

La démarche de recherche

Dans cette partie, nous nous attachons à présenter la démarche de recherche qui doit nous permettre de répondre aux hypothèses formulées (2.3.2.2 – p154). La méthodologie appliquée, le modèle de recherche choisi, son test par expérimentation et le protocole de réponse aux hypothèses de recherche constituent ce que nous nommons ici « *démarche de recherche* ».

4.1 Méthodologie de recherche

4.1.1.1 La méthodologie

Notre méthodologie de recherche est de type « *recherche-intervention* »²⁷⁶. Cette approche est basée sur une implication du chercheur sur le terrain, par une prise directe et une interaction permanente avec celui-ci. Plus que l'observation et l'analyse d'un sujet bien précis, par l'intermédiaire d'une étude, nous cherchons également à travers cette démarche, à faire émerger des pistes possibles d'action permettant, par exemple, d'apporter des solutions aux problèmes observés.

Notre expérimentation constitue, quant à elle, une étude de cas. Il faut donc garder à l'esprit que les résultats seront représentatifs d'une situation bien particulière dont la reproductibilité et l'extrapolation ne sont pas garanties.

4.1.1.2 L'étude de cas : une ligne de traitement de surface et la substitution du procédé OAC

Comme nous l'avons vu (3.2 – p164), nous avons choisi dans nos travaux, de nous rattacher au projet de substitution du procédé d'Oxydation Anodique Chromique utilisé pour le traitement anticorrosion de l'aluminium.

Nous précisons que la substitution de ce procédé, en plus des travaux de recherche et de développement menés en laboratoire, nécessitent la mise en œuvre sur des sites pilotes de lignes-tests intégrant le nouveau procédé. Notre démarche fut menée sur le premier de ces sites pilotes.

Nous précisons que le nouveau procédé que nous présentons plus précisément par la suite (1.1 – p204), est également un traitement de l'aluminium par anodisation. L'électrolyte composant le bain est cependant différent, ce qui implique nécessairement des modifications dans les paramètres de fonctionnement : concentration du bain, température du bain, paramètres d'anodisation (densité de courant et tension), temps de cycle, etc. Enfin, nous signalons que l'implantation du procédé pilote sur le site considéré a eu lieu en Août 2006.

²⁷⁶ Moisdon, J.C., Recherche et intervention, Revue Française de Gestion, pp 61-73, 1984.

Le périmètre sur lequel nous déployons notre expérimentation, est la ligne de traitement de surface de l'usine de Saint-Nazaire qui intègre les procédés de protection contre la corrosion de l'aluminium.

Notre étude de cas consistera en premier lieu, à observer la ligne de traitement de surface qui intègre le procédé OAC, indépendamment du projet de substitution. En effet, nous avons choisi de tester notre modèle de recherche, sur la situation initiale. Nous cherchons par cette méthode, à identifier les informations que nous pouvons obtenir en analysant la situation par l'intermédiaire de notre modèle de recherche (comptabilité environnementale théorique et outils associés) : ce dernier permet-il d'identifier les risques et opportunités de la gestion de l'environnement ? Il est d'ailleurs grandement souhaitable, que la substitution du procédé OAC soit identifiée comme un facteur stratégique.

Nous observerons par la suite, l'exploitabilité des résultats issus du déploiement du modèle de recherche sur la ligne de traitement de surface. Nous chercherons alors à déterminer s'il est effectivement possible de mettre en avant, grâce à l'analyse, les voies d'amélioration des performances environnementale et économique et de les quantifier.

Enfin, nous nous pencherons plus précisément sur la substitution du procédé OAC, à travers la réalisation d'une analyse financière d'investissement. Nous y intégrerons, d'une part, les paramètres obtenus par le déploiement de notre modèle de recherche sur la situation initiale, et d'autre part, ceux obtenus par le test du modèle de recherche sur le nouveau procédé d'anodisation sans chrome VI. La validation du calcul de rentabilité effectué pourra alors faire appel à des paramètres vérifiés sur la ligne pilote. Nous nous interrogerons également sur la pertinence et l'exploitabilité des paramètres intégrés dans l'analyse. Dans cette partie de l'expérimentation, les risques liés à la situation-référence seront notamment confrontés aux opportunités que permet la technologie propre. Nous précisons que cette analyse d'investissement, réalisée ex-post, c'est-à-dire alors que la décision a déjà été prise, sera observée rétroactivement sous l'optique d'une aide à la décision ex-ante.

Finalement, à partir des résultats de cette étude de cas, nous chercherons à formuler une recommandation présentant les paramètres et données à suivre dans une comptabilité environnementale dimensionnée pour l'orientation de la gestion environnementale vers la création de valeur. Les moyens d'obtention, de suivi et d'organisation de ces données seront également décrits.

4.1.1.3 Le champ du modèle de recherche

Nous avons, dans le premier chapitre de ce document, précisément décrit les relations qui existent entre la gestion environnementale et la performance économique d'une entreprise. Nous avons par la suite noté que la connaissance et l'analyse de ces relations, doivent permettre d'identifier et d'estimer les facteurs stratégiques liés à la gestion de l'environnement, pour finalement orienter cette dernière vers la création de valeur. Notre problématique de recherche est, pour rappel, directement issue de ces remarques, puisqu'elle consiste à savoir si

en pratique, la mise en œuvre d'une comptabilité environnementale faisant appel à des outils spécifiques, permet cette orientation de la gestion environnementale vers la création de valeur.

Notre modèle de recherche doit intégrer les relations entre performance environnementale et performance économique. Celles-ci sont directement issues des réflexions menées dans notre recherche bibliographique, où nous avons considéré les divers effets que peuvent avoir les activités et actions environnementales d'une entreprise sur sa performance économique. Nous représentons schématiquement ces interactions (Figure 36).

