



THÈSE DE DOCTORAT

DE L'UNIVERSITÉ PSL

Préparée à MINES ParisTech

**Que reste-t-il à concevoir lors de la commercialisation
d'une innovation ?**

**Théorie et méthode de la conception de milieu pour la
gestion de membranes de l'inconnu**

Soutenance de

Maxime THOMAS

le 16/03/2021

Ecole doctorale n° 543

**Sciences de la décision, des
Organisations, de la Société
et de l'Echange (SDOSE)**

Spécialité

Sciences de Gestion

Composition du jury :

Béatrice, PARGUEL Chargée de Recherche CNRS, Université PSL	<i>Présidente</i>
Xavier, LECOQC Professeur des Universités, IAE de Lille	<i>Rapporteur</i>
Sylvain, LENFLE Professeur des Universités, CNAM	<i>Rapporteur</i>
Annabelle, GAWER Professeur, University of Surrey	<i>Examinatrice</i>
Jean-Baptiste, MOURET Directeur de Recherche, INRIA	<i>Examineur</i>
Guirec, LE LOUS Président d'Urgo Medical	<i>Invité</i>
Pascal, LE MASSON Professeur, Mines ParisTech PSL,	<i>Directeur de thèse</i>
Benoît, WEIL Professeur, Mines ParisTech PSL	<i>Directeur de thèse</i>

Mines ParisTech n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à l'auteur



***C'est le milieu qui crée l'objet.** C'est ainsi que j'ai travaillé toute ma vie devant les mêmes objets qui me donnaient la force de la réalité en engageant mon esprit vers tout ce que ces objets avaient traversé pour moi et avec moi (Matisse, 1952)*



Résumé

Bien qu'unanimement reconnue comme le moment où se joue le succès d'une innovation, la commercialisation demeure une phase peu étudiée. Souvent présentée comme une simple implémentation, la littérature considère qu'elle ne contribue qu'à la marge à un succès plus volontiers attribué à l'excellence du développement technique et à la qualité des études marketing. Pourtant les anomalies abondent pour montrer que la commercialisation peut être une cause directe du succès ou de l'échec de l'innovation et certaines entreprises, comme Urgo, s'illustrent par des taux de succès étonnamment élevés et une forme d'inventivité durant la commercialisation que cette thèse se propose d'analyser.

A partir d'un matériel empirique à la fois historique (étude des commis-voyageur fin XIXème – début XXème) et issu d'une recherche-intervention menée chez Urgo (analyse des succès commerciaux des innovations en santé), la thèse propose une modélisation originale du rapport entre le nouveau produit et son environnement qui révèle un effort de conception considérable à mener lors de la phase de commercialisation d'une innovation : faire en sorte que le succès soit indépendant de l'infinie variété des situations contingentes et ne dépendent donc plus que d'un très petit nombre de paramètres. Ainsi, le premier temps de la thèse montre qu'il existe une forme de conception pour la commercialisation qui porte sur un objet particulièrement déroutant : il ne s'agit ni de concevoir le produit, ni de concevoir la totalité de l'environnement de réception du produit mais de *concevoir un milieu*, c'est-à-dire des indépendances entre l'innovation et l'ensemble de ses environnements futurs, partiellement inconnus.

Dans un second temps, à partir de l'analyse d'un algorithme génétique novateur (MAP-Elites), la thèse permet de caractériser l'espace d'action associé à la conception de milieu comme une membrane de l'inconnu. Les processus adaptés aux membranes de l'inconnu permettent d'expliquer les succès passés d'Urgo et ont été expérimentés pour piloter une commercialisation mettant en jeu une innovation de business models. Plus largement, la thèse démontre la généralité la notion de membrane de l'inconnu en la mobilisant pour identifier des stratégies qui modifient profondément les équilibres compétitifs au sein d'écosystèmes stabilisés comme les plateformes.

Mots clés : Commercialisation d'une Innovation ; Milieux (Conception de) ; Membrane de l'Inconnu ; Théories de la Conception ; Innovation de Business Model ; Renversement de Plateforme



Abstract

Surprisingly, the commercialization of an innovation is a phase that is both critical for the innovation success and understudied by scholars. Often presented as an implementation phase, the literature considers that its impact on the innovation success is limited, in particular when compared with phases such as technical design or market studies. However, in numerous cases, the commercialization appears as a direct factor of the innovation' success or failure. Furthermore, several companies, like Urgo Group, display low innovation failure rates while performing design activities during the commercialization phase. This thesis focuses on such form of design performed during the commercialization of an innovation.

Based on empirical materials both historical (the study of the travelling salesman of the 19thth century) and coming from an intervention research conducted within Urgo Group (the analysis of former commercialization successes), this thesis elaborates an original model of the relationship between an innovative product and its surrounding environment. This model highlights the considerable design efforts conducted during the commercialization of some innovations: to make the success independent of the variety of situations the innovation can face and therefore, to make the success rely on a small number of parameters.

To do so, the thesis first shows that there are design activities during the commercialization of an innovation and that they focus on designing a peculiar object: the design efforts neither focus on the product, neither on the environment surrounding the product but they aim at designing a "milieu", that is to say the independencies between the innovation and its numerous partially unknown environments.

Second, based on the analysis of a novel algorithm (MAP-Elites), the thesis shows that the reasoning to design "milieux" can be conceptualized as a process of designing a "membrane of the unknown". This process explains the past successes of Urgo Group and was experimented to conduct business model innovation. The thesis also demonstrates the generality of the reasoning to design "milieux" as it accounts for competitive moves in platform ecosystems.

Key words : Commercialization of an Innovation ; Milieux (Design of...); Membrane of the Unknown ; Design Theory ; Business Model Innovation ; Platform Overthrow



Remerciements

Mes premiers remerciements vont à Pascal et Benoît, mes directeurs de thèse. Merci pour la découverte de l'univers exaltant de la recherche, pour votre disponibilité, votre patience, votre exigence et votre rigueur intellectuelle. Merci Benoît d'avoir avec constance défendu certains concepts et de m'avoir poussé à en explorer toutes les dimensions : la notion de milieu n'aurait ni la même saveur, ni le même intérêt scientifique sans cela. Merci Pascal d'avoir repris d'innombrable fois les logiques de démonstration qui m'échappaient, la cohérence actuelle de la thèse doit beaucoup à ces échanges.

Merci à Guirec Le Lous pour son soutien et son encadrement au sein d'Urgo. Merci d'avoir sans relâche insisté pour que la thèse produise des résultats opérationnels pour Urgo. Cette exigence a rendu possible un accès au terrain exceptionnel ainsi que les pépites empiriques de cette thèse.

Merci aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail de thèse. Vous étiez souvent dans mes pensées lors de la rédaction du manuscrit ce qui m'a poussé à plus de clarté et de rigueur. Merci pour nos échanges en amont et durant la soutenance qui m'ont permis de porter un regard nouveau sur les travaux menés lors de cette thèse et ont renforcé ma motivation pour les creuser dans le futur.

Merci aux collègues d'Urgo : Matthieu, Hélène et Nathalie pour m'avoir accompagné dans mes missions d'UrgoConsulting, Anne-Elise pour le travail mené avec UrgoTech et mes camarades d'UrgoConsulting pour leur curiosité, leur bonne humeur et les pauses déjeuner.

Un grand merci aux membres du CGS, chercheurs et administratifs, qui m'ont épaulé toutes ces années. Une reconnaissance infinie pour celles et ceux qui m'ont aidé à accoucher de ma présentation de soutenance, cette période est pour moi exemplaire de la solidarité à l'œuvre au sein du CGS.

Un grand merci à tous mes camarades doctorants pour les moments que nous avons partagé. Chipten, pour notre amitié, pour une soirée à l'académie de la bière et pour une pizza sous la pluie rue Monsieur le Prince ; Charlotte, pour les sachet de thé oubliés sur la pelouse ; Honorine, pour le ping-pong, les discussions voile et rando ; Samantha, pour les remarques décapantes, Jérémy pour l'humour, Mario pour ma première conférence, Daniel pour le vin, Laure-Anne pour m'avoir convaincu de faire une thèse, Benjamin pour les coups de pouce, Mariam pour les POC, Annaëlle pour le Mexique, Rachelle pour l'horoscope, Joël pour les remises en question, Quentin pour son regard avisé ; et enfin Agathe, pour nos échanges bienveillants durant ces années de thèse.

Merci à l'ensemble de mes amis : votre amitié m'est très précieuse et je souhaite que la période qui s'ouvre soit propice pour nous voir plus régulièrement.

A ma famille, pour l'amour que nous nous portons les uns les autres. A mes grands-parents, pour leur fierté inconditionnelle, à ma mère pour son courage et sa générosité, à mon père pour son soutien discret mais sans faille, à ma sœur pour sa gentillesse et à mon frère pour son insouciance.

Enfin, un merci infini à Gaëlle : je n'aurai pas pu écrire cette thèse sans toi et j'ai hâte d'écrire le reste de notre vie ensemble.



**Introduction générale - L'invention de nouvelles activités commerciales
comme un révélateur d'un rapport original que les entreprises entretiennent
avec leur écosystème : le milieu 17**

- 1 Motivation empirique – l'invention de nouvelles activités commerciales
apparaît critique pour le succès de certaines innovations 18
- 2 Motivation théorique – La conception de milieu : un raisonnement adapté à
la commercialisation d'une innovation et une forme de conception originale 19
- 3 Questions de recherche 22
- 4 Éléments méthodologiques : une recherche intervention mobilisant des
méthodologies variées 23
- 5 Deux synopsis de la thèse 25

**Chapitre I – Problématique industrielle d'Urgo : l'invention de nouvelles
activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation 32**

- 1 Présentation du groupe Urgo 32
- 2 Illustration des défis de l'invention de nouvelles activités commerciales pour
Urgo par trois commercialisations : Projet X, UrgoTouch et Sonalto 34

Synthèse Chapitre I 39

**Chapitre II – Revue de littérature –L'invention de nouvelles activités
commerciales : un défi pour la commercialisation des innovations 40**

- 1 La commercialisation en tant que phase spécifique du processus
d'innovation : apports des littératures de développement de nouveaux produits et de
diffusion 40
- 2 Analyser les actions lors de la commercialisation d'une innovation : les
littératures en marketing et en sociologie de l'innovation 49
- 3 L'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation
d'une innovation : les apports de la littérature de commercialisation et de l'innovation
de business model 61
- 4 Synthèse de la littérature et questions de recherche 78

Synthèse Chapitre II 84

Chapitre III – La commercialisation comme une conception de milieu : étude de la figure historique des commis-voyageurs..... 88

- 1 Méthodologie – Analyse de la relation entre un commis-voyageur et sa maison 88
- 2 Résultats – Nature des relations que les maisons entretiennent avec leurs écosystèmes et nature des connaissances qu’elles développent sur des éléments qui n’appartiennent pas à leur écosystème 95
- 3 Rendre compte de la logique d’action visant à rendre le succès indépendant des éléments n’appartenant pas à l’écosystème : Caractérisation de la commercialisation comme une conception de milieu 104

Synthèse du chapitre III.....111

Chapitre IV – Discussion de l’articulation entre la notion de milieu et celle d’écosystème à partir des sciences du vivant112

- 1 La notion d’écosystème dans les travaux d’Holling et la notion de milieu dans les travaux d’Uexküll..... 112
- 2 Discussion – La commercialisation comme un processus de conception de milieu 121

Synthèse Chapitre IV128

Chapitre V – Caractérisation de l’espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation : la membrane de l’inconnu134

- 1 La commercialisation d’UrigoTouch : une conception de milieu réussie dont les acteurs ont du mal à rendre compte 134
- 2 Analyse d’un espace d’action de conception de milieu en robotique : le problème de l’hexapode et sa résolution par l’algorithme MAP-Elites 141
- 3 La membrane de l’inconnu : un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation 153

Synthèse Chapitre V164

Chapitre VI – Un processus de conception de milieu pour la commercialisation des innovations166

- 1 Les expérimentations menées pour commercialiser UργοTouch sont-elles cohérentes avec celles prédites par la notion de membrane de l'inconnu ? 166
- 2 Méthodologie de l'analyse des séquences d'expérimentation et de la chronologie des business models d'UργοTouch..... 171
- 3 Une narration de la commercialisation d'UργοTouch..... 176
- 4 Résultats – proposition d'un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation 180

Synthèse chapitre VI194

Chapitre VII – Outils et Organisations de la conception de milieu pour la commercialisation des innovations196

- 1 Aspects méthodologiques de la recherche-intervention sur la commercialisation UργοMia 196
- 2 Conception, implémentation et validation d'un outil adapté à une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation 198
- 3 Mise en évidence d'une condition organisationnelle pour les membranes de l'inconnu 200

Synthèse du chapitre VI.....205

Chapitre VIII – Les membranes de l'inconnu au-delà de la commercialisation : analyse des tentatives de renversement de plateforme206

- 1 Les renversements de plateforme : un terrain expérimental pour discuter la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la commercialisation d'une innovation
206
- 2 Extension fonctionnelle et généricité technique : identification d'une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme 211
- 3 Validation empirique d'une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme 219

Synthèse du chapitre VII.....235

Conclusion générale238

1	Synthèse des principaux résultats de l'étude	238
2	Quelques limites de l'étude menée dans cette thèse.....	244
3	Les pistes de recherche.....	245
	Annexe 0 – Liste des publications associées à la thèse.....	252
	Annexe I – Le protocole d'analyse des papiers de commis-voyageur permet de distinguer des activités commerciales spécifiques dans chaque cas	254
	Annexe II – Définition formelle de la notion de milieu.....	258
	Annexe III – Le problème de l'hexapode comme un cas particulier de conception de milieu.....	262
	Annexe IV – Analyse du fonctionnement de MAP-Elites : le rôle critique de Φ^2	264
	Annexe V – Critères de qualité d'une métrique Φ^2	272
	Annexe VI – Perspective de conception de milieu : résilience et algorithme MAP-Elites	278
	Annexe VII : Analyse des cas de tentatives renversement de plateforme	296
	Bibliographie.....	312
	Liste des figures	331
	Liste des tableaux.....	333

Introduction générale

L'invention de nouvelles activités commerciales
comme un révélateur d'un rapport original que les
entreprises entretiennent avec leur écosystème : le
milieu

Introduction générale - L'invention de nouvelles activités commerciales comme un révélateur d'un rapport original que les entreprises entretiennent avec leur écosystème : le milieu	17
1 Motivation empirique – l'invention de nouvelles activités commerciales apparaît critique pour le succès de certaines innovations	18
2 Motivation théorique – La conception de milieu : un raisonnement adapté à la commercialisation d'une innovation et une forme de conception originale	19
2.1 L'étude de l'invention de nouvelles activités commerciales nous met sur la piste d'un objet original : le milieu.....	19
2.2 La conception de milieu : une forme de conception originale et féconde	20
3 Questions de recherche.....	22
3.1 Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ?.....	22
3.2 Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation ?.....	22
4 Eléments méthodologiques : une recherche intervention mobilisant des méthodologies variées.....	23
5 Deux synopsis de la thèse.....	25
5.1 Premier synopsis : la thèse comme une rationalisation de la commercialisation des innovations	26
5.2 Deuxième synopsis : la thèse comme l'identification, la caractérisation et l'expérimentation d'une forme de conception originale.....	27

Introduction générale - L'invention de nouvelles activités commerciales comme un révélateur d'un rapport original que les entreprises entretiennent avec leur écosystème : le milieu

Depuis une vingtaine d'année, la montée du commerce en ligne s'est accompagnée d'un renouvellement profond des rapports marchands traditionnels. Internet ne s'est pas seulement imposé comme un nouveau canal de distribution : il s'agit d'un espace dans lequel de nouvelles activités commerciales sont régulièrement inventées. Il existe ainsi de nombreux outils qui permettent à chacun de vendre, de louer, de donner, de promouvoir ou de dénoncer des produits ou des services. Cette inventivité commerciale nouvelle soulève de nombreuses questions pour les entreprises. Pour promouvoir leurs produits, doivent-elles recourir à la publicité ou à un influenceur internet ? Que peuvent-elles attendre du recrutement d'un community-manager ? Leurs succès passe-t-il obligatoirement par un partenariat avec une plateforme de vente en ligne ?

L'apparition régulière de ces nouvelles activités commerciales est rendue possible par les efforts constants d'acteurs qui inventent les nouveaux agencements marchands auxquels nous participons (Callon, 2017). Ces efforts de conception colossaux pour inventer de nouvelles modalités commerciales ne sont pas nouveaux : on peut en effet considérer qu'historiquement des efforts similaires ont été conduits, par exemple lors de l'invention du supermarché ou de la structuration des outils du marketing moderne.

Nous constatons donc qu'il existe une forme de conception impressionnante qui vise à inventer de nouvelles activités commerciales. Nous constatons également que cette puissance générative est souvent portée par les acteurs qui fournissent les infrastructures nécessaires à l'échange marchand. Néanmoins, cette forme d'inventivité commerciale est-elle nécessairement réservée à ces acteurs ? Ne serait-il pas intéressant qu'une entreprise souhaitant commercialiser une innovation développe des compétences de conception similaires ? Si l'entreprise était dotée d'une capacité à inventer des activités commerciales pertinentes, cela ne lui permettrait pas plus facilement d'assurer le succès de ses innovations ?

Cette thèse propose d'aborder ces différentes questions. En effet, nous proposons d'étudier comment les entreprises mettent à profits leurs capacités inventives afin d'imaginer de nouvelles activités commerciales pour assurer le succès de leurs innovations.

1 Motivation empirique – l’invention de nouvelles activités commerciales apparaît critique pour le succès de certaines innovations

Dans cette thèse, nous nous demandons comment une entreprise peut faire preuve d’inventivité commerciale lors de la commercialisation d’une innovation.

Théoriquement, la question de l’invention d’activités commerciales lors de la commercialisation d’une innovation ne devrait pas se poser. En effet, les processus de développement de nouveaux produits intègrent très en amont les contraintes liées aux activités commerciales. En d’autres termes, une innovation est généralement développée pour correspondre aux activités commerciales avec lesquelles elle va être commercialisée. Cela signifie donc que les activités commerciales sont connues très tôt dans le processus. Le fait de devoir penser aux activités commerciales au moment de la commercialisation apparaît plutôt comme une preuve du manque d’anticipation des contraintes commerciales.

Il existe néanmoins des exemples empiriques dans lesquels les efforts de conception menés lors de la commercialisation d’une innovation apparaissent comme critiques au succès de cette dernière. Détaillons un tel exemple lié au groupe Uργο, l’entreprise dans laquelle cette thèse a été préparée.

En août 2015, Uργο tente de commercialiser Sonalto, un assistant d’écoute « prêt-à-porter » qui ne nécessite pas de réglages de la part d’un audioprothésiste. L’idée d’Uργο est de proposer Sonalto en pharmacie pour que des patients atteints d’une perte d’audition légère puissent s’équiper en audioprothèses pour un coût bien moindre que s’ils allaient chez un audioprothésiste¹. Malgré cette valeur ajoutée importante, la commercialisation de Sonalto par Uργο en 2015 est un échec². Il faudra attendre le courant de l’année 2016 pour que les ventes décollent, à la suite de l’implémentation par les équipes d’Uργο d’une nouvelle activité commerciale : les Journées de l’Audition.

Le principe de ces journées est le suivant. Lorsqu’une pharmacie, après une visite du commercial d’Uργο, décide de vendre Sonalto, elle peut organiser une « Journée de l’Audition ». Un mois avant cette journée, le représentant d’Uργο installe dans la pharmacie du matériel marketing pour promouvoir Sonalto et annoncer la date retenue. Le pharmacien propose alors à ses patients des rendez-vous à cette date pour tester le produit. Le jour J, un conseiller spécialisé d’Uργο assiste à

¹ Rappelons qu’en 2015, le reste à charge pour un patient souhaitant s’équiper en audioprothèses était élevé. La promesse d’un « reste à charge zéro » a d’ailleurs été un argument de campagne du candidat Emmanuel Macron lors de l’élection présidentielle française de 2017.

² L’histoire de la commercialisation de Sonalto ne commence pas avec Uργο. En effet, Sonalto est au départ le nom de la start-up ayant développé l’assistant d’écoute. Le premier lancement de Sonalto en pharmacie se fait en 2011 par l’entremise d’une société de distribution. Démarre alors une période d’incertitude juridique, les audioprothésistes pointant le fait que les audioprothèses ne figurent pas sur la liste des produits qu’un pharmacien peut distribuer. Cette incertitude est levée en août 2014 par la parution d’un décret ministériel qui modifie la liste des produits qu’un pharmacien peut distribuer. Ainsi, quand Uργο rachète la start-up Sonalto, cela fait déjà quatre ans que le produit est lancé mais qu’il n’a pas rencontré le succès et un an que cet échec n’est plus imputable à une incertitude juridique.

chaque rendez-vous avec le pharmacien. Entre chaque patient, il prodigue des conseils concernant la manière de présenter le produit et répond à toutes les questions du pharmacien concernant le fonctionnement technique du produit. Les données d'Urgo montrent qu'après une « Journée de l'Audition », le pharmacien est capable de vendre le produit à des patients qui se présentent au comptoir.

L'invention des « Journées de l'Audition » pourrait apparaître comme anecdotique : après tout il ne s'agit que de faire en sorte que le pharmacien prenne des rendez-vous avec ses patients. Néanmoins ce constat ne résiste pas à l'analyse : les « Journées de l'Audition » modifient profondément certaines propriétés fondamentales qui définissent la pharmacie et la pratique du pharmacien. Ainsi, un pharmacien n'a pas l'habitude de prendre des rendez-vous avec des patients ; peu de pharmacies possèdent un espace de confidentialité ; le temps de conseil moyen d'un pharmacien n'excède pas une minute alors que pour Sonalto une heure peut être nécessaire ; la relation entre un représentant médical et un pharmacien est souvent basée sur la présentation d'un catalogue et non sur le test d'un produit, etc... Ainsi, l'invention des « Journées de l'Audition » par Urgo a modifié certaines propriétés essentielles de la pharmacie.

L'exemple de la commercialisation de Sonalto suggère à deux commentaires. Premièrement, pour certaines innovations, des efforts de conception menés lors de la commercialisation apparaissent comme critiques au succès. Ainsi, c'est l'invention par les équipes d'Urgo des « Journées de l'Audition » durant la commercialisation de Sonalto qui a contribué au succès de ce dernier. Deuxièmement, notons dès à présent une énigme relative au résultat de ces efforts de conception : il paraît être très simple tout en étant porteur de transformations profondes de l'environnement de l'objet.

Dans cette thèse, c'est sur des efforts de conception similaires à ceux menés pour inventer les « Journées de l'Audition » que nous allons concentrer notre analyse au travers de la problématique suivante :

PROBLEMATIQUE EMPIRIQUE :

Comment inventer de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation afin d'assurer le succès de cette dernière ?

2 Motivation théorique – La conception de milieu : un raisonnement adapté à la commercialisation d'une innovation et une forme de conception originale

2.1 L'étude de l'invention de nouvelles activités commerciales nous met sur la piste d'un objet original : le milieu

Etudier le processus d'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation présente-t-il un intérêt scientifique ? Au premier abord, cet intérêt ne saute pas aux

yeux. En effet, la commercialisation d'une innovation est une phase qui ne suscite pas un fort intérêt académique (Aarikka-Stenroos & Lehtimäki, 2014).

