseau, 2005; Cailloux, 2012)).

Dans notre cas, nous avons procédé de la sorte pour établir les profils :

- Positionnement d'un profil de référence pour une stratégie moyenne (CAT 3). Nous avons décidé de prendre la stratégie 1 pour définir le profil $p^3(i)$ pour chaque capital i .
- On a défini les différents profils restants à partir de distance par rapport aux profils déjà établis. Nous avons ainsi fixé des ordres de grandeur sur certains critères. Par exemple, pour le projet, un surcoût de 10% constituait le maximum acceptable. Ainsi, la performance du profil p^4 suivant le critère « flux financiers » pour le projet correspond à un écart de 10% avec la valeur de la performance de la stratégie 1 sur ce critère.
- L'ensemble des profils construits le sont telle sur tout critère : $p^1 S p^2$, $p^2 S p^3$ et $p^3 S p^4$.

Nous pouvons dès lors regarder l'ensemble des critères sur lesquels chaque stratégie surclasse des profils. Une illustration est donnée en figure 5.8. À gauche est représenté un tableau donnant les performances relatives des stratégies de 2 à 7 par rapport à la stratégie 1 sur chaque critère. Les valeurs en vert (/rouge) correspondent aux valeurs les plus (/moins) importantes suivant les critères. Les valeurs en jaune correspondent aux valeurs moyennes. À droite est représenté le meilleur profil dominé par une stratégie donnée selon un critère. Par exemple, selon le critère financier du projet, les stratégies 1, 2, 3 et 4 surclassent le profil p^3 . La stratégie 7 surclasse le profil p^4 . Les stratégies 5 et 6 ne surclassent aucun profil.

Capital Financier	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		#####	#####	#####	#####	#####	#####

Projet	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Licence to operate 1		-	-	-	#####	#####	#####
Licence to operate 2		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Risque approvisionnement		-	-	-	#####	#####	#####

Entreprise local local	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Critère financier		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Production locale		-	-	-	#####	#####	#####
Energie		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Disponibilité main d'œuvre		#####	-	#####	-	#####	#####

Génération de puissance	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		-	#####	#####	#####	-	-
Energie		-	#####	#####	#####	-	-

Capital naturel	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Emissions		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Surface perdue		-	-	-	-	-	-

Population local locale	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Amélioration du capital humain		#####	-	#####	#####	#####	#####
Emplois		-	#####	#####	-	-	-
Risque de perte de cohésion sociale		-	#####	-	-	-	-
Energie		-	#####	#####	#####	#####	#####

Capital culturel	Critères	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Impact socio-culturel		#####	#####	#####	#####	#####	#####
Risque de perte de l'héritage culturel		-	#####	#####	-	-	-

Capital Financier	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4			Profil 4

Projet	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3			Profil 4
Licence to operate 1		Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 2	Profil 1	Profil 1
Licence to operate 2		Profil 3	Profil 2	Profil 1	Profil 1	Profil 1	Profil 1	Profil 1
Risque approvisionnement		Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3			Profil 4

Entreprise local local	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Critère financier		Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 1
Production locale		Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 2	Profil 2	Profil 2
Energie		Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 3	Profil 3	Profil 3
Disponibilité main d'œuvre		Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 1

Génération de puissance	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 3	Profil 3	Profil 3
Energie		Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 3	Profil 3	Profil 3

Capital naturel	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Emissions		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4	Profil 3	Profil 3	Profil 3
Surface perdue		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4	Profil 3	Profil 3	Profil 3

Population local locale	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Flux financiers		Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 3	Profil 1
Amélioration du capital humain		Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 1
Emplois		Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 3	Profil 2	Profil 1
Risque de perte de cohésion sociale		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4	Profil 3	Profil 3	Profil 3
Energie		Profil 3	Profil 3	Profil 1	Profil 1	Profil 3	Profil 3	Profil 3

Capital culturel	Critères	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Impact socio-culturel		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4	Profil 3	Profil 3	Profil 3
Risque de perte de l'héritage culturel		Profil 3	Profil 3	Profil 4	Profil 4	Profil 3	Profil 3	Profil 3

Figure 5.8 : Détermination de l'ensemble des critères sur lesquels chaque stratégie surclasse des profils

Outre le capital financier jugé par un unique critère, nous avons dès lors observé que l'établissement des poids et des seuils était superflu pour le capital naturel, le capital culturel et la génération de puissance. En effet, les performances des stratégies suivant chaque critère surclassaient les mêmes profils.

Les seuils des profils ont été respectivement fixés à 75%, 75 et 60% pour le projet, les entreprises local-locales et les populations local-locales.

Nous nous sommes donc par la suite uniquement concentrés sur le projet, les populations local-locales et les entreprises local-locales pour déterminer les autres paramètres. Nous avons d'abord déterminé les poids par la méthode AHP (Saaty et Vargas, 2012). Ceux-ci sont représentés en figure 5.9. Celle-ci requiert l'intervention d'un décideur et des étapes de calcul.

Projet		Entreprises local-locales		Populations local-locales	
Critères	Poids	Critères	Poids	Critères	Poids
Flux financiers	69%	Critère financier	75%	Flux financiers	15%
Licence to operate 1	14%	Production locale	8%	Amélioration du capital humain	7%
Licence to operate 2	0%	Energie	8%	Emplois	26%
Risque approvisionnement	17%	Disponibilité main d'œuvre	8%	Risque de perte de cohésion sociale	26%
				Energie	26%

Figure 5.9 : Pondération des différents critères au niveau local pour le projet, les populations local-locales et les entreprises local-locales.

Des véto ont été fixés au niveau des flux financiers du projet : ceux-ci ne doivent pas être inférieurs à 90% des flux financiers de la stratégie 1 (stratégie référence).

Les différents paramètres posés, nous pouvons dès lors appliquer MR Sort et procéder à l'évaluation locale. Les résultats issus des calculs sont donnés en figure 5.10.

Capital Financier	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 4	Cat 4	Cat 5	Cat 5	Cat 4
Projet	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 5	Cat 5	Cat 4
Entreprise local local	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 2	Cat 2	Cat 1
Génération de puissance	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 1	Cat 1	Cat 3	Cat 3	Cat 3
Capital naturel	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 4	Cat 4	Cat 3	Cat 3	Cat 3
Population local locale	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 3	Cat 2	Cat 3	Cat 3	Cat 3
Capital culturel	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
	Cat 3	Cat 3	Cat 4	Cat 4	Cat 3	Cat 3	Cat 3

Figure 5.10 : Résultats de l'évaluation locale : affectation des différentes stratégies à cinq catégories dénommées Cat 1, Cat 2, Cat 3, Cat 4 et Cat 5.

Remarque : Notre exemple illustre une des faiblesses du modèle MR Sort. Pour les entreprises local-locales, les stratégies 5 et 6 sont incluses dans la catégorie 2. Toutefois, la coalition de critères est égale à la limite de la catégorie 1. La transition d'un intervalle à un autre est brusque et induit un risque dans l'évaluation. Une analyse de sensibilité devra donc être effectuée pour éliminer le biais décisionnel.

5.4.2 Évaluation globale par Prométhée II : application

Pour appliquer la méthode à notre contexte, il nous faut déterminer trois principaux paramètres: deux familles de poids correspondant aux objectifs de décideurs et des fonctions de préférence.

Premièrement, un décideur doit déterminer la manière d'exprimer les préférences entre stratégies pour chacun des capitaux. Nous avons choisi de le faire suivant des fonctions critères au sens de Brans, Vincke et Mareschal (1986). Cela consiste à attribuer la note de 1 lors d'une comparaison par paire si celle-ci est classée dans une meilleure catégorie que la stratégie à laquelle elle est comparée. Nous illustrons ceci en figure 6.11 (page suivante). À droite, nous avons un rappel des résultats d'évaluation locale pour trois exemples. On a traduit les préférences entre stratégies en les comparant par paire à gauche. Le tableau se lit de gauche à droite pour dire si une stratégie est meilleure qu'une autre – un 1 dans une case signifiant que la stratégie domine l'autre selon le capital considéré. Cette étape est issue d'une analyse des résultats du paragraphe précédent.

Capital Financier		Capital Financier						
Stratégie	Catégories	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Strat 1	Cat 3	0	0	1	1	1	1	1
Strat 2	Cat 3	0	0	1	1	1	1	1
Strat 3	Cat 4	0	0	0	0	1	1	0
Strat 4	Cat 4	0	0	0	0	1	1	0
Strat 5	Cat 5	0	0	0	0	0	0	0
Strat 6	Cat 5	0	0	0	0	0	0	0
Strat 7	Cat 4	0	0	0	0	1	1	0

Projet		Projet						
Stratégie	Catégories	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Strat 1	Cat 3	0	0	0	0	1	1	1
Strat 2	Cat 3	0	0	0	0	1	1	1
Strat 3	Cat 3	0	0	0	0	1	1	1
Strat 4	Cat 3	0	0	0	0	1	1	1
Strat 5	Cat 5	0	0	0	0	0	0	0
Strat 6	Cat 5	0	0	0	0	0	0	0
Strat 7	Cat 4	0	0	0	0	1	1	0

Entreprise local local		Entreprise local local						
Stratégie	Catégories	Strat 1	Strat 2	Strat 3	Strat 4	Strat 5	Strat 6	Strat 7
Strat 1	Cat 3	0	0	0	0	0	0	0
Strat 2	Cat 3	0	0	0	0	0	0	0
Strat 3	Cat 3	0	0	0	0	0	0	0
Strat 4	Cat 3	0	0	0	0	0	0	0
Strat 5	Cat 2	1	1	1	1	0	0	0
Strat 6	Cat 2	1	1	1	1	0	0	0
Strat 7	Cat 1	1	1	1	1	1	1	0

Figure 5.11 : Rappel des résultats de l'évaluation locale pour trois capitaux (à gauche de la figure) et leur traduction par comparaison par paire avec une fonction critère (à droite de la figure).

Nous devons ensuite déterminer les poids représentant la vision du pays hôte et celle du projet. Ceux-ci sont nécessaires pour calculer les indices de préférences globales. Nous les avons déterminés à partir de la méthode AHP en figure 5.12. À partir de cela, un calcul donne les résultats présentés en figure 5.13 : indices de concordance, de discordance et leur synthèse pour chaque stratégie.