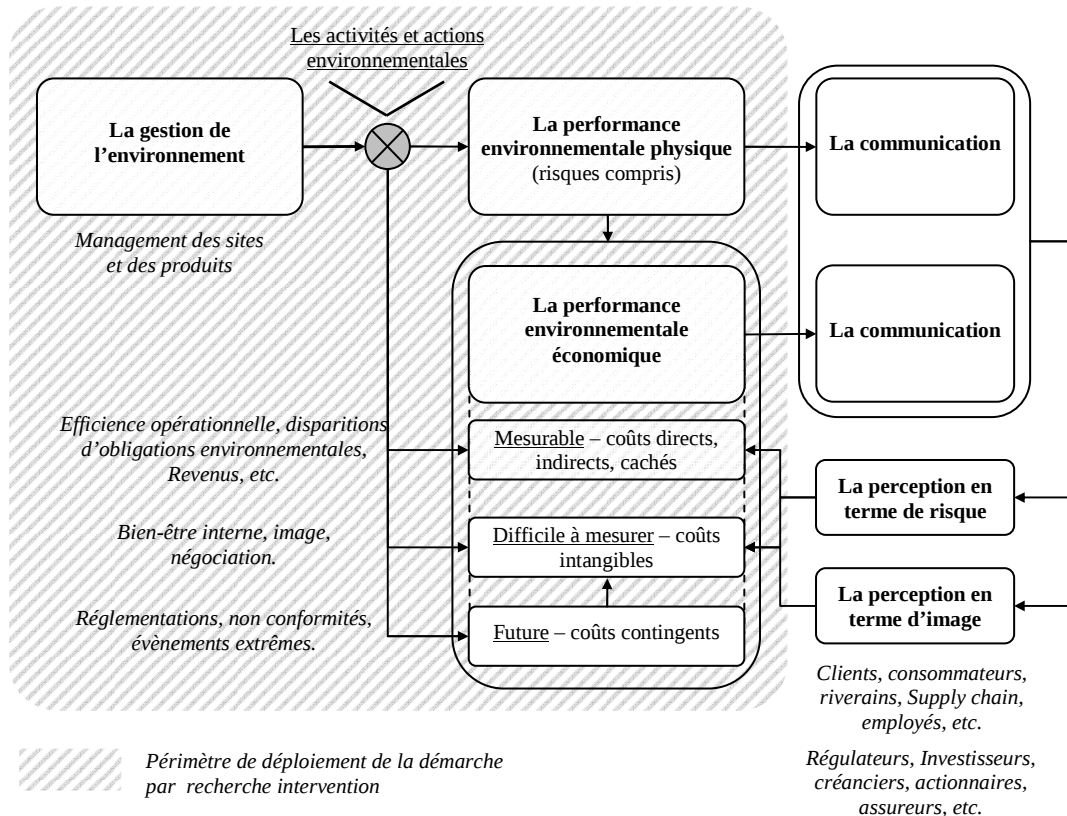


Figure 36 – Les interactions entre environnement et économie, intégrées au modèle de recherche

Nous allons dans notre expérimentation, déployer sur un périmètre précis, une démarche de comptabilité environnementale, permettant de suivre ces informations (relations entre performances environnementale et économique) qui ne sont aujourd'hui pas nécessairement accessibles. Ceci, nécessitera l'utilisation d'outils ou de méthodes plus spécifiques permettant l'observation et l'exploitation des données sous différents angles.

Notre modèle de recherche intègre donc :

- Une comptabilité environnementale qui classe les coûts environnementaux en catégories pertinentes exploitables.
- Des outils permettant d'alimenter les catégories de coûts définies dans la comptabilité environnementale.

Nous rappelons, qu'au regard de la performance environnementale globale, le champ ici considéré est relativement réduit (Figure 17 – p107).

4.2 Le modèle de recherche

Nous construisons notre modèle de recherche, afin que ce dernier permette de remplir les objectifs des différentes phases de notre expérimentation.

4.2.1 L'analyse de la situation existante

Notre modèle de recherche doit, en premier lieu, permettre l'analyse de l'existant. Comme le schéma des interactions entre environnement et économie le présente (Figure 36 – p186), différents points sont à prendre en compte.

4.2.1.1 Les enjeux stratégiques sans évolution contextuelle

L'analyse de la situation existante doit, tout d'abord, permettre d'identifier et d'estimer les enjeux stratégiques de la gestion environnementale, indépendamment des évolutions contextuelles futures. Nous précisons que par « *indépendamment des évolutions contextuelles futures* », nous entendons « *sous les mêmes conditions d'exploitation* », c'est-à-dire sans que des évolutions des réglementations ou des marchés ne viennent bouleverser la structure de coût.

Nous considérons que ces enjeux stratégiques sont les facteurs-clés qui lient aujourd'hui la performance environnementale et la performance économique des activités observées.

Dans notre cas, nous cherchons donc à connaître précisément les coûts environnementaux de la ligne de traitement de surface, ce qui nécessite une définition claire de la notion de « coût environnemental », mais également d'effectuer une analyse des interactions entre le niveau production et ces derniers. Enfin, les paramètres influençant conjointement la performance environnementale et la performance économique devront être étudiés et quantifiés.

Nous choisissons pour remplir ces objectifs de mettre en œuvre les outils MFCA (Material Flow Costs Accounting – Comptabilité des flux de matières) et ABC (Activity Based Costing – Méthode d'estimation des coûts basée sur l'activité) conjointement à l'approche EMA (Environmental Management Accounting – Comptabilité de Gestion environnementale). Nous avons déjà présenté cette combinaison d'outils (1.4.3.2 – p136), dont les rôles sont les suivants :

- La méthode EMA constitue la structure des coûts que nous allons estimer.
- La méthode MFCA doit aider à l'estimation des catégories de coûts définies dans la structure EMA.

- La méthode ABC doit permettre, sur la base des données fournies par les deux précédentes méthodes, une observation des coûts environnementaux selon les activités en étant à l'origine.

Nous choisissons donc de suivre les catégories de coûts environnementaux qui sont définies dans l'approche EMA (Tableau 17 – p125). Pour rappel, l'un des points-clés de cette méthode, est de distinguer les matières qui sont effectivement intégrées dans le produit final, de celles sortant du périmètre de l'organisation sous la forme d'un rejet ou d'un déchet (valorisé ou non). Tous les coûts, induits par ces émissions, effluents et déchets, sont alors estimés, qu'ils soient relatifs à leur contrôle, à leur manutention, à leur stockage ou à leur traitement.

Nous estimerons ces coûts par l'intermédiaire d'une modélisation de la ligne de traitement de surface, basée sur une comptabilité des flux de matières (MFCA). L'établissement d'un diagramme des flux sera alors primordial.

Nous nous attacherons dans notre étude à considérer les flux physiques comme des inducteurs de coûts, ce qui permettra une modélisation précise de l'influence du niveau de production sur tous les coûts environnementaux. Enfin, l'analyse des données en fonction des activités en étant réellement à l'origine (ABC), permettra d'identifier les paramètres-clés liant performances environnementale et économique sur le périmètre observé.