Face à ces éléments peu prometteurs, la thèse réserve une surprise de taille. Nous montrons en effet dans cette thèse que la commercialisation d'une innovation est un processus dans lequel l'entreprise renouvelle le rapport qu'elle entretient avec son environnement. Plus précisément, nous montrons que, lorsque l'entreprise invente de nouvelles activités commerciales elle cherche simultanément à (i) se constituer un écosystème (un ensemble d'éléments de l'environnement avec lesquels l'entreprise interagit) (ii) définir la nature des interactions qu'elle souhaite entretenir avec cet écosystème et (iii) s'assurer que les éléments de son environnement qui n'appartiennent pas à son écosystème n'impactent pas son succès. Nous synthétisons ces trois éléments caractérisant la commercialisation d'une innovation comme un processus de « conception de milieu ».

Dans cette thèse, nous présentons donc comment l'étude de l'invention des activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation nous met progressivement sur la piste d'une forme de conception originale : la conception de milieu. Ainsi, lorsque nous nous interrogeons sur la pertinence de l'étude des activités de conception pour la commercialisation, la question sous-jacente est : étudier la conception de milieu présente-t-il un intérêt scientifique ?

2.2 La conception de milieu : une forme de conception originale et féconde

Au cours de la thèse, nous montrerons que l'étude des activités de conception de milieu présente un intérêt pour des champs scientifiques variés : la commercialisation des innovations mais également les algorithmes génétiques (Mouret et Clune, 2015) ou l'étude des plateformes (Gawer 2020). Pour illustrer l'intérêt de la notion de milieu, nous allons présenter quelques objets qu'un raisonnement de conception de milieu permet théoriquement de concevoir. L'originalité de ces objets montrera l'intérêt qu'il peut y avoir à étudier un tel raisonnement.

Plaçons-nous dans le champ d'innovation contemporain relatif aux véhicules motorisés qui est saturé de promesses liées à la voiture autonome, à la voiture électrique ou encore à la voiture à hydrogène. Comment la notion de milieu nous invite-t-elle à considérer ce champ ? Si l'on définit le milieu comme l'ensemble des éléments de l'environnement avec lesquels l'innovation interagit, alors le milieu d'une voiture est principalement constitué de l'infrastructure routière (Callon, 2019, p.75). La notion de milieu invite alors à considérer des concepts comme « la route qui recharge la voiture électrique » ou « la route qui rend la voiture autonome » appartiennent au champ d'innovation des véhicules motorisés. Ainsi, la notion de milieu invite à faire porter les efforts de conception non pas sur les objets (dans le cas présent sur la voiture) mais sur les effets réciproques des objets sur leur environnement (dans le cas présent sur les rapports entre la route et la voiture).

Prenons une autre définition de la notion de milieu. Considérons que le milieu désigne un ensemble d'indépendances entre un objet et son environnement. A partir de cette définition, quels sont les objets que pourrait théoriquement concevoir un concepteur de milieu ? En travaillant sur les indépendances entre les molécules chimiques et le corps humain, il pourrait concevoir des médicaments sans effet secondaire ou des matériaux non cancérigènes. En travaillant sur les

indépendances entre les écrans et le cerveau humain, il pourrait concevoir des réseaux sociaux émancipateurs. Dernier exemple, en travaillant sur les indépendances entre le restaurant et la propagation d'une épidémie, il pourrait concevoir des restaurants sans transmission de la Covid-19. En d'autres termes, être capable de conduire un raisonnement de conception sur des indépendances (et non sur des objets) est une aptitude théorique qui semble particulièrement intéressante.

Dans cette thèse, nous ne prétendons évidemment pas étudier l'ensemble des concepts qui pourraient résulter d'un travail de conception d'indépendances. Le travail présenté va d'ailleurs mettre en lumière les difficultés et l'exigence associées à la conduite d'un raisonnement de conception d'indépendances. En particulier, à l'issue de la thèse, nous constaterons même la question de la conception d'indépendances pour la commercialisation d'une innovation n'est pas entièrement résolue.

Néanmoins, la thèse montrera qu'il est possible de conduire un raisonnement rigoureux pour concevoir des indépendances. Nous montrerons notamment que ce raisonnement peut être mis en œuvre pour :

- rendre des robots résilients aux variations de leur environnement
- prescrire des apprentissages adaptés pour mener une innovation de business model
- expliquer comment un nouvel entrant pourrait renverser des leaders de plateformes installés comme Airbnb, Uber ou Amazon, pourtant réputés indétrônables

A l'issue de la thèse, nous constaterons également que le raisonnement de conception d'indépendances est une brique théorique permettant d'aborder des concepts scientifiques variés comme :

- une science du marketing débarrassée de la notion de marché
- des leaders de plateformes responsables
- des apprentissages organisationnels qui ne soient pas des optimisations
- des modalités d'action pour renforcer la résilience des écosystèmes naturels.

Dans cette thèse, nous n'abordons néanmoins pas la conception de milieu dans toute sa généralité. Nous nous contentons de l'étude de cette forme de conception lors de la commercialisation d'une innovation en traitant la problématique suivante :

PROBLEMATIQUE THEORIQUE

Que reste-t-il à concevoir lors de la commercialisation d'une innovation et quel est le raisonnement adapté pour concevoir cet objet ?

3 Questions de recherche

3.1 Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ?

L'exemple de Sonalto montre que, pour certaines innovations, il existe des activités de conception critiques au succès de la commercialisation. Notre premier enjeu va donc être de mettre en lumière ces activités de conception au travers de la question de recherche suivante :

Question de Recherche n°1

Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ?

En répondant à cette question, nous mettrons en avant l'originalité de la conception à conduire lors de la commercialisation d'une innovation. Nous montrerons notamment que l'effort de conception pour la commercialisation porte sur un objet particulièrement déroutant : il ne s'agit ni de concevoir le produit, ni de concevoir la totalité de l'environnement de réception du produit, mais de concevoir un milieu, c'est à dire des indépendances entre l'innovation et l'ensemble de ses environnements futurs, partiellement inconnus.

3.2 Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation ?

Une fois établi que la commercialisation de certaines innovations met en jeu des activités de conception particulières, nous nous interrogerons sur les modalités de gestion de ces activités. Pour cela, nous aborderons la question de recherche suivante :

Question de recherche n°2

Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation des innovations ?

Pour répondre à cette question, nous proposerons un raisonnement de conception de milieu. Nous utiliserons ce raisonnement comme un cadre analytique pour proposer des processus, des outils et des organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation des innovations. Ce raisonnement nous permettra également de mettre en lumière que la conception de milieu est une forme de conception qui va au-delà de la commercialisation d'une innovation. Nous montrerons en particulier qu'elle est pertinente pour étudier la question des dynamiques concurrentielles au sein d'un écosystème de plateforme.

4 Éléments méthodologiques : une recherche intervention mobilisant des méthodologies variées

Ce manuscrit rend compte d'un travail de recherche-intervention (Hatchuel et David, 2008) mené au sein du groupe Urgo sur la commercialisation des innovations. Les détails de l'approche de recherche intervention seront abordés lors du chapitre V. Dans cette section, nous donnons quelques éléments de contexte de cette recherche intervention et évoquons les différentes méthodologies que nous avons mobilisées au cours de notre parcours de recherche.

Cette thèse a été préparée d'août 2016 à mai 2020, dans le cadre d'une convention CIFRE signée avec le groupe Urgo. Urgo, un groupe familial français employant près de 4000 collaborateurs, a été le partenaire idéal pour aborder nos deux questions de recherche³. En effet, comme nous le détaillerons, ce groupe a historiquement inventé de nouvelles activités commerciales qui lui ont permis d'assurer le succès de ses innovations. De plus, lors de ma thèse, Urgo était en train de commercialiser plusieurs innovations pour lesquelles des efforts du même ordre que ceux menés sur Sonalto apparaissaient nécessaires. Urgo est ainsi apparu à la fois comme un terrain favorable pour l'étude de commercialisations passées ainsi que comme une organisation ouverte à l'expérimentation de nouveaux processus, outils et organisations pour la commercialisation des innovations.

Durant mes presque quatre années chez Urgo, j'ai travaillé au sein du service de conseil interne du groupe, UrgoConsulting. Cette position dans l'entreprise s'est révélée propice à la conduite d'un travail de recherche-intervention pour plusieurs raisons. Premièrement, les modalités de travail m'ont permis d'accéder à un matériel empirique riche. En effet, au sein d'UrgoConsulting, le travail s'organisait autour de « missions ». Chaque consultant travaillait simultanément sur deux ou trois missions, confiées par un client interne qui appartenait à l'une des entités opérationnelles du groupe. J'ai donc eu la chance d'avoir accès à l'ensemble du groupe tout en étant toujours au cœur de l'action ce qui m'a permis d'accumuler le matériel de recherche présenté dans cette thèse. Deuxièmement, ma position au sein d'UrgoConsulting a facilité le pilotage de mes recherches. En effet, l'affectation de mes missions étaient décidées conjointement avec Guirec Le Lous, mon référent industriel de la thèse et responsable, entre autres, d'UrgoConsulting. Cela a permis à plusieurs reprises d'accorder la nature de mes missions avec mes besoins de recherche du moment.

Afin de répondre à nos deux questions de recherche, nous recourrons dans cette thèse à différentes approches méthodologiques. A partir de la description de quelques cas de commercialisations au sein du groupe Urgo, nous faisons le constat de l'intérêt empirique d'étudier l'invention de nouvelles activités commerciales (Chapitre I). Nous mobilisons alors différents champs de recherche au sein d'une revue de littérature qui explore les relations entre l'invention de nouvelles activités commerciales et le succès d'une innovation lors de sa commercialisation (Chapitre II). Nous montrons ensuite comment l'analyse de la figure historique des commis-voyageurs nous invite à caractériser la

³ Nous présenterons le groupe Urgo dans le premier chapitre de cette thèse.

commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu (Chapitre III). Conduisons alors une comparaison entre la notion de milieu et celle d'écosystème afin de mettre en avant l'intérêt de mobiliser la notion de milieu dans le champ de la gestion (Chapitre IV). Nous analysons ensuite un problème de conception de milieu en robotique ainsi que son principe de résolution basé sur l'algorithme MAP-Elites. Cela nous amène à caractériser l'espace d'action dans lequel une entreprise conçoit un milieu comme une membrane de l'inconnu (Chapitre V). A partir de l'analyse de la commercialisation d'UrgoTouch, une innovation à succès du groupe Urgo, nous proposons un processus adapté aux membranes de l'inconnu (Chapitre VI). A partir d'une recherche-intervention sur la commercialisation d'UrgoMia, un rééducateur périméal connecté, nous protétypons et validons des outils et des organisations adaptées à la conception de milieu pour la commercialisation des innovations (Chapitre VII). Enfin, nous concluons notre thèse en montrant que la notion de membrane de l'inconnue peut avoir un intérêt au-delà de la commercialisation des innovations : elle permet ainsi de rendre compte de stratégies sophistiquées dans l'univers des plateformes, stratégies qui peuvent mener à ce que nous appelons le renversement d'un leader de plateforme (Chapitre VIII).

5 Deux synopsis de la thèse

La thèse se compose de trois parties ainsi que d'une introduction et une conclusion comme indiquée dans la figure ci-après :

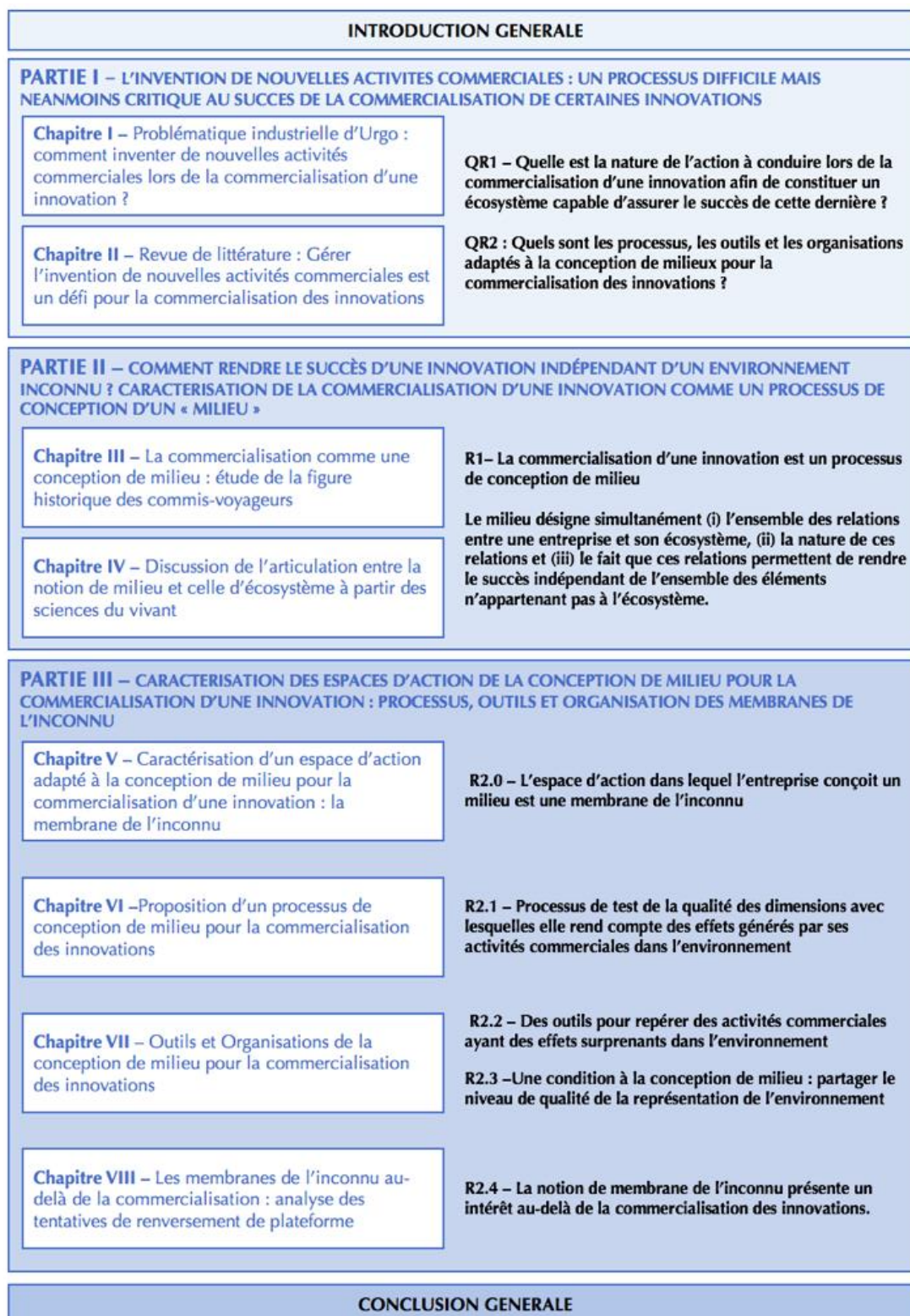


Figure 1 : Vue d'ensemble de la thèse

La thèse traite de la question de la conception pour la commercialisation d'une innovation et, ce faisant, met en lumière un raisonnement de conception original et prometteur. Cette thèse peut donc être abordée au travers de deux perspectives complémentaires.

Dans une première perspective, la thèse se présente comme un travail de rationalisation de la commercialisation des innovations. En effet, la thèse mobilise les cadres analytiques des théories de la conception afin de proposer et d'expérimenter de nouvelles formes d'action collective adaptées à la commercialisation des innovations (Elmqvist, Gawer et Le Masson, 2019).

Dans une deuxième perspective, la thèse se présente comme un travail d'identification et de caractérisation d'une nouvelle forme de conception à partir de l'étude de la commercialisation des innovations. Dans cette logique, la thèse mobilise la commercialisation des innovations à la fois comme un phénomène qui met en lumière une nouvelle forme de conception et comme un terrain empirique pour l'expérimenter.

Au cours de cette thèse, la première perspective sera prédominante. Dans cette introduction, nous proposons néanmoins deux synopsis, de manière à rendre visible la deuxième perspective.

5.1 Premier synopsis : la thèse comme une rationalisation de la commercialisation des innovations

La thèse présente un raisonnement qui permet de proposer de nouvelles formes d'action collective adaptées à la commercialisation des innovations.

Dans la **première partie**, nous montrons que l'invention de nouvelles activités commerciales est un problème empirique pour le groupe Urgo. Nous conduisons alors une revue de littérature qui met en lumière que lors de la commercialisation d'une innovation, l'invention de nouvelles activités commerciales est une activité difficile à gérer et néanmoins critique pour le succès de certaines innovations. La littérature sur l'innovation de business model nous montre que ces difficultés proviennent du fait que, lorsque l'entreprise invente de nouvelles activités commerciales, elle renouvelle son écosystème. Ce constat nous amène à formuler deux questions de recherche : Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ? Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation ?

Dans la **deuxième partie**, l'analyse de la figure historique des commis-voyageurs nous permet de caractériser le rapport que l'entreprise met en place avec son écosystème lorsqu'elle invente de nouvelles activités commerciales. Nous désignons ce rapport par le terme de « milieu », ce qui nous conduit à caractériser la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu. Nous discutons ensuite de l'intérêt de la notion de milieu en gestion, en particulier au regard d'une notion proche qui est l'écosystème. Nous proposons une articulation de ces deux notions et montrons ainsi qu'elles permettent chacune d'étudier une même réalité à partir de point de vue différent que nous précisons.

La **troisième partie** est consacrée à la caractérisation de l'espace d'action qu'une entreprise peut mobiliser pour concevoir un milieu lors de la commercialisation d'une innovation. Pour cela, nous caractérisons d'abord un espace d'action de conception de milieu en robotique en analysant un algorithme novateur – MAP-Elites. Nous déduisons de cette analyse que, pour concevoir un milieu, l'entreprise doit considérer son environnement sous le prisme des effets qu'elle peut y générer, concevoir et évaluer la performance d'activités commerciales qui génèrent des effets variés et être capable de modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement. A partir d'une métaphore biologique de la membrane cellulaire, nous caractérisons l'espace d'action associé à la conception de milieu comme une membrane de l'inconnu. Nous détaillons ensuite des processus, des outils et des organisations adaptés aux membranes de l'inconnu. Nous concluons cette thèse en montrant que la notion de membrane de l'inconnu présente un intérêt au-delà de la commercialisation des innovations. Ainsi, nous montrons comment un raisonnement de conception de milieu peut être mobilisé par un challenger pour renverser des leaders de plateforme installés, pourtant réputés indétronables.

5.2 Deuxième synopsis : la thèse comme l'identification, la caractérisation et l'expérimentation d'une forme de conception originale

Au-delà de la rationalisation de la commercialisation qu'elle permet, la thèse identifie, caractérise et expérimente une forme de conception originale : la conception de milieu.

Dans **la première partie**, nos cas empiriques et notre revue de littérature mettent en lumière l'existence d'une forme de conception présente lors de la commercialisation d'une innovation : l'invention de nouvelles activités commerciales. La facilité apparente de cette forme de conception – il ne s'agit après tout que d'inventer des actions marketing originales - tranche avec les difficultés du processus associé. Ces difficultés s'expliquent si l'on considère que ce que l'entreprise conçoit, ce n'est pas seulement des activités commerciales mais des leviers qui lui permettent de construire un rapport d'indépendance avec son environnement. Ce constat nous amène à poser les deux questions de recherche suivantes : Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ? Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation ?

Dans **la deuxième partie**, l'étude de la figure historique des commis-voyageurs révèle que la conception pour la commercialisation porte sur un objet particulièrement original : il ne s'agit ni de concevoir le produit, ni de concevoir la totalité de l'environnement de réception du produit, mais de concevoir un milieu, c'est à dire des indépendances entre l'innovation et l'ensemble de ses environnements futurs, partiellement inconnus. Nous enrichissons alors la notion de milieu en la comparant à celle d'écosystème.

La troisième partie peut être considérée comme une étude du raisonnement de conception de milieu. Ainsi, l'analyse de MAP-Elites nous fournit un modèle du raisonnement de conception de milieu pour la robotique. Cette analyse met en lumière l'importance et le rôle des métriques de comportements Φ_2 utilisées par l'algorithme : elles permettent de structurer la relation entre des paramètres d'action accessibles et un environnement inconnu. Cette analyse permet de caractériser la conception de milieu comme un processus de conception d'une « membrane de l'inconnu », c'est à dire d'une structure de représentation de l'inconnu qui permet de conduire un effort de conception. Une fois ce raisonnement identifié, nous validons son caractère descriptif en montrant qu'il rend bien compte du succès de la commercialisation d'UrgoTouch, une innovation du groupe Urgo dans le domaine de la cicatrisation chirurgicale. De plus, nous montrons que ce raisonnement a également un pouvoir prescriptif puisqu'il aide des acteurs avec lesquels nous interagissons dans le cadre de notre recherche-intervention chez Urgo à mener la commercialisation d'UrgoMia, une autre innovation du groupe. Enfin nous démontrons la robustesse du raisonnement de conception de milieu aux situations mettant en jeu plusieurs concepteurs. Nous montrons ainsi que dans un écosystème de plateforme, le raisonnement de conception de milieu peut être mobilisé par un challenger pour renverser un leader de plateforme installé.

Partie I

L'invention de nouvelles activités commerciales : un processus difficile à mener qui apparaît néanmoins comme un point critique du succès de la commercialisation de certaines innovations

Chapitre I – Problématique industrielle d’Urgo : l’invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d’une innovation 32

1	Présentation du groupe Urgo.....	32
1.1	Le groupe Urgo : un spécialiste des canaux de distribution des produits de santé.....	32
1.2	Le groupe Urgo : un spécialiste de la création de nouveaux marchés.....	33
2	Illustration des défis de l’invention de nouvelles activités commerciales pour Urgo par trois commercialisations : Projet X, UrgoTouch et Sonalto.....	34
2.1	Projet X : difficultés à reproduire une « success story ».....	35
2.2	Sonalto : comment rebondir quand les actions commerciales habituelles ne sont pas suffisantes pour assurer le succès d’une innovation ?.....	35
2.3	UrgoTouch : une invention réussie d’un nouveau modèle commercial que l’on ne sait ni expliquer ni reproduire	36
2.4	Synthèse de la problématique industrielle de la thèse : comment gérer l’invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d’une innovation ?.....	37

Synthèse Chapitre I 39

Chapitre II – Revue de littérature –L’invention de nouvelles activités commerciales : un défi pour la commercialisation des innovations 40

1	La commercialisation en tant que phase spécifique du processus d’innovation : apports des littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion	40
1.1	Développement de nouveaux produits : le succès d’une innovation est déterminé par les phases du processus d’innovation en amont de la commercialisation de l’innovation	41
1.2	Diffusion de l’innovation : le succès d’une innovation dépend de l’environnement dans lequel elle diffuse.....	45
1.3	Synthèse : Mise en regard des littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion de l’innovation	46
2	Analyser les actions lors de la commercialisation d’une innovation : les littératures en marketing et en sociologie de l’innovation	49
2.1	Le marketing de l’innovation fournit une liste des activités à conduire lors de la phase de commercialisation d’une innovation	49
2.2	Sociologie de la traduction et sociologie des agencements marchands	55
2.3	Synthèse : Mise en regard de la littérature de marketing et de sociologie de l’innovation	59
3	L’invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d’une innovation : les apports de la littérature de commercialisation et de l’innovation de business model	61
3.1	L’invention de nouvelles activités commerciales apparaît comme une question critique mais ouverte dans la littérature en commercialisation.....	61
3.2	La littérature en innovation de business model suggère que l’invention de nouvelles activités commerciales lors d’une commercialisation a pour but l’établissement d’un écosystème viable.....	67
3.3	Synthèse : la littérature sur les business models explique certaines difficultés de l’invention de nouvelles activités commerciales	77
4	Synthèse de la littérature et questions de recherche.....	78
4.1	Synthèse de la littérature au travers d’un modèle du succès de la commercialisation	78
4.2	Questions de recherche	82

Synthèse Chapitre II 84

Cette partie est consacrée à l'analyse empirique et théorique de la problématique de l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation.