	Poids Total	Poids Pays hôte
Capital Financier	24%	39%
Projet	44%	5%
Entreprise local local	3%	13%
Génération de	7%	14%
Capital naturel	12%	13%
Population local locale	10%	9%
Capital culturel	0%	8%

Figure 5.12 : Poids attribués à chaque capital selon la vision des deux décideurs

Indice de concordance (flux positifs)	Vision Total		Vision pays hôte	
	Vision Total	Vision pays hôte	Vision Total	Vision pays hôte
Stratégie 1	46%	41%	5%	13%
Stratégie 2	46%	41%	5%	13%
Stratégie 3	41%	31%	21%	38%
Stratégie 4	46%	36%	19%	37%
Stratégie 5	6%	15%	63%	46%
Stratégie 6	6%	15%	63%	46%
Stratégie 7	30%	34%	43%	24%

Flux nets	Vision Total		Vision pays hôte	
	Vision Total	Vision pays hôte	Vision Total	Vision pays hôte
Stratégie 1	41%	29%	-57%	-30%
Stratégie 2	41%	29%	-57%	-30%
Stratégie 3	20%	-7%	-14%	10%
Stratégie 4	27%	0%		
Stratégie 5	-57%	-30%		
Stratégie 6	-57%	-30%		
Stratégie 7	-14%	10%		

Figure 5.13 : Calcul des indices de concordance, de discordance et leur différence suivant Prométhée.

Il ressort des résultats de la figure 5.13 que les stratégies 1 et 2 sont à favoriser. Les indices de concordance et de discordance montrent que ces stratégies surclassent les autres sur l'ensemble des capitaux sans pour autant être elles-mêmes surclassées par d'autres.

Nous avons mis en évidence le besoin d'effectuer une sensibilité. Nous voyons que les résultats restent pour le moins inchangés en l'effectuant (voir figure 5.14 en page suivante)

Indice de concordance (flux positifs)			Indice de discordance (flux négatifs)			Flux nets		
	Vision Total	Vision pays hôte		Vision Total	Vision pays hôte		Vision Total	Vision pays hôte
Stratégie 1	46%	41%	Stratégie 1	5%	13%	Stratégie 1	41%	29%
Stratégie 2	46%	41%	Stratégie 2	5%	13%	Stratégie 2	41%	29%
Stratégie 3	41%	31%	Stratégie 3	21%	38%	Stratégie 3	20%	-7%
Stratégie 4	46%	36%	Stratégie 4	19%	37%	Stratégie 4	27%	0%
Stratégie 5	6%	15%	Stratégie 5	63%	44%	Stratégie 5	-57%	-28%
Stratégie 6	6%	15%	Stratégie 6	63%	44%	Stratégie 6	-57%	-28%
Stratégie 7	29%	30%	Stratégie 7	43%	24%	Stratégie 7	-15%	6%

Figure 5.14 : Résultats suivant une analyse de sensibilité due à l'incertitude du résultat de l'évaluation locale.

Nous avons ainsi déterminé les éléments nécessaires pour effectuer des recommandations au décideur.

5.4.3 Recommandations pour le décideur

Nous résumons ici l'ensemble des éléments entrepris pour aboutir à une recommandation pour le COVAL dans le processus d'aide à la décision. Nous les traduisons selon les deux niveaux d'information observables : le niveau global et le niveau local.

Synthèse des résultats

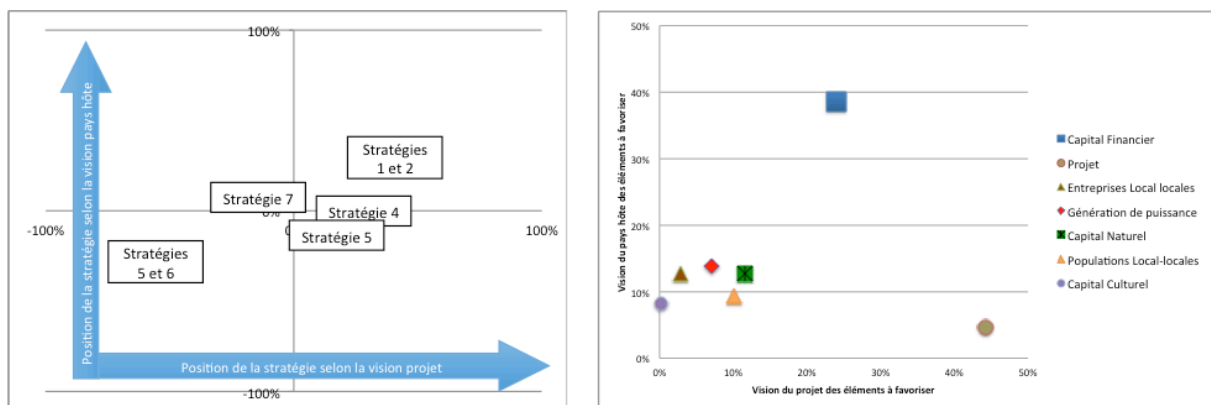
Beaucoup de littérature met en avant les recommandations faites à un décideur. En premier lieu, l'utilisation du plan GAIA nécessite de notre point de vue une expertise. Nous notons des tentatives de la part de Bélanger and Martel (2007) pour proposer une manière d'expliquer les résultats aux décideurs. Nous avons cherché plusieurs moyens d'effectuer des recommandations. Nos recherches nous ont amenés à nous inspirer d'ouvrages traitant de la visualisation de données (Johnson, 2004). Au final nous faisons cinq propositions à prendre en compte pour aider à décider :

- Au niveau global :
 - Un graphe présentant l'évaluation globale de chaque stratégie. Un axe détermine l'importance d'une stratégie du point de vue du pays hôte. Un second le détermine suivant le point de vue du pétrolier.
 - Un graphe présentant les poids attribués à chaque capital. Un axe détermine l'importance d'une stratégie du point de vue du pays hôte. Un second le détermine suivant le point de vue du pétrolier.
 - Une matrice Capital/Stratégie regroupant l'ensemble des évaluations locales.
- Au niveau local :
 - La traduction de l'effet d'une stratégie sur le métabolisme du pays hôte
 - L'évaluation locale de la stratégie suivant chaque critère

Nous appliquons ces propositions au cas d'étude.

Application à notre cas d'étude

Nous avons appliqué nos propositions au cas d'étude. Les résultats obtenus sont les suivants en figure 5.15:

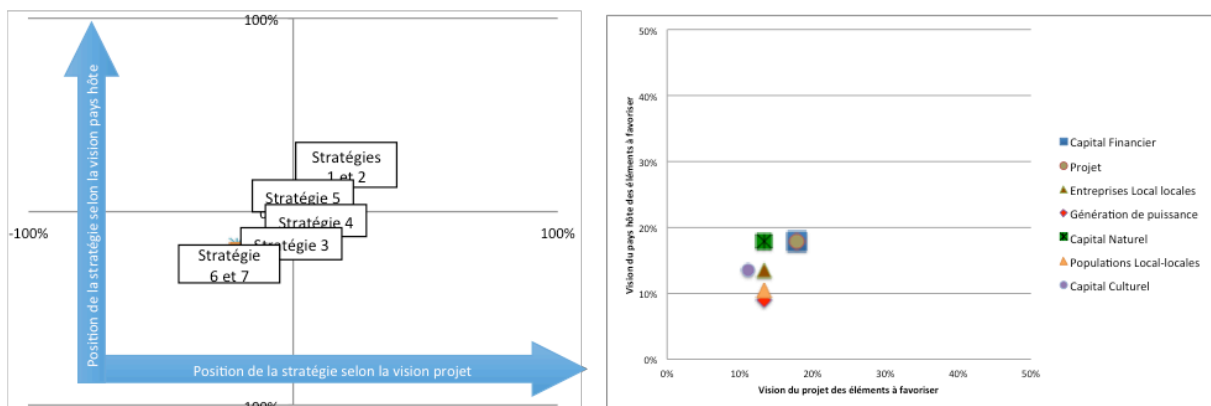


Evaluation globale des stratégies du point de vue du projet et du pays hôte

Eléments du pays hôte à favoriser selon la vision du projet et celle du pays hôte

Figure 5.15: Deux des tableaux de bord synthétisant l'évaluation globale de stratégies.

Il ressort que les poids accordés au capital et au pays hôte sont très importants. Nous pouvons nous interroger sur leur influence sur le résultat. En effet, la figure 5.15 indiquait l'importance des facteurs subjectifs dans la recommandation finale. Toutefois, en les faisant varier dans d'autres scénarios, nous avons obtenu des résultats similaires comme le montre l'exemple de la figure 5.16.



Evaluation globale des stratégies du point de vue du projet et du pays hôte

Eléments du pays hôte à favoriser selon la vision du projet et celle du pays hôte

Figure 5.16 : Deux des tableaux de bord synthétisant l'évaluation globale de stratégies (analyse de robustesse)

Synthèse des résultats au niveau local.

Dans notre contexte, les stratégies 1 et 2 sont donc à prioriser. Toutefois, effectuer une décision entre les deux est difficile puisqu'elles ont la même performance locale (voir figure 5.15 dans l'évaluation locale). Ainsi donc, il est nécessaire de regarder un niveau de détail plus bas pour comprendre quoi faire. L'utilisation du métabolisme issu de l'estimation ainsi que des critères qui en ressortent peut donner des indications sur un choix entre ces deux stratégies similaires.

Le décideur peut ainsi effectuer son choix. La figure 5.17 donne des éléments de comparaison des deux stratégies. Elle montre d'un côté l'impact de la stratégie 2 par rapport à la stratégie 1 (à gauche). Elle montre également les performances relatives de la stratégie 2 sur l'ensemble des critères. Les informations en vert (respectivement en rouge) donnent les critères sur lesquels la stratégie 2 performe mieux (respectivement moins).

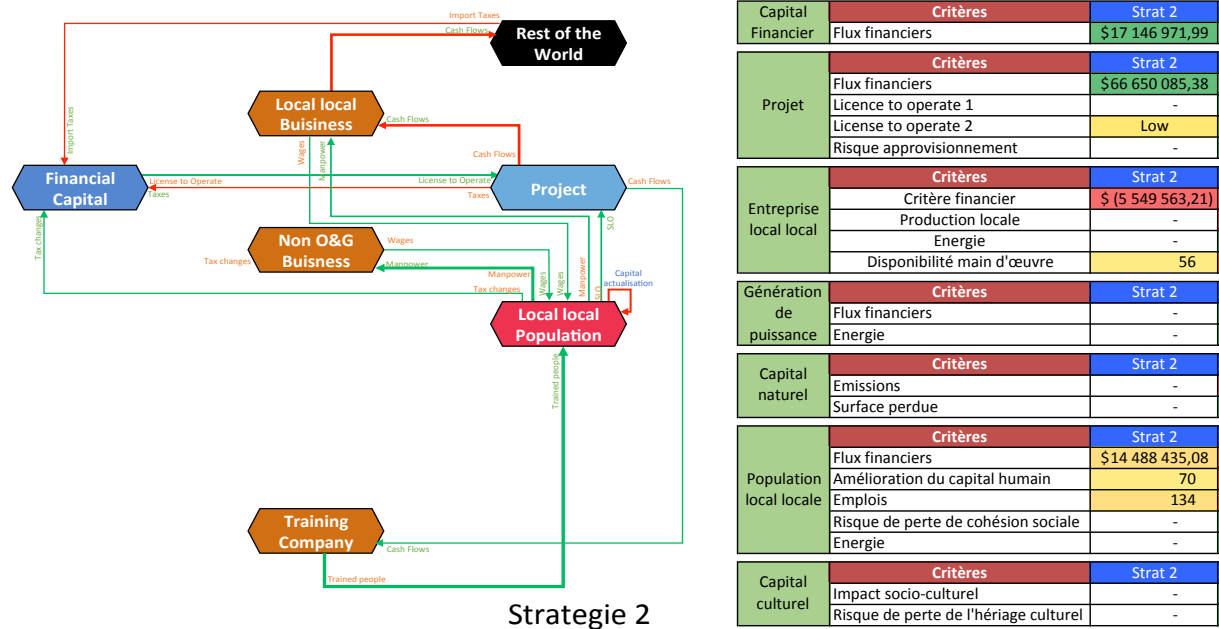


Figure 5.17 Évaluation locale relative de la stratégie 2 par rapport à la stratégie 1 : sous la forme de réseau (à gauche) et traduite sous forme de critères (à droite)

Dans ce cas, il y aurait fort à parier que la stratégie 2 soit préférée à la stratégie 1 puisqu'elle favorise les principaux acteurs.