4.2.1.2 L'élargissement de la mesure de la performance environnementale

L'anticipation de l'objectif final de notre étude de cas, qui est de comparer une alternative technologique à une situation-référence, nous laisse penser que la mesure de la performance environnementale doit être élargie afin d'obtenir la vision la plus large possible des impacts environnementaux liés à l'activité étudiée.

L'outil clairement désigné pour cela est l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) (1.4.1.2 – p129). Les objectifs sont d'une part, de fournir une analyse élargie d'un point de vue environnemental du procédé d'Oxydation Anodique Chromique et, d'autre part, de mieux percevoir le poids environnemental de la phase d'anodisation sur son cycle de vie. L'analyse sera donc effectuée relativement à l'anodisation d'une surface d'aluminium donnée. Nous verrons que le cycle de vie étudié se rapportera finalement à celui de la substance chimique constituant l'électrolyte dans le bain.

4.2.1.3 L'intégration des coûts contingents liés aux risques intrinsèques

Nous considérons dans cette partie les impacts économiques que peuvent avoir les facteurs de risques de la gestion environnementale.

Nous souhaitons élargir les coûts qui sont intégrés dans l'analyse de la situation-référence. Pour cela, nous utilisons la structure des coûts définie dans la méthode TCA (Total Cost Assessment). Parmi les catégories de coûts proposées (Tableau 20 – p132), les types I et II (coûts

directs et coûts indirects) auront déjà été estimés (grâce à l'approche EMA combinée aux outils MFCA et ABC) et nous nous proposons ici d'estimer une partie des coûts dits « de type III » (coûts contingents).

L'objectif est alors, non seulement de caractériser les risques, mais surtout de traduire leurs influences en termes monétaires. La caractérisation des risques nécessite la mise en œuvre d'une Analyse des Risques Environnementaux (ERA : Environmental Risk Assessment) (1.4.1.1 – p127). Nous notons que notre analyse des risques est basée sur celle présentée dans la démarche CTSA (Cleaner Technologies Substitute Assessment), cette dernière étant spécifiquement dimensionnée pour l'estimation des risques liés à des activités mettant en jeu des substances chimiques. Nous signalons d'ailleurs, que dans cette partie, risques sanitaires et environnementaux sont considérés conjointement, puisqu'ils sont difficilement dissociables lorsqu'on considère un composé dangereux.

Nous proposons donc de mettre en œuvre la méthodologie de caractérisation des risques environnementaux et sanitaires (ERA) décrite dans la méthode CTSA afin d'estimer une partie des coûts contingents de la méthode TCA. Nous signalons que deux volets, mettant en œuvre différents outils sont à distinguer :

- L'analyse des risques accidentels, qui fera appel à des méthodes d'analyse de risques classiques, que nous décrirons lors de leurs mises en œuvre (1.3.1 – p240).
- L'analyse des risques chroniques qui nécessitera la réalisation d'une analyse d'exposition (Error! Reference source not found. – pError! Bookmark not defined.).

Ces deux types de risques seront, dans notre étude de cas, quantifiés à travers l'estimation des probabilités d'occurrence d'évènements identifiés et de leurs conséquences. Ces dernières seront finalement traduites en termes monétaires par l'évaluation des impacts économiques supportés par l'entreprise. Cette approche peut être qualifiée de probabiliste²⁷⁷.

4.2.1.4 L'intégration des coûts contingents liés aux évolutions contextuelles

Les enjeux stratégiques considérés dans cette partie sont les impacts économiques que peuvent avoir les possibles évolutions contextuelles. Nous poursuivons donc ici, l'intégration des facteurs de risques de la gestion environnementale dans notre analyse.

L'objectif de cette partie de l'étude est de compléter l'analyse des coûts contingents de type III définis dans la structure des coûts de la méthode TCA (Total Cost Assessment).

²⁷⁷ L'approche probabiliste utilise, comme son nom l'indique, la notion de probabilité : la probabilité d'occurrence d'un scénario ainsi que celle liée à la survenue des conséquences redoutées sont estimées. Les décisions liées à la gestion des risques sont alors évaluées en fonction de la multiplication de la probabilité avec l'estimation faite des conséquences.

L'approche déterministe se focalise, quant à elle, sur l'acceptabilité du risque, afin par exemple de mettre en œuvre pour les populations, des systèmes de sauvegarde indépendamment des probabilités d'occurrence des événements et ainsi de parer à toute éventualité même improbable. Des accidents « enveloppes » majorant du point de vue de leurs conséquences sont alors définis (Source : <http://www.ineris.fr>).

Une nouvelle fois, nous nous basons sur la structure proposée dans la démarche CTSA (Cleaner Technologies Substitute Assessment) qui préconise de caractériser les risques réglementaires et de marché.

Nous nous inscrivons une nouvelle fois dans une approche probabiliste²⁷⁷ et nous ferons appel, lors de l'expérimentation, à différents outils, parmi lesquels nous citons :

- Les analyses de scénarios, les arbres des événements et les arbres des défaillances pour la caractérisation des risques réglementaires.
- Les analyses de scénarios pour les risques de marché.

4.2.1.5 L'intégration des coûts intangibles liés à l'occurrence d'événements identifiés

Nous souhaitons ici intégrer les impacts économiques que certains paramètres potentiellement négligés peuvent avoir.

Ce sont ici les coûts de type IV (coûts intangibles) définis dans la structure des coûts de la méthode TCA (Total Cost Assessment), qui sont considérés. Nous rappelons que les coûts intangibles peuvent être constitués de paramètres très différents tels : le bien-être des employés ou les relations entretenues avec le régulateur.

Plutôt que d'essayer de quantifier le niveau de ces coûts pour une situation particulière, nous choisissons de les estimer en liaison avec l'occurrence d'événements qui modifient la situation initiale. Nous lions donc très clairement ces coûts, dit « intangibles », avec les événements identifiés lors de l'estimation des « coûts contingents ». Nous complétons donc ici l'intégration des facteurs de risques de la gestion environnementale.

Nous nous baserons, pour l'estimation de ces différents coûts, sur la partie de notre revue bibliographique dédiée à la quantification de l'influence de la performance environnementale sur les différentes parties prenantes (3.5.2 – p96) et ferons appel à des techniques recommandées pour l'estimation de coûts des obligations environnementales (techniques actuarielles²⁷⁸, jugement professionnel²⁷⁹, etc.) [US EPA, 1996a].