Dans **le chapitre I**, nous présentons le groupe Urgo dans lequel s'est déroulé cette thèse CIFRE. Nous soulignons que le groupe Urgo est un spécialiste du marketing et de la commercialisation des produits en santé. De plus, le groupe Urgo apparaît comme une entreprise capable de régulièrement commercialiser de nouvelles innovations. Néanmoins, nous montrons que malgré ses compétences marketing et commerciales, le groupe Urgo semble se heurter à la question de l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation. Nous illustrons cette problématique sur trois exemples empiriques.

Dans **le chapitre II**, nous conduisons une revue de littérature sur la question de la commercialisation des innovations et l'invention de nouvelles activités commerciales. Nous mobilisons ainsi les littératures de développement de nouveaux produits, de diffusion, de marketing, de sociologie et de business model pour montrer que le succès de certaines innovations nécessite l'invention d'activités commerciales lors de leurs commercialisations. Nous montrons également que la littérature identifie l'invention de nouvelles activités commerciales comme un processus difficile à conduire pour les entreprises. A partir de la littérature sur l'innovation de business model, nous discutons des raisons de ces difficultés, ce qui nous amènera à formuler deux questions de recherche.

Chapitre I – Problématique industrielle d’Urgo : l’invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d’une innovation

Le travail présenté dans ce manuscrit est le résultat d’une thèse CIFRE menée au sein du groupe Urgo d’aout 2016 à mai 2020. Pour introduire le travail mené dans cette thèse, nous proposons de présenter la problématique empirique à laquelle se confrontait le groupe Urgo, à savoir la gestion de l’invention de nouvelles activités commerciales. Pour cela, commençons par présenter ce groupe.

1 Présentation du groupe Urgo

Urgo est un groupe familial français, qui conçoit, produit et commercialise de nombreux dispositifs médicaux. Dans le cadre de cette thèse consacrée à la commercialisation des innovations, Urgo apparaît comme un partenaire idéal. Il s’agit en effet d’un spécialiste de la promotion, du marketing et de la vente des produits de santé mais également un groupe innovant qui commercialise régulièrement de nouvelles innovations.

1.1 Le groupe Urgo : un spécialiste des canaux de distribution des produits de santé

Au travers de ses différentes entités, le groupe Urgo possède une connaissance fine de l’ensemble des canaux de distribution proposant des produits de santé. Chaque filiale est spécialiste d’un canal unique : UrgoMédical commercialise des produits à destination des hôpitaux et des professionnels de santé ; Laboratoire Urgo fournit les pharmaciens d’officine ; Juvasanté un acteur de la grande distribution et UrgoTech, la start-up interne du groupe, développe des objets connectés de santé commercialisé au travers de son site internet. Nous présentons rapidement ces quatre entités⁴ ainsi que les logiques commerciales spécifiques qu’elles mettent en œuvre.

1.1.1 UrgoMédical : la promotion de pansements techniques à l’hôpital

UrgoMédical commercialise des pansements techniques destinés à la prise en charge de plaies chroniques graves : brulures, escarres, plaies du pied du diabétique, ulcères veineux... Ces plaies nécessitent une prise en charge médicale qui s’opère pour certains cas à l’hôpital, le plus souvent en ville par des infirmiers libéraux. Les pansements d’Urgo sont donc prescrits au patient par un professionnel de santé, ils font donc l’objet d’un remboursement par la Sécurité Sociale.

⁴ Le groupe Urgo dispose d’autres entités que nous n’aborderons pas dans le cadre de cette thèse. Superdiet est une entité du groupe qui conçoit, produit et commercialise des compléments alimentaires en magasin bio, Urgo Recherche Innovation et Développement constitue la recherche du groupe, Urgo Industrie rassemble les différentes usines du groupe. Le groupe Urgo est également composé de plusieurs entités à l’internationale suite à des rachats successifs.

La promotion de ces pansements se fait par l’intermédiaire de représentants. Ceux-ci vont rencontrer les professionnels de santé afin de leur présenter les produits. Le représentant rencontre aussi bien les spécialistes universitaires des plaies en hôpital que les cabinets d’infirmiers en ville.

1.1.2 Laboratoires Urgo : les produits de santé du quotidien en pharmacie

Laboratoire Urgo est l’entité du groupe dédié aux produits grand public vendus en pharmacie. Sa marque principale est, sans surprise, Urgo qui est immédiatement associée aux pansements dont de nombreuses références sont disponibles (pansement extensible, pour les enfants, waterproof, absorbant...). Néanmoins, plus généralement, la marque Urgo regroupe les produits dédiés aux premiers soins : spray antiseptique, crème contre les coups de soleil, crème pour des blessures musculaires, lingettes stériles... Laboratoire Urgo possède également d’autres marques correspondant à d’autres catégories de produits : Advityl pour les compléments alimentaires pour enfants, Humer pour les produits contre le rhume et GoVital pour les compléments.

La promotion des produits en pharmacie est également faite par des représentants. Outre la présentation des produits, le représentant est également chargé de présenter des offres promotionnelles et de prendre les commandes du pharmacien qu’il transmet ensuite au siège.

1.1.3 JuvaSanté : des produits de santé en grande surface

Juvasanté est l’entité du groupe dédiée à la grande distribution. C’est également celle qui possède les marques les plus connues : Juvamine, pour des compléments alimentaires, Mercurochrome pour les premiers soins, Marie-Rose pour les produits anti-poux, Intimy pour l’hygiène intime et sexuelle et enfin Esprit Bio pour les tisanes bio.

La logique commerciale de JuvaSanté est celle de la grande distribution. Chaque année, JuvaSanté signe des accords avec les centrales d’achat des grandes surfaces. Ces contrats précisent le prix de vente des produits, le nombre de références qu’une enseigne distribuera et parfois la disposition des produits en rayon. Néanmoins, si ces négociations annuelles fixent le cadre des relations commerciales de l’année à venir, leur mise en œuvre opérationnelle est assurée par les représentants de JuvaSanté. Ceux-ci se rendent régulièrement dans les magasins pour faire le point sur l’état des stocks et prendre des commandes. Ils discutent également avec les responsables des magasins franchisés qui disposent d’une autonomie quant aux produits qu’ils souhaitent commercialiser.

1.1.4 UrgoTech : la start-up interne du groupe dédiée aux objets connectés

UrgoTech est une start-up interne du groupe Urgo qui a la charge de développer des objets de santé connectés. UrgoTech commercialise aujourd’hui trois produits : UrgoFeel est un capteur connecté permettant de faire des exercices de cohérence cardiaque et réduire ainsi son stress, UrgoNight est un casque neurofeedback facilitant l’endormissement et UrgoMia est un rééducateur périnéal connecté.

Les produits d’UrgoTech visent le grand public et sont commercialisés via le site internet de l’entreprise.

1.2 Le groupe Urgo : un spécialiste de la création de nouveaux marchés

L'histoire d'Urgo témoigne de la capacité du groupe à régulièrement innover, tant technologiquement que commercialement, pour créer de nouveaux marchés.

Ainsi, en 1987, Hervé Le Lous, fils du fondateur Jean Le Lous et président d'Urgo jusqu'en 2019, fonde Juvamine avec pour objectif de créer le marché des compléments alimentaires en grandes surfaces. En France, les compléments alimentaires n'étaient jusqu'ici vendus qu'en pharmacie. La création de Juvamine s'accompagne d'une forme d'inventivité commerciale qui marquera l'histoire du groupe. Pour soutenir sa nouvelle marque, Hervé Le Lous conçoit en effet le principe de la « triplète » : trois spots publicitaires successifs de dix secondes, composés de messages mettant en avant la marque (« Si Juvabien, c'est Juvamine »). L'usage de la triplète sera ensuite généralisé à d'autres marques du groupe (« Mercurochrome, le pansement des héros » ; « Histoire d'envie avec Intimy »)⁵.

Un autre exemple de création de marché peut être trouvé chez UrgoMedical. Fondée en 2000, UrgoMedical a permis de commercialiser UrgoTul le premier pansement technique d'Urgo destiné aux plaies chroniques. UrgoTul a fait passer Urgo du monde de la pharmacie au monde hospitalier et a nécessité la mise en place d'une équipe de représentants ad hoc. UrgoMédical représente aujourd'hui près de la moitié du chiffre d'affaire du groupe.

Si Juvamine et UrgoMedical témoignent de la capacité passée d'Urgo à créer de nouveaux marchés, des aventures plus récentes suggèrent que la volonté d'Urgo en la matière ne s'est pas estompée.

Comme nous le mentionnons dans notre introduction, en 2015, Urgo commercialise en pharmacie Sonalto, un assistant d'écoute. Pour l'univers de la pharmacie, Sonalto est une petite révolution : il s'agit en effet d'un produit qui nécessite un temps de conseil très long de la part du pharmacien et qui est vendu à un prix beaucoup plus élevé que les autres produits sans ordonnance. En 2015, le groupe Urgo crée également UrgoTech, la start-up du groupe dédiée aux objets connectés de santé. En 2016, JuvaSanté commercialise Be'Cup créant ainsi le marché de la coupe menstruelle en grande surface. En 2018, Urgo lance UrgoTouch, un laser de cicatrisation innovant sur lequel nous reviendrons. En 2019, Laboratoire Urgo propose des produits d'électrothérapie contre la douleur en pharmacie.

Urgo apparaît donc comme un acteur pionnier, qui cherche régulièrement à créer de nouveaux marchés à partir de la commercialisation de ses innovations.

2 Illustration des défis de l'invention de nouvelles activités commerciales pour Urgo par trois commercialisations : Projet X, UrgoTouch et Sonalto

Encadré confidentialité

Pour permettre aux membres du jury d'évaluer le travail fourni, la version du manuscrit qui leur a été fourni comprenait une description précise de trois projets de commercialisation d'Urgo. A la

⁵ Ces différentes publicités sont disponibles sur internet : il suffit de rentrer ces slogans dans un moteur de recherche.

demande de l'entreprise pour des raisons de confidentialité, les détails du premier projet ne sont pas donnés et ce projet est désigné par le terme de « Projet X ». La section 2.1 est donc une description générique de ce projet.

Le groupe Urgo est donc un spécialiste du marketing et de la commercialisation des produits de santé qui commercialise régulièrement de nouvelles innovations.

Néanmoins, notre travail de recherche a mis en évidence une problématique empirique sur laquelle le groupe Urgo butait : la gestion de l'invention de nouvelles activités commerciales. Pour illustrer la problématique rencontrée par Urgo, nous détaillons ci-dessous trois cas de commercialisation : Projet X, UrgoTouch et Sonalto.

2.1 Projet X : difficultés à reproduire une « success story »

Le projet X illustre les difficultés que le groupe Urgo a rencontré lorsqu'il a souhaité répéter la success story d'une de ses filiales à l'étranger. Ainsi, en commercialisant une innovation à succès à partir des mêmes activités commerciales, le groupe n'a pas réussi à assurer le succès de l'innovation.

2.2 Sonalto : comment rebondir quand les actions commerciales habituelles ne sont pas suffisantes pour assurer le succès d'une innovation ?

Dans l'introduction de cette thèse, nous prenons l'exemple de Sonalto et présentons les Journées de l'Audition comme le résultat d'un effort de conception conduit lors de la commercialisation d'une innovation. Ci-dessous, nous détaillons l'historique de Sonalto. Cela nous montrera que les Journées de l'Audition sont la réponse apportée par Urgo lorsqu'il s'est aperçu que son savoir-faire commercial était insuffisant pour assurer le succès de Sonalto.

Sonalto désigne à la fois un assistant d'écoute pré-régulé et la start-up créée en 2010 par Louis Blohorn et Maxence Petit. Ces deux entrepreneurs envisagent à ce moment de vendre leur innovation en pharmacie : le fait que l'assistant d'écoute soit pré-régulé le rend « prêt-à-porter » et donc commercialisable par un pharmacien.

L'histoire du succès de Sonalto est relativement longue mais peut se décrire par quatre étapes majeures⁶ :

Etape 1 : En 2011, Louis Blohorn et Maxence Petit achèvent le développement technique de Sonalto. Ne disposant pas d'équipe commerciale au sein de leur start-up, ils confient la promotion de leur innovation à un prestataire : celui-ci dispose de visiteurs médicaux qui présentent Sonalto aux pharmaciens. Après quelques mois prometteurs, cette première tentative de mise sur le marché de Sonalto est un échec : les pharmaciens ne souhaitent pas référencer Sonalto par peur de retombées juridiques. En effet, le lancement de Sonalto a attiré l'attention du syndicat des audioprothésistes qui menace les pharmaciens vendant Sonalto de poursuite pour « exercice illégal du métier

⁶ Ces quatre étapes sont aussi celles sur lesquelles Urgo communique en interne (présentation des fondateurs, février 2018)

d'audioprothésistes ». Le nombre de pharmacies qui commercialisent Sonalto est divisé par dix (Le Parisien, 2014).

Etape 2 : Les fondateurs de Sonalto analysent les accusations des audioprothésistes. Ils font le constat que celles-ci reposent sur une double incertitude juridique. Premièrement, les audioprothésistes disposent du monopole de la vente d'audioprothèses réglables mais il y a un flou sur les audioprothèses pré-réglées. Deuxièmement, le décret fixant la liste des produits qui peuvent se vendre en pharmacie ne mentionne pas les audioprothèses, mais il ne les interdit pas non plus. Les fondateurs de Sonalto s'engagent alors dans un combat juridique qui s'avère payant : en août 2014, les assistants d'écoute pré-réglés de moins de 20 dB font leur apparition sur la liste des produits qu'il est possible de commercialiser en pharmacie (Challenge, 2014).

Etape 3 : Une fois l'incertitude juridique levée, Sonalto redouble d'efforts avec ses prestataires pour commercialiser son innovation. Néanmoins les ventes ne décollent pas et les fondateurs font le constat du manque d'efficacité de leur système commercial. Ils voient donc d'un bon œil la proposition d'Urgo de racheter l'entreprise et de devenir le distributeur unique de Sonalto. Cela permettrait en effet à leur innovation de bénéficier du savoir-faire d'Urgo en termes de lancement de nouveaux produits. Cette proposition se concrétise durant l'été 2015, date à laquelle Urgo prend une participation majoritaire dans la start-up (edp-audio, 2015).

Etape 4 : Sonalto est présenté aux commerciaux d'Urgo lors d'un congrès en août 2015. Sonalto entre donc officiellement au catalogue des produits d'Urgo et les commerciaux ont pour mission de le promouvoir auprès de tous les pharmaciens qu'ils visitent. Le lancement de Sonalto s'accompagne de toutes les bonnes pratiques connues au sein du groupe Urgo : les commerciaux sont formés au produit, l'équipe marketing développe de nombreux outils d'accompagnement (plaquettes, présentoirs, affiches...) et lance une campagne de promotion publicitaire. Néanmoins, malgré ces efforts, les ventes ne décollent toujours pas : plus précisément, les pharmaciens acceptent de référencer Sonalto mais le produit ne se vend pas.

Faisons un arrêt sur image à la fin de cette étape 4. On remarque alors que l'équipe Sonalto est dans une situation embarrassante. En effet, malgré son savoir-faire en lancement de nouveaux produits et sa force de frappe commerciale, elle ne parvient pas à assurer le succès de Sonalto. Mais comment rebondir quand les actions commerciales habituelles ne fonctionnent pas ? Nous connaissons déjà la fin de l'histoire : l'équipe va inventer les Journées de l'Audition. Néanmoins, pour obtenir ce résultat, l'équipe de Sonalto a beaucoup tâtonné. Ainsi, l'invention des Journées de l'Audition a été un processus jugé long et difficile par les équipes d'Urgo.

2.3 UrgoTouch : une invention réussie d'un nouveau modèle commercial que l'on ne sait ni expliquer ni reproduire

UrgoTouch est une innovation du groupe Urgo qui connaît un important succès auprès de sa cible principale : les chirurgiens esthétiques. UrgoTouch est un laser destiné à être utilisé par un chirurgien lors d'une opération. La fonction principale d'UrgoTouch est d'améliorer le processus de cicatrisation

de la plaie créée par l'intervention chirurgicale : l'étude clinique associée à UrgoTouch montre ainsi que son utilisation réduit significativement le volume de la cicatrice que gardera le patient. La figure ci-dessous illustre l'utilisation d'UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin ainsi qu'une représentation agrandie du laser :

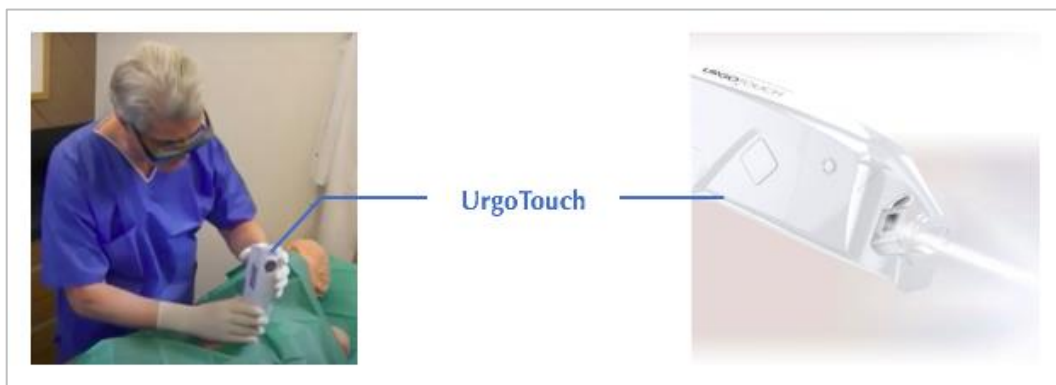


Figure 2 : Démonstration du maniement d'UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin (gauche) et visuel commercial d'UrgoTouch (droite)

La suite de la thèse nous donnera l'occasion de revenir sur le fonctionnement d'UrgoTouch ainsi que sur son business model (cf chapitres V et VI). A ce stade introductif, nous avons souhaité présenter le cas d'UrgoTouch car il nous a été présenté comme une anomalie par les collaborateurs d'Urgo,.

En effet, UrgoTouch est à la fois un projet à succès d'urgo mais également une énigme. Les équipes ont réussi à assurer le succès de cette innovation mais elles nous ont également confié qu'elles ne savaient pas expliquer ce qui, dans leurs pratiques, avaient permis ce succès. Elles en étaient frustrées car cela limitait la possibilité d'utiliser l'expérience d'UrgoTouch pour assurer le succès de futures innovations. Dans la suite de la thèse, nous verrons que cela signalait à la fois l'originalité de l'action collective menée lors de la commercialisation d'UrgoTouch ainsi que le manque de cadre théorique lui permettant d'en rendre compte. A ce stade, soulignons simplement que l'équipe d'UrgoTouch avait l'impression d'avoir mis en place un processus original pour assurer le succès de leur innovation mais qu'elle était frustrée de ne pas réussir ni à expliquer le processus suivi ni à le reproduire.

2.4 Synthèse de la problématique industrielle de la thèse : comment gérer l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation ?

Examinons les points communs entre les trois situations empiriques que nous venons d'exposer afin de mettre en lumière la problématique industrielle qui sera abordée dans cette thèse.

Premièrement, chaque situation met en jeu un produit innovant qui répond à un besoin client identifié. Dans le projet X, Urgo tente de renouveler dans un autre pays le succès d'une innovation. Le fait que Sonalto soit « prêt-à-porter » le différencie des autres assistants d'écoute : il ne nécessite en effet aucun réglage de la part d'un professionnel de santé. Enfin, UrgoTouch permet, grâce à un seul tir de laser durant l'opération chirurgicale, de réduire le volume final de la cicatrice. Par comparaison, les autres solutions disponibles pour obtenir une fonction similaire de réduction de volume sont des

crèmes à appliquer tous les jours sur la cicatrice ou une « reprise » de la cicatrice par le chirurgien, c'est à dire une nouvelle opération.

Deuxièmement, le travail des équipes pour assurer le succès de leur innovation ne porte pas sur l'innovation en tant que système technique. Dans les trois cas, le produit n'a pas été modifié. Dans le cas du projet X, il s'agit d'une contrainte du projet : dès le début, l'objectif de l'équipe est en effet de commercialiser une innovation existante. Pour Sonalto et UργοTouch, nous constatons a posteriori que les équipes ont assuré le succès de ces innovations sans modifier l'innovation d'un point de vue technique.

Enfin, toutes les équipes ont constaté, d'une manière ou d'une autre, que les pratiques commerciales à leur disposition n'étaient pas suffisantes pour assurer le succès des innovations dont elles avaient la charge. Ainsi, dans le cas du projet X, les bonnes pratiques adaptées au nouveau pays ne sont pas suffisantes pour assurer le succès. Nous avons également vu que le savoir-faire d'Uργο en termes de lancement de nouveau produit n'était pas suffisant à lui seul pour faire de Sonalto un succès. Pour UργοTouch, les dimensions nécessaires au succès de cette innovation n'étaient pas connues à l'avance.

A partir de ces trois constats, nous proposons de synthétiser les situations empiriques rencontrées au travers de la problématique suivante : Quelle marge de manœuvre reste-il à une entreprise pour assurer le succès d'une innovation lorsqu'elle constate que ses pratiques marketing et commerciales habituelles donnent des résultats décevants et qu'elle ne souhaite pas modifier son innovation d'un point de vue technique ?

Le cas Sonalto nous apporte à la fois une piste de réponse à cette problématique et une nouvelle énigme. D'un côté, nous savons ce que l'équipe de Sonalto a fait lorsqu'elle s'est rendue compte que les modalités commerciales classiques d'Uργο n'étaient pas suffisantes pour atteindre le succès : elle a inventé une nouvelle activité commerciale, les Journées de l'Audition. D'un autre côté, cette réponse n'est qu'à moitié satisfaisante. En effet, nous ne savons pas comment l'équipe de Sonalto a réussi à inventer les Journées de l'Audition et certains indices suggèrent que ce processus d'invention aurait pu être mieux géré. En d'autres termes, le cas de Sonalto laisse dans l'ombre la question de la gestion d'une forme d'inventivité qui s'appliquerait aux activités commerciales. Comme nous allons le voir, cette question, critique du point de vue empirique, se situe également sur le front de taille de la littérature académique sur la commercialisation.

Synthèse Chapitre I

Dans ce chapitre, nous exposons la problématique empirique qui a motivé cette thèse CIFRE au sein du groupe Urgo à savoir la question de **l'invention de nouvelles activités commerciales pour la commercialisation des innovations**.

Le premier temps de ce chapitre est consacré à la présentation du groupe Urgo. Nous soulignons que **le groupe Urgo est un spécialiste du marketing et de la commercialisation des produits en santé**. En particulier, nous montrons qu'au travers des différentes entités qui le composent, Urgo est exposé à l'ensemble des canaux de distribution des produits de santé (prescription médicale, pharmacie, grande surface et internet) ainsi qu'à leurs logiques marketing et commerciales propres. De plus, nous indiquons que l'histoire ancienne et récente du groupe témoigne de sa capacité à créer de nouveaux marchés. **Le groupe Urgo apparaît donc comme une entreprise capable régulièrement de commercialiser de nouvelles innovations**.

Néanmoins, malgré ses compétences marketing et commerciales, le groupe Urgo semble se heurter à la question de l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation. Nous illustrons cette problématique rencontrée par Urgo sur trois exemples de commercialisation : Projet X, Sonalto et UrgoTouch.