5.5 Conclusion du chapitre

Ce chapitre concernait la question d'aider à la décision entre plusieurs stratégies. Nous nous sommes ainsi dans un premier temps rapprochés des éléments de base en littérature d'aide à la décision multicritère. Nous avons retraduit l'ensemble des stratégies sous une forme différente. Celle-ci permettant d'intégrer des familles cohérentes de critères pour juger différentes stratégies alternatives.

Notre problème rendait compte de la nécessité d'intégrer une évaluation locale et une évaluation globale. Par analyse du problème, nous avons préconisé l'utilisation des méthodes MR Sort et PROMÉTHÉE II. Une application à notre contexte a été réalisée. Cette application reste limitée compte tenu du caractère fictif du cas d'étude.

Nous avons ainsi répondu de cette manière à la question de recherche : **comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?**

Ce chapitre est plus à vision applicative que d'apport sur le point académique. Nous distinguons tout de même deux principaux apports académiques :

- Le premier réside dans la démarche qui permet de résoudre un problème de choix entre plusieurs stratégies représentées sous forme de réseaux. De notre vision de la littérature, peu d'articles traitent de ce cas. Une application possible à d'autres contextes comme l'écologie industrielle pourrait réutiliser ces apports.
- Deuxièmement, nous proposons une démarche pour la sélection de stratégie dans le cadre de l'ICV.

Ces apports s'adressent également aux exigences industrielles initialement énoncées au chapitre 1 :

- **L'exigence 2 est remplie** puisque les procédures d'agrégation multicritère permettent de comparer des stratégies ICV et LCV du point de vue de Total et du Pays hôte.
- **L'exigence 3** concernant l'implémentation opérationnelle et la communicabilité est également remplie. Nous avons directement intégré cette exigence dans le choix de méthodes d'agrégation multicritère de ce chapitre et l'établissement des recommandations. Toutefois, il reste des perspectives dans notre approche comme l'élicitation des préférences des décideurs.

Nous faisons une synthèse de l'ensemble des points traités au chapitre suivant.

Conclusions et perspectives

Nous synthétisons dans ce dernier chapitre les contributions, limites et perspectives de cette thèse. Nous discutons des résultats des points de vue académique et industriel.

Les projets pétroliers, pour être acceptés dans les pays hôtes, doivent répondre à des exigences de développement industriel local et durable. Par respect des contraintes de budget, des arbitrages entre des stratégies de développement local doivent être justifiés. En introduction de cette thèse, nous avons donc mis en évidence la nécessité d'outiller une entreprise pétrolière pour aider à la décision de telles stratégies.

La thèse était intégrée dans le département Stratégie Industrielle Locale, dont l'objectif consistait à intégrer les tissus industriels locaux aux activités de Total dans le pays hôte. En parallèle, nous avons réalisé une revue de la littérature tant académique qu'industrielle. Nous avons ainsi souligné l'apport d'un processus d'aide à la décision au sein de l'entreprise.

Un processus général d'aide à la décision, présenté en figure 6.1, a été créé et a servi de fil rouge pour l'ensemble de notre démarche.

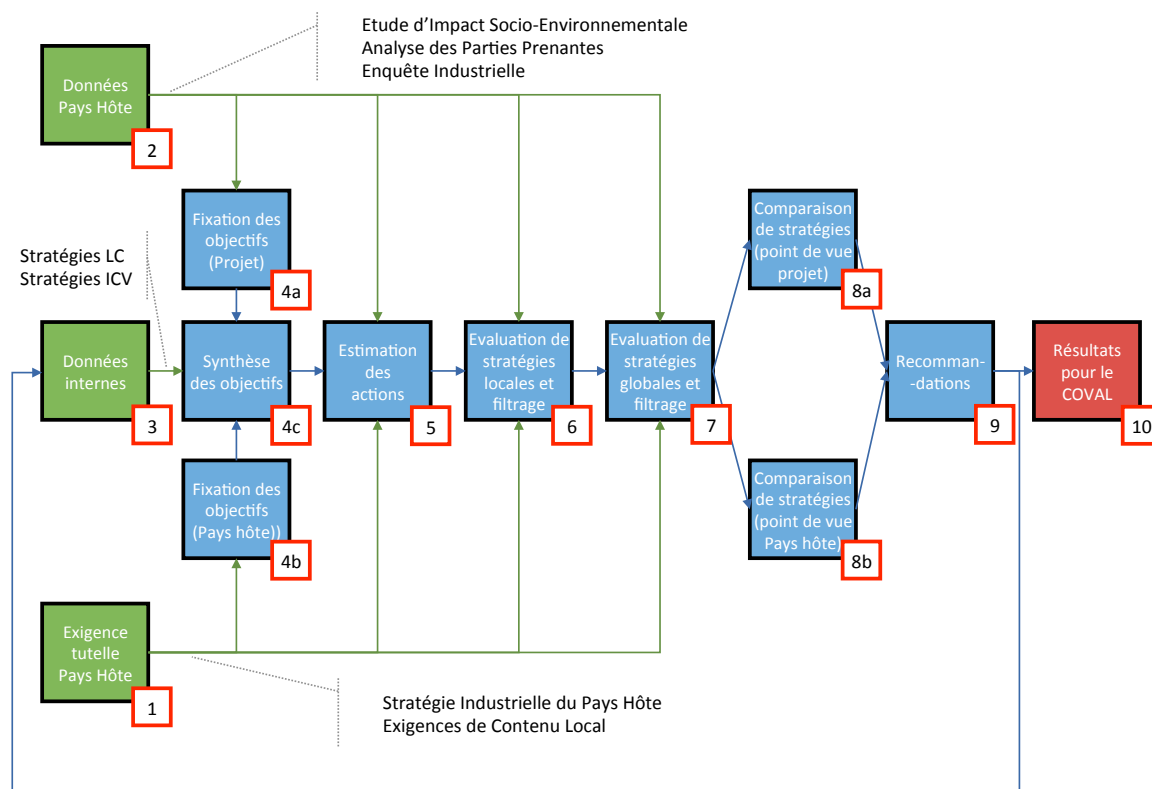


Figure 6.1 : Processus d'aide à la décision et fil rouge de notre démarche

Ce processus nécessite d'être outillé pour pouvoir être appliqué en entreprise. Il implique la problématique de modéliser et mesurer les valeurs apportées aux pays hôte pour aider à la décision de stratégies d'In-Country-Value. Trois questions de recherche y sont associées :

1. Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
2. Comment outiller une entreprise d'une méthode d'estimation des valeurs créées localement en tenant compte des effets indirects et induits ?
3. Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

La première question de recherche se concentre sur la modélisation de la valeur. Nous l'avons traitée au chapitre 3. Deux sous-questions de recherche y ont été associées :

- Quelles connaissances doit-on intégrer dans la construction appropriée d'un modèle de la valeur durable apportée par le projet au pays hôte ?
- Comment modéliser la valeur durable apportée par le projet au pays hôte pour aider à sa compréhension ?

La question des connaissances à intégrer dans la modélisation a été traitée par l'utilisation de domaines de littératures distincts : le management par la valeur, l'économie durable et le management de projet. Un premier apport vient de la **justification de sept attributs pour caractériser cette valeur**.

La seconde sous-question est partie de ces attributs. Une hypothèse a été formulée : la valeur dans un pays hôte peut être modélisée comme un ensemble de flux entre des capitaux/des parties prenantes. Le pays hôte est ainsi modélisé de manière métabolique. La valeur créée par le projet se traduit par le changement de la structure métabolique du pays hôte. **Une analyse fréquentielle a dès lors été réalisée par la suite pour valider l'hypothèse de modélisation de la valeur**. Ce travail permet également de donner une vue globale de la littérature. **Une base de données ordonnée des indicateurs de développement durable a été obtenue**. Nous avons constitué et justifié une taxonomie pour classer ces indicateurs. Cela constitue un troisième apport concernant la modélisation de la valeur.

La seconde question de recherche avait pour objectif d'intégrer les éléments de modélisation pour estimer les effets d'une stratégie. Nous l'avons traitée au chapitre 4. Une réponse s'est articulée en deux étapes.

Une première étape est la **proposition d'une méthode de conception d'un système d'estimation**. Elle constitue le principal apport du chapitre. Une approche DMM (Domain Mapping Matrices) est utilisée. Elle part des objectifs des décideurs, pour construire les éléments de modélisation, et les relie aux stratégies.

Une deuxième étape consistait à valider cette méthode par application. Un cas fictif a été utilisé. La mise en pratique nous a permis de rendre compte du désalignement des indicateurs de mesure classiques avec les objectifs des décideurs. Ainsi, l'introduction de la matrice DMM permet de se questionner sur ses actions et ses prises de décision. La prise en compte des effets induits a été proposée selon des éléments de littérature. Par le manque de données quantitatives et qualitatives, des travaux supplémentaires sont à envisager. Au final, sept estimations d'alternatives de stratégies ont pu être réalisées.

La troisième question de recherche avait pour objectif de reprendre les résultats de l'estimation pour effectuer des recommandations de stratégies adaptées au contexte opérationnel. Nous l'avons traitée au chapitre 5. L'apport tient ici plus à l'application à un contexte particulier de méthodologies existantes qu'à des développements théoriques. Deux méthodes d'aide à la décision multicritère, MR SORT et PROMETHEE II, sont reprises et utilisées de manière séquentielle. Un premier niveau local sert à catégoriser les stratégies du point de vue des éléments qu'elles impactent. Un second niveau global sert à établir des recommandations de stratégies selon les différents décideurs. Une application est réalisée à partir des estimations du cas d'étude fictif. Elle permet de valider l'opérabilité des choix proposés. L'applicabilité de la méthode présente des développements possibles dans l'estimation des préférences ainsi que l'explication des choix réalisés.