4.2.2 L'analyse des enjeux stratégiques et des voies d'amélioration

Une fois l'analyse de la situation existante effectuée par l'intermédiaire de notre modèle de recherche (4.2 – p187), nous nous pencherons sur l'exploitabilité des résultats obtenus. Plus précisément, nous considérerons l'identification et l'estimation des enjeux stratégiques et des voies d'amélioration.

²⁷⁸ Ces techniques impliquent l'analyse statistique de données historiques sur les coûts et/ou l'occurrence de responsabilités, d'événements (ex : accidents) ou de conséquences (ex : implication néfaste pour la santé) environnementales qui peuvent mener à des obligations.

²⁷⁹ Cette approche inclut les opinions de différents acteurs tels que des ingénieurs, des scientifiques, des juristes, des spécialistes de l'environnement et d'autres professionnels.

4.2.2.1 L'analyse des enjeux stratégiques

Dans cette partie, nous examinerons précisément comment les données obtenues par déploiement des divers outils choisis pourront être exploitées. Pour l'activité considérée ici, qui est le traitement de l'aluminium par anodisation, nous étudierons les facteurs qui influencent la performance environnementale et les facteurs qui influencent la performance économique ; puis, nous chercherons à connaître et à quantifier les relations qui existent entre les deux performances, aujourd'hui et dans le futur.

L'une des réflexions que nous mènerons sera relative aux ressources nécessaires à l'identification et à l'estimation des enjeux stratégiques. En effet, le déploiement de notre modèle de recherche nécessitera très certainement le recours à certains autres systèmes que celui de la comptabilité environnementale afin d'alimenter notre étude en données. La capacité de notre modèle à identifier et à estimer les enjeux stratégiques sera alors directement liée à la qualité et à la disponibilité des ressources auxquelles il fait appel.

Enfin, nous tenterons, d'établir un cadre permettant de comparer les facteurs identifiés comme stratégiques en terme de performances économique et environnementale. Celui-ci pourra par exemple prendre la forme d'indicateurs.

4.2.2.2 Identifier et estimer les voies d'amélioration

En liaison directe avec la partie précédente, nous étudierons si l'exploitation des résultats obtenus par le test de notre modèle de recherche sur la situation existante, permet d'identifier et d'estimer les voies d'amélioration. Ces voies d'améliorations doivent constituer des situations que nous avons qualifiées de « win-win » (3.4.1.1 – p81), dans lesquelles les performances environnementale et économique sont augmentées conjointement. Ce sont donc les opportunités qu'offre la gestion environnementale, qui sont ici prises en compte.

Nous conjecturons, que l'analyse des enjeux stratégiques permettra de mettre en avant, c'est à dire d'identifier, des actions permettant cette double amélioration. Une nouvelle fois, nous nous interrogerons sur les ressources mobilisées dans cet objectif.

Enfin, nous observerons quelles sont les estimations que notre étude permet d'obtenir sans que de nouvelles données soit recueillies. Nous tenterons pour finir d'établir un cadre de gestion et d'analyse des informations obtenues.

4.2.3 L'analyse d'investissement

Nous finalisons notre modèle de recherche en dimensionnant une procédure d'analyse d'investissement, que nous allons appliquer à la substitution du procédé d'Oxydation Anodique Chromique.

4.2.3.1 L'étude de l'alternative

La première étape consistera à établir quelles sont les différences induites par le nouveau procédé sur les différents types de coûts estimés par le déploiement de notre modèle de recherche sur la situation initiale (4.2.1 – p187).

Nous précisons que dans notre modèle, nous considérons que le nouveau procédé garantit un niveau de performance équivalent à celui de l'OAC en terme de propriétés conférées à l'aluminium traité.».

Il faut cependant garder à l'esprit que nous avons établi dans notre bibliographie que l'un des points pouvant garantir l'existence de situations « *win-win* » est la « disponibilité de technologies non utilisées, plus efficaces ». Ce point pourra donc expliquer certaines difficultés de rentabilisation de l'investissement ici considéré.

Nous précisons également, que les spécificités du secteur aéronautique, dans lequel nous menons notre recherche, renforcent certaines « *barrières à l'investissement dans les technologies propres* ». En effet, comme nous l'avons établi dans notre bibliographie, l'un des paramètres-clés pouvant remettre en cause ce type d'investissement est directement lié aux enjeux techniques (Tableau 7 – p85). Dans notre cas, il est bien évident, que ces enjeux techniques seront d'autant plus importants, que tout procédé directement lié à la fabrication d'un avion doit satisfaire des contraintes extrêmement élevées en termes de performance et de sécurité. En plus de cela, la mise en oeuvre d'une nouvelle technologie nécessitera le déploiement d'une procédure de qualification généralement très lourde, générant des coûts très élevés et pouvant affecter la rentabilité de l'investissement.

Dans notre étude, nous estimerons les coûts de recherche et de développement et de qualification supportés globalement pour le procédé de substitution. Ces coûts seront réaffectés à l'usine considérée dans notre étude de cas et ajoutés à l'investissement nécessaire à l'implantation du bain sur le site.

Ce sont finalement ces coûts que nous comparerons aux économies générées par la substitution de l'OAC, dans notre analyse financière.

Nous précisons, sans pour autant détailler précisément la démarche, que nous estimerons les économies induites, en intégrant dans notre modèle construit pour l'analyse de l'existant, les différences entre la nouvelle technologie et le procédé référence. Le delta obtenu sur les coûts, en sortie du modèle, constituera l'économie globale. Cette dernière sera représentative de l'amélioration économique permise par la saisie des opportunités créées par la nouvelle technologie en comparaison de la précédente.

Ces économies peuvent, par exemple, être des diminutions de coûts d'exploitation obtenus du fait des réductions d'impacts environnementaux, ou des réductions de coûts (contingents) par la suppression de risques. Dans ces derniers cas, l'opportunité que représente le nouveau procédé sans chrome VI est considérée relativement aux risques intrinsèques du procédé OAC.

Certains paramètres non pris en compte dans l'analyse de l'OAC devront sans doute faire l'objet d'analyses spécifiques. Ce sera le cas, pour les opportunités, induites par le développement d'un nouveau procédé, qui ne sont pas directement liées à la situation référence (OAC). La possibilité de vendre la licence d'exploitation d'une nouvelle technologie brevetée en est un exemple.

4.2.3.2 L'analyse financière

L'analyse de la situation-référence, complétée par celle de l'alternative, aura normalement permis de fournir le socle de données nécessaire à l'analyse financière élargie de l'investissement.