Projet X montre la difficulté que peut représenter pour une entreprise une situation dans laquelle les activités commerciales habituelles n'apparaissent pas efficaces pour commercialiser une innovation.

Sonalto illustre le fait que l'invention de nouvelles activités commerciales peut nécessiter beaucoup de ressources.

Enfin l'exemple d'UrgoTouch nous montre que, même lorsque l'invention de nouvelles activités commerciales a été couronné de succès, les acteurs qui ont conduit cette activité de conception n'arrivent pas forcément à partager la logique d'action qu'ils ont mis en œuvre.

Ces trois exemples montrent, chacun à leur manière, **les difficultés rencontrées par le groupe Urgo pour inventer de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation**. Dans le chapitre suivant, nous allons donc interroger la littérature pour savoir quelles sont ses recommandations pour gérer un tel processus d'invention.

Chapitre II – Revue de littérature – L’invention de nouvelles activités commerciales : un défi pour la commercialisation des innovations

La problématique d’Urgo relève clairement de la commercialisation des innovations et pose la question des ressorts du succès lors de cette phase ainsi que de la pertinence d’inventer de nouvelles activités commerciales. Nous allons donc conduire une revue de littérature afin de répondre aux questions suivantes : Que sait-on de la commercialisation d’une innovation et de son rôle dans le succès de cette dernière ? La littérature a-t-elle identifiée l’invention de nouvelles activités commerciales comme un levier permettant d’assurer le succès d’une innovation ?

Notre revue de littérature est donc motivée par une volonté de contribuer opérationnellement à la réussite des commercialisations menées au sein d’Urgo. Pour cela, nous allons recourir à des champs de littérature variés : le développement de nouveaux produits, la diffusion de l’innovation, le marketing de l’innovation, la sociologie de la traduction, la sociologie des agencements marchands ainsi que la littérature en innovation de business model. Notre objectif n’est pas d’établir une revue exhaustive de ces différents champs. Il est plutôt d’obtenir des connaissances actionnables pour le groupe Urgo. Nous nous interrogerons donc régulièrement au cours de la revue de littérature sur la manière dont les connaissances que nous abordons pourraient-être utilisée par un responsable marketing ou commercial d’Urgo chargé d’assurer le succès d’innovations comme le projet X, Sonalto ou UrgoTouch. Enfin, signalons que notre objectif n’est pas non plus de passer en revue l’ensemble des champs lié à la commercialisation mais seulement ceux qui articulent la question de la commercialisation, de l’innovation et de l’invention de nouvelles activités commerciales. C’est pour cette raison que nous ne passons pas en revue la littérature sur la gestion de la force de vente : à titre d’exemple, on peut ainsi noter que dans le *Journal of Personal Selling and Sales Management*, seulement trois papiers incluent le terme innovation dans leurs titres.

1 La commercialisation en tant que phase spécifique du processus d’innovation : apports des littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion

Dans cette première partie de notre revue de littérature, nous mobilisons les littératures de développement de nouveaux produits⁷ (Cooper, 1988) et de diffusion de l’innovation (Roger, 1983). Ces deux littératures présentent l’avantage de donner une vue d’ensemble des enjeux de la commercialisation des innovations. La littérature en développement de nouveaux produits positionne ainsi la commercialisation par rapport aux autres phases du processus d’innovation et la littérature en

⁷ En anglais : New Product Development (NPD) literature

diffusion montre que la commercialisation présente un enjeu singulier : l'insertion de l'innovation dans l'environnement externe de l'entreprise.

Ces deux littératures nous fournissent également des facteurs qui influent sur le succès d'une innovation. Ainsi, le développement de nouveaux produits attribue volontiers le succès d'une innovation à la qualité des études marketing amont ainsi qu'à l'efficacité du processus de développement produit. La littérature de diffusion, quant à elle, attribue le succès d'une innovation à la manière dont cette dernière est perçue dans l'environnement dans lequel elle se diffuse. Nous soulignerons que ces deux facteurs, bien qu'intéressants pour comprendre les ressorts du succès d'une innovation, rendent invisibles la contribution de la commercialisation au succès d'une innovation. Nous en concluons la nécessité d'un recours à d'autres littératures afin d'éclairer la problématique qui nous préoccupe.

1.1 Développement de nouveaux produits : le succès d'une innovation est déterminé par les phases du processus d'innovation en amont de la commercialisation de l'innovation

1.1.1 Caractérisation de la commercialisation

La littérature en développement de nouveau produit conceptualise le processus d'innovation comme une succession de phases et propose de nombreux modèles pour en rendre compte (Cooper, 1988, 1994, 2014 ; Cooper & Sommer, 2016). Dans cette littérature, la commercialisation désigne classiquement la dernière phase du processus d'innovation. La figure ci-dessous, traduit des travaux de Sandberg (2008, p.61-62), donne une représentation simplifiée du processus d'innovation et identifie la commercialisation comme la phase qui clôt ce processus :

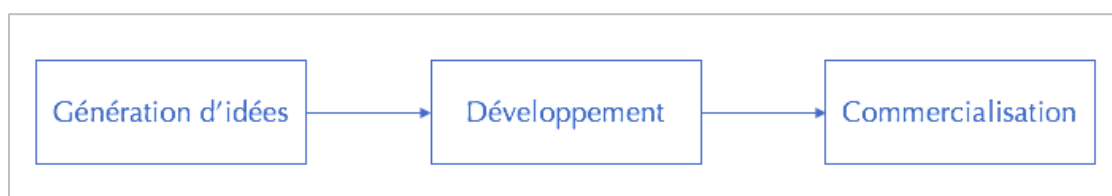


Figure 3 : Le processus d'innovation d'après Sandberg (2008), notre propre traduction

D'après la littérature en développement de nouveau produit, l'objectif de la commercialisation est la mise sur le marché de l'innovation. Par définition, la commercialisation ne débute donc qu'une fois la phase de développement technique terminée Sandberg (2008, p.61-62). Plus précisément, la commercialisation ne commence qu'une fois que le nouveau produit a passé avec succès les tests techniques (Cooper, 1988 ; Song & Montoya-Weiss, 1998 ; Veryzer, 1998). Ainsi, pour la littérature de développement de nouveau produit, durant la commercialisation, le produit innovant n'est plus modifié techniquement. La littérature insiste sur la nécessité de ne pas modifier techniquement le produit lors de sa commercialisation. En effet, ce serait risqué de mettre en péril l'ensemble du processus d'innovation. L'entreprise qui accepterait de modifier son innovation durant la phase de commercialisation serait soumise à des injonctions contradictoires de ses clients et risquerait alors soit

de ne commercialiser que des prototypes non validés (Davis, 1988) soit de ne jamais converger vers un produit fonctionnel (Holley, 1987).

Si le début de la phase de commercialisation est clairement défini, la littérature entretient un certain flou quant au critère qui permettent d'identifier la fin de cette phase. Ainsi, le point d'arrêt de la commercialisation varie selon les études : pour Nerkar et Shane (2007), il s'agit de la première vente, pour Aarikka-Stenroos et Lehtimäki (2013) il s'agit de la première recommandation du produit par un client et pour Cooper (1988), il s'agit de de la première revue des ventes. Malgré ces divergences, sur lesquelles la suite de la thèse nous permettra de revenir, la littérature en développement de nouveau produit s'accorde sur le fait que la commercialisation n'englobe pas la totalité du cycle de vie commercial du produit : elle se termine une fois le produit installé sur le marché.

Dans la littérature de développement de nouveau produit, la dernière phase du processus d'innovation n'est pas désignée seulement par le terme de « commercialisation ». Plusieurs auteurs ont en effet déjà noté la profusion de synonymes utilisés pour désigner cette phase (Beard & Easingwood, 1996 ; Hultink et Hart, 1998 ; Guiltinan, 1999 ; Di Benedetto, 1999 ; Simula 2012). Elle peut ainsi être appelée « mise sur le marché » (Deszca et al, 1999), « lancement de nouveaux produit » (Hultink, Griffin, Hart, & Robben, 1997), « succès commercial » (Cumming, 1998), ou encore « livraison du produit » (Gobeli & Brown, 1993). Dans cette thèse, nous avons préféré utiliser le terme de « commercialisation » (Cooper, 1988 ; Song & Montoya-Weiss, 1998 ; Veryzer, 1998) qui nous a semblé plus adapté à la problématique d'Urgo. En effet, ce terme renvoie à l'idée d'un processus qui se déploie dans la durée⁸. Les autres termes de la littérature comme « lancement » ou « mise sur le marché » désignent plutôt des évènements ponctuels et nous apparaissaient donc moins bien adaptés. Néanmoins, le terme de « commercialisation » n'est pas parfait : comme le montre l'encadré 1 ci-dessous, ce terme n'est pas dénué d'ambiguïtés et la littérature en gestion l'utilise pour désigner des phénomènes variés dont certains ne sont pas des sujets d'étude de cette thèse.

Encadré 1 : Quelques utilisation du terme de commercialisation dans la littérature

Dans cette thèse, nous utilisons le terme de « commercialisation » dans le sens que lui confère la littérature de développement de nouveau produit : la commercialisation désigne la dernière phase du processus d'innovation dans laquelle le produit innovant n'est plus modifié. Néanmoins, cette utilisation du terme « commercialisation » n'est pas la seule qu'en fait la littérature en gestion.

En dehors de la littérature en lancement de nouveau produit, et à part quelques exceptions (Simula, 2012 ; Sandberg 2008), la littérature entretient un certain flou autour de la notion de « commercialisation ». Cela conduit à une utilisation anodine et polysémique de ce terme dans la majorité des recherches en gestion (Lehtimäki et al, 2008 ; Simula 2012). La commercialisation peut ainsi désigner les efforts des institutions de recherche pour valoriser économiquement leurs résultats (Markman et al, 2008), les stratégies des start-ups en recherche de financement (Gans et Stern, 2003),

⁸ Rappelons ici que le succès de Sonalto a été acquis au bout de six mois d'efforts de commercialisation et que celui d'UrgoTouch a pris deux ans.

un objectif à atteindre pour des technologies en cours de développement (Zeng et al, 2019) ou encore un phénomène de marchandisation de divers aspects de la vie sociale comme l'éducation (Bok, 2003).

Ces différentes acceptions du terme de « commercialisation » se distinguent assez bien de celle donnée par la littérature en développement de nouveau produit : elles ne sont donc pas sources d'ambiguïtés pour cette thèse. Signalons néanmoins qu'il existe un courant de littérature qui donne au terme de « commercialisation » une acception qui pourrait porter à confusion. En effet, certains auteurs proposent d'utiliser le terme de commercialisation pour désigner l'ensemble des activités du processus de développement de nouveau produit qui concourent à rendre l'innovation commercialement viable (Jolly, 1997 ; Prebble, De Waal, & De Groot, 2008 ; Datta et al, 2015). Par exemple, ces auteurs vont considérer que les activités comme la sélection des concepts innovants, le choix de la cible marché, l'analyse stratégique ou la rédaction du cahier des charges fonctionnelles font partie intégrante de la commercialisation. De manière générale, les études de ce champ de littérature ne traitent que de manière marginale ce que nous appelons « la phase de commercialisation », c'est à dire la dernière phase du processus d'innovation. Dans cette thèse, nous recourons donc assez peu à des études issues de ce champ, et uniquement quand une partie importante du travail de recherche concerne la phase de mise sur le marché de l'innovation (exemple : Aarikka-Stenroos & Lehtimäki, 2013).

1.1.2 La commercialisation est une phase qui contribue de manière marginale à la performance de l'innovation

Comment la commercialisation contribue-t-elle au succès de l'innovation ? Dans la littérature en développement de nouveau produit, cette contribution apparaît comme plutôt marginale, le succès de l'innovation étant plus volontiers attribué aux autres phases du processus d'innovation.

Dans la littérature, la commercialisation apparaît comme une phase secondaire du processus d'innovation du fait du peu d'étude qui lui sont consacrées. Plusieurs revues de littérature soulignent ainsi que la commercialisation est systématiquement négligée par les auteurs en développement de nouveau produit (Adams et al, 2006 ; Crossan & Apaydin, 2010 ; Dias & Ferreira, 2019). De même, les auteurs spécialisés déplorent régulièrement le manque d'études associées à cette phase (Hultink, Griffin, Hart, & Robben, 1997 ; Talke & Salomo, 2009 ; Simula, 2012). La littérature préfère rendre compte des enjeux des phases qui précèdent la commercialisation comme le « fuzzy front end » ou la phase de développement technique⁹. Pour Adams et al (2006), le diagnostic est clair : si la commercialisation n'attire pas l'attention de la recherche académique en développement de nouveau

⁹ Il est au-delà de l'ambition de cette thèse de proposer une revue de littérature sur les phases du fuzzy front end et du développement technique.

produit, c'est qu'elle est perçue implicitement comme moins critique que les autres phases du processus d'innovation¹⁰.

La littérature en développement de nouveau produit décrit en effet la commercialisation comme une phase d'implémentation (Cooper, 1988), largement déterminée par des choix effectués lors des autres phases du processus d'innovation :

“Analyses of over 900 manufactured goods new product launches show that over half the decisions in launch strategies are interdependent, that is, the decision made for one variable is associated with a decision choice made previously in the product development process¹¹” (Hultink, Griffin, Robben, & Hart, 1998)

Pour rendre compte du fait que la commercialisation est déterminée par les autres phases du processus de développement, Hultink, Griffin, Hart, & Robben (1997) proposent de qualifier de « tactiques » les choix dont l'entreprise dispose lors de la phase de commercialisation par opposition aux choix dits « stratégiques » disponibles dans les phases amont du processus d'innovation. Cette distinction choix tactiques / choix stratégiques est régulièrement employée par la littérature qui reconnaît de fait la dépendance de la commercialisation vis-à-vis des phases amont du processus d'innovation (Guiltinguan, 1999 ; Talke et Salomo, 2009 ; Hart et Tzokas, 2010).

Afin d'améliorer le succès d'une innovation, la littérature préconise d'associer des responsables marketing (Dreshler et al, 2012 ; Swink et Song, 2007) ainsi que des commerciaux (Judson et al, 2006 ; La Rocca et al, 2016 ; Woisetschläger et al, 2016) lors des phases du processus d'innovation qui précèdent la commercialisation. Une présence de ces métiers lors de ces phases favorise la prise en compte des contraintes commerciales lors du développement, ce qui contribue positivement au succès des innovations (Olson et al, 2001 ; Ernst et al, 2010 ; Keszec et Biemans, 2016 ; Homburg et al, 2017). Au travers de ces différentes études, on constate de nouveau que la commercialisation est déterminée par les phases qui la précèdent. La littérature, en incitant les responsables marketing et les commerciaux à s'investir dans les phases amont du processus d'innovation, reconnaît en creux la faiblesse des marges de manœuvre dont ils disposent lors de la phase de commercialisation.

Que nous apprend la littérature de développement de nouveaux produits sur la commercialisation d'une innovation ? Premièrement, la commercialisation apparaît comme une phase autonome du processus d'innovation. La commercialisation se distingue facilement d'autres phases du processus de par son objectif qui est la mise en marché d'un produit innovant déjà conçu. Deuxièmement, la

¹⁰ Il existe dans la littérature quelques arguments permettant de défendre l'idée que la commercialisation est une phase qui contribue de manière importante au succès de l'innovation. Ainsi, Chiesa et Frattini, (2011) et Jung et al, (2015) présentent la commercialisation comme la phase la plus risquée du processus d'innovation. De leur côté, Cooper (1988) et O'Connor et Rice, (2013b) signalent de leur côté que la commercialisation est la phase du processus qui bénéficie des investissements les plus conséquents. Néanmoins, ces quelques études font figure d'exception dans un champ qui n'accorde que peu d'importance à la commercialisation.

¹¹ « L'analyse du lancement de plus de 900 produits montre que plus de la moitié des décisions prises lors d'une commercialisation sont interdépendantes, c'est à dire qu'elles sont liées à des décisions prises précédemment lors du processus de développement »

commercialisation apparaît comme une phase d'implémentation qui ne contribue que marginalement au succès de l'innovation. En effet, la littérature attribue plus volontiers le succès d'une à l'excellence du développement technique et à la qualité des études marketing amont qu'à la phase de commercialisation.

1.2 Diffusion de l'innovation : le succès d'une innovation dépend de l'environnement dans lequel elle diffuse

Pour compléter nos connaissances sur la commercialisation, tournons-nous à présent vers la littérature en théorie de la diffusion (Roger, 1983). La diffusion désigne « *le processus par lequel une innovation est communiquée, à travers certains canaux, dans la durée, parmi les membres d'un système social* » (Boullier, 1989). En d'autres termes, la théorie de la diffusion étudie les facteurs qui influencent le succès de la mise en marché des innovations.

La littérature en diffusion constate que certaines innovations circulent plus rapidement que d'autres au sein d'un système social et cherche à expliquer ces disparités. Roger (1983) identifie six attributs d'une innovation qui influent sur sa diffusion : l'avantage relatif, la complexité, la compatibilité, la facilité d'expérimentation et l'observabilité. Une innovation présentera un *avantage relatif* par rapport à d'autres si les consommateurs perçoivent la supériorité de l'innovation sur certaines dimensions de performance. La *complexité* d'une innovation désigne la perception que l'utilisateur potentiel a de la facilité avec laquelle il peut utiliser l'innovation. La *compatibilité* désigne le fait que l'innovation est perçue par un consommateur comme cohérente avec ses valeurs. La *facilité d'expérimentation* indique la possibilité ou non de tester l'innovation avant de l'adopter. Enfin, *l'observabilité* caractérise le niveau d'exposition de l'innovation aux membres du système social dans lequel elle se diffuse. Ces six attributs d'une innovation ont suscité de nombreuses recherches et sont encore mobilisés dans des études récentes concernant les cigarettes électroniques (Trumbo et Harper, 2015) ou l'application Uber (Min et al, 2019).

Les six attributs que nous venons de présenter ne sont pas des propriétés intrinsèques de l'innovation. Ils désignent tous une dimension de la manière dont l'innovation est perçue par le système social dans lequel elle se diffuse. En d'autres termes, la théorie de la diffusion indique qu'une même innovation se diffusera de manière différente en fonction de la structure du corps social dans lequel elle se diffuse.

A partir de ce constat, la littérature de la diffusion a donc logiquement cherché à caractériser les différences entre systèmes sociaux et leur impact sur le succès d'une innovation. Elle a notamment insisté ainsi sur la variété et la complexité des environnements dans lequel une innovation diffuse (Martinez, Polo & Flavian, 1998 ; Läßle & Van Rensburg, 2011). Pour donner une idée de cette variété et de cette complexité, prenons l'exemple des travaux de Roger (1983, p.247) sur la qualification des individus selon leur propension à adopter une innovation en fonction du temps. Roger (1983) montre en effet que les consommateurs ne réagissent pas de manière homogène à l'introduction d'une innovation sur un marché : certains consommateurs sont séduits plus vite que d'autres. Il propose une classification des consommateurs en cinq catégories en fonction de leur rapidité d'adoption : les

innovateurs, les adoptants précoces, la majorité précoce, la majorité tardive et les retardataires. Cette catégorisation a été de nombreuses fois observée par des études empiriques qui ont également montré que chaque catégorie présente des attentes différentes vis-à-vis de l'innovation (Mahajan, Muller, & Strivastava, 1990). La propension des consommateurs à adopter une innovation donnée est donc hétérogène ce qui est une source de complexité de l'environnement dans lequel une innovation se diffuse.

La littérature en diffusion a identifié de nombreuses dimensions de complexité de l'environnement. En effet, la littérature montre que les nombreuses discontinuités observées empiriquement sur le phénomène de diffusion s'expliquent par la complexité des processus à l'œuvre dans l'environnement dans lequel l'innovation se diffuse (Bass, 1969 ; Meade et Islam, 2006 ; Peres, Muller et Mahajan, 2010).

Que nous apprend la littérature sur la diffusion quant à la commercialisation d'une innovation ? Premièrement, cette littérature nous apprend que le succès d'une innovation dépend principalement de la structure du système social dans lequel l'innovation est diffusée. En d'autres termes, le succès d'une innovation dépend de l'environnement extérieur à l'entreprise. Deuxièmement, la littérature nous alerte sur la complexité de ce système social qui s'observe au travers des discontinuités du phénomène de diffusion.

1.3 Synthèse : Mise en regard des littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion de l'innovation

Les littératures de développement de nouveaux produits et de la diffusion fournissent des connaissances complémentaires sur la commercialisation d'une innovation. Voyons à présent comment la mise en regard de ces deux littératures permet de cadrer le sujet traité dans cette thèse et d'en montrer l'originalité.

Dans ces deux littératures, le succès d'une innovation est attribué à des facteurs exogènes à la commercialisation. Ainsi, pour la littérature de nouveaux produits, le succès de l'innovation dépend de la qualité des phases amont du processus d'innovation. Pour améliorer la commercialisation d'une innovation, cette littérature préconise avant tout d'améliorer la qualité des phases d'idéation et de développement technique. Pour la littérature en diffusion, le succès d'une innovation est principalement lié à la structure du système social dans lequel l'innovation se diffuse. Améliorer la commercialisation d'une innovation c'est donc soit modifier l'innovation, soit changer de système social dans lequel on cherche à la diffuser.

Or, il nous semble que la problématique empirique à laquelle Urgo fait face est celle de l'identification de moyens endogènes à la commercialisation qui permettent d'assurer le succès d'une innovation. En effet, si l'on reprend le cas du projet X (cf Chapitre I, section 2.1), on se rend compte que les préconisations des littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion ne s'appliquent pas à la situation d'Urgo. Plus généralement, on remarque que les succès d'UrgoTouch et

de Sonalto n'ont nécessité ni de modification du produit innovant, ni de changement de système social de diffusion.

Les littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion nous permettent donc de préciser le sujet de cette thèse. Nous ne cherchons pas à améliorer le succès de la commercialisation d'une innovation *de manière générale*. Nous cherchons à améliorer le succès de la commercialisation d'une innovation *par des moyens endogènes à cette dernière*. Il s'agit d'un point critique de la thèse que nous répétons : nous ne nous intéresserons pas à toutes les actions qui peuvent se dérouler lors des phases amont du processus d'innovation et qui pourtant ont un effet sur le succès de la commercialisation. Pour clarifier notre positionnement, nous pouvons reprendre les hypothèses issues des littératures que nous venons de présenter. Nous allons considérer que la situation qui nous intéresse est celle dans laquelle l'innovation est déjà développée et le système social cible est déjà identifié. En d'autres termes, nous prenons comme hypothèses de travail que (i) la modification du produit innovant ne sera pas un levier d'action que l'entreprise pourra mobiliser et que (ii) elle ne pourra pas décider de changer radicalement de système social dans lequel elle souhaite commercialiser son innovation. Dans l'encadré 2, nous présentons deux exemples de commercialisation pour aider à clarifier ce positionnement.

Encadré 2 : IBM360 et Tupperware, deux commercialisations différentes

En 1963, l'entreprise IBM lance IBM360. Cet ordinateur était, selon Pugh (1995), un « salesman's dream come true ». IBM360 possédait une architecture modulaire. En particulier, une partie de sa puissance de calcul d'IBM360 était dédiée à l'émulation du précédent ordinateur d'IBM. IBM360 était donc compatible avec les programmes utilisés lors de son lancement mais il était capable de les exécuter à une vitesse presque 50 fois supérieure (Pugh, 1995, p.273-275). De plus, comme l'émulation ne concernait qu'une partie de la capacité de calcul, IBM360 pouvait également exécuter des programmes plus complexes que ceux existants. Dès lors, les commerciaux d'IBM disposaient d'un argumentaire de vente imparable : adopter IBM360 c'est à la fois conserver les programmes existants et être en mesure d'en exécuter de nouveaux qu'aucune machine de l'époque n'était capable de supporter. Ces caractéristiques techniques ont contribué de manière décisive au succès de la commercialisation d'IBM360.