Enfin, une synthèse des apports face aux exigences identifiées en début de thèse est présentée en tableau 6.1.

Exigence	Point saillant des exigences	Statut de l'exigence	Justification du statut de l'exigence
Exigence 1 : Structuration d'un processus d'aide à la décision adapté à la complexité du problème.	Aspect multicritère	Respectée	Aspect multicritère dans la modélisation de la valeur.
	Aspect durable	Respectée	Aspect durable par la prise en compte de capitaux.
	Effets induits	Partiellement respectée	Un travail sur les aspects dynamiques a été réalisé, mais la démarche n'est pas forcément reproductible en interne.
	Acteurs multiples	Respectée	Modélisation systémique et utilisation de DMM.
Exigence 2 : Adaptation du processus au contexte spécifique de l'In-Country Value dans le secteur pétrolier.	Comparer des stratégies LC	Respectée	Description analytique des stratégies par des graphes orientés. Néanmoins, les décisions restent difficiles à prendre.
	Comparer des stratégies ICV	Respectée	
	Vision du pays hôte	Respectée	Utilisation de DMM pour intégrer les visions des deux acteurs. Toutefois, l'intégration des deux visions dans la décision est difficile.
	Vision de Total	Respectée	
Exigence 3 : Implémentation opérationnelle, pour l'exécution du processus et l'aide à la discussion/négociation entre l'opérateur et le pays hôte.	Peu compliqué à l'utilisation	Partiellement respectée	La construction des graphes peut être difficile. Les décisions ne sont pas faciles à prendre. L'ensemble des choix permet la conception d'un outil, toutefois celui-ci est encore à mettre en place.
	Communicable en interne	Respectée	L'approche reste trop analytique pour être communicable.
	Communicable à une tutelle	Respectée	L'approche reste trop analytique pour être communicable.
	Justification de choix	Partiellement respectée	Les décisions sont difficiles à prendre dans le contexte de Total car nécessite la mobilisation de nombreux services. Il faut de plus intégrer des éléments pour mieux modéliser les préférences des décideurs.

Tableau 6.1 : Bilan de l'adéquation entre propositions et exigences industrielles.

Les exigences industrielles sont globalement respectées. Certaines limitations sont visibles. Elles nous permettent, en parallèle de nos apports académiques, de présenter des perspectives de recherche.

Limitations et Perspectives

Notre travail présente plusieurs limitations :

- a. La généralité de la méthode et l'applicabilité à des cas réels peuvent être questionnées. Nous n'avons pas pu utiliser d'exemples concrets. Les estimations et évaluations dans un cas réel pourront être différentes. De plus, la taille des projets pétroliers et leur impact peuvent fortement varier. Nos propositions seront plus difficiles à appliquer dans des contextes avec une grande diversité de parties prenantes. Enfin, certains paramètres sont difficiles à justifier dans certains contextes. Par exemple, dans le cas des emplois induits, nous avons repris des valeurs présentes dans des études existantes pour la PNG. Celles-ci ne seront pas a priori applicables à d'autres contextes.
- b. Les propositions théoriques concernant l'aide à la décision sont limitées. La détermination des préférences des décideurs pose question. Or, ces dernières influent fortement sur le résultat final. Cela peut engager la viabilité de la méthode. Également, l'agrégation des résultats peut faire douter un décideur peu enclin aux effets « boîte noire ».
- c. Le processus d'aide à la décision part du postulat que les stratégies ICVs sont des données d'entrées. Les stratégies ne sont ainsi pas formulées suivant les préférences des décideurs - modélisées a posteriori. De plus, nous avons pu observer que leur formulation en entreprise était souvent floue. Ces facteurs peuvent rendre difficile la réelle mise en place de nos propositions.

Suivant ces limitations, nous identifions les perspectives suivantes regroupées en trois axes pour de futures recherches :

- a. **Estimation des impacts.** L'application peut être étendue à d'autres cas d'études (ex. : Nigéria, Uganda ou Brésil) pour identifier des particularités et suggérer des améliorations. Les méthodologies – notamment la modélisation de la valeur - pourraient de plus être appliquée à d'autres phases du projet. Elles pourraient également être complétées en utilisant des bases de données en accès libre. Des contextes différents au domaine pétrolier pourraient également être utilisés comme la construction, le domaine militaire ou minier. Nous pouvons également appliquer nos travaux à des contextes liés aux problématiques d'écologie industrielle dans le choix de différents designs. Concernant les paramètres, les aspects dynamiques pourraient être mieux justifiés en intégrant des éléments des méthodes existante listées dans l'état de l'art à notre modèle.
- b. **Aide à la décision.** Le domaine de l'aide à la décision multicritères possède des développements théoriques liés à l'explication et à l'élicitation des préférences. Ceux-ci peuvent être développés et intégrés dans nos travaux. Des développements d'outils de communication aux décideurs ont été développés mais n'ont pas été intégré au mémoire. Ceux-ci feront l'objet de communications futures. Également, les développements en aide à la décision pourront être développé en aval du processus d'aide à la décision. Nous pourrions intégrer des éléments d'aide à la négociation pour mettre en exergue les rapports de forces et marges de manœuvre.
- c. **Conception de stratégie.** La conception de stratégies pourrait être réalisée de manière à maximiser une utilité globale dans le pays hôte ou répondre aux exigences minimales de chaque sous-système du pays. Ces problématiques sont semblables à des optimisations de portefeuilles de projets et pourraient être adaptées à notre cas particulier. Les matrices DMM pourraient également être prolongées pour propager les effets des stratégies vers les objectifs et aider à leur conception.

Publications

Mathieu Dernis, Wassila Ouerdane, Ludovic-Alexandre Vidal, Pascal Da Costa, Franck Marle. Assessment of Sustainable Strategies based on DMM Approach and Value Creation. *19th Dependency and Structure Modelling Conference (DSM)*, Sep 2017, Helsinki, Finland. Understand, Innovate, and Manage your Complex System!.

Mathieu Dernis, Ludovic-Alexandre Vidal, Franck Marle, Wassila Ouerdane, Pascal Da Costa. Aide à la sélection de stratégies pour apporter des valeurs durables à des pays hôtes en contexte pétrolier. *Congrès International de Génie Industriel CIGI*, May 2017, Compiègne, France. 2017.

Lexique

Aide à la décision: Activité de celui qui, prenant appui sur des modèles clairement explicités, mais non nécessairement complètement formalisés, aide à obtenir des éléments de réponse aux questions que se pose un intervenant dans un processus de décision, éléments concourant à éclairer la décision et normalement à prescrire, ou simplement à favoriser, un comportement de nature à accroître la cohérence entre l'évolution du processus d'une part, les objectifs et le système de valeurs au service desquels cet intervenant se trouve placé d'autre part (Roy, 1985).

Amplitude (d'un flux): Grandeur qui quantifie un flux.

Avantage comparatif (pour un pays): On dit qu'un pays possède un avantage comparatif dans la production d'un bien si le coût de la production de ce bien relativement aux autres biens produits dans le pays y est inférieur à celui observé dans les autres pays (Krugman et al., 2012, p. 33).

Capital: Stock contribuant au bien-être de parties prenantes par l'apport de biens et de services

Capital financier: Stock composé des éléments composant le système financier.

Capital humain: Stock de connaissances et de compétences de chaque individus qui peut être utilisé pour améliorer l'efficacité du travail.

Capital naturel: Famille de capitaux composée des ressources naturelles, des écosystèmes et des terres vus comme moyen de production écologique.

Capital produit ou physique: Stock formé des éléments d'actifs fabriqués par l'homme ayant pour but la production de biens et de services.

Capital Social: Famille de capitaux immatérielle composée de la cohésion des personnes, des normes et des valeurs partagées facilitant la coopération entre les individus.

Complexe (système complexe): Nous définissons un système comme complexe s'il « est difficile de comprendre, de prévoir et de garder sous contrôle son comportement global, même si l'on reçoit des informations raisonnablement complètes sur le système » (Vidal and Marle, 2008).

Contenu Local: Le contenu local est l'ensemble des ressources locales qu'une entreprise utilise ou développe le long de sa chaîne de valeur lorsqu'elle investit dans un projet dans un pays hôte.

Critère: Un critère noté g est un outil d'évaluation dont le but de comparer des actions potentielles selon un point de vue donné.

Développement durable: Un développement est considéré comme durable s'il n'affecte pas la capacité de fournir une utilité croissante dans le temps par habitant. Nous reprenons la notion d'utilité en économie qui se définit comme la mesure de la satisfaction obtenue par la consommation de biens et de services.

Estimation: Estimer les impacts d'une stratégie consiste en un processus clairement établi qui associe une ou plusieurs valeurs aux impacts d'une stratégie

Evaluation: Utilisation de règles bien-définies au préalable pour transformer l'information issue d'estimations en recommandations dans un processus d'aide à la décision (adapté de Bouyssou et al., 2000, p 1)

Extrants (du projet): Ensemble des produits du projet

Flux: Echange à un instant donné d'un système à un autre. Cet échange peut concerner des éléments de natures diverses : des transactions financières entre deux agents, des effluents toxiques d'un actif industriel vers un système environnemental ou la transmission d'un travail d'un employé vers une entreprise. Cet échange a de plus la caractéristique d'être unidirectionnel.

Flux entrant (ou intrant): Quantité captée par un système. Cela peut être la réception de devises par un agent financier, l'absorption d'effluents toxiques par un système environnemental ou une quantité de travail reçue par une entreprise.

Flux sortant (ou extrant): Quantité créée par un système. Cela peut être dans la transmission de devise d'un agent, l'émission d'effluents par un actif ou la quantité de travail fournie par un employé.

In-Country Value (ICV): Les activités d'In-Country Value (ICV) sont des activités, industrielles ou non, visant à apporter de la valeur locale. Ces actions sont dans les compétences des entreprises pétrolières mais ne sont pas nécessairement situées dans la chaîne de valeur conventionnelle de l'O&G.

Intrants (du projet): Ensemble des ressources utilisées par le projet

Malédiction des ressources naturelles : Phénomène économique qui relie donc l'exploitation de ressources naturelles au déclin de l'industrie manufacturière locale, à cause de l'accroissement des recettes d'exportations qui provoque l'appréciation de la devise nationale : au final, les exportations dans les autres secteurs deviennent moins favorables que les importations.).

Modèle: Un modèle est une représentation qui facilite la compréhension d'un système et la prévision de son comportement dans des conditions plus variées que celles qui ont donné naissance aux observations (Naslin, 1974) d'après (Le Moigne, 1994).