Toutes ces données permettront alors d'utiliser l'outil TCA pour l'analyse de l'investissement.

Nous intégrerons, en premier lieu, les différences économiques obtenues entre l'OAC et son procédé de substitution, dans un calcul d'investissement classique (2.4.1.2 – p54). Dans cette analyse, les résultats seront directement intégrés sous leur forme d'obtention. Certaines données seront donc issues de la multiplication des probabilités d'occurrence d'évènements et de leurs conséquences économiques. Ceci constituera ce que nous appellerons l'approche TCA par la moyenne²⁸⁰, puisque le calcul doit traduire l'impact moyen attendu de l'investissement.

Cependant, nous conjecturons que les incertitudes afférentes à notre analyse seront élevées, et joueront un rôle extrêmement important dans l'analyse de l'investissement. Ceci semble d'autant plus vrai que nous avons déjà identifié dans l'analyse bibliographique, ce paramètre comme pouvant constituer une barrière à l'investissement dans un procédé de prévention des pollutions (Tableau 7 – p85).

Nous effectuerons donc une seconde analyse de l'investissement qui combinera une approche TCA et une simulation de Monte-Carlo (1.4.3.2 – p136). Cela nécessitera une refonte des données utilisées, notamment par la définition de densité de probabilité pour certains paramètres.

4.2.4 La formalisation de notre modèle de recherche final

4.2.4.1 Revue des outils et objectifs

Comme nous l'avons vu, les objectifs initiaux de notre modèle de recherche sont :

- Réaliser une analyse de la situation référence permettant d'identifier et d'estimer les enjeux stratégiques liés à la gestion environnementale.
- Mettre en avant et faciliter l'étude des opportunités d'amélioration.

²⁸⁰ La moyenne (ou l'espérance) est, comme nous l'avons déjà vu (Figure 28 – p139), la valeur qui présente l'erreur la plus faible entre tout scénario et la réalité, ce qui est effectivement intéressant dans le cadre d'une prise de décision.

- Permettre l'analyse financière d'investissement de ces opportunités d'amélioration.

Par la suite, le test de notre modèle devra conduire au dimensionnement d'un système, prenant la forme d'une comptabilité environnementale étendue, permettant de remplir ces objectifs efficacement sur un périmètre élargi.

Les méthodes et outils que nous utilisons dans notre modèle de recherche servent à estimer et à analyser différents types de coûts environnementaux (**Tableau 17 – p 125 & Tableau 20 – p132**). Ils sont variés et relativement nombreux. Pour l'analyse de l'existant ceux-ci sont :

- L'approche EMA (Environmental Management Accounting) combinée aux outils MFCA (Material Flow Cost Accounting) et ABC (Activity Based Costing), pour l'analyse des relations directes entre performances économique et environnementale.
- L'outil ERA (Environmental Risks Assessment), en liaison avec l'approche CTSA (Cleaner Substitute Technologies Assessment), pour l'estimation d'une partie des coûts contingents de la méthode TCA (Total Cost Assessment).
- Des outils généraux d'analyse de scénarios, en liaison avec l'approche CTSA, pour compléter l'estimation des coûts contingents de la méthode TCA.
- L'utilisation de méthodes d'estimation d'obligations environnementales pour évaluer les coûts intangibles de la méthode TCA.

Il reste que le déploiement de ces outils pour l'analyse de l'existant devra également nous permettre d'identifier et d'estimer les voies d'amélioration. De la même manière, l'analyse de l'alternative, pour l'estimation de la rentabilité de l'investissement, sera basée sur les mêmes outils.

L'analyse financière fera alors appel aux démarches suivantes :

- L'approche TCA pour la définition des catégories de coûts considérées.
- La méthode de simulation de Monte-Carlo pour une analyse plus adéquate.

Nous observons que globalement, seules deux grandes méthodes vont être utilisées dans notre étude : l'approche EMA pour répertorier et suivre les coûts environnementaux et l'approche TCA pour estimer et suivre des coûts généralement négligés dans les analyses. Cette dernière sera également utilisée, en liaison avec la méthode de simulation de Monte-Carlo, pour l'analyse de l'investissement. Tous les autres outils cités, serviront à leur alimentation en données.

4.2.4.2 Schématisation

Nous présentons finalement d'une manière schématique notre modèle de recherche, en y intégrant les outils et méthode utilisés et les paramètres évalués (**Figure 37 & Figure 38**).