En 1941, Earl Tupper invente le Tupperware à partir de recherches sur le plastique. Néanmoins, le succès de cet objet iconique de la culture américaine de l'après-guerre est indissociable, selon Clarke (1999), du travail réalisé par Brownie Wise autour des Tupperware Parties. Brownie Wise est initialement une commerciale de Detroit qui présente des résultats de vente tellement impressionnants qu'Earl Tupper lui propose de prendre en charge les aspects marketing de la vente des Tupperware. En faisant des Tupperware Parties des expériences ludiques et émancipatrices (les femmes étaient à la fois des clientes et des vendeuses de Tupperware), Brownie Wise les a imposées comme indissociables au succès de Tupperware.

Dans les deux commercialisations que nous venons d'évoquer, les causes du succès sont très différentes. Dans le cas d'IBM360, le succès est dû à d'importants efforts de conception technique qui

ont doté cette innovation de propriétés techniques qui ont fait son succès. En d'autres termes, IBM360 est un exemple d'innovation pour laquelle le succès de la commercialisation s'est construit lors de la phase de développement technique. Au contraire, le cas Tupperware est un exemple d'innovation dont le succès commercial s'est construit en grande partie pendant la phase de commercialisation. Le Tupperware était déjà inventé et commercialisé au moment où Earl Tupper se rend compte de l'efficacité des techniques marketing de Brownie Wise. Ainsi, le succès de Tupperware se joue au moment de la commercialisation au travers des Tupperware Parties.

Dans cette thèse, nous nous intéresserons beaucoup plus aux commercialisations de type Tupperware que celles d'IBM360¹². A l'image du cas Tupperware, nous allons chercher comment il est possible de développer une forme d'inventivité lors de la phase de commercialisation d'une innovation afin de contribuer au succès de cette dernière.

Dans cette thèse, nous nous intéressons aux moyens endogènes à la commercialisation dont une entreprise dispose afin d'assurer le succès d'une de ses innovations. En d'autres termes, nous cherchons les activités qu'une entreprise peut déployer lors de la commercialisation pour assurer le succès de son innovation. En vue de cet objectif, on constate que les littératures de développement de nouveaux produits et de diffusion sont insuffisantes pour le remplir.

En effet, la littérature en développement de nouveaux produits s'intéresse très peu à la phase de commercialisation d'une innovation. Selon certains auteurs, la littérature considère même que la commercialisation ne fait pas partie du processus d'innovation (Adam et al, 2006). Cette littérature n'a donc pas beaucoup creusé la question des activités à conduire lors de la commercialisation d'une innovation.

La théorie de la diffusion présente également des limites qui réduisent sa pertinence pour notre problématique. Premièrement, la théorie de la diffusion tend à rendre les efforts liés à la commercialisation d'une innovation invisibles car elle ne décrit pas les acteurs et les processus qui permettent à la diffusion d'opérer (Dumoulin, & Saurugger, 2010). Deuxièmement, la théorie de la diffusion adopte un point de vue rétrospectif sur le succès d'une innovation ce qui limite sa capacité de recommandation en situations d'action (Callon, & Latour, 1986 ; Boullier, 1989). Ainsi, la théorie de la diffusion ne discute pas des moyens d'action endogènes à la commercialisation d'une innovation.

¹² Plus généralement, nous excluons de notre champ d'étude les mécanismes de différenciation retardée (Piller, 2010). La différenciation retardée désigne le fait de pouvoir customiser le produit très tard lors de son processus d'innovation. Bien que ces approches permettent d'améliorer le succès de l'innovation, elles ne nous intéressent pas car il s'agit d'une propriété acquise lors du développement du produit et non de quelque chose qui se construit pendant la commercialisation

2 Analyser les actions lors de la commercialisation d'une innovation : les littératures en marketing et en sociologie de l'innovation

Que nous dit la littérature sur l'action collective lors de la phase de commercialisation d'une innovation ? Pour répondre à cette question, nous mobilisons deux littératures qui se sont intéressé de près aux processus de commercialisation : le marketing de l'innovation et la sociologie de l'innovation.

2.1 Le marketing de l'innovation fournit une liste des activités à conduire lors de la phase de commercialisation d'une innovation

Nous abordons la littérature marketing au travers de la question suivante : que savons-nous sur les activités qui se déroulent lors de la phase de commercialisation et qui contribuent au succès d'une innovation ? Remarquons que cette question ne concerne qu'une infime partie de la littérature marketing. Premièrement, seule la question des nouveaux produits sera abordée : nous nous restreignons ainsi à la littérature en marketing de l'innovation (Le Nagard-Assayag et al, 2015). De plus, nous ne discuterons que de la phase de commercialisation. Nous n'aborderons donc pas les études qui étudient le rôle du marketing dans le processus de développement de nouveau produit.

2.1.1 Le marketing mix : le prix, la promotion et le placement comme trois dimensions d'action lors de la commercialisation d'une innovation

Le marketing est une littérature qui étudie des activités qu'il est possible de mettre en place lors de la commercialisation d'une innovation pour assurer son succès. Cette caractéristique du marketing est particulièrement visible au travers de la notion de marketing mix (Borden, 1984)¹³.

Classiquement, le marketing identifie quatre paramètres d'action qui constituent une offre marketing : le produit, le prix, le placement et la promotion. La variable produit renvoie aux caractéristiques techniques du produit autour duquel l'offre marketing est centrée. Dans cette thèse, nous considérons que cette variable n'est pas un levier d'action : nous travaillons en effet sous l'hypothèse que le produit innovant ne peut plus être modifié. Néanmoins, les trois autres variables du marketing mix - le prix, le placement et la promotion – apparaissent bien dans la littérature comme des leviers d'action qui peuvent être mobilisés lors de la phase de commercialisation. Nous les passons en revue rapidement ci-dessous.

¹³ Nous discutons dans cette partie le marketing mix en tant qu'exemple de leviers d'action qu'une entreprise peut actionner lors de la commercialisation de son innovation. Nous n'entendons pas nous mêler de la discussion académique autour de l'intérêt et la pertinence de cette notion pour le marketing. Pour des exemples de ces débats, on pourra se reporter à Constantinides (2006).

2.1.1.1 Fixer le prix de l'innovation

Pour la littérature en marketing, le prix est un levier d'action possible lors de la commercialisation d'une innovation. Par exemple, Dean (1950) indique qu'il existe deux stratégies possibles de fixation des prix : l'écrémage et la pénétration. L'écrémage consiste à pratiquer un prix élevé afin de ne cibler que les consommateurs dont la propension à payer est la plus forte et ainsi maximiser le profit issu de ce segment de consommateurs. A l'inverse, une stratégie de pénétration favorise un prix bas afin de maximiser la diffusion de l'innovation.

Au premier abord, le prix pourrait apparaître comme une variable unidimensionnelle qui offre peu de marges de manœuvre à l'entreprise qui la mobilise. Néanmoins, Hinterhuber and Liozu (2014) battent en brèche cette idée reçue en identifiant une vingtaine de stratégies de fixation des prix dont, par exemple, le paiement à la performance, le gratuit, la gestion dynamique ou encore l'individualisation des prix.

La littérature en marketing ne se contente pas de décrire la variété des stratégies de fixation des prix disponibles : elle fournit également les outils permettant de mettre en pratique ces stratégies. En particulier, la littérature propose des modèles qui identifient l'ensemble des variables à prendre en compte lors de la détermination du prix d'une innovation. L'un des plus connus est probablement le modèle de Rao (1984). Ce modèle indique que l'élasticité, le niveau de vente prévu, le coût de production ou encore la nature de la concurrence sont toutes des variables dont il faut tenir compte lors de la fixation du prix de l'innovation. Au-delà de ces dimensions, Gatignon et al (2016) rappellent que pour fixer le prix d'un nouveau produit, l'entreprise doit également tenir compte du niveau de différenciation de l'innovation, de la fréquence de rachat attendue ou encore des capacités d'apprentissage des consommateurs.

Dans la littérature marketing, le prix apparaît donc comme un levier d'action riche que l'entreprise peut mobiliser lors de la phase de commercialisation d'une innovation.

2.1.1.2 Choisir la stratégie de distribution de l'innovation

La notion de « placement » du marketing mix renvoie à la question de la stratégie de distribution du nouveau produit. Comme nous l'avons vu, le choix du canal de distribution d'une innovation est une variable qui est généralement décidée très tôt dans le processus de développement d'un nouveau produit. En effet, l'anticipation des contraintes commerciales lors du processus de développement améliore la performance de l'innovation (Olson et al, 2001).

Néanmoins, la littérature fournit de nombreux exemples qui montre qu'au stade de la commercialisation, l'entreprise dispose encore de nombreux leviers d'action liés à la notion de « placement ». Une entreprise a par exemple le choix du nombre de canaux au travers desquels elle souhaite distribuer son innovation (Gatignon et al, 2016). Une distribution via plusieurs canaux présente l'avantage d'élargir la base de consommateurs potentiels mais présente un risque de dilution des efforts commerciaux. L'entreprise peut également décider si elle commercialise son innovation sur plusieurs zones géographiques ou si, au contraire, elle se concentre sur une commercialisation

localisée (Gatignon et al, 2016). Enfin, l'entreprise peut commercialiser elle-même son innovation ou bien décider de confier cette tâche à des partenaires extérieurs (Good et Calantone, 2019).

La littérature en marketing ne se contente pas d'énoncer les différentes stratégies de distribution que les entreprises peuvent mobiliser lors de la commercialisation d'une innovation. Elle met également à disposition des outils qui permettent à l'entreprise de choisir la stratégie qu'elle souhaite suivre. Par exemple, pour décider des canaux de distribution dans lesquels l'entreprise va commercialiser son innovation, la littérature recommande de connaître les préférences des consommateurs pour une innovation donnée. Il existe en effet des méthodologies qui permettent de déterminer le canal par lequel les consommateurs préféreront accéder à une catégorie de produits donnée (Hennig-Thurau et al, 2007).

Ainsi, sous le terme de « placement », la littérature marketing identifie et outille de nombreux paramètres d'action qu'une entreprise peut suivre lors de la phase de commercialisation d'une innovation.

2.1.1.3 Promouvoir l'innovation

La promotion de l'innovation constitue probablement l'activité de commercialisation la plus abondamment traitée par la littérature en marketing et dont les pratiques ont le plus évolué suite à l'arrivée du digital. L'objectif de la promotion d'une innovation est d'améliorer la compréhension que le consommateur a de l'innovation (Jhang, Grant, & Campbell, 2012). Les formes que peut prendre la promotion sont très diverses. Une promotion peut être directe, au travers de la publicité, mais également indirecte, le marketing ayant depuis très longtemps identifié l'importance des leaders d'opinion – comme les grands sportifs ou les médecins - pour la réussite d'une commercialisation (Le Nagard-Assayag, Manceau, Morin-Delerme, 2015). La diversité des activités promotionnelles peut également se mesurer sur la question du media choisi pour la mise en place de la publicité. Au-delà des medias classiques, le marketing digital permet une explosion des actions marketing directes et indirectes. La littérature rend compte des activités d'emailing, de post sur les réseaux sociaux ou de relation avec des blogueurs (Le Nagard-Assayag, Manceau, Morin-Delerme, 2015). Les activités de promotion vis-à-vis d'un consommateur s'appuient donc sur une multitude de canaux et mettent en jeu des rapports de prescription nombreux et complexes. Pour l'entreprise, il existe, lors de la phase de commercialisation, de nombreux leviers d'action liés à la promotion de l'innovation.

2.1.1.4 Le marketing mix : des variables qui influent sur le succès d'une innovation

Le marketing ne s'est pas contenté d'identifier les différentes variables du marketing mix comme des leviers d'action pour l'entreprise lors de la phase de commercialisation. Il a également montré que ces variables avaient une influence sur le succès de l'innovation.

De nombreuses études témoignent de cette influence. A titre d'exemple, Cantalone et Di Benedetto (2007) abordent la question du prix, Lee et O'Connor (2003) analysent l'influence du niveau de promotion et Di Benedetto (1999) montre l'importance de la stratégie de distribution.

Dans la littérature, les variables du marketing mix sont rarement traitées de manière indépendante. La littérature cherche en effet à comprendre comment les combiner de manière à maximiser le succès de l'innovation et quels sont les facteurs qui rentrent en compte dans ces combinaisons. Ainsi, Gultingan (1999) explicite les valeurs que les dimensions du marketing mix doivent prendre en fonction du type d'innovation commercialisée. De leur côté, Hultink, Griffin, Hart, & Robben, (1997) proposent trois combinaisons de marketing mix en fonction de la stratégie concurrentielle que l'entreprise souhaite mettre en place. Enfin, Hart et Tzokas (2010) notent que les éléments du marketing mix doivent évoluer au fur et à mesure du cycle de vie de l'innovation.

Le marketing mix identifie donc trois dimensions - le prix, le placement et la promotion - qui présentent les deux caractéristiques suivantes : (i) ce sont des dimensions sur lesquelles les entreprises peuvent agir au moment de la commercialisation et (ii) ce sont des dimensions qui ont une influence sur le succès de l'innovation.

2.1.2 Les activités mises en œuvre pour régler le rapport entre une innovation et son environnement lors d'une commercialisation

Bien qu'importante, les variables du marketing mix ne sont qu'un sous-ensemble des variables que la littérature marketing identifie comme des leviers d'action pour assurer le succès d'une innovation lors de sa commercialisation. Ainsi, Gatignon et al (2016) identifient également l'importance des prévisions de vente, des préannonces ainsi que de la gestion de la force de vente. Le Nagard-Assayag et al (2015) rajoutent à ces dimensions la question de la date de lancement. Nous présentons succinctement ci-dessous ces différents leviers d'action.

2.1.2.1 Les prévisions des ventes

Le marketing de l'innovation souligne l'importance de la prévision des ventes pour piloter correctement la phase de commercialisation d'une innovation. De nombreux outils ont été développés pour conduire cet exercice qui reste considéré par la littérature comme particulièrement difficile (Kahn, 2014). Le Nagard-Assayag, Manceau et Morin-Delerme (2015) indiquent que le problème principal de la prévision des ventes est de générer des données empiriques fiables sur lesquelles fonder les prédictions. Deux approches méthodologiques, qui se distinguent par la nature des données empiriques qu'elles mobilisent, sont détaillées par les auteurs. La première approche génère des données à partir d'un acte d'achat réel : l'idée générale est de commercialiser le produit à une échelle réduite et d'extrapoler les résultats. Les données empiriques peuvent provenir des précommandes (Moe & Fader, 2002), des ventes sur un marché géographiquement restreint, ou d'un panel confronté à des décisions d'achat. La deuxième approche est désignée par le terme de « marché test simulé » (Bourgeat & Merunka, 2000). Il s'agit de demander aux consommateurs d'exprimer une intention d'achat à la suite d'un stimuli comme une pub, la présentation d'un concept ou l'utilisation réelle du produit. Ces données sont ensuite inférées au travers de modèles statistiques pour produire une estimation des ventes (Silk & Urban, 1978). La précision des ventes apparaît comme une activité importante de la commercialisation des innovations : Le Nagard-Assayag, Manceau et Morin-Delerme (2015) y consacre un chapitre entier de leur livre.

2.1.2.2 Les préannonces

Le marketing de l'innovation remarque que les entreprises recourent à des préannonces : elles communiquent sur leurs innovations alors que celles-ci ne sont pas encore disponibles à l'achat (Manceau, 1996). Une préannonce favorise une perception positive de l'innovation : le consommateur, qui n'est pas en situation d'achat, se concentre, en effet, plus sur la valeur ajoutée du futur produit que sur ses coûts associés (Dahlén, Thorbjørnsen, & Sjödin, 2011). Les annonces préalables contribuent également à des phénomènes de bouche à oreille positifs en faveur du produit (Thornbjorsen, Ketelaar, Van Triet, & Dahlen, 2015). Au-delà des consommateurs, les préannonces peuvent aussi viser des concurrents, pour les dissuader de rentrer sur un nouveau marché (Su & Rao, 2010), ou des partenaires d'un écosystème industriel, pour leur signaler le besoin de développement d'innovations complémentaires au produit (Le Nagard-Assayag & Manceau, 2001). Les préannonces font donc partie intégrante des activités de commercialisation qui visent à assurer le succès d'une innovation.

2.1.2.3 Soutien à la force de vente et date de lancement

Le marketing de l'innovation souligne que de nombreuses activités commerciales sont mises en place afin de soutenir les commerciaux et les vendeurs qui promeuvent l'innovation. Assurer la motivation de la force de vente au travers de formations, de primes (Beuk, Malter, Spanjol, & Coco, 2014) et d'un encadrement adéquate apparaît primordial pour la réussite d'une commercialisation (Fraenkel, Haftor, & Pashkevich, 2016). Le marketing de l'innovation insiste également sur l'importance de travailler l'argumentaire favorisant la vente, notamment en situation de relations commerciales avec des professionnels (Van Everdingen, Slood, Van Nierop, & Verhoef, 2011). Enfin, la littérature insiste sur l'importance du choix la date du lancement en fonction de la capacité organisationnelle de l'entreprise à le conduire (Le Nagard-Assayag, Manceau, & Morin, 2015) et aux réactions attendues des concurrents (Su et Rao, 2010).

2.1.2.4 La contribution au succès de l'innovation des prévisions de vente, des préannonces, du soutien à la force de vente et de la date de lancement

Comme les variables du marketing mix, la prévision de vente, les préannonces, le soutien à la force de vente et la date de lancement sont des dimensions dont la littérature a prouvé qu'elles avaient un impact sur le succès de l'innovation (Le Nagard-Assayag et al, 2015). Calantone et Di Benedetto, (2012) étudie ainsi la question de la date de lancement, O'Connor et Lee (2003) celle des stratégies de groupement d'un ensemble de produits sous une même offre. La littérature en lancement de nouveaux produits évalue également l'influence de variables organisationnelles sur la performance des lancements (Kuester, Homburg, & Hess, 2012). Par exemple, la cohérence entre les décisions marketing (Hultink, Griffin, Hart, & Robben, 1997), l'état d'esprit et la culture d'entreprise (Talke & Hultink, 2010), l'appétence des commerciaux pour le nouveau produit (Hultink & Atuahene-Gima, 2000) ou encore l'efficacité organisationnelle du lancement (Calantone & Di Benedetto, 2012) sont toutes identifiées comme des variables qui contribuent positivement au succès d'une innovation.

2.1.3 Synthèse : quelles sont les conditions de l'efficacité de l'approche paramétrique proposée par le marketing ?

2.1.3.1 Apports de la littérature en marketing de l'innovation

La littérature en marketing de l'innovation présente l'immense avantage de proposer une liste d'actions qui (i) sont actionnables au moment de la commercialisation d'une innovation et (ii) qui influencent le succès de l'innovation. De plus, cette littérature fournit des outils et des méthodes qui permettent de mener ces actions à bien.

Le marketing de l'innovation nous permet de faire un bond en avant important dans notre compréhension de la commercialisation. En effet, au travers de la littérature marketing, la commercialisation n'apparaît plus comme une boîte noire mais comme un problème d'optimisation paramétrique. Le marketing identifie en effet les dimensions d'action sur lesquels une entreprise peut jouer, charge à chaque entreprise d'actionner ce levier avec une intensité adaptée à la situation de commercialisation à laquelle elle fait face. En faisant cela, le marketing rend aussi la commercialisation gérable : il s'agit ainsi de résoudre en pratique ce problème de maximisation.

Si l'on considère la commercialisation comme un problème d'optimisation paramétrique permet de clarifier le domaine de validité de l'approche marketing. En effet, pour qu'une optimisation paramétrique soit efficace, il faut (i) que les paramètres sur lesquels on optimise aient bien un effet dans le monde réel et que (ii) la fonction que l'on optimise ne soit pas dépendante de paramètres qui ne sont pas dans le modèle. Quand on applique ces deux critères à la commercialisation des innovations, l'approche marketing apparaît efficace sous l'hypothèse que (i) les actions identifiées par le marketing ont bien un impact sur le succès de l'innovation et (ii) que le succès de l'innovation ne dépend pas de variables externes à l'entreprise. Comme nous allons le voir par la suite, cette deuxième hypothèse n'est pas toujours réalisée.

2.1.3.2 Limites de la littérature en marketing de l'innovation

Déterminer le domaine de validité de l'approche marketing pour la commercialisation d'une innovation est particulièrement important car plusieurs études montrent les limites de cette approche pour des commercialisation particulières.

Ainsi, le travail de Gilles Marion nous alerte sur le fait que le marketing n'est pas armé pour gérer la commercialisation d'innovations pour lesquelles il n'existe pas encore de marché. En effet, cet auteur considère que le marketing, de par sa construction historique, est fasciné par les marchés tels qu'ils existent et non tels qu'ils pourraient être (Marion, 2006). Marion (2006 ; 2015) montre ainsi que les approches marketing sont insuffisantes pour gérer des situations dans lesquelles il faut inventer de nouvelles activités commerciales lors de la phase de commercialisation. A rebours de l'approche classique du marketing, l'auteur propose la notion de marketing entrepreneurial (Marion, 2006) qui met l'accent sur les activités d'effectuation menées par les entreprises pour créer de nouveaux marchés et plaide pour faire de la question de la création de nouveaux marchés l'objet central de la recherche en marketing (Marion, 2015). Pour un exemple d'une approche marketing adaptée à la

création de nouveaux marchés, on pourra se reporter à l'analyse que Gilles Marion donne de la commercialisation du Viagra® (Marion, 2009).

La littérature en business model, sur laquelle nous reviendrons plus loin, reproche à l'approche marketing de traiter de manière séparer les questions de création de valeur et d'appropriation de valeur (Gatignon et al, 2017). Pour ces auteurs, le marketing associe la question de la création de valeur à la phase de développement de nouveaux produits et la question de la capture de valeur à la phase de commercialisation symbolisée par la notion de marketing mix. En d'autres termes, pour le marketing, la phase de commercialisation ne serait qu'une phase d'appropriation de valeur et non une phase de création de cette dernière. Le travail de Gatignon et al (2017) nous alerte donc sur le fait que l'approche marketing ne paraît pas adaptée aux commercialisations durant lesquelles il s'agit encore d'innover le business model pour créer de la valeur.

La littérature nous signale donc que l'approche marketing n'est pas forcément adaptée à l'ensemble des situations de commercialisation qu'une entreprise peut rencontrer. Ces limites font ressortir en creux des hypothèses implicites de l'approche marketing. En particulier, l'efficacité de l'approche marketing repose sur l'hypothèse qu'il est possible de connaître à l'avance l'ensemble des activités commerciales qui permettront le succès de l'innovation. Or, comme nous allons le voir, cette hypothèse apparaît fragile au vu de la littérature sociologique.

2.2 Sociologie de la traduction et sociologie des agencements marchands

L'approche marketing repose sur une hypothèse qui est la condition de son efficacité : il est possible d'anticiper l'ensemble des activités commerciales nécessaires au succès d'une innovation. Or, lorsque l'on consulte des récits de commercialisation que fournit la littérature en sociologie d'innovation comme nous allons le voir, la sociologie de la traduction comme la sociologie des agencements marchands apportent des éléments qui remettent cette hypothèse en cause.