Projet: Entreprise temporaire décidée dans le but de créer un produit, un service ou un résultat unique.

Supermajors: Le groupe des sept plus grandes compagnies pétrolières privées mondiales

Utilité: Mesure de la satisfaction obtenue par la consommation de biens et de services

Références

- Aarseth, W. (2013). Local Content Strategy, solution for successful global oil and gas projects in emerging economies.
- Acemoglu, D. (2002). Directed Technical Change. *Rev. Econ. Stud.* 69, 781–809.
- ACIL Tasman (2002). PNG LNG Gas Project: Implication for the economy of Papua New Guinea.
- ACIL Tasman (2009). PNG LNG Economic Impact Study.
- Ackerman, F. (2008). Critique of Cost-Benefit Analysis, and Alternative Approaches to Decision-Making. *Friends Earth England, Wales North. Irel.* 4, 84–100.
- Adewuyi, A.O., and Oyejide, T.A. (2012). Determinants of backward linkages of oil and gas industry in the Nigerian economy. *Resour. Policy* 37, 452–460.
- Ado, R. (2013). Local Content Policy and the Wto Rules of Trade- Related Investment Measures (Trims): the Pros and Cons. 2, 137–146.
- AFNOR (2009). AFD X50-153 Septembre 2009 - Analyse de la valeur - Recommandations pour sa mise en oeuvre.
- African Development Bank (2015). Creating local content for human development in Africa's new natural resource-rich countries.
- Ahmed, W.B., and Yannou, B. (2003). Polysemy of values or conflict of interests: A multi-disciplinary analysis. *Int. J. Value-Based Manag.* 16 153–179.
- Amine, M.E.L., and Perry, N. (2014). Critical review of multi-criteria decision aid methods in conceptual design phases : application to the development of a solar collector structure. *Proc. Jt. Conf. Mech. Des. Eng. Adv. Manuf.* 21, 497–502.
- Andersen, E.S. (2014). Value creation using the mission breakdown structure. *Int. J. Proj. Manag.* 32, 885–892.
- Anglo American (2012). SEAT Toolbox: Socio-Economic Assessment Toolbox. 1–297.
- ANP (2007). Resolution ANP No. 36, Dated 11.13.2007 - National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels.
- Arrow, K. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *Rev. Econ. Stud.* 29, 155–173.
- Asasuppakit, P., and Thiengburanatham, P. (2014). System Dynamics Framework for Sustainable Infrastructure Evaluation: Chiang Mai City and Impacts from Tourism. *Symp. Model Anal. Sustain. Urban Dev.*
- Assis, C., Burcham, D., and Perrine, J. (2014). Navigating geopolitics in oil and gas: Business solutions for a complex world. *EY Oil Gas.*
- Atkins, J.P., Burdon, D., Elliott, M., and Gregory, A.J. (2011). Management of the marine environment: Integrating ecosystem services and societal benefits with the DPSIR framework in a systems approach. *Mar. Pollut. Bull.* 62, 215–226.
- Atkinson, R. (1999). Project management: cost time and quality two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. *Int. J. Proj. Manag.* 17, 337–342.
- Auty, R.M. (1993). *Sustaining development in mineral economies: The resource curse thesis* (London and New York).
- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *J. Clean. Prod.* 12, 639–662.
- Bala, B.K., Arshad, F.M., and Noh, K.M. (2017). System Dynamics.
- Barton, R.T. (2001). Historical Overview of Value Management.
- Bastida, A. (2014). From extractive to transformative industries: paths for linkages and diversification for resource-driven development. *Miner. Econ. Raw Mater. Rep.* 27, 73–87.
- Basu, M.S.S., Gottschalk, J., Schule, W., Vellodi, M.N., and Yang, M.S.-C.S. (2013). The Macroeconomic Effects of Natural Resource Extraction: Applications to Papua New Guinea. *IMF Work. Pap.* 37.

- Behzadian, M., Kazemzadeh, R.B., Albadvi, A., and Aghdasi, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *Eur. J. Oper. Res.* *200*, 198–215.
- Bélanger, A.G. et M., and Martel, J. (2007a). Une typologie des méthodes multicritères: Proposition d'un cadre méthodologique. *INFOR Inf. Syst. Oper. Res.* *45*, 153–174.
- Bélanger, M., and Martel, J.M. (2007b). Méthode de génération automatique d'explications pour la procédure multicritère PAMSSEM.
- Benoît, C., Norris, G.A., Valdivia, S., Ciroth, A., Moberg, A., Bos, U., Prakash, S., Ugaya, C., and Beck, T. (2010). The guidelines for social life cycle assessment of products: Just in time! *Int. J. Life Cycle Assess.* *15*, 156–163.
- Bérard, C. (2009). Le processus de décision dans les systèmes complexes: une analyse d'une intervention systémique.
- Berg, A., Gottschalk, J., Portillo, R., and Zanna, L. (2010). The Macroeconomics of Medium-Term Aid Scaling-Up Scenarios. *IMF Work. Pap.*
- Beria, P., Maltese, I., and Mariotti, I. (2012). Multicriteria versus Cost Benefit Analysis: A comparative perspective in the assessment of sustainable mobility. *Eur. Transp. Res. Rev.* *4*, 137–152.
- BNDES (2009). Studies of regulatory, corporate and financial alternatives for the exploration and production of oil and gas and the industrial development of the oil and gas production chain in brazil.
- Bocquet, J.-C. (2016). L'ingénierie et le pilotage des systèmes socio-techniques.
- Bonjour, E., Harmel, G., Micaelli, J.-P., Dulmet, M. (2010). *International Journal of Mass Customisation*. 3. 3. 288-310.
- Bonjour, E, Micaelli, J-P. (2010). Design Core Competence Diagnosis: A Case From The Automotive Industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*. *57*. 2. 323-337.
- Bonjour, E. and Dulmet, M. (2009). Propagating Product Architecture Decisions onto the Project ORganisation: a Comparison Between Two Methods. *Int. J. Design Engineering*. Vol2. No 4. 451-471.
- Bouyssou, D., Perny, P., Pirlot, M., Tsoukias, A., and Vincke, P. (1993). The Manifesto of the New Mcda Era . 1–2.
- Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Tsoukias, A., and Vincke, P. (2005). Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria - Stepping stones for the analyst.
- Bouyssou, D., Marchant, T., Pirlot, M., Tsoukias, A., Vincke, P. (2000). Evaluation and Decision Models. 288.
- Bowen, R.E., and Riley, C. (2003). Socio-economic indicators and integrated coastal management. *Ocean Coast. Manag.* *46*, 299–312.
- Bowman, C., and Ambrosini, V. (2000). Value creation versus value capture : towards a coherent definition of value in strategy - an exploratory study. *Br. J. Manag.* *11*, 1–15.
- Brandenburger, A.M., and Stuart, W.H. (1996). Value buisness strategy. *J. Econ. Manag. Strateg.* *5*, 5–24.
- Brans, J.P., Vincke, P., and Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The Promethee method. *Eur. J. Oper. Res.* *24*, 228–238.
- Bret-Rouzaut, N., and Favennec, J.-P. (2011). *Oil & Gas Exploration and Production - Reserves, costs, contracts* (Paris: Pétrole, IFP - Institut Français du).
- British Standards Institution (2014). Environmental management — Life cycle assessment — Critical review processes and reviewer competencies : Additional requirements and guidelines to ISO 14044:2006.
- Browning, T.R. (2016). Design Structure Matrix Extensions and Innovations: A Survey and New Opportunities. *IEEE Trans. Eng. Manag.* *63*, 27–52.
- Brunner, P.H., and Rechberger, H. (2017). *Handbook of Material Flow Analysis_ For Environmental, Resource, and Waste Engineers, Second Edition*.
- Burfisher, M.E. (2011). *Introduction to Computable General Equilibrium Models*. Cambridge Univ. Press.
- Bußwolder, P. (2015). The Effect of a Structured Method on Mental Model Accuracy and Performance in a Complex Task. *Systems* *3*, 264–286.

- Cailloux, O. (2012). Elicitation indirecte de modèles de tri multicritère.
- Cameron, B.G., Seher, T., and Crawley, E.F. (2011). Acta Astronautica Goals for space exploration based on stakeholder value network considerations. *Acta Astronaut.* 68, 2088–2097.
- Chakhar, S., and Martel, J. (2004). Towards a Spatial Decision Support System: Multi-Criteria Evaluation Functions Inside Geographical Information Systems. *Hal 2*, 97–123.
- Chamaret, A. (2007). Une démarche top-down / bottom-up pour l'évaluation en termes multicritères et multi-acteurs des projets miniers dans l'optique du développement durable. Application sur les mines d'Uranium d'Arlit (Niger).
- Choi, H.S.C., and Sirakaya, E. (2006). Sustainability indicators for managing community tourism. *Tour. Manag.* 27, 1274–1289.
- Cinelli, M., Coles, S.R., and Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecol. Indic.* 46, 138–148.
- Comission, E. (2015). Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects (Brussels).
- Corden, W.. (1971). The Theory of Protection.
- Della Corte, V., and Del Gaudio, G. (2014). A literature review on value creation and value capturing in strategic management studies. *Corp. Ownersh. Control* 11, 328–346.
- Da Costa, P. (2016). Économie Cours d'introduction à l'analyse économique.
- Da Costa, P., Rouge, L., and Henriët, F. (2015). Climat et Politiques Economiques dans les modèles de Croissance Endogène avec Innovation. 1–16.
- Čuček, L., Klemeš, J.J., and Kravanja, Z. (2012). A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability. *J. Clean. Prod.* 34, 9–20.
- Daly, H., and Cobb, J. (1994). For the Common Good : Redirecting the Economy Toward Community, the Environment, and a Sustainable Future (Beacon Press).
- Damart, S., and Roy, B. (2007). Limitations of Cost Benefit Analysis to support public debate: the case of public Transportation Decision-making in France.
- Damodaran, A., and Stern (2006). The Value of Synergy. In *Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance, Second Edition*, p.
- Daniel, P., Keen, M., and McPherson, C. (2010). The Taxation of Petroleum and Minerals.
- David Pearce; Giles Atkinson; Susana Mourato (2006). Analyse coûts-bénéfices et environnement.
- Davidson, C., Matusz, S.J., and Kreinin, M.E. (1985). CJE85.pdf. *Can. J. Econ.* 18, 876–890.
- Deng, X., Liu, J., Ma, E., Jiang, L., Yu, R., Jiang, Q., and Zhao, C. (2015). Impact Assessments on Water and Heat Fluxes of Terrestrial Ecosystem Due to Land Use Change.
- Dietsche, E. (2014). Diversifying mineral economies: conceptualizing the debate on building linkages. *Miner. Econ.* 27, 89–102.
- Ekins, P. (1992). A Four-Capital Model of Wealth Creation. In *Real-Life Economics: Understanding Wealth Creation*, Routledge, ed. (London and New Yor: P. Ekins and M. Max-Neef), pp. 147–155.
- Ekins, P., and Medhurst, J. (2006). The European Structural Funds and Sustainable Development: A Methodology and Indicator Framework for Evaluation. *Evaluation* 12, 474–495.
- Eppinger, S.D., and Browning, T.R. (2012). Design Structure Matrix Methods and Applications.
- Espinasse, B. (1997). Negotiation support systems : A multi-criteria and multi-agent approach. 7.
- Esteves, A.M. (2008). Evaluating community investments in the mining sector using multi-criteria decision analysis to integrate SIA with business planning. *Environ. Impact Assess. Rev.* 28, 338–348.
- Esteves, A.M., and Barclay, M.-A. (2011). Enhancing the benefits of local content: integrating social and economic impact assessment into procurement strategies. *Impact Assess. Proj. Apprais.* 29, 205–215.
- European Commission - Peter Bickel and Rainer Friedrich (2005). ExternE Externalities of Energy - methodology 2005 Update.