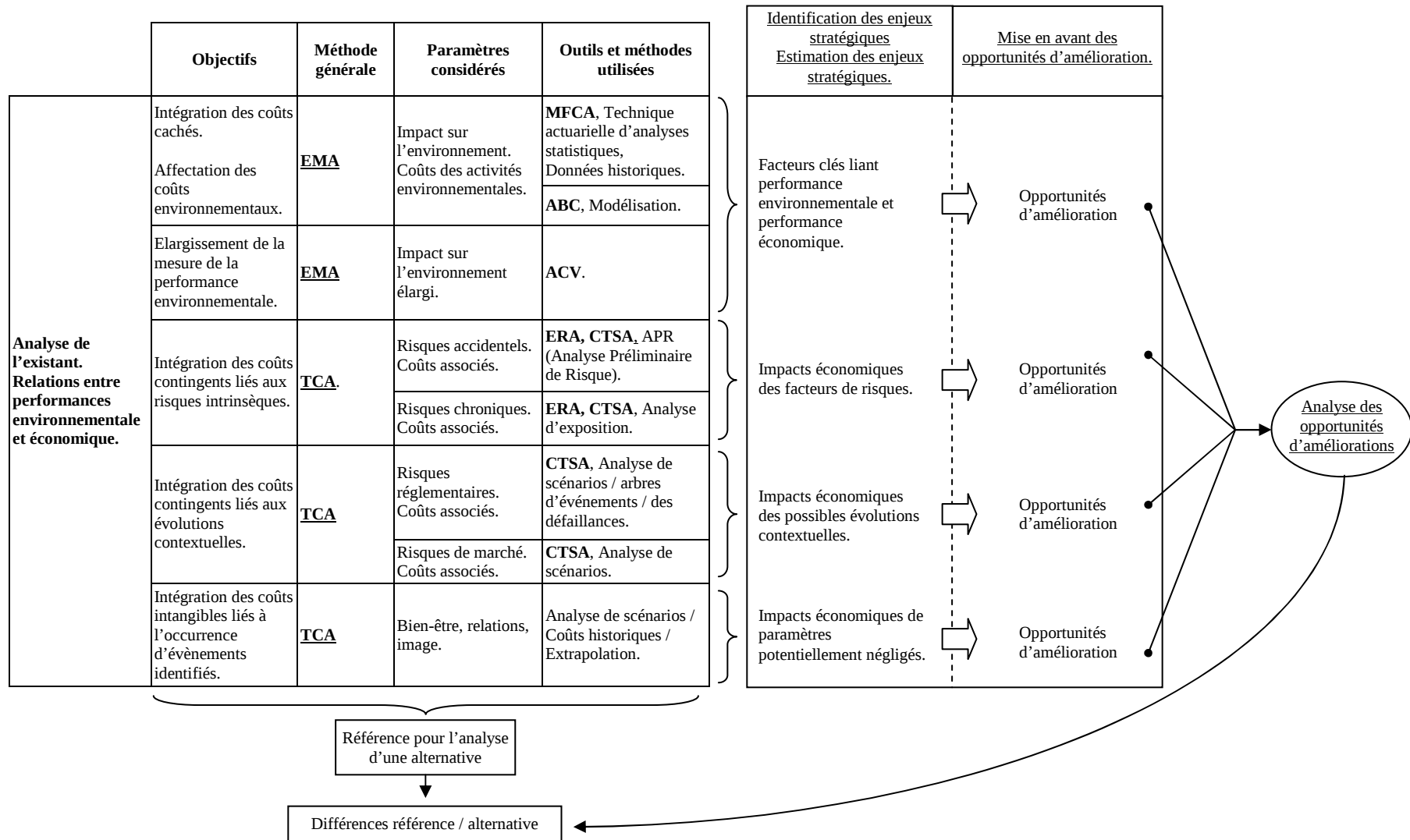


Figure 37 – Le modèle de recherche pour l'analyse de l'existant, l'analyse des enjeux stratégiques et des opportunités d'amélioration

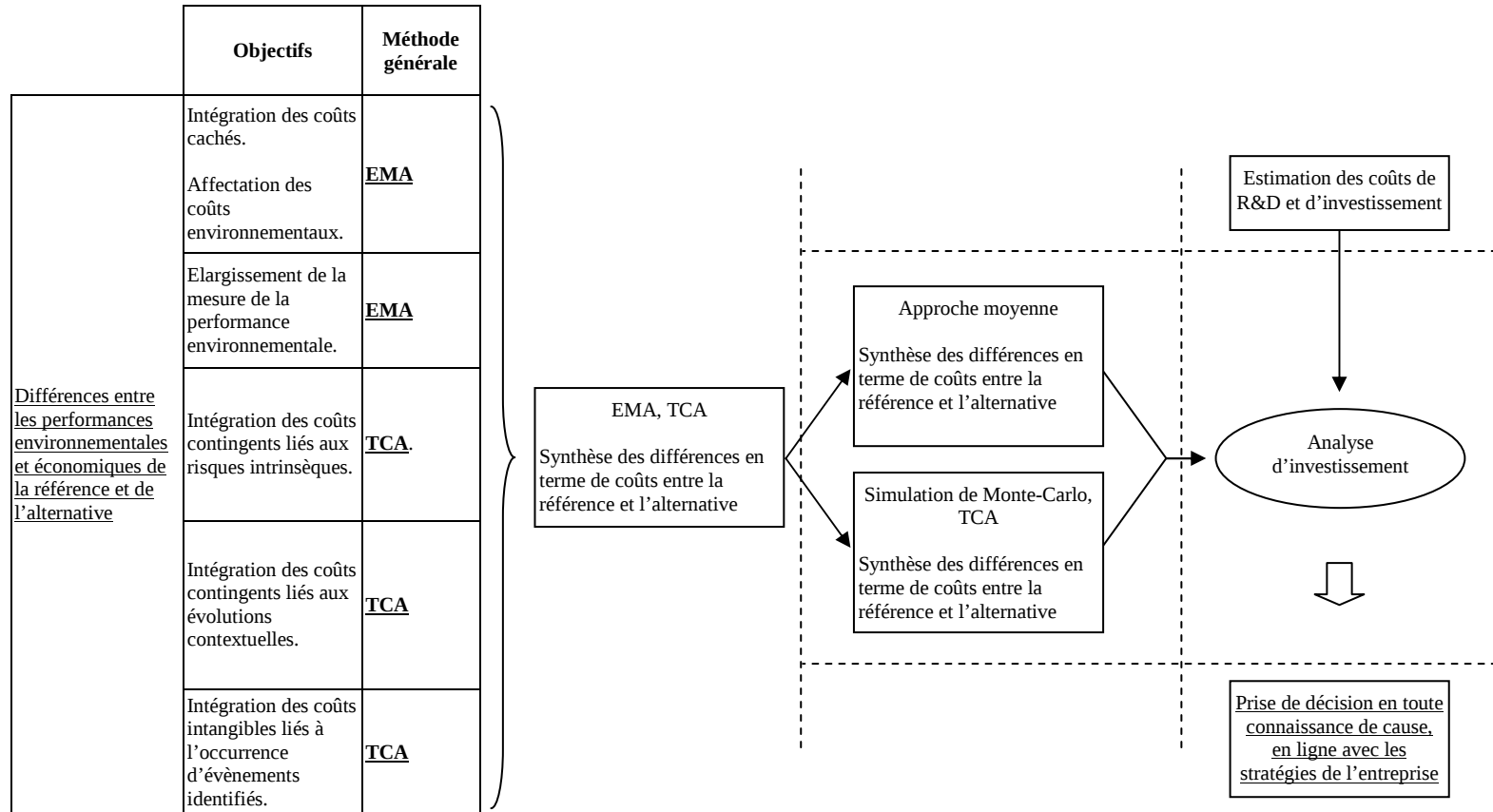


Figure 38 – Le modèle de recherche pour l'analyse d'investissement

4.3 Le protocole de réponse aux hypothèses

4.3.1 Introduction

Dans nos travaux de recherche, nous cherchons à savoir si l'implémentation d'une comptabilité environnementale étendue permet à l'entreprise d'orienter sa gestion de l'environnement vers la création de valeur (2.3.1.2 – p151).