2.2.1 La sociologie de la traduction : l'acteur chargé de commercialiser une innovation affronte un processus tourbillonnaire

La sociologie de la traduction étudie les projets d'innovation au travers d'une approche sociotechnique : les auteurs de ce champ décrivent les évolutions sociales et techniques à l'œuvre lors d'un projet d'innovation. L'ambition de ces auteurs est de rendre compte de « l'innovation en train de se faire » (Callon, Lhomme, & Fleury, 1999), ils proposent ainsi des analyses dans l'action de projets d'innovation (Callon & Latour, 1986 ; Akrich, Callon & Latour, 1988).

Ce champ de littérature a notamment conduit une critique documentée des approches de Roger (1983) en montrant à quel point la notion de diffusion masque la richesse des processus sociotechniques qui amènent les acteurs à s'approprier l'innovation (Callon et Latour, 1986). Il existe ainsi de nombreux récits détaillés qui documentent les transformations conjointes du social et de la technique qui concourent au succès commercial des innovations. Dans cette thèse, nous nous appuyons sur trois de ces récits (Akrich et al 1988 ; Akrich, 1989 ; Boutroy et al, 2014) pour montrer la

fragilité de l'hypothèse d'une stabilité de l'environnement lors de la commercialisation d'une innovation.

L'étude d'Akrich (1989) rend compte d'un processus de commercialisation se déroulant au Nicaragua. L'innovation dont il est question est un système conçu en Suède visant à fabriquer des briquettes de combustible à partir de tiges de coton coupées. Cet exemple est particulièrement révélateur car il montre qu'il existe des dimensions de l'environnement inattendues qui jouent en positif comme en négatif sur le succès d'une innovation :

- Dimension de l'environnement inattendue qui joue en positif sur le succès : Dans un premier temps, l'industriel suédois faisait l'hypothèse que l'avantage compétitif de son système était de pouvoir produire des briquettes de combustibles à bas coût. En effet, à cette période, le Nicaragua traversait une pénurie de bois due à une exploitation trop intense de cette ressource : le bois y était donc très cher. Néanmoins, lors de la commercialisation du système, une catégorie d'utilisateurs a souligné un avantage compétitif inattendu qui a aidé la commercialisation du système. En effet, les boulangers, qui avaient besoin de combustibles pour leurs fours à pain, ont indiqué qu'avec les briquettes, ils ne craignaient pas que leurs feux s'éteignent. C'était un changement radical pour eux : du fait de la pénurie de bois, il était courant que les boulangers utilisent du bois vert qu'ils devaient alors surveiller par crainte qu'il ne s'éteigne. Bien que cet avantage compétitif des briquettes par rapport au bois disponible n'avait pas été anticipé par l'industriel Suédois, il a néanmoins été exploité afin de faciliter la commercialisation du système de briquettes.
- Dimension de l'environnement inattendue qui joue en négatif sur le succès : L'industriel suédois ne s'attendait pas à ce que la présence de bambous à proximité du hangar de stockage de ses matières premières soit sa plus grande menace commerciale. L'analyse montre néanmoins que le bambou est l'habitat naturel d'un acteur inattendu : l'*amphicerus cornutus*¹⁴. Quand ce dernier colonise les tiges de coton coupées, il les rend impropres à la fabrication de briquettes. L'analyse menée par Akrich (1989) montre alors comment, face à cette problématique, l'industriel Suedois a dû complètement revoir la manière dont les tiges de coton étaient récoltées et entreposées, ce qui contribué à ralentir le processus de commercialisation.

Akrich (1989) constate donc qu'il était impossible pour l'industriel Suedois d'anticiper l'ensemble des dimensions de l'environnement qui allaient influencer sur le succès de son innovation. Ce constat, établi sur le cas particulier des briquettes, se retrouve dans de nombreuses études du champ de la sociologie de la traduction. Par exemple, Akrich et al (1988) en rend compte sur le cas de la commercialisation de panneaux photovoltaïques en Afrique. Impossible pour l'ingénieur français dans son laboratoire de recherche de connaître la nature des tractations politiques qui détermineront le

¹⁴ La sociologie de la traduction évite une description anthropocentrée des trajectoires d'innovation et considère un acteur non-humain au même titre qu'un acteur humain. Ainsi l'*amphicerus cornutus* peut-il décider de participer au réseau au même titre qu'une huitre ou un scientifique (Callon, 1986)

lieu d'implantation de son kit photovoltaïque (Akrich, Callon, Latour, 1988). Or le lieu d'implantation, de même que les mécanismes de gouvernance liés aux panneaux, sont des dimensions critiques pour l'efficacité des panneaux et donc pour leur succès commercial. De même, sur le cas de la commercialisation du kitesurf, Boutroy et al (2014) signalent qu'il était impossible pour les inventeurs du kitesurf d'anticiper que leur principal allié institutionnel sera la Fédération Française de Vol Libre et non la Fédération Française de Voile dont ils étaient pourtant des adhérents actifs.

La sociologie de la traduction décrit donc que l'acteur chargé de la commercialisation d'une innovation est pris dans un processus tourbillonnaire (Akrich, Callon, Latour, 1988). En d'autres termes, il est sans cesse confronté à un environnement nouveau duquel peuvent surgir des dimensions inattendues. Pour la sociologie de la traduction, il paraît donc illusoire de vouloir anticiper l'ensemble des activités commerciales à même d'assurer le succès de l'innovation : il y aura toujours une variable de l'environnement qui n'aura pas été anticipée. L'hypothèse du marketing selon laquelle il serait possible d'anticiper la totalité des activités commerciales à même d'assurer le succès d'une innovation apparaît donc comme fragile.

2.2.2 La sociologie des agencements marchands : richesse et variété de l'environnement

La sociologie des agencements marchands (Callon, 2017)¹⁵ renforce l'idée qu'il est impossible pour l'acteur chargé de la commercialisation d'une innovation d'anticiper la totalité des actions commerciales à même d'assurer le succès de son innovation.

La sociologie des agencements marchands est un travail qui s'inscrit dans la continuité des travaux de sociologie de la traduction. La sociologie des agencements marchands s'intéresse à la question de l'échange marchand et montre qu'il pose de nombreux problèmes pratiques. Quels réglages faut-il opérer pour qu'un vendeur et un acheteur se rencontrent et s'échangent un bien marchand ? Quels sont les processus qui permettent à chacun des acteurs d'évaluer la valeur des marchandises ? Comment obtient-on un consentement à payer de la part du client ? Quels sont les mécanismes qui permettent à une chose - une découverte scientifique ou un travail humain - de devenir progressivement une marchandise - au travers de brevets ou de contrats de travail ? Chaque échange marchand résout en pratique ces problèmes au travers de configurations sociotechniques que cette littérature désigne par le terme d'agencements marchands. Michel Callon donne la définition suivante d'un agencement marchand :

« Est un agencement marchand tout agencement qui résout en pratique le problème posé par l'attachement d'un bien à une agence contre paiement monétaire. En d'autres termes, sa fonction est d'instaurer des transactions commerciales bilatérales » (Callon, 2017, p.402-403)

¹⁵ Michel Callon est le fer de lance de la sociologie des agencements marchands et son ouvrage « L'emprise des marchés, comprendre leur fonctionnement pour pouvoir les changer » propose un panorama récent et complet des connaissances de ce courant de littérature. Il constitue notre référence principale pour l'ensemble de cette sous-section III.3.2

La littérature sur les agencements marchands souligne révèle la variété des paramètres qui doivent être réglés qu'une transaction bilatérale puisse avoir lieu. Elle identifie également les processus complexes dont ces réglages résultent. Par exemple, une chose devient progressivement une marchandise au travers d'un processus nommé la *passiva(c)tion*¹⁶. Pour *pass(activ)er* une chose, la littérature nous indique qu'il faut la rendre progressivement autonome vis-à-vis de ses concepteurs, cadrer le cours des actions qu'elle rend possible et enfin définir des droits de propriétés qui soient transférables (Callon, 2017, p.93-94). Un autre processus auquel s'intéresse la sociologie des agencements marchands est l'évaluation de la valeur des biens *pass(activ)és* par les agences (la sociologie des agencements marchands désigne les acteurs par le terme d'agences). La littérature souligne que ces agences sont *qualculatoires*, c'est-à-dire que leurs capacités d'évaluation quantitatif et qualitatif sont extrêmement outillées. Dans un agencement marchand, l'évaluation d'un bien marchand se fait au travers de la confrontation des outils de *qualcul*. Dès lors, la sociologie des agencements marchands appelle à étudier en détail les dispositifs *qualculatoires* pour comprendre les dynamiques de l'échange marchand (Callon, 2017, p.214). La sociologie des agencements marchand montre également que la formulation des prix (Callon, 2017, p.334), la rencontre entre une agence acheteuse et une agence vendeuse (Callon, 2017, p.223) ou la décision d'achat (Callon, 2017, p.268) sont à analyser comme des processus riches et variés.

Que nous dit la littérature des agencements marchands quant à la commercialisation d'une innovation ? Soulignons d'emblée que cette littérature présente la particularité de décrire l'ensemble d'un agencement marchand. Face à une commercialisation, la littérature va donc décrire à la fois l'acteur qui commercialise l'innovation, le client, l'ensemble des prescripteurs pouvant permettre que la rencontre ait lieu, les systèmes techniques sous-jacents... En d'autres termes, la littérature n'adopte pas le point de vue d'un acteur particulier. Néanmoins, c'est cet exercice que nous entendons mener dans cette thèse puisque nous nous sommes placés d'emblée du point de vue de l'acteur qui commercialise l'innovation. Si nous adoptons ce point de vue, la littérature nous apporte plusieurs éléments. Premièrement, elle signale que lors de la commercialisation d'une innovation, par définition, l'agencement marchand qui permettra le succès de cette dernière est encore à construire. Ainsi, le rôle de l'acteur en charge de la commercialisation serait celui de concevoir un agencement marchand. Néanmoins, deuxièmement, la littérature montre que cet exercice est extrêmement difficile. Elle montre en effet que les éléments à régler au sein de l'environnement pour concevoir un agencement marchand sont nombreux, variés et complexes. Un espace dans lequel le cours d'action de l'objet est non cadré, un outil *qualculatoire* défavorable, une perturbation du processus de décision d'achat, du processus de rencontre, ou du processus de fixation des prix sont ainsi autant de paramètres d'environnement qui peuvent entraîner l'échec d'une innovation. La littérature montre de plus que les moyens d'action disponibles pour l'acteur chargé de commercialiser une innovation sont bien plus nombreux que ceux évoqués par le marketing. Il peut chercher à *pass(activ)er* un objet, changer un

¹⁶ Les mots en italique dans le texte de cette sous-section correspondent à des néologismes proposés dans l'ouvrage de Michel Callon (2017)

outil *qualculatoire*, changer le processus de fixation des prix : tous ces éléments influent sur les agencements marchands et donc sur le succès final de l'innovation. Néanmoins, cette littérature ne clarifie pas l'action que pourrait suivre un acteur chargé de commercialiser une innovation, c'est à dire modifier un agencement marchand en sa faveur. Michel Callon défend l'idée qu'il est possible de mener une « ingénierie politique des agencements marchands », c'est-à-dire de piloter en partie la transformation des agencements marchands (Callon, 2017, p.434). Pour que cela soit possible, il insiste sur la nécessité d'un travail ad hoc et continu de théorisation (Callon, 2017, p.476). Ce résultat est néanmoins plus programmatique qu'opérateur car la description de l'ingénierie politique des agencements marchands est renvoyée à un prochain ouvrage. La nature de l'action collective qu'il est nécessaire de conduire pour modifier des agencements marchands est encore une question de recherche pour cette littérature.

La sociologie des agencements marchands va à l'encontre de l'hypothèse qui postule la possibilité d'anticiper l'ensemble des actions commerciales nécessaires au succès d'une innovation. Toute commercialisation d'une innovation nécessite de mettre en place de nouveaux agencements marchands et ces derniers étant si complexes, il est illusoire de penser qu'un acteur puisse tous les anticiper en amont de la commercialisation.

Néanmoins, cette littérature reste décevante pour qui souhaiterait, comme dans cette thèse, prodiguer des recommandations à un acteurs chargé de la commercialisation d'une innovation. En effet, cette littérature décrit les transformations des agencements a posteriori, sans pour autant en dégager des pistes pour qu'un acteur donné puisse contrôler cette transformation.

2.3 Synthèse : Mise en regard de la littérature de marketing et de sociologie de l'innovation

Nous proposons de synthétiser les littératures en marketing de l'innovation et en sociologie de l'innovation à partir d'un éclairage réciproque de l'une par l'autre.

Le marketing de l'innovation présente la commercialisation comme un problème d'optimisation paramétrique. La littérature identifie en effet un certain nombre de dimensions, comme le prix, la date de lancement ou l'intensité promotionnelle, qui sont toutes (i) actionnables au moment de la commercialisation et qui (ii) ont un effet sur le succès de l'innovation. L'enjeu de la commercialisation est donc de régler la valeur de ces paramètres afin d'optimiser le succès en tenant compte d'une contrainte de coût. La littérature sur le marketing est, de plus, capable d'émettre des recommandations sur chacune des dimensions (par exemple au travers de bonnes pratiques de promotion, de fixation des prix...) mais également d'explicitier comment créer des synergies entre ces dimensions. Du marketing de l'innovation, nous retenons donc l'existence de nombreux paramètres d'action pour une entreprise qui souhaite contribuer au succès de son innovation lors de la phase de commercialisation.

Néanmoins, l'efficacité des outils du marketing repose sur l'hypothèse qu'il est possible d'anticiper l'ensemble des activités commerciales qui vont permettre le succès de l'innovation.

Malheureusement, la sociologie de la traduction et celle des agencements marchands fournissent des arguments en défaveur de cette hypothèse. En effet, la sociologie de la traduction montre que lors de la commercialisation de certaines innovations, il existe de nombreuses dimensions inattendues dans l'environnement qui ont un effet négatif ou positif sur le succès de l'innovation. De plus, la sociologie des agencements marchands montre que les dimensions d'un agencement marchand sont très nombreuses et dépendantes d'acteurs variés. Il est donc impossible de toutes les anticiper. Ainsi, l'idée qu'il serait possible, à l'avance, d'anticiper l'ensemble des activités commerciales nécessaires au succès ne résiste pas à l'investigation empirique menée par la sociologie de l'innovation. En d'autres termes, l'approche paramétrique du marketing ne semble pas suffisante pour assurer le succès de certaines innovations.

La littérature sociologique donne un aperçu de la commercialisation d'une innovation telle qu'elle se fait. Elle donne ainsi à voir l'exigence du travail à conduire pour réussir à « mettre sur le marché » une innovation. Ainsi, plus que de coordonner une offre et une demande préétablie, le travail de commercialisation est celui de la construction d'agencements marchands, une structure dont la littérature nous indique la complexité. De plus, la littérature sociologique souligne la difficulté de l'activité de commercialisation d'une innovation. L'acteur qui a la charge de cette activité se retrouve à participer à un processus tourbillonnaire. De la littérature sociologique, nous retenons que commercialiser une innovation, c'est se confronter à un environnement inconnu, instable et complexe.

La littérature de sociologie décrit le travail de l'acteur chargé de la commercialisation d'une innovation comme une adaptation continue face à un environnement inconnu. Cette description présente l'avantage d'être fidèle aux transformations sociotechniques qui accompagnent la commercialisation d'une innovation. Néanmoins, au vu de la littérature marketing, elle apparaît peu adaptée pour constituer un cadre de gestion pour la commercialisation d'une innovation. En particulier, l'approche sociologique de l'adaptation continue ne semble pas adaptée pour la problématique de gestion d'Urigo. Prôner l'adaptation continue face à un environnement évolutif comporte en effet le risque d'une explosion des coûts. Contrairement à l'approche marketing dans laquelle les leviers d'action étaient clairement identifiés, la richesse de description de la sociologie ne permet pas de dégager des logiques gestionnaires qui permettent de faire face efficacement au caractère inconnu de l'environnement.

Nous constatons donc que (i) pour certaines innovations, il n'est pas possible d'anticiper l'ensemble des activités commerciales nécessaires au succès du fait du caractère inconnu de l'environnement dans lequel l'innovation s'insère et que (ii) une stratégie consistant à s'adapter continuellement à un environnement inconnu manque d'une logique d'efficacité. Dès lors, il est légitime de s'interroger sur l'existence d'une voie médiane : est-il possible de commercialiser de manière efficace une innovation dans un environnement inconnu sans recourir ni à une logique d'anticipation complète ni à une logique d'adaptation complète ?

La voie médiane que nous souhaitons explorer est celle de l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation. A l'image d'Urigo, qui a inventé la

modalité commerciale des Journées de l'Audition dans laquelle un commercial reste une journée avec un pharmacien, les entreprises pourraient concevoir des activités commerciales nouvelles et adaptées à l'environnement qu'elles découvrent. Une telle invention de nouvelles activités commerciales se démarquerait de la logique paramétrique du marketing. Il ne s'agirait plus de régler la valeur de quelques paramètres identifiés à l'avance mais bien de concevoir des paramètres nouveaux sur lesquels ils seraient possibles de jouer. Une telle invention de nouvelles activités commerciales se démarquerait aussi de la logique adaptative de la sociologie. Il s'agirait en effet pour les entreprises de mettre en place une ingénierie gérable chargée de concevoir de nouvelles activités commerciales. C'est cette voie médiane que nous explorons dans la section ci-dessous au travers de la question suivante : Que nous dit la littérature sur l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la phase de commercialisation d'une innovation ?

3 L'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation : les apports de la littérature de commercialisation et de l'innovation de business model

3.1 L'invention de nouvelles activités commerciales apparaît comme une question critique mais ouverte dans la littérature en commercialisation

Il existe très peu d'études académiques qui abordent la question de l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation. Les études que discutons ci-dessous proviennent en effet de champs hétéroclites. Elles sont néanmoins convergentes sur un point : l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation est une question qui se situe au front de taille de la recherche académique.

3.1.1 L'histoire du commerce et de la distribution témoigne de l'existence de processus d'invention de nouvelles activités commerciales

Constatons dans un premier temps qu'il existe de nombreuses études qui portent sur l'invention de nouvelles activités commerciales. En effet, la littérature sur l'histoire du commerce et de la distribution fournit d'innombrables exemples de processus ayant générés de nouvelles activités commerciales.

Prenons l'exemple du travail de Cochoy (1999) qui étudie le cas américain à partir du 19^{ème} siècle. Au travers de son étude, il montre qu'il existe un phénomène qu'il nomme « la valse des intermédiaires de vente ». De nouvelles figures commerciales apparaissent régulièrement – le marchand ambulant, le grossiste, le publicitaire – et prennent des rôles nouveaux dans des chaînes commerciales de plus en plus complexes. L'histoire de la distribution en France montre également que des activités de commercialisation sont régulièrement inventées pour s'adapter aux changements que rencontrent les entreprises. Par exemple, le travail de Meuleau (1993) nous apprend que face aux surcapacités de

production des années 1920, les entreprises industrielles de taille intermédiaire ont embauché et formé massivement des représentants de commerce pour remplacer des grossistes jugés peu loyaux. La réorganisation complète du réseau de distribution de ces entreprises s'est également accompagnée d'une transformation de la réclame : l'objectif visé par l'entreprise était de fidéliser le client plutôt que de le convaincre d'acheter ponctuellement un produit.

L'invention de nouvelles activités commerciales a un impact très fort sur la société en générale. En particulier, on peut constater que l'invention de nouvelles activités commerciales oblique les connaissances scientifiques du temps à évoluer. Par exemple dans les années 1960, l'invention du supermarché est l'occasion de renouveler les connaissances scientifiques sur les comportements de l'acheteur : c'est ainsi le moment où se développe de nouvelles stratégies pour augmenter la notoriété d'une marque (Barth, 2006). Suite à l'apparition du commerce en ligne au tournant des années 2000, il a fallu renouveler le corpus marketing pour qu'il soit adapté aux outils digitaux. Cette nouvelle forme de commercialisation est également à l'origine d'un travail scientifique nouveau sur la notion des business models (Amit, & Zott, 2001) qui a permis, comme nous le verrons, de penser des formes nouvelles de commercialisation.

Que nous apprend la littérature historique sur l'invention de nouvelles activités de commerciales lors de la commercialisation d'une innovation ? Deux éléments nous semblent important. Premièrement, la littérature historique témoigne de l'apparition régulière de nouvelles activités commerciales. Nécessairement, il existe donc des processus qui génèrent ces nouvelles activités. Ainsi, la littérature nous indique qu'il existe bien une activité de conception de nouvelles activités commerciales. Deuxièmement, néanmoins, on peut également constater que la littérature décrit ces processus d'invention comme nécessitant des efforts prolongés et l'implication de nombreux acteurs hétérogènes. Il faut en effet mener de nombreuses commercialisations pour que les changements historiques décrits adviennent. De plus, les activités commerciales créées sont génériques : elles s'appliquent à tout un ensemble d'innovations. On n'invente en effet pas le supermarché ou la vente par internet pour une seule innovation. Dès lors, la question de la pertinence de ce processus d'invention pour la commercialisation d'une seule innovation se pose : est-il possible d'inventer des activités commerciales lors de la commercialisation d'une seule innovation ? Quels sont alors les processus, les organisations et les méthodes associés ? Pour la littérature historique, ces deux questions demeurent en suspens.

3.1.2 La « discontinuité marketing » : inventer des activités commerciales, une difficulté pratique du lancement de nouveaux produits

L'approche historique est trop macroscopique pour nous renseigner sur les processus d'invention qui peuvent exister lors de la commercialisation d'une seule innovation. Néanmoins, comme nous le verrons, il existe très peu d'études qui étudie des projets singuliers de commercialisation. L'une de ces études est le travail mené par McNally et al (2010). Elle montre l'importance de la question de l'invention de nouvelles activités commerciales pour le succès d'une innovation.

L'étude de McNally et al (2010) analyse les facteurs qui influencent le succès d'une innovation lors de sa commercialisation. L'étude retient cinq facteurs : l'avantage produit, les protocoles projet, la discontinuité technique, la discontinuité client et la discontinuité marketing¹⁷. Nous n'allons discuter ici que des facteurs dit de discontinuité. La discontinuité technique désigne une situation dans laquelle la technologie du nouveau produit est nouvelle pour l'entreprise. Les auteurs se demandent donc si le fait que la technologie soit nouvelle pour l'entreprise la rend plus difficile à commercialiser une fois qu'elle est développée. La discontinuité client désigne le fait que le nouveau produit modifie les usages du client. Les auteurs se demandent donc si le fait que le client doit modifier son usage rend l'innovation plus difficile à commercialiser. Enfin, la discontinuité marketing est définie comme « *the potential discontinuity a product can generate in [...] firms' marketing processes* »¹⁸. Les auteurs précisent que les discontinuités marketing « *arise from operating in new marketing domains and result when, for example, the product category, competitors, distribution channels, or customers are unfamiliar to the firm* »¹⁹. En d'autres termes, la discontinuité marketing désigne une situation dans laquelle l'innovation oblige une entreprise à renouveler ses pratiques commerciales.

La notion de discontinuité marketing nous apparaît être à la fois originale et particulièrement pertinente pour cette thèse. En effet, être dans une situation de discontinuité marketing c'est constater que l'innovation que l'on doit commercialiser nécessite l'invention de nouvelles activités commerciales. En analysant le lien entre discontinuité marketing et succès commercial, l'étude pose donc la question de l'importance de l'invention de nouvelles activités commerciales dans le succès de l'innovation. A notre connaissance, cette recherche est la seule à analyser quantitativement ce type de variable.