- Fabbe-costes, N. (2002). Évaluer la création de valeur du Supply Chain Management. *10*, 29–36.
- Farooki, M., and Kaplinsky, R. (2014). Promoting diversification in resource-rich economies. *Miner. Econ. Raw Mater. Rep.* *27*, 103–113.
- Fatemeh Haghghat, M.S. (2011). Application of a Multi-Criteria Approach To Road Safety Evaluation in the Bushehr Province , Iran. *Traffic Plan. Prelim. Commun.* *23*, 341–352.
- Feng, W., Crawley, E.F., Weck, O. De, Keller, R., and Robinson, B. (2010). Dependency Structure Matrix Modelling for Stakeholder Value Networks. *12Th Int. Depend. Struct. Model. Conf.* 3–16.
- Feng, W., Engineering, C., Division, E.S., Crawley, E.F., Systems, E., and Federation, R. (2013). Strategic management for large engineering projects : the stakeholder value network approach.
- Ferland, A. (2006). Guide de l'analyse avantages-coûts des projets publics en transport.
- Ferland, A. (2008). Guide de l'analyse avantage-coûts des projets publics en transport.
- Fischer, T. (2011). Managing Value Capture - empirical analyses of managerial challenges in capturing value. Universität München.
- Fleming, Q., and Koppelman, J. (1998). Earned Value Project Management - A Powerful Tool for Software Projects. *CROSSTALK J. Def. Softw. Eng.* 19–23.
- Forrester, J.W. (1961). *Industrial Dynamics*.
- Frankel, J. (2012). *The Natural Resource Curse: A Survey of Diagnoses and Some Prescriptions*.
- Fraser, E.D.G., Dougill, A.J., Mabee, W.E., Reed, M., and Mcalpine, P. (2006). Bottom up and top down : Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *78*, 114–127.
- Freebairn, D.M., and King, C.A. (2003). Reflections on collectively working toward sustainability: Indicators for indicators! *Aust. J. Exp. Agric.* *43*, 223–238.
- Freeman III, A.M., Joseph, A.H., and Kling, C.L. (2014). The measurement of Environmental and Resource Values.
- Fustec, A., Bejar, Y., Gounel, T., Zambon, S., and Thevoux, S. (2011). *Thésaurus-Bercy V1 - Référentiel français de mesure de la valeur extra-financière et financière du capital immatériel des entreprises*.
- Gallarza, M., Gil-Saura, I., and B.Holbrook, M. (2011). The value of value: further excursions on the meaning and role of customer value. *J. Consum. Behav.* *10*, 179–191.
- Garcia, S.M., and Staples, D.J. (2000). Sustainability reference systems and indicators for responsible marine capture fisheries: a review of concepts and elements for a set of guidelines. *Mar. Freshw. Res.* *51*, 385–426.
- Gershon, M., and Duckstein, L. (1984). A procedure for selection of a multiobjective technique with application to water and mineral resources. *Appl. Math. Comput.* *14*, 245–271.
- Ghana (2013). *Ghana - The Petroleum (Local Content and Local Participation) Regulations 2013, L.I. 2204*.
- Glouberman, S., Ph, D., Zimmerman, B., and Ph, D. (2002). *Complicated and Complex Systems : What Would Successful Reform of Medicare Look Like ?* by.
- Gray, C.F., and Larson, E.W. (2014). *Project management the managerial process 5th edition*.
- Greco, S., Ehrgott, M., and Figueira, J.R. (2016). *Multiple Criteria Decision Analysis - State of the Art Surveys*.
- GRI (2013a). *GRI4: Sustainability reporting guidelines*.
- GRI (2013b). *GRI-G4-Oil and Gas Sector Disclosures*.
- Grossman, G.M. (1981). The Theory of Domestic Content Protection and Content Preference. *Q. J. Econ.* - Oxford Univ. Press *96*, 583–603.
- Guitouni, A. (2010). *Cadre méthodologique pour différencier les méthodes multicritères*.
- Guitouni, A., and Bélanger, M. (2007). Une typologie des méthodes multicritères: Proposition d'un cadre méthodologique. *INFOR Inf. Syst. Oper. Res.*
- Guitouni, A., and Martel, J.-M. (1998). *Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method*.

- Eur. J. Oper. Res. *109*, 501–521.
- Gylfason, T. (2001). Natural resources , education , and economic development. *45*, 847–859.
- Haddow, K.H. (2014). How best can mining be a catalyst for diversifying economies? *Miner. Econ.* *27*, 149–151.
- Hák, T., Janoušková, S., and Moldan, B. (2016). Sustainable Development Goals: A need for relevant indicators. *Ecol. Indic.* *60*, 565–573.
- Hammann, E. (2016). Three Years Experience in Engaging Local Content at Project Planning Phase. In *Society of Petroleum Engineers*, p.
- Hansen, M.W., Buur, L., Therkildsen, O., and Kjær, M. (2014). The political economy of local content in African extractives: lessons from three African countries. 1–27.
- Hardi, Peter, Zdan, T. (1997). *Principles in Practice*.
- Harrison, J.S., and Wicks, A.C. (2013). Stakeholder Theory, Value, and Firm Performance. *Bus. Ethics Q.* *23*, 97–124.
- Hein, A.M., Jankovic, M., Farel, R., and Yannou, B. (2015a). A Conceptual Framework for Eco-Industrial Parks. Vol. 4 20th Des. Manuf. Life Cycle Conf. 9th Int. Conf. Micro- Nanosyst.
- Hein, A.M., Jankovic, M., Farel, R., Lei, I.S., and Yannou, B. (2015b). Modeling Industrial Symbiosis Using Design Structure Matrices. *Model. Manag. Complex Syst.* 209–219.
- Hemmer Gudme, O. de, and Poissonnier, H. (2013). Valeur(s) & management - des méthodes pour plus de valeur dans le management.
- Hendricks, C., Obernosterer, R., Müller, D., Kytzia, S., Baccini, P., and Brunner, P.. (2000). Material Flow Analysis: a tool to support environmental policy decision making. Case studies on the city of Vienna and the Swiss lowlands. *Local Environ.* *5*.
- Hennchen, E. (2014). Royal Dutch Shell in Nigeria: Where Do Responsibilities End? *J. Bus. Ethics* *129*, 1–25.
- Hollander, A. (1987). Content protection and transnational monopoly. *J. Int. Econ. Volume* *23*, 283–297.
- Horsley, J., Prout, S., Tonts, M., and Ali, S.H. (2015). Sustainable livelihoods and indicators for regional development in mining economies. *Extr. Ind. Soc.* *2*, 368–380.
- Huemann, M., and Silvius, G. (2015). Call for papers: *International Journal of Project Management*. *Int. J. Proj. Manag.* *33*, 719–720.
- Hufbauer, G.C., and Schott, J.J. (2013). Local Content Requirements: A Global Problem. 212.
- Hwang, C., and Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, A State of the Art Survey*.
- IFC (2012). *User Guide - Financial Valuation Tool for Sustainability Investments*.
- IFC (2015). *Financial Valuation Tool for Sustainability Investments*.
- International Standards Organization (2006). *Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and framework*. *Int. Stand.* *3*, 1–32.
- IPIECA (2011). *Local content Strategy - A guidance for the Oil & Gas Industry*.
- IPIECA (2016). *Local Content - A guidance document for the oil and gas industry*. 1–64.
- ISO (2010). *ISO 26000:2010 - Guidance on social responsibility*.
- Jean, C. (2014). Comment réussir l' intégration de systèmes technologiques innovants au sein de systèmes complexes organisationnels ? Application à la télémédecine en France. 159.
- Johnson, C.R. (2004). *The Visualization Handbook*.
- Johnston, R.J., and Rosenberger, R.S. (2015). Benefit Transfer of Environmental and Resource Values.
- Jørgensen, A., Bocq, A. Le, Nazarkina, L., and Hauschild, M. (2008). Methodologies for Social Life Cycle Assessment. *Int. J. Life Cycle Assess.* *13*, 96–103.
- Kalyuzhnova, Y., Nygaard, C.A., Omarov, Y., and Saparbayev, A. (2016). Local content policies in resource-rich countries.