Comme nous l'avons explicité (2.3.2.1 – p151), nous considérons que cela revient à analyser la capacité de l'organisation à améliorer conjointement ses performances économique et environnementale. Pour cela, elle doit être à même d'identifier les enjeux environnementaux stratégiques de ses activités, de les quantifier puis d'analyser les possibles voies d'amélioration. Une comparaison des actions potentielles doit par la suite permettre à l'entreprise de prioriser et de classer les alternatives identifiées. Enfin, une analyse d'investissement adaptée et élargie doit permettre, à travers l'intégration sous une forme monétaire de paramètres nouveaux, de traduire des objectifs, considérés comme stratégiques, qui ne sont généralement pas pris en compte dans une analyse financière traditionnelle. En revanche, il convient de s'interroger sur la fiabilité des données fournies par l'analyse d'investissement, puisqu'une décision sera prise sur la base de ces dernières.

- Le premier volet de nos travaux de recherche consistera à tester ces différents points sur une étude de cas, c'est-à-dire sur un périmètre réduit.
- Le second sera consacré à l'étude par extrapolation, de la possible mise en place, sur un périmètre étendu, d'un système permettant de remplir également ces objectifs.

Nous distinguons donc la partie étude de cas, de la partie extrapolation

4.3.2 L'étude de cas

Notre étude de cas a pour but de tester notre modèle de recherche sur un périmètre bien défini. Nous souhaitons plus particulièrement observer, en relation avec nos hypothèses de recherche (2.3.2.2 – p154), les points suivants (Figure 39) :

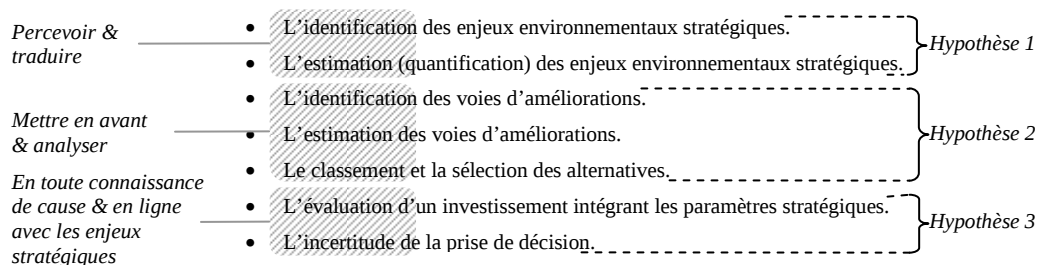


Figure 39 – Revue des hypothèses à tester par notre étude de cas

Nous distinguons les cinq premiers points, qui seront traités lors de la phase de notre étude de cas dédiée à « *l'analyse de l'existant* », des deux derniers, plus spécifiquement observés lors de la phase « *d'analyse d'investissement* ».

4.3.2.1 L'analyse de l'existant

Comme nous l'avons noté, les enjeux environnementaux, que nous définissons comme stratégiques, sont d'une part, les facteurs qui lient la performance environnementale à la performance économique de l'organisation, et d'autre part, les risques associés à la gestion de l'environnement et leur influence économique. Ceux-ci doivent être perçus au présent, mais aussi dans le contexte des évolutions futures, que ces dernières soient internes (niveau de production) ou externe (réglementations et marché).

Identifier ces enjeux reviendra à mettre en avant des facteurs clairement définis. Les estimer nécessitera une quantification précise des relations entre les facteurs et les performances environnementale et économique associées. Nous conjecturons qu'une estimation acceptable des enjeux stratégiques reviendra à quantifier les variations induites sur les performances par une variation en entrée du facteur représentatif d'un enjeu stratégique :

- Identification d'un enjeu stratégique :
 - o Mise en avant d'un facteur f , clairement défini, liant performance environnementale et performance économique.
 - o Mise en avant d'un facteur de risque r , clairement défini, influençant la performance économique.
- Estimation d'un enjeu stratégique :
 - o Quantification des relations entre les variations de f et les performances économique et environnementale.

$$\Delta(\text{perf économique}) = F(\Delta(f)) \text{ et } \Delta(\text{perf environnementale}) = F'(\Delta(f))$$

- o Quantification des relations entre les variations de r et la performance économique.

$$\Delta(\text{perf économique}) = F(\Delta(r))$$

Pour l'identification des voies d'améliorations, il sera nécessaire de mettre en avant les actions permettant de modifier les facteurs f et r identifiés. Leurs estimations devront permettre une comparaison de l'effort à fournir E et des résultats obtenus.

- Identification d'une voie d'amélioration :
 - o Mise en avant d'une action A permettant de modifier les facteurs f et r ou les relations que ces derniers ont sur les performances environnementale et économique.
- Analyse d'une voie d'amélioration :

- o Quantification des effets de l'action A.

$$\Delta(f) \text{ et } \Delta(r)$$

- o Quantification de l'effort à fournir E et de ses effets finals.

$$E \text{ Vs } \Delta(\text{perf économique}) \text{ et } \Delta(\text{perf environnementale})$$

Le classement et la sélection d'alternatives se fait à partir des données estimées ci-dessus : les effets obtenus devront être liés avec les efforts à fournir.

Apporter une réponse aux deux premières hypothèses reviendra donc à examiner les points suivants :

Hypothèses de recherche considérées	Sous hypothèses (objectifs)	Paramètres étudiés	Points à examiner pour répondre aux hypothèses
Hypothèse 1	Hypothèse 1.1 : Identification des enjeux stratégiques	Facteurs liant performances environnementale et économique	• Identification de facteurs précis • Ressources mobilisées / à mobiliser
		Risques accidentels et chroniques	
		Risques réglementaires et de marché	
		Coûts intangibles	
	Hypothèse 1.2 : Quantification des enjeux stratégiques	Facteurs liant performances environnementale et économique	• Quantification précise de l'influence d'une variation du facteur • Ressources mobilisées / à mobiliser • Gestion de l'incertitude
		Risques accidentels et chroniques	
		Risques réglementaires et de marché	
		Coûts intangibles	
Hypothèse 2	Hypothèse 2.1 : Identification des voies d'amélioration	Facteurs liant performances environnementale et économique	• Identification d'actions précises • Ressources mobilisées / à mobiliser
		Risques accidentels et chroniques	
		Risques réglementaires et de marché	
		Coûts intangibles	
	Hypothèse 2.2 : Analyse des voies d'amélioration	Facteurs liant performances environnementale et économique	• Quantification des effets de l'action • Quantification de l'effort à fournir • Ressources mobilisées / à mobiliser • Gestion de l'incertitude
		Risques accidentels et chroniques	
		Risques réglementaires et de marché	
		Coûts intangibles	
	Hypothèse 2.3 : Classement et sélection des alternatives	Regroupement des effets communs induits par une même action	• Quantification des rapports entre l'effort et les effets totaux

Tableau 27 – Les points à examiner pour répondre aux 2 premières hypothèses de recherche

Nous apportons quelques précisions sur les points à examiner pour répondre à la première hypothèse.