Les résultats de l'étude de McNally et al (2010) sont que plus saisissants : en effet, parmi les trois discontinuités étudiées, la discontinuité marketing est celle qui, de loin, a le plus fort impact négatif sur la performance d'une commercialisation. L'étude montre que, ce qui a le plus fort impact négatif sur la performance de l'innovation au stade de la commercialisation, ce n'est pas la nouveauté technique du produit (discontinuité technique) ni la nouveauté du produit vis-à-vis du consommateur (discontinuité client), mais bien la nouveauté des activités marketing. En d'autres termes, McNally et al (2010) soulignent que ce qui est le plus dur pour l'entreprise au stade de la commercialisation, c'est bien d'inventer de nouvelles activités commerciales.

¹⁷ Notre propre traduction de "marketing discontinuity", "technical discontinuity" et "customer discontinuity"

¹⁸ Notre traduction : "la discontinuité potentielle qu'un produit peut générer [...] dans les processus marketing de l'entreprise"

¹⁹ Notre traduction : « les discontinuités marketing se présentent quand l'entreprise opère dans des domaines marketing nouveaux par exemple quand la catégorie de produit, les concurrents, les canaux de distribution ou les clients sont peu connus de l'entreprise »

3.1.3 Les difficultés liées à l'invention de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation

En étudiant la notion de discontinuité marketing, McNally et al (2010) constatent qu'il existe une difficulté pour les entreprises à inventer de nouvelles activités commerciales lors de la commercialisation d'une innovation. Que nous dit la littérature sur les causes de cette difficulté ?

Premièrement, la littérature confirme que l'invention de nouvelles activités commerciales lors d'une commercialisation est un processus difficile à mener et non linéaire. Aarikka-Stenroos et Lehtimäki (2014) montrent par exemple qu'aucun des six projets qu'elles ont étudiés n'a implémenté les activités commerciales initialement prévues. Chaque projet a en effet rencontré ce que les auteures nomment des obstacles majeurs qui ont conduit l'entreprise à modifier radicalement les activités commerciales mises en place. Les auteures montrent que le processus d'invention de nouvelles activités commerciales prend la forme d'allers-retours réguliers entre la stratégie marketing, des actions pour préparer le marché et les activités commerciales véritablement mises en place. Mattila (2017) témoigne également de processus d'invention de nouvelles activités commerciales particulièrement complexe. L'approche sociologique adoptée dans cette étude corrobore des éléments que nous avons évoqué plus haut puisque Mattila (2017) explique la complexité du processus d'invention par le nombre de parties prenantes externes à l'entreprise qui y participent.

Deuxièmement, la littérature nous indique que les processus d'apprentissage mis en œuvre lors de la commercialisation d'une innovation relèvent de logiques particulièrement exigeantes qui sont donc difficiles à mener Lynn, Morone, & Paulson (1996). Le travail de thèse de Julien Cusin (2006) - qui porte sur les apprentissages en situation d'échec commercial d'une innovation – pointe certaines de ces difficultés : l'auteur souligne ainsi que la pression sur les résultats des ventes amène une frénésie commerciale qui rend la mise en place d'une approche analytique difficile pour les acteurs de terrain (Cusin, 2006, p.310-312). Ces difficultés paralysent les acteurs qui échouent à mettre en place les actions correctives requises (Cusin, 2006, p.320-321). Un autre argument de la littérature expliquant la difficulté de l'apprentissage lors de la commercialisation d'une innovation consiste à faire remarquer que lors de la commercialisation d'une innovation de rupture, le « marché » n'existe pas encore : il s'agit donc de le créer (O'Connor & Rice, 2013b). Dès lors, l'apprentissage est particulièrement exigeant car les actions permettant de connaître le marché sont aussi celles qui le font naître (Storbacka & Nenonen, 2015). Afin d'illustrer ces difficultés, nous proposons dans l'encadré 3 ci-dessous un cas de discontinuité marketing qui montre que le caractère inconnu de l'environnement rend difficile l'invention d'une activité marketing aussi simple que la promotion de l'innovation.

Encadré 3 - La Fondue au Chocolat : un cas de discontinuité marketing où le caractère inconnu de l'environnement rend difficile l'invention d'activités de promotion

La *Fondue au Chocolat* est une innovation de Nestlé. Il s'agit également d'un exemple de discontinuité marketing qui illustre les difficultés qu'il peut y avoir à concevoir des activités commerciales. Nous nous appuyons ici sur le travail de Gapihan et Le Mestre (2008), deux étudiantes

des Mines de Paris, qui ont suivi une démarche exploratoire pour étudier la commercialisation de cette innovation.

La *Fondue au Chocolat* est lancée en 2006 pour diversifier les débouchés du chocolat de Nestlé Dessert. Ce produit est un pot de chocolat Nestlé Dessert à faire fondre au micro-ondes et se consomme en trempant dans le pot des fruits ou des gâteaux (cf figure 5 ci-dessous). Pour les équipes marketing, la proposition de valeur de cette innovation est de permettre d'organiser un moment convivial, autour d'un dessert au chocolat original, rapide et facile à préparer.

Avant sa commercialisation, la *Fondue au Chocolat* a fait l'objet d'une campagne de tests marketing pour estimer ses taux de pénétration et de réachat. Les résultats de ces tests ont convaincu les responsables du projet de la commercialiser. Au bout de quelques mois, l'analyse des ventes a néanmoins révélé un phénomène étonnant : alors qu'en France les résultats étaient décevants par rapport aux estimations, en Espagne, le produit tenait ses promesses. Une partie du travail des étudiantes a consisté à proposer une explication à ce phénomène. Leurs analyses, validées par l'entreprise, conduisent à rejeter l'hypothèse d'une différence culturelle qui ferait de l'Espagne un pays plus facile pour la commercialisation de la *Fondue au Chocolat*. Leurs conclusions soulignent qu'une activité commerciale anodine, conduite en Espagne mais pas en France, est critique pour la réussite de la *Fondue au Chocolat*.

Quelle est cette différence critique entre la France et l'Espagne ? L'étude révèle que pour un consommateur de 2006, la proposition de valeur portée par la *Fondue au Chocolat* n'était pas claire. Là où les responsables marketing pensaient que le consommateur voyait « *un dessert au chocolat original, rapide et facile à préparer permettant d'organiser un moment convivial* », le consommateur ne percevait qu'un « *moyen pratique de faire fondre du chocolat* ». Le prix était alors trop élevé comparé à la valeur ajoutée. Or, contrairement à la France, l'Espagne avait mis en place une campagne de publicité qui prescrivait fortement l'usage du produit, montrant que l'on pouvait y tremper des fruits et partager ce dessert (voir extrait de la publicité espagnole de la figure 5). Le consommateur espagnol était donc formé à un usage particulier du produit.

Gapihan et Le Mestre (2008) concluent que les tests marketing avaient rendu invisible la variable « *compétence du consommateur* ». En effet, ces tests demandaient explicitement aux testeurs de faire une « *fondue au chocolat* » avec le produit et de se prononcer sur son intention de réachat. L'équipe espagnole, en axant sa communication sur l'usage du produit, a restauré des conditions semblables au test. Gapihan et Le Mestre (2008) ne précisent pas si l'approche espagnole était délibérée mais souligne que l'équipe française, en n'intégrant pas cette dimension dans sa propre communication, subissait les conséquences négatives de la variable « *compétence consommateur* ».

Dans le cas de la fondue au chocolat, nous voyons donc que ce qui complique la conception d'une activité commerciale efficace, ce n'est pas la complexité de cette activité : faire une publicité est en effet une activité classique de Nestlé. La difficulté de la conception réside en effet dans le caractère inconnu de l'environnement qui masque la dimension sur laquelle il est pertinent de concevoir une nouvelle activité.



Figure 4 : Présentation de la fondue au chocolat (à gauche) et d'une publicité espagnole (à droite)

Dans la littérature, inventer de nouvelles activités commerciales apparaît donc comme un exercice difficile. Néanmoins, la littérature spécialisée déplore la quasi-absence d'étude sur les processus à l'œuvre durant la commercialisation d'une innovation et donc en particulier sur l'invention de nouvelles activités commerciales. Par exemple, O'Connor et Rice (2013b) soulignent, après les avoir passé en revue, que les cadres théoriques disponibles en sciences de gestion ne permettent pas d'analyser les mécanismes de création de marché à l'œuvre lors de la commercialisation d'innovations de rupture :

*Taken together, these theoretical perspectives suggest that scholarly understanding of new market creation **activities and decisions from within the firm, based on potential breakthrough opportunities, is in its infancy** (O'Connor & Rice, 2013b)*

(Aarikka-Stenroos & Lehtimäki, 2014) constatent quant à elles l'absence d'études consacrées à l'analyse de la commercialisation des innovations en tant que processus dans la littérature :

*Although research has suggested that the commercialization of Radical Innovations is more complicated than "just launch", requiring multiple activities and reassessments and that unsuccessful novel products can later achieve success, **none of the extant investigations focus on the complex process of commercialization**. Consequently, extant research offers limited theoretical conceptualization or managerial guidance on the dynamic evolving process by which firms commercialize innovative products. (Aarikka-Stenroos & Lehtimäki, 2014)*

Ce manque d'études n'est pas limité à la question de la commercialisation de nouveaux produits. En effet, comme en témoigne l'encadré 4 ci-dessous, il existe des appels pour renforcer la recherche sur les processus d'invention de nouvelles activités commerciales dans le cadre de l'innovation de services.

Encadré 4 – L'appel à des recherches sur l'invention de nouvelles activités commerciales dans le cas de l'innovation de service : le cas de l'industrie automobile

L'étude de Lenfle et Midler (2009) détaille un processus d'innovation de services dans l'industrie automobile. Elle illustre les difficultés à mener un processus d'invention de nouvelles activités commerciales ainsi que le manque d'études sur les processus à l'œuvre lors de la commercialisation d'une innovation.

Dans cette étude, les auteurs rendent compte à la fois de la phase de conception du service (la définition du service, le développement de l'infrastructure nécessaire à son fonctionnement...) et de la phase de commercialisation du service (comment le service est-il mis en place, comment évolue-t-il une fois lancé...).

Les auteurs mettent en lumière les difficultés rencontrées par l'équipe du projet pour associer des commerciaux aux processus de conception. Ces difficultés ont eu deux conséquences. Premièrement, lors de la phase de conception du service, l'équipe manquait de connaissances sur les activités commerciales menées en concession. Cela l'a amené à proposer des processus de vente du service inadapté, ce qui a participé à décrédibiliser le service auprès des équipes commerciales. Deuxièmement, une fois le service lancé, les difficultés d'interaction avec l'équipe commerciale ont gêné l'apprentissage sur des dimensions commerciales. Ainsi, les auteurs montrent que, grâce à un groupe projet chargé de gérer les retours d'expériences techniques, la performance du système technique sous-jacent au service s'est amélioré suite au lancement. Un tel groupe de projet n'a pas été mis en place sur la question des activités commerciales et les auteurs notent que la performance du système commercial était faible au lancement et l'est restée par la suite.

Lenfle et Midler (2009) concluent leur étude en appelant à des recherches sur les processus de conception des activités commerciales que ce soit dans l'univers de l'innovation de services mais également dans celui de l'innovation produit.

Dans la littérature, l'invention de nouvelles activités commerciales apparaît à la fois comme critique pour les entreprises et peu étudiée par la littérature académique. En d'autres termes, la question de la conception de nouvelles activités commerciales au moment de la commercialisation d'une innovation représente un trou pour la littérature en gestion.

Il semble que la littérature néglige la question de l'invention de nouveaux moyens d'action pour l'entreprise qui permettent de se mettre en rapport avec l'environnement. Nous constatons que la littérature sur la commercialisation des innovations butte sur la question de l'invention de nouvelles activités commerciales.

3.2 La littérature en innovation de business model suggère que l'invention de nouvelles activités commerciales lors d'une commercialisation a pour but l'établissement d'un écosystème viable

La littérature sur la commercialisation butte sur la question de l'invention de nouvelles activités commerciales. Nous proposons donc de nous tourner vers une autre littérature, celle de l'innovation de business model qui elle, a en partie abordé cette question. Dans cette littérature, le business model apparaît comme un objet sur lequel il est possible d'innover. Chesbrough et Rosenbloom (2002) montrent ainsi comment, en inventant de nouvelles activités commerciales, il est possible de valoriser des ruptures technologiques. Un cas emblématique est celui décrit par Sosna et al (2010) dans le cas de l'entreprise Naturhouse. Les auteurs montrent comment cette entreprise qui distribuait des compléments alimentaires en grandes surfaces a été confrontée à une crise qui l'a amené à modifier complètement ses activités commerciales. De producteur et distributeur de compléments alimentaires, Naturhouse est devenu en cinq ans une franchise à succès organisée autour de magasins opérés par un commercial et un nutritionniste. Les clients se rendent dans ces boutiques pour établir avec le nutritionniste des cures de complémentation personnalisées à partir des produits de l'entreprise. Cette organisation des activités de commercialisation apparaît comme une véritable innovation pour le secteur des compléments alimentaires et elle a permis à l'entreprise de connaître des taux de croissance exceptionnels dans un contexte morose pour ses concurrents.

La littérature sur l'innovation de business model présente de nombreux cas d'invention d'activités commerciales. Il s'agit également d'une littérature qui étudie les processus associés (Berends et al, 2016 ; McDonald et Eisenhardt, 2019). Que nous apprend-t-elle sur la commercialisation d'innovation et en particulier sur l'invention de nouvelles activités commerciales ?

3.2.1 Ce que la littérature en innovation de business model nous apprend sur l'invention de nouvelles activités commerciales

3.2.1.1 L'interdépendance des composants d'un business model

Dans la littérature, un business model est défini comme une configuration de composants qui rend compte de la manière dont une entreprise crée et s'approprie de la valeur. Osterwalder (2004) identifie neuf composants d'un business model : *la proposition de valeur* (qui est l'élément central d'un business model), *les activités, les ressources, les partenaires et la structure de coût* (qui sont les composants explicitant les mécanismes de création de valeur) et *les segments client, la relation client, les canaux de distribution et les sources de revenus* (qui sont les composants explicitant comment l'entreprise distribue et s'approprie une partie de la valeur créée). La représentation d'un business model n'est pas figée : la liste des composants varie en fonction de la recherche menée (Wirtz et al, 2016).

Au-delà de la représentation choisie, la littérature s'accorde pour souligner l'existence de nombreuses interdépendances entre les composants d'un business model. La littérature a très tôt noté que l'efficacité d'un business model était liée à la cohérence entre ses différents composants (Morris et al, 2005). Au contraire, toute incohérence entre composants nuit à la performance d'un business model (Lehoux et al, 2014). Etant donnée les fortes interdépendances entre composants, la littérature en innovation de business model note que les modifications dans un business model concernent souvent plusieurs composants simultanément (Demil et Lecocq, 2010 ; McGrath, 2010). Les

interdépendances au sein d'un même business model sont compliquées par le fait que les business models interagissent entre eux. Ainsi, au sein d'une même organisation, des synergies peuvent s'établir entre business models qui partagent les mêmes composants (Sabatier et al, 2010). Néanmoins, la littérature note également que la coexistence de deux business models au sein d'une même structure peut être délétère et déclencher des conflits internes d'affectation de ressources (Cavalcante et al, 2011 ; Chesbrough, 2010). Enfin, les business models interagissent entre eux au niveau écosystémique au travers de relations largement méconnues (Weiller et Neely, 2013).

La complexité de ces différentes interdépendances génère plusieurs difficultés pour un processus d'innovation de business model. Par exemple, ces interdépendances rendent difficile l'évaluation amont de la performance d'un business model (McGrath, 2010). Elles impactent également le raisonnement que tiennent les dirigeants (Schneckenberg et al, 2018) et les logiques d'apprentissages à mettre en œuvre pour modifier un business model (Berends et al, 2016 ; Brenk et al 2019).

Que nous apprend l'interdépendance des paramètres d'un business model sur la commercialisation d'une innovation ? Cette interdépendance suggère que la performance d'une nouvelle activité commerciale est liée à sa capacité à instaurer des rapports vertueux avec les autres activités commerciales et avec l'environnement de l'entreprise. En d'autres termes, la littérature sur l'innovation de business model alerte sur l'importance de la question des interdépendances entre paramètres lors de la commercialisation d'une innovation.

3.2.1.2 Le processus d'invention de nouvelles activités commerciales est également un processus cognitif

Dans la littérature, le business model apparaît comme un objet dual (Baden-Fuller et Morgan, 2010 ; Massa et al, 2017). Pour une partie de la littérature, le business model désigne un ensemble d'activités réelles menées par une entreprise pour créer et capturer de la valeur. Dans cette perspective, le business model est décrit comme un ensemble de routines (Cavalcante et al, 2011), d'artefacts (Doganova et Eyquem-Renault, 2009 ; Demil et Lecocq, 2015) ou d'activités (Zott et Amit, 2010). Une autre partie de la littérature présente le business model comme un objet cognitif (Furnari, 2015 ; Martins et al, 2015). Dans cette perspective, le business model est caractérisé comme une heuristique (Loock et Hacklin, 2015), une logique d'action (Teece, 2010) ou bien une représentation (Arend, 2013).

Cette nature duale est également présente dans la littérature sur l'innovation de business model. En effet, chaque perspective permet d'aborder des problématiques spécifiques de ce processus. Ainsi, les auteurs qui considèrent le business model comme un ensemble d'activités vont s'interroger sur les capacités (Teece, 2018), les logiques décisionnelles (Schneckenberg et al, 2017) et les processus (Bojovic, Genet et Sabatier, 2018) adaptés à une innovation de business model. Les auteurs qui considèrent le business model comme un objet cognitif vont plutôt aborder des questions comme les techniques qui permettent d'imaginer de nouveaux business models (Enkel et Mezger, 2013 ; Loock et Hacklin, 2015) et l'efficacité cognitive des outils de représentation de business models (Simonse, Badke-Schaub, 2015 ; Täuscher et Abdelkafi, 2017). Dans la littérature, ces deux perspectives ne

s'opposent pas. Au contraire, les études récentes suggèrent que l'efficacité du processus d'innovation de business model réside dans l'articulation de ces deux perspectives (Berend et al 2016, McDonald et Eisenhart, 2019).

Que nous apprend la dualité de l'objet business model sur la commercialisation d'une innovation ? Les littératures que nous avons mobilisées jusqu'ici ont beaucoup insisté sur les activités à mettre en place lors d'une commercialisation en négligeant l'aspect cognitif de ce processus. La littérature sur les business models suggère que la commercialisation d'une innovation, en particulier si elle nécessite l'invention de nouvelles activités commerciales, est un processus qui comporte une dimension cognitive critique.

3.2.1.3 L'invention de nouvelles activités commerciales a pour objectif l'établissement d'un écosystème qui permettra d'assurer le succès de l'innovation

Depuis une vingtaine d'années, de nombreuses études mobilisent la notion de business model pour renouveler les approches classiques de la stratégie (Massa et al, 2017). Demil, Lecocq et Warnier (2018) appartiennent à ce courant de recherche²⁰ et proposent dans ce cadre de distinguer l'environnement d'une entreprise de son écosystème. Comme nous allons le voir, cette distinction environnement / écosystème présente un intérêt analytique majeur pour la question de la commercialisation d'une innovation.

Pour Demil, Lecocq et Warnier (2018), l'environnement désigne « *les éléments à l'extérieur des frontières de l'organisation* »²¹. Ces auteurs rappellent que l'environnement est depuis longtemps une notion centrale en stratégie où il est considéré comme ayant une réalité ontologique. La stratégie fait en effet l'hypothèse que, d'une part, les éléments de l'environnement peuvent être décrits de manière objective et que, d'autre part, l'environnement d'une entreprise ne peut pas être modifié. Dans la littérature classique en stratégie, l'environnement est donc un ensemble de contraintes qui s'impose à l'organisation. Pour Demil, Lecocq et Warnier (2018) la notion de business model remet en cause le caractère ontologique de l'environnement d'une entreprise. En effet, la littérature montre que l'environnement auquel une entreprise est confrontée est en partie déterminé par le business model de cette entreprise. Lecocq et Demil (2006) montrent ainsi qu'au travers de son business model, une entreprise peut choisir les barrières à l'entrée qu'elle va affronter alors que dans une analyse stratégique classique, les barrières à l'entrée s'imposent à tout nouvel entrant sur un marché. Ainsi, pour Lecocq, Demil et Ventura (2010), la notion de business models montre que l'environnement n'est pas un ensemble de contraintes qui s'imposent à l'entreprise mais est un élément en partie choisi par elle.

²⁰ Pour d'autres travaux de Demil, Lecocq et Warnier sur l'articulation entre la notion de business model et la stratégie, le lecteur pourra se référer aux papiers suivants : Lecocq, Demil et Warnier, 2006 ; Lecocq, Demil et Ventura, 2010 et Demil, Lecocq et Warnier, 2013.

²¹ Notre traduction de « the elements outside organizational boundaries » (Demil et al, 2018, p.1215)

Pour rendre compte de ce constat, Demil, Lecocq et Warnier (2018) proposent de recourir à la notion d'écosystème, importée de la biologie dans le champ de la stratégie par Moore (1993). Demil, Lecocq et Warnier (2018) définissent l'écosystème d'une entreprise comme étant la partie de l'environnement avec laquelle elle interagit :

From a focal standpoint, the ecosystem may be defined as the part of the environment with which an organization interacts. (Demil, Lecocq et Warnier, 2018, p.1220)

La distinction entre l'environnement et l'écosystème permet de clarifier l'opération qu'effectue une entreprise lorsqu'elle change son business model : elle choisit l'écosystème avec lequel elle va interagir :

Depending on the choices concerning its business model, an organization will insert its activities into an existing ecosystem or participate in building a new one, defining which part of the environment is relevant for the organization. (Demil, Lecocq et Warnier, 2018, p.1222)

The environment that an organization faces (its ecosystem) is performed through its business model. (Demil, Lecocq et Warnier, 2018, p.1224)

La notion d'écosystème permet à Demil, Lecocq et Warnier (2018) de lever un paradoxe présent dans la littérature en stratégie. En effet, ces auteurs indiquent que, dans une même industrie, on observe parfois des disparités de performances très importantes. Ces disparités s'expliquent mal dans une approche stratégique qui adopte une approche ontologique de l'environnement : toutes les entreprises appartenant à la même industrie, elles sont toutes soumises au même environnement et donc, au premier ordre, leurs performances devraient être similaires. La notion d'écosystème permet de lever ce paradoxe. En effet, les entreprises d'une même industrie peuvent avoir adopté des business models différents et donc être confrontées à des écosystèmes différents, ce qui, in fine, explique la disparité de leurs performances. Demil, Lecocq et Warnier (2018) mettent ainsi en évidence que la performance d'une entreprise est déterminée par l'écosystème avec lequel elle interagit.

Chez Demil, Lecocq et Warnier (2018), l'écosystème désigne donc à la fois (i) les éléments de l'environnement avec lesquels l'entreprise interagit et (ii) les éléments de l'environnement qui déterminent la performance de l'entreprise. Réciproquement, les éléments qui n'appartiennent pas à l'écosystème d'une entreprise sont des éléments desquels l'entreprise est indépendante²² : il s'agit d'éléments de l'environnement (i) avec lesquels l'entreprise n'interagit pas et (ii) qui n'influent pas sur sa performance.