- Kazakhstan (2010). Law of Subsoil and Subsoil Use - Law of the Republic of Kazakhstan from June 24, 2010 № 291-IV.
- King, C., Gunton, J., Freebairn, D., Coutts, J., and Webb, I. (2000). The sustainability indicator industry: Where to from here? A focus group study to explore the potential of farmer participation in the development of indicators. *Aust. J. Exp. Agric.* 40, 631–642.
- Klueh, U., Pastor, G., Segura, A., and Zarate, W. (2007). Inter-sectoral Linkages and Local Content in Extractive Industries and Beyond– The Case of São Tomé and Príncipe. IMF Work. Pap.
- Klueh, U.H., Pastor, G., and Segura, A. (2009). Policies to improve the local impact from hydrocarbon extraction: Observations on West Africa and possible lessons for Central Asia. *Energy Policy* 37, 1128–1144.
- Kristensen, P. (2004). The DPSIR framework.
- Krugman Paul, Obstfeld Maurice, M.M. (2012). *Economie Internationale*.
- Kulig, A., Kolfoort, H., and Hoekstra, R. (2010). The case for the hybrid capital approach for the measurement of the welfare and sustainability. *Ecol. Indic.* 10, 118–128.
- L.Keeney, R. (1992). Thinking about Values. In *Value Focused Thinking - A Path to Creative Decisionmaking*, pp. 1–23.
- Laaribi, A., Chevallier, J.J., and Martel, J.M. (1996). A spatial decision aid: a multicriterion approach. *Comput. Environ. Urban Syst.* 20, 351–366.
- Labuschagne, C., and Brent, A.C. (2005). Sustainable Project Life Cycle Management: The need to integrate life cycles in the manufacturing sector. *Int. J. Proj. Manag.* 23, 159–168.
- Labuschagne, C., and Brent, A.C. (2008). An industry perspective of the completeness and relevance of a social assessment framework for project and technology management in the manufacturing sector. *J. Clean. Prod.* 16, 253–262.
- Lame, G. (2017). *Intégration entre services hospitaliers: management des opérations en cancérologie*.
- Lanna, A.E., Marques, M., Abdallah, P., and Polette, M. (2002). Causal chain analysis Patos-Mirim Lagoon system. *GIWA Reg. Assesment* 86–108.
- De Lastic, A. (2012). *Une approche philosophique du sens des valeurs. Se transformer soi-même pour transformer le monde*.
- Lauras, M., Marques, G., and Gourc, D. (2010). Towards a multi-dimensional project Performance Measurement System. *Decis. Support Syst.* 48, 342–353.
- Laursen, M., and Svejvig, P. (2015). Taking stock of project value creation: A structured literature review with future directions for research and practice. *Int. J. Proj. Manag.*
- Lepak, D.P., Smith, K.E.N.G., and Taylor, M.S. (2007). Value Creation and Value Capture : a Multilevel Perspective. *Acad. Manag. Rev.* 32, 180–194.
- Levelrel, H., Kerbiriou, C., and Couvet, D. (2009). OECD pressure – state – response indicators for managing biodiversity : a realistic perspective for a French biosphere reserve. *Biodivers. Conserv.* 18, 1719–1732.
- Lim, C., and Mohamed, M.Z. (1999). Criteria of project success: an exploratory re-examination. *Int. J. Proj. Manag.* 17, 243–248.
- Lucas, R.E. (1988). On the mechanics of economic development. *J. Monet. Econ.* 22, 3–42.
- Lyons, M.H., Adjali, I., Collings, D., and Jensen, K.O. (2003). Complex systems models for strategic decision making. *21*, 11–27.
- Maack, M., and Davidsdottir, B. (2015). Five capital impact assessment: Appraisal framework based on theory of sustainable well-being. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 50, 1338–1351.
- Maniak, R., Midler, C., Lenfle, S., and Pellec-Darion, M. Le (2014). Value Management for Exploration. *Proj. Manag. J.* 45, 55–66.
- Marciszewska, E., Bergel, I., and Hozzman, A. (2016). Failed Assessment of Mobility Needs - ' White Elephant ' Airports. *J. Manag. Financ. Sci.*
- Mardani, A., Jusoh, A., MD Nor, K., Khalifah, Z., Zakwan, N., and Valipour, A. (2015). Multiple criteria

- decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. *Econ. Res. Istraživanja* 28, 516–571.
- Marle, F. (2010). Using DSM Approach to manage interactions between project risks. 12th Int. Depend. Struct. Model. Conf. DSM'10, 22-23 July 2010, Cambridge, UK 17–29.
- Marle, F., and Vidal, L.-A. (2016). Managing Complex, High Risk Projects - A guide to basic and advanced project management.
- Marle, F., Pointurier, C., and Jaber, H. (2015). Managing a complex project using a Risk-Risk Multiple Domain Matrix. *J. Mod. Proj. Manag.* 3, 33–37.
- Marques, G., Gourc, D., and Lauras, M. (2011). Multi-criteria performance analysis for decision making in project management. *Int. J. Proj. Manag.* 29, 1057–1069.
- Marshall, J.D., and Toffel, M.W. (2005). Framing the elusive concept of sustainability: A sustainability hierarchy. *Environ. Sci. Technol.* 39, 673–682.
- Martel, J.-M., and Rousseau, A. (1993). Cadre de référence d'une démarche multicritère de gestion intégrée des ressources en milieu forestier.
- Martinez-Hernandez, V. (2003). Understanding Value Creation : the Value Matrix and the Value Cube. 272.
- Mavsar, R., Varela, E., and Gouriveau, F. (2014). Methods and tools for socio-economic assessment of goods and services provided by Mediterranean forest.
- Meadows, D. (1998). Indicators and Information Systems for Sustainable Development. 78.
- Meadows, D., Randers, J., and Meadows, D. (2005). Limits to Growth - the 30 year update.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., and Behrens, W.W. (1972). The limits to growth.
- Miller, R.E., and Blair, P.D. (2009). Input – Output Analysis.
- Mintzberg, H., Raisinghani, D., and Theoret, A. (1976). The structure of “unstructured” Decision Processes. 246–275.
- Le Moigne, J.-L. (1990). La modélisation des systèmes complexes.
- Le Moigne, J.-L. (1994). La théorie du système général (Les classiques du réseau intelligence de la complexité).
- Montis, A. De, Toro, P. De, Droste-franke, B., Omann, I., and Stagl, S. (2000). Assessing the quality of different MCDA methods. *Altern. Environ. Valuat.* 99–184.
- Moreno, S., Fidélis, T., and Ramos, T.B. (2014). Measuring and comparing local sustainable development through common indicators : Constraints and achievements in practice. *CITIES* 39, 1–9.
- Morin, E. (2005). Introduction à la pensée complexe.
- Mousseau, V. (2005). preference elicitation in multiple criteria decision aid.
- Naslin, P. (1974). Rapport de conjoncture du CNRS. p. 164.
- National Strategic Plan Taskforce (2011). Papua New Guinea Papua New Guinea Vision 2050. 1–19.
- Neumayer, E. (2013). *Weak Versus Strong Sustainability* (Cheltenham, UK • Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing, Inc. William).
- Ngoasong, M.Z. (2014). How international oil and gas companies respond to local content policies in petroleum-producing developing countries: A narrative enquiry. *Energy Policy* 73, 471–479.
- Niemeijer, D., and de Groot, R.S. (2008). A conceptual framework for selecting environmental indicator sets. *Ecol. Indic.* 8, 14–25.
- Nigeria (2010). Nigéria - Nigerian Oil and Gas Industry Content Development Act (NOGICD) 2010.
- Niksa, J., and Snjezana, K. (2010). Integration Of Multicriteria Analysis Into Decision Support Concept For Urban Road Infrastructure Management Jajac Niksa University of Split , Faculty of Civil Engineering and Architecture Knezic Snjezana University of Split , Faculty of Civil Engineering. 1, 74–82.
- Nordhaus, W.D., and Tobin, J. (1972). Is Growth Obsolete?
- Nwapi, C. (2016). a Survey of the Literature on Local Content Policies in the Oil and Gas. *Sch. Public Policy, Univ. Calgary.* 9, 28.

- O'Brien, M., Doig, A., and Clift, R. (1996). Social and environmental life cycle assessment (SELCA). *Int. J. Life Cycle Assess.* 1, 231–237.
- O'Mahoney, A., Thorne, F., and Denny, E. (2013). A cost-benefit analysis of generating electricity from biomass. *Energy Policy* 57, 347–354.
- OECD (2014). Développement du contenu local: approches, obstacles et solutions possibles.
- Oehlmann, I. (2010). The Sustainable Footprint Methodology. 1–81.
- Oke, A.E., and Aigbavboa, C.O. (2017). Sustainable Value Management for Construction Projects.
- Van Oudenhoven, A.P.E., Petz, K., Alkemade, R., Hein, L., and De Groot, R.S. (2012). Framework for systematic indicator selection to assess effects of land management on ecosystem services. *Ecol. Indic.* 21, 110–122.
- Ovadia, J.S. (2013a). The Nigerian “One Percent” and the Management of National Oil Wealth Through Nigerian Content. *Sci. Soc.* 77, 315–341.
- Ovadia, J.S. (2013b). The Making of Oil-backed Indigenous Capitalism in Nigeria. *New Polit. Econ.* 18, 258–283.
- Ovadia, J.S. (2014). Local content and natural resource governance : The cases of Angola and Nigeria. *Extr. Ind. Soc.* 1, 137–146.
- Ovadia, J.S. (2016). Local content policies and petro-development in Sub-Saharan Africa: A comparative analysis. *Resour. Policy* 49, 20–30.
- Ozernoy, V.M. (1992). Choosing The “Best” Multiple Criterlv Decision-Making Method. *INFOR Inf. Syst. Oper. Res.* 30, 159–171.
- Pavlinek, P., and Zenka, J. (2015). Value creation and value capture in the automotive industry : Empirical evidence from Czechia document. *Environ. Plan.* 1–23.
- Pearce, D.W., and Atkinson, G.D. (1993). Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of “weak” sustainability. *Ecol. Econ.* 8, 103–108.
- Pendaries, M. (2011). Le pilotage par la valeur de la performance des organisations : cas des entreprises industrielles gérées par affaire.
- Pérez, J. (1994). Theoretical elements of comparison among ordinal discrete multicriteria methods. *J. Multi-Criteria Decis. Anal.* 3, 157–176.
- Pigou, A.C. (1920). The economic of welfare.
- Poissonnier, H. (2013). Les outils de pilotage des performances - révélateur des destinataires de la valeur créée par les entreprises. In *Valeur(s) & Management - Des Méthodes Pour plus de Valeur Dans Le Management.*, pp. 19–30.
- Preiss, A., Burcham, D., and Farrel, B. (2014). Spotlight on oil and gas megaprojects.
- Project Management Institute (2013). Project Management Body of Knowledge A Guide to the Project Management Body of Knowledge - Fifth edition.
- Rees, W.E. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Ecol. Footprints.*
- Rees, W.E. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *J. Compos. Mater.* 33, 928–940.
- Richardson, M. (1991). The effects of a content requirement on a foreign duopsonist. *J. Int. Econ.* 31, 143–155.
- Roca, L.C., and Searcy, C. (2012). An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. *J. Clean. Prod.* 20, 103–118.
- Romer, P.M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *J. Polit. Econ.* 94, 1002–1037.
- Romer, P.M. (1990). Endogenous Technological Change. *J. Polit. Econ.* 98, S71–S102.
- De Rosnay, J. (1977). Le macroscopie.
- Ross, M.L. (2004). What Do We Know about Natural Resources and Civil War? *J. Peace Res.* 41, 337–356.