- L'identification précise d'un facteur sera effective si ce dernier est clair et non ambigu et s'il peut constituer un indicateur vérifiable²⁸¹, dont le suivi assurera la comparabilité des performances d'une année sur l'autre²⁸².

²⁸¹ Les informations associées doivent pouvoir être vérifiées objectivement. Les méthodes de calculs doivent notamment être explicitées.

²⁸² Cela nécessite qu'une permanence des méthodes soit possible.

- Les ressources qui ont été mobilisées pour l'identification d'un facteur devront être enregistrées, afin de préciser les conditions exogènes qui sont nécessaires au fonctionnement du modèle de recherche.
- Dans le cas où l'identification d'un facteur ne pourra être effective ou précise, il conviendra de mettre en avant les moyens et ressources à mobiliser pour que cela soit possible.
- La quantification précise d'un facteur doit permettre d'estimer la variation des performances induites par une modification en entrée de ce dernier. L'influence du niveau de production sur cette relation entrée/sortie doit également être connue.
- Les ressources mobilisées ou à mobiliser devront être enregistrées.
- L'incertitude afférente, ainsi que son influence, devront être estimées. Les variations induites en sortie, lorsque le facteur parcourt la fourchette d'incertitude déterminée, seront donc étudiées.

Ces précisions sont transposables aux points qui devront être examinés pour répondre à la deuxième hypothèse

4.3.2.2 L'analyse d'investissement

L'analyse d'investissement que nous effectuerons dans notre étude de cas est celle d'un projet de prévention des pollutions (3.3.3.2 – p181). Comme nous l'avons vu, nous y intégrons par l'intermédiaire de notre modèle de recherche des paramètres qui ne sont généralement pas pris en compte dans les analyses financières.

Nous rappelons que notre analyse d'investissement vise à étudier une prise de décision *ex-post*. La décision de substituer le procédé OAC a, en effet, déjà été prise indépendamment des résultats de notre analyse de rentabilité. Nous avons d'ailleurs, identifié et hiérarchisé les objectifs associés à cette prise de décision (Figure 35 – p182) et nous allons nous servir de ceux-ci afin de déterminer si les paramètres intégrés dans notre modèle de recherche permettent de quantifier les enjeux considérés comme stratégiques par l'entreprise dans ce projet.

Nous allons donc répondre aux problématiques de recherche en étudiant les points suivants :

- Analyse d'investissement en ligne avec les enjeux stratégiques :
 - o Effectivité de la rentabilité du projet²⁸³.
 - o Estimation pour chaque objectif considéré comme stratégique par l'entreprise (Figure 35 – p182) de l'impact économique qu'induit la substitution.
 - o Estimation de la contribution de chaque objectif à la rentabilité éventuelle du projet et comparaison du classement obtenu par ce biais avec celui déjà obtenu pour les différents objectifs.
- Prise de décision en toute connaissance de cause :

²⁸³ Si notre modèle de recherche ne permet pas de démontrer la rentabilité du projet nous devrons nous interroger sur la capacité de ce dernier à prendre en compte les enjeux stratégiques.

- o Quantification de la variabilité potentielle du résultat final, par association aux fourchettes attendues pour la rentabilité, de probabilités.
- o Identification des facteurs principaux sur lesquels repose la rentabilité éventuelle du projet. Leur contribution à la rentabilité du projet doit être quantifiée.
- o Estimation des incertitudes afférentes à ces facteurs.
- o Quantification des effets des variations en entrée de ces facteurs sur la rentabilité du projet.

Apporter une réponse à la troisième hypothèse reviendra donc à examiner les points suivants :

Hypothèse de recherche considérée	Sous hypothèses (objectifs)	Points à examiner pour répondre aux hypothèses
Hypothèse 3	Hypothèse 3.1 : Prise en compte des objectifs considérés comme stratégiques par l'entreprise	• Rentabilité du projet • Estimation de la contribution des objectifs de l'entreprise à la rentabilité. • Comparaison du classement formulée par l'entreprise avec celui de leur contribution à la rentabilité
	Hypothèse 3.2 : Permettre une prise de décision en toute connaissance de cause	• Variabilité potentielle de la rentabilité finale • Identification des facteurs sur lesquels repose la rentabilité • Estimation des incertitudes des facteurs • Quantification de l'effet de la variation des facteurs

Tableau 28 - Les points à examiner pour répondre à la troisième hypothèse de recherche

4.3.3 L'extrapolation

Dans cette partie, nous nous attacherons à étudier les possibles extrapolations à partir de notre étude de cas d'un système permettant d'identifier et de suivre les enjeux stratégiques et les voies d'amélioration.

Le premier point sera consacré à la mise en place d'un système de suivi sur le périmètre de notre étude de cas. Le second consistera à décrire la démarche à mettre en œuvre pour étendre ce système de suivi à un périmètre plus large.

4.3.3.1 Le système de suivi sur le périmètre de notre étude de cas

Nous nous servirons des résultats obtenus dans notre étude de cas pour recommander quelle organisation pourrait être déployée pour permettre d'observer la gestion de l'environnement en liaison avec la performance économique.

Nous nous baserons bien évidemment pour cela, sur les facteurs identifiés comme étant stratégiques par le déploiement de notre modèle de recherche.

Nous chercherons également à extrapoler cette recommandation aux autres activités de traitement de surface, mises en œuvre sur des sites industriels différents. Nous observerons aussi les possibilités de transferts de connaissances à d'autres procédés industriels présentant des caractéristiques relativement proches.

4.3.3.2 La démarche d'extension

Nous proposerons finalement sous la forme d'un retour d'expérience, une démarche permettant d'étendre notre modèle de recherche à un périmètre élargi. Nous chercherons, par son intermédiaire, à dimensionner l'approche nous semblant la plus efficace possible pour déterminer et suivre les paramètres de la gestion environnementale pouvant être considérés comme stratégiques pour l'entreprise.

Nous nous attacherons à décrire une approche très simple, constituant une démarche d'apprentissage par l'expérience.

Chapitre 3 – Le déploiement d'un modèle de comptabilité environnementale : modélisation et analyse des données