- Rousval, B., and Bouyssou, D. (2008). De l'Aide Multicritère à la Décision à l'Aide Multicritère à l'Évaluation: Um Cadre et une Application aux Transports et à l'Environnement. *Cah. Du Lamsade* 293, 1–68.
- Roy, B. (1985). Méthodologie multicritère d'aide à la décision.
- Roy, B., and Slowiński, R. (2013). Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method. *EURO J. Decis. Process.* 1, 69–97.
- Rozan, A., and Stenger, A. (2000). Intérêts et limites de la méthode du transfert de bénéfices. *Econ. Stat.* 336, 69–78.
- Saaty, T.L., and Vargas, L.G. (2012). *Models , Methods , Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process.*
- Saaty, T.L., and Vargas, L.G. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process.*
- Sachs, J.D., and Warner, A.M. (1995). Natural Resource Abundance and Economic Growth. *NBER Work. Pap. Ser.* 3, 54.
- Sachs, J.D., and Warner, A.M. (1997). Natural Resource Abundance and Economic Growth.
- Sachs, J.D., and Warner, A.M. (2001). The curse of natural resources. *Eur. Econ. Rev.* 45, 827–838.
- Saipem (2016). Local Content for sustainable development.
- SAIPEM (2011). Showing the sustainable value of Saipem' s Local Content strategy Methodology Summary.
- Samsura, A., and Krabben, E. van der (2011). Funding Transport Infrastructure Development Through Value Capturing: A Game Theoretical Analysis. In *Transitions Towards Sustainable Mobility*, pp. 59–80.
- Sánchez, M.A. (2015). Integrating sustainability issues into project management. *J. Clean. Prod.* 96, 319–330.
- Santana-medina, N., Franco-maass, S., Sánchez-vera, E., Imbernon, J., and Nava-bernal, G. (2013). Participatory generation of sustainability indicators in a natural protected area of Mexico. *Ecol. Indic.* 25, 1–9.
- Sarrazin, R., and Smet, Y. De (2014). Using multicriteria decision analysis to assess the sustainable safety performance of road projects at the design stage CoDE-SMG – Technical Report Series Technical Report No .
- Scambary, J. (2015). In Search of White Elephants : The Political Economy of Resource Income Expenditure in East Timor. *Crit. Asian Stud.* 47, 283–308.
- Schindler, A. (2009). Vers la multi-performance des organisations : conception et pilotage par les valeurs du centre de recherche intégré MIRCen du CEA. Ecole Centrale Paris.
- Schwenk, C.R. (1984). Cognitive Simplification Processes in Strategic Decision-making. *Strateg. Manag. J.* 5, 111–128.
- Silvius, A.J.G., Schipper, R., and Nedeski, S. (2013). Sustainability in Project Management : Reality Bites. *PM World J.* 2, 1–14.
- Simon, H.A. (1960). *The New Science of Management Decision* (New York).
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., and Dikshit, a. K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol. Indic.* 9, 189–212.
- Singh, R.K., Murty, H.R., Gupta, S.K., and Dikshit, A.K. (2012). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol. Indic.* 15, 281–299.
- Song, Q., Wang, H., Wen, F., Ledwich, G., and Xue, Y. (2015). Pressure state response-based method for evaluating social benefits from smart grid development. *J. Energy Eng.* 141.
- Stamford, L., and Azapagic, A. (2011). Sustainability indicators for the assessment of nuclear power. *Energy* 36, 6037–6057.
- Sterman, J.D. (2000). *Systems Thinking and Modeling for a Complex World.*
- Sterman, J.D. (2010). Does formal system dynamics training improve people's understanding of accumulation? *Syst. Dyn. Rev.* 26, 316–334.
- Steward, D. V. (1981). The design structure system: A method for managing the design of complex systems. *IEEE Trans. Eng. Manag. EM-28*, 71–74.

- Stiglitz, J., Sen, A., and Fitoussi, J.-P. (2008). Rapport de la Commission sur la mesure des performances économiques et du progrès social.
- Stone, S., Flaig, D., and Tongeren, F. Van (2014). Modelling Local Content Requirements: Quantitative Restrictions in a CGE Model. 1–18.
- Suh, S. (2009). Handbook of Input-Output Economics in Industrial Ecology.
- Sustainable Development Solutions Network (2015). Indicators and a monitoring framework for the sustainable development goals. Launching a data revolution for the SDGs. In A Report by the Leadership Council of the Sustainable Development Solutions Network. Revised Working Draft (Version 7), March 20., p.
- Sutherland, T. a, and Sutherland, T. a (2009). Stakeholder Value Network Analysis for Space-Based Earth Observations. Engineering.
- Tehrani, B.S., Bocquet, J.-C., and Tomoda, T. (2014). Electricity Investments and Nuclear Development: Investment Choice Modeling based on Value Creation. Risk Chang. Manag. Complex Syst. 95–106.
- Teixeira, J. (2014). The Brazilian Offshore Construction Industry and Upstream Projects. IHS.
- Thiry, G. (2012). Indicateurs alternatifs au PIB : Au-delà des nombres - L'épargne nette ajustée en question. Emulations 8.
- Thomas, J., and Mullaly, M. (2007). Understanding the Value of Project Management: First Steps on an International Investigation in Search of Value. Proj. Manag. J. 38, 74–89.
- Tillé, M. (2001). Choix De Variantes D'Infrastructures Routières: Méthodes Multicritères. 2294, 388.
- Toledano, P., Thomashausen, S., and Maennling, N. (2014). A Framework to Approach Shared Use of Mining-Related Infrastructure Case Study : Sierra Leone. 1–81.
- Tordo, S., Warner, M., Manzano, O.E., and Anouti, Y. (2013). Local Content Policies in the Oil and Gas Sector (Washington DC: World Bank).
- Trinidad&Tobago (2004). Local Content & Local Participation Policy & Framework for the Republic of Trinidad And Tobago Energy Sector.
- Tschirley, J.B. (1998). Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development. FAO L. Water Bull. 5, 217.
- Tsoukiàs, A. (2007). On the concept of decision aiding process: An operational perspective. Ann. Oper. Res. 154, 3–27.
- Tsoukiàs, A. (2008). From decision theory to decision aiding methodology. Eur. J. Oper. Res. 187, 138–161.
- Tsoukiàs, A., and Ralijaona, H. (2006). Rural Road Maintenance in Madagascar The GENIS project. 1–23.
- U4 (2014). Local content policies and corruption in the oil and gas industry.
- Ugwu, O.O., and Haupt, T.C. (2007). Key performance indicators and assessment methods for infrastructure sustainability — a South African construction industry perspective. 42, 665–680.
- Uhlmann, V., Rifkin, W., Everingham, J.-A., Head, B., and May, K. (2014). Prioritising indicators of cumulative socio-economic impacts to characterise rapid development of onshore gas resources. Extr. Ind. Soc. 1, 189–199.
- UNDP (1990). Human Development Report 1990.
- Vanhoucke, M. (2009). Measuring Time, Improving Project Performance Using Earned Value Management (Gent).
- Velasquez, M., and Hester, P.T. (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods. 10, 56–66.
- Veloso, F. (2001). Local Content Requirements and Industrial Development Economic Analysis and Cost Modeling of the Automotive Supply Chain.
- Veloso, F.M. (2006). Understanding Local Content Decisions: Economic Analysis and an Application To the Automotive Industry. J. Reg. Sci. 46, 747–772.
- Ventroux, J. (2016). Aide à la maîtrise des risques liés à la contractualisation et l'exécution d'un projet complexe pétrolier.

- Vidal, L.-A. (2009). Thinking Project Management in the Age of Complexity. Particular Implications on Project Risk Management.
- Vidal, L., and Marle, F. (2008). Understanding project complexity: implications on project management. *Kybernetes* 37, 1094–1110.
- Vidal, L., Marle, F., Bocquet, J., Vidal, L., Marle, F., and Using, J.B. (2015). Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects To cite this version : Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects.
- Vincke, P. (1992). Multicriteria Decision Aid.
- Warner, M. (2011). Local Content in Procurement - Creating Local Jobs and Competitive Domestic Industries in Supply Chains (Sheffield).
- Wenstöp, F.E., and Carlsen, A.J. (1988). Ranking Hydroelectric Power Projects with Multicriteria Decision Analysis. *Interfaces (Providence)*. 18, 36–48.
- World Commission on Environment and Development, W. (1987). Our Common future. 349.
- Wu, R., Yang, D., and Chen, J. (2014). Social Life Cycle Assessment Revisited. *Sustainability* 6, 4200–4226.
- Zhai, L., Xin, Y., and Cheng, C. (2009). Understanding the Value of Project Management From a Stakeholder's Perspective: Case Study of Mega- Project Management Li. *Proj. Manag. J.* 40, 99–109.
- Zhang, X., Wu, Y., Shen, L., and Skitmore, M. (2014). A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects. *Int. J. Proj. Manag.* 32, 66–76.
- Zwikael, O., and Smyrk, J. (2012). A General Framework for Gauging the Performance of Initiatives to Enhance Organizational Value. *Br. J. Manag.* 23, 6–22.

Titre : Modélisation et estimation des valeurs apportées au pays hôte pour aider à la décision dans l'élaboration des stratégies In-Country-Value

Mots clés : Valeur durable, Aide à la décision, Approche systémique, Approche multi capitale, Contenu local, In-Country Value.

Résumé : Ces travaux s'intéressent au choix de stratégies de création de valeur dans des pays pétroliers. Ils cherchent à offrir des outils à un décideur pour améliorer la compréhension du problème et procéder au choix de stratégies sous des contraintes de coûts. La thèse s'articule autour d'un processus d'aide à la décision adapté au contexte pétrolier et de trois questions de recherche :

1. Comment modéliser les valeurs durables apportées par des projets complexes dans un pays hôte ?
2. Comment outiller une entreprise d'une méthode d'estimation des valeurs créées localement en tenant compte des effets indirects et induits ?

3. Comment aider à la décision pour la sélection de stratégies agissant sur de multiples systèmes ?

Pour y répondre, nous avons pris en compte les spécificités du contexte du contenu local dans le domaine pétrolier. Nous y avons apporté des méthodes de génie industriel et d'aide à la décision multicritère.

Nous aboutissons à une proposition de modélisation de la valeur apportée à un pays hôte. Celle-ci nous permet d'introduire une méthodologie d'estimation des impacts d'une stratégie. Enfin, nous proposons une procédure pour réaliser des recommandations à un décideur.

Title : Modeling and measuring values brought to host country for assisting decisions in In-Country-Value strategies elaboration

Keywords : Sustainable value, Decision Aid, Systemic approach, Multi capital approach, Local Content, In-Country Value

Abstract : Our research focus on the problem of choosing among value-creation strategies in the context of Oil and Gas development project. The objective is to offer tools to a decision maker to improve his understanding of the problem and to aid to decision. The thesis is structured around a decision-making process adapted to the Oil and Gas context and three research questions:

1. How to model the sustainable values brought by complex projects in a host country?
2. How to furnish to a company a method to estimate local values brought, taking into account indirect and induced effects?

3. How to aid to select among strategies that impact multiple systems?

To answer, we took into account the specificities of local content in the Oil and Gas. We brought methodologies from industrial engineering and multicriteria decision aid.

We propose a modeling of the value-added brought to a host country. This allows us to introduce an estimation methodology for the impacts of a strategy. Finally, we suggest a procedure for making recommendations to a decision maker.