²² Demil, Lecocq et Warnier (2018) n'utilisent pas dans leurs différentes études la notion d'indépendance. Néanmoins, il nous semble qu'elle est présente tout au long du travail de ces auteurs. Par exemple, dire que le business model permet de sélectionner les acteurs importants pour l'entreprise (Demil, Lecocq et Warnier, 2006) est équivalent à dire que le business model sélectionne les acteurs dont l'entreprise souhaite se rendre indépendant. De même, dire qu'une entreprise adapte son business model pour éviter une loi est bien le signe d'une adaptation de business model pour se rendre indépendant de la loi Dewitte, Billow et Lecocq (2018).

Demil, Lecocq et Warnier (2018) soulignent qu'une fois l'écosystème défini, il peut contraindre progressivement le business model au travers par exemple d'un phénomène de dépendance au sentier. De plus, les écosystèmes sont en interaction entre eux au sein de l'environnement et peuvent donc évoluer.

Demil, Lecocq et Warnier (2018) synthétisent la distinction entre environnement et écosystème au travers de la figure suivante :

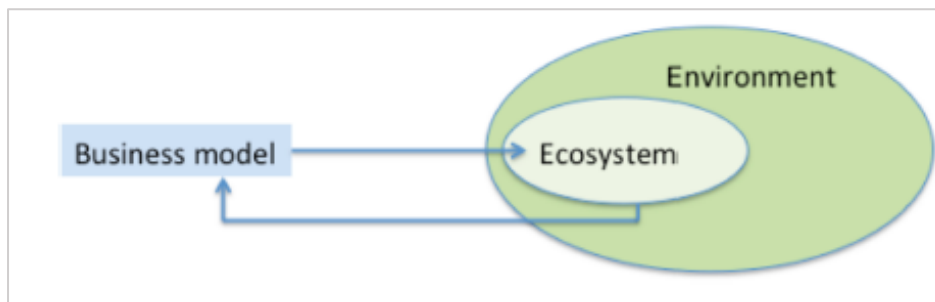


Figure 5 : la légende originale indique "the interactions between the business model of an organization, the ecosystem and the environment"

La distinction environnement / écosystème a été proposée dans le cadre de la littérature sur le business model. Néanmoins, cette distinction s'avère particulièrement intéressante lorsqu'on la transpose dans le contexte plus restreint de la commercialisation d'une innovation et de l'invention de nouvelles activités commerciales.

Premièrement, la distinction environnement / écosystème permet d'expliquer pourquoi la commercialisation de certaines innovations nécessitent l'invention de nouvelles activités commerciales. Jusqu'à présent, ce point demeurait mystérieux : nous constatons que certaines commercialisations donnaient lieu à l'invention de nouvelles activités commerciales. Néanmoins, nous ne pouvons pas expliquer pourquoi cette invention s'avérait nécessaire dans certains cas et pas dans d'autres. La notion d'écosystème permet d'éclairer cette question. En effet, Demil, Lecocq et Warnier (2018) indiquent que la modification du business model d'une entreprise modifie l'écosystème de cette dernière. Cela suggère que l'objectif de l'invention de nouvelles activités commerciales est de construire un nouvel écosystème. Ce point est cohérent avec l'existence de deux types de commercialisation : celles pour lesquelles il existe déjà un écosystème à même d'assurer le succès de l'innovation et celles pour lesquelles un tel écosystème est à construire. Dans le deuxième, la commercialisation donne lieu à l'invention de nouvelles activités commerciales.

Deuxièmement, la distinction environnement / écosystème permet de caractériser les difficultés auxquelles les entreprises se confrontent lorsqu'elles inventent de nouvelles activités commerciales. Elle rend en effet visible le fait qu'inventer de nouvelles activités commerciales, c'est concevoir de nouvelles indépendances avec des éléments de l'environnement. Acceptons l'hypothèse que l'invention de nouvelles activités commerciales ait pour but de construire un nouvel écosystème. Or, l'écosystème désigne précisément les éléments avec lesquels l'entreprise entretient une dépendance et réciproquement, les éléments hors de l'écosystème sont ceux desquels l'entreprise est indépendante.

Donc dire que l'entreprise construit son écosystème est équivalent à dire que l'entreprise se rend indépendant des éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème. On en déduit que l'invention de nouvelles activités commerciales a pour objectif de rendre l'entreprise indépendante des éléments de l'environnement. Or concevoir une indépendance avec un élément est une opération particulièrement exigeante comme le montre l'encadré ci-dessous. La distinction environnement / écosystème nous indique ainsi qu'inventer des activités commerciales, c'est concevoir des indépendances et fournit ainsi une explication théorique concernant les difficultés liées ce type d'invention.

Encadré 5– Illustration des difficultés à concevoir des indépendances : les efforts des grandes surfaces pour se rendre indépendantes de certaines dispositions législatives

Dewitte, Billow et Lecocq (2018) proposent une analyse historique des réactions des enseignes françaises de grande distribution face aux différentes législations les concernant. Cette étude permet de mettre en lumière les efforts importants que les entreprises consentent pour se rendre indépendantes d'un élément de leur environnement. Nous détaillerons dans cet encadré deux exemples.

Ils indiquent qu'en 1973, la loi Royer cherchait à réduire l'importance de ces enseignes. Cette loi subordonnait l'ouverture de supermarchés dont la surface excédait 1000m² à l'obtention d'une autorisation administrative locale. Cette loi avait été pensé dans le but de mieux contrôler l'implantation de supermarchés qui faisaient concurrence aux commerces de proximité. Dewitte, Billow et Lecocq (2018) indiquent que les enseignes de grande surface ont contourné la loi Royer grâce à deux adaptations de leurs business models : elles se sont mises à racheter leur concurrent et à ouvrir des points de vente de tailles inférieures à 1000m². Ainsi, la loi Royer montre que les entreprises adaptent leurs actions à partir d'une connaissance sur un élément n'appartenant pas à leur écosystème.

Les actions que l'entreprise peut mettre en place peuvent être particulièrement importantes. Dewitte Billow et Lecocq (2018) nous apprennent ainsi que, lorsque la loi a imposé un prix minimum que les enseignes de grande distribution devaient payer aux producteurs, ces dernières ont développé leurs propres filiales de production pour pouvoir proposer des prix plus bas que le prix fixé. Ainsi, certains efforts colossaux menés par une entreprise (développer ses propres filiales de production) s'expliquent par une connaissance sur un élément (la loi de fixation des prix) qui, à terme, n'appartient plus à l'écosystème (en créant leurs propres filiales de production, les entreprises se rendent indépendantes de cette loi).

La distinction environnement / écosystème permet de progresser dans notre compréhension de la commercialisation des innovations. Néanmoins, si nous devons la mobiliser pour formuler des recommandations à un responsable marketing chargé d'inventer de nouvelles activités commerciales, certains points resteraient à éclaircir.

Premièrement, remarquons que l'on demande maintenant au responsable marketing de créer des activités commerciales qui génèrent un nouvel écosystème. On est donc passé d'une situation dans laquelle les activités commerciales devaient participer au succès de l'innovation à une situation où elles doivent générer des effets particuliers au sein de l'environnement. Or, pour le moment, nous n'avons pas défini la nature des effets que l'on souhaite obtenir. En d'autres termes, nous n'avons pas explicité la nature de l'interaction que l'on souhaite obtenir avec l'écosystème. Nous nous interrogeons donc sur la nature des relations qu'une entreprise entretient avec son écosystème lors d'une commercialisation.

Deuxièmement, la manière dont un responsable marketing doit prendre en compte les éléments qui ne sont pas dans l'écosystème ne nous apparaît pas clairement. D'un côté, par définition, l'entreprise n'entretient pas d'interaction avec ces éléments. Donc a priori, le responsable marketing n'a pas à s'en soucier. Néanmoins la littérature précise également que les éléments qui n'appartiennent pas à l'écosystème sont des éléments qui n'influent pas sur la performance de l'entreprise. Or le fait que l'entreprise n'interagisse pas avec des éléments de son environnement ne garantit pas que ces éléments n'influent pas sur sa performance. Dès lors, il apparaît que la responsabilité du responsable marketing est de s'assurer que ces éléments n'influent pas sur le succès de l'entreprise. On s'attend donc à ce qu'ils soient très importants dans son raisonnement. Nous avons donc intérêt à clarifier le rapport de connaissances que le responsable marketing doit entretenir avec les éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème.

3.2.2 Les processus d'innovation de business models

Dans la littérature, plusieurs études proposent un processus d'innovation d'un business model (Sosna et al, 2010 ; Berends et al, 2016 ; McDonald et Eisenhardt, 2019). Ces différents processus suggèrent qu'il serait possible de mettre en place un processus d'invention d'activités commerciales lors d'une commercialisation. Néanmoins, comme nous allons le voir, ces différents processus ne sont pas suffisamment précis pour être directement applicables à la commercialisation d'une innovation.

L'une des premières études qui caractérise le processus d'innovation de business model est probablement celle de Sosna et al (2010) sur le cas NaturHouse. Sosna et al (2010) décrivent l'action menée par les responsables de NaturHouse comme un processus d'essai-erreur. Ils documentent en effet que, pour innover leur business model, les responsables de Naturhouse ont conduit de nombreuses expérimentations. Pendant près de 4 ans, ils ont ainsi implémenté plusieurs variantes de leur business model et mesuré leurs performances : ils ont modifié le lieu d'implantation du magasin, son espace de stockage, la nature des produits qui y était vendus, la compétence des employés... Sosna et al (2010) montrent que ces séquences d'essais-erreurs ont généré des apprentissages qui ont permis progressivement aux responsables de Naturhouse de converger vers un business model rentable.

En qualifiant le processus d'innovation de business model comme de l'essai-erreur, Sosna et al (2010) identifient-ils une logique d'action efficace, applicable à la commercialisation d'une innovation ? Qualifier la commercialisation comme un processus d'essai-erreur permet de souligner l'importance de l'expérimentation lors de la commercialisation d'une innovation. Néanmoins, la notion

d'essai-erreur demeure, à elle seule, insuffisante pour servir de logique d'action pour qui souhaiterait commercialiser une innovation. En particulier, Sosna et al (2010) n'abordent pas la question de la séquence d'expérimentations pertinentes dans une situation donnée. Dès lors, comment s'assurer d'une logique d'expérimentation convergente, c'est à dire d'une logique qui permet d'atteindre un business model pertinent ? Définir une telle logique d'expérimentation est compliquée, la littérature souligne d'ailleurs le risque de convergence dans un maximum local qui empêcherait d'atteindre la performance souhaitée (Andries et al, 2013). De plus, la littérature indique que la mise en place d'une expérimentation ne garantit pas de générer une connaissance pertinente. Comme le souligne Felin et al (2019), se lancer dans des expérimentations de business models sans stratégie sur ce que l'entreprise cherche à valider, c'est courir le risque de s'épuiser dans des expérimentations inutiles. A la lecture de l'étude de Sosna et al (2010), nous nous interrogeons donc sur ce que pourrait être une séquence d'expérimentations efficaces lors de la commercialisation d'une innovation.

L'étude de Berends et al (2016) analyse plusieurs innovations de business model et cherche à caractériser les processus associés. Dans cette étude, les auteurs distinguent deux types d'apprentissage : l'apprentissage cognitif et l'apprentissage expérimental²³. L'apprentissage cognitif désigne soit (i) une opération conceptuelle sur les composants d'un business model sans les implémenter, soit (ii) une implémentation de nouveaux composants d'un business model à partir d'analyses. L'apprentissage expérimental désigne soit (i) l'adaptation du business model existant à partir d'une performance constatée soit (ii) une expérimentation avec un objectif précis d'apprentissage. Berends et al (2016) constatent que les processus d'innovation de business model peuvent suivre deux logiques distinctes : une logique en dérive et une logique en saut²⁴. Dans un processus en dérive, l'entreprise conduit d'abord un apprentissage expérimental puis un apprentissage cognitif. Dans un tel processus, l'entreprise adapte localement son business model au vu des performances de ce dernier (apprentissage expérimental). Une fois le business model modifié localement, elle rentre alors dans une phase d'analyse (apprentissage cognitif) ayant pour objectif de déterminer l'intérêt de déployer les adaptations locales à l'ensemble de son business model. A l'inverse, dans un processus d'innovation de business model en saut, l'entreprise va d'abord conduire un apprentissage cognitif avant un apprentissage expérimental. Dans un tel processus, l'entreprise va imaginer une nouvelle proposition de valeur et déterminer les nouveaux éléments du business model qu'elle doit implémenter (apprentissage cognitif). Une fois muni conceptuellement d'un business model cohérent, elle va alors chercher à l'implémenter en l'adaptant pour tenir compte des contraintes qu'elle découvre (apprentissage expérimental).

En distinguant les processus en saut et des processus en dérive, Berends et al (2016) identifient-ils une logique d'action efficace, applicable à la commercialisation d'une innovation ? L'intérêt de la formalisation de Berends et al (2016) est de distinguer deux types d'apprentissage possible lors de la

²³ Nos propres traductions de « cognitive search » et de « experiential learning »

²⁴ Nos propres traductions de « drifting » et de « leaping »

commercialisation d'une innovation. Néanmoins, ces auteurs n'analysent pas les questions opérationnelles liées à ces apprentissages :

The organizations that executed the BM innovation trajectories were regarded mostly as a whole, ignoring any intra-organizational social dynamics and micro-institutional effects. [Moreover] we did not include performance as a variable in our analysis.

En d'autres termes, les auteurs n'ont pas analysé les questions de mise en œuvre des apprentissages cognitifs et expérimentaux ni articulé ces notions avec une question de performance. Dès lors, l'apport de la distinction entre un processus en saut et un processus en dérive apparaît limité pour un responsable marketing chargé de commercialiser une innovation. Pour rendre ces concepts utiles dans le cadre de la commercialisation d'une innovation, il serait intéressant de déterminer les outils et les méthodes permettant de conduire de tels apprentissages. Il serait également utile de comprendre comment articuler ces apprentissages de manière efficace.

L'étude de McDonald et Eisenhardt (2019) est consacrée à l'analyse du processus suivi par plusieurs start-up pour concevoir leurs business models. Ces auteurs ont constaté que les start-ups les plus efficaces suivaient un processus particulier qu'ils ont nommé le « parallel play ». Le « parallel play » est un processus séquentiel en trois étapes : « l'adjacent play », « le hand-on learning » et le « pause for reflexion ». Au début du processus, durant « l'adjacent play » McDonald et Eisenhardt (2019) constatent que les jeunes start-ups efficaces s'inspirent au maximum de l'environnement qui les entoure. Elles empruntent des idées aux autres start-ups concurrentes et positionnent leur proposition de valeur par rapport aux entreprises installées dont elles visent à termes les clients. Il s'agit pour ces jeunes start-up de bénéficier des bonnes idées de leurs concurrents tout en gardant à l'esprit que l'objectif est d'avoir une proposition de valeur qui dépasse celles déjà proposées par les entreprises installées. Durant la seconde étape du « hand on learning », McDonald et Eisenhardt (2019) constatent que les start-up efficaces testent les hypothèses principales de chaque business model qu'elles envisagent. L'objectif de cette phase est d'identifier un business model auquel la start-up va adhérer. Enfin, lors de la dernière phase, les start-ups efficaces « pause for reflexion ». Durant cette phase, elles implémentent le business model qu'elles ont identifié précédemment mais conserve un système d'activités relativement flexible. En d'autres termes, elles évitent d'implémenter des activités trop interdépendantes : cela induirait des rigidités et empêcherait la start-up de s'adapter rapidement. En effet, durant cette phase, l'entreprise continue à apprendre de manière passive et peut donc être amené à modifier son système d'activités. Dans leur étude, McDonald et Eisenhardt (2019) détaillent à chaque étape les pièges dans lesquels de jeunes start-up peuvent tomber et constatent que seules celles qui parviennent à mener le processus de « parallel play » obtiennent au final une performance satisfaisante.

Le « parallel play » constitue-t-il une logique d'action efficace applicable à la commercialisation d'une innovation ? Pour répondre à cette question, il convient de noter qu'il existe deux manières de considérer la commercialisation d'une innovation dans le cadre du « parallel play ».

Premièrement, il est possible de considérer que la commercialisation est une phase qui intervient une fois que l'entreprise a stabilisé un business model. Dans ce cas, la commercialisation correspond donc à la dernière phase du processus de « parallel play », le « pause for reflexion ». La commercialisation serait donc une étape où il faudrait garder un système d'activités sous-déterminé et constamment flexible. C'est une conclusion surprenante tant le marketing insiste sur l'idée que la performance d'une commercialisation réside dans l'interdépendance vertueuse entre les éléments du marketing mix. De plus, McDonald et Eisenhardt (2019) n'abordent pas la manière dont opérationnellement il est possible de maintenir son système d'activité flexible.

Deuxièmement, il est possible de considérer que la commercialisation d'une innovation est une phase qui nécessite de conduire l'intégralité du processus de « parallel play ». Là encore, cette approche est intéressante mais elle apparaît trop générale pour être appliquée dans le cas d'une commercialisation. Par exemple, le « parallel play » recommande de s'inspirer de ce que font les paires de la start-up (c'est à dire les autres start-ups). Cela sous-entendrait qu'il serait intéressant d'attendre de voir ce que d'autres entreprises font pour commercialiser une innovation similaire à celle dont on veut assurer le succès. Or, la rapidité d'exécution d'une commercialisation est une variable critique de son succès. De même, le « parallel play » suppose la capacité, lors de la phase de « hand on learning » de tester les hypothèses principales des business models que l'entreprise envisage d'implémenter. Néanmoins, McDonald et Eisenhardt (2019) n'explicitent pas comment opérationnellement conduire ces tests : comment un responsable marketing peut-il déterminer quelle hypothèse est principale ? Comment doit-il mener cette expérimentation ? Enfin, si le processus de « parallel play » invite les start-ups à « pausing for reflexion », il est compliqué d'imaginer ce que peut-être une pause réflexive dans le processus de commercialisation tant une approche analytique est compliquée à tenir lors de cette phase (Cusin, 2006). Les conclusions de McDonald et Eisenhardt (2019) ne semblent donc pas, à elles seules, être des guides pour l'action lors de la commercialisation d'une innovation. Néanmoins, elles invitent à se poser la question d'un processus de conception lors de la phase de commercialisation.

3.3 Synthèse : la littérature sur les business models explique certaines difficultés de l'invention de nouvelles activités commerciales

Qu'avons-nous appris sur la commercialisation d'une innovation grâce à la littérature en innovation de business model ? Premièrement, les réflexions théoriques sur les composants d'un business model laissent sous-entendre que la performance d'une nouvelle activité commerciale est liée aux interactions vertueuses qu'elle crée avec les autres activités commerciales. Deuxièmement, la nature duale du business model, à la fois activités de l'entreprise et modèle cognitif, nous apprend que la commercialisation d'une innovation est un processus opérationnel mais également un processus cognitif. Troisièmement, la distinction environnement / écosystème suggère que l'objectif de la commercialisation d'une innovation est d'instaurer un écosystème à même d'assurer le succès de cette dernière. Enfin, quatrièmement, les études sur les processus associés à l'innovation de business

model suggèrent qu'il serait possible d'organiser un processus d'invention de nouvelles activités commerciales.

La littérature sur les business model ne nous permet cependant pas directement de formuler des recommandations adaptées à un responsable marketing qui cherche à inventer de nouvelles activités commerciales. Nous avons ainsi montré que des questions telle que la relation qu'une entreprise entretient avec son écosystème lors d'une commercialisation ou le rapport de connaissance que le responsable marketing doit adopter vis-à-vis des éléments qui n'appartiennent pas à l'écosystème ne sont pas résolue par la littérature. De plus, les processus d'innovation de business model sont formulés dans des termes trop généraux pour être directement appliqués lors d'une commercialisation.

4 Synthèse de la littérature et questions de recherche

Avant de formuler nos questions de recherche, nous proposons un modèle du succès de la commercialisation d'une innovation afin de synthétiser la littérature mobilisée jusqu'ici.

4.1 Synthèse de la littérature au travers d'un modèle du succès de la commercialisation

4.1.1 Modèle du succès de la commercialisation d'une innovation

Supposons qu'une entreprise ait développé une innovation et souhaite la commercialiser.

Pour assurer le succès de son innovation, l'entreprise va mobiliser un certain nombre de leviers commerciaux. Dans notre modèle, nous nommons ces leviers commerciaux des paramètres d'action. Nous définissons un paramètre d'action comme une variable qui influence le succès de l'innovation et dont l'entreprise fixe la valeur au cours du processus de commercialisation. Nous notons \mathcal{A} l'ensemble des paramètres d'action d'une entreprise, A_i un paramètre d'action i spécifique de l'entreprise et a_i la valeur de ce paramètre d'action.

Le succès de l'innovation va dépendre d'éléments à l'extérieur des frontières de l'entreprise. Dans notre modèle, nous nommons ces éléments des paramètres d'environnement. Nous définissons un paramètre d'environnement comme une variable qui influence le succès de l'innovation mais dont l'entreprise ne peut pas fixer la valeur lors d'une commercialisation. Nous notons \mathcal{E} l'ensemble des paramètres d'environnement, E_k le paramètre d'environnement k et e_k la valeur d'un paramètre d'environnement.

Enfin, nous supposons que l'entreprise dispose d'une métrique indiquant si la commercialisation de l'innovation est un succès. En d'autres termes, il existe un espace mesurable \mathcal{S} indiquant le succès d'une innovation.

Ces notations étant posées, le succès d'une innovation se définit comme une fonction S , défini de l'espace $\mathcal{A} \times \mathcal{E}$ à l'espace \mathcal{S} . La figure ci-dessous rend compte de cette fonction :

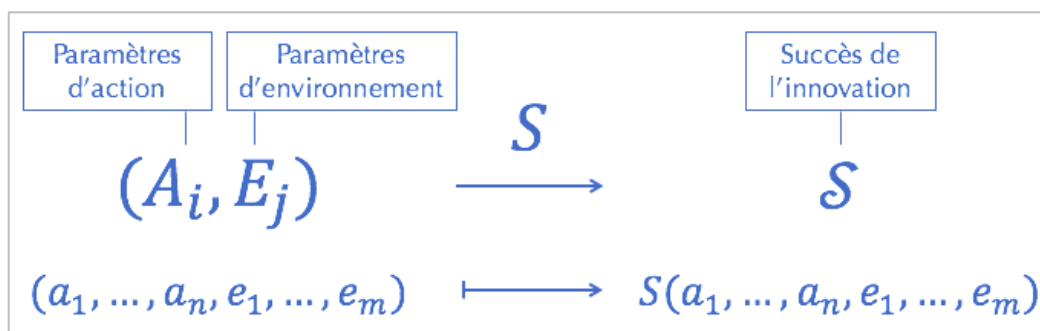


Figure 6 : Modèle du succès de la commercialisation d'une innovation

Dans ce modèle, la commercialisation d'une innovation apparaît comme une opération qui consiste à inventer de nouveaux paramètres d'action (étendre l'espace \mathcal{A}) et fixer la valeur des paramètres d'action dont une entreprise dispose (décider a_i pour un A_i donné).

4.1.2 Synthèse des apports et des limites des différents courant de littérature mobilisés sur la commercialisation des innovations

Pour synthétiser la littérature à partir du modèle ci-dessus, nous introduisons deux notations :

- La dépendance du succès vis-à-vis de certains paramètres. Dans le cas général, il est possible qu'un paramètre d'action A_i ou un paramètre d'environnement E_k n'est pas d'effet sur le succès d'une innovation. Dans ce cas nous utilisons la notion de dérivée partielle et notons respectivement que $\partial S / \partial A_i = 0$ et $\partial S / \partial E_k = 0$. A l'inverse, si un paramètre d'action A_i ou un paramètre d'environnement E_k a une influence importante sur le succès, nous notons respectivement $\partial S / \partial A_i \neq 0$ et $\partial S / \partial E_k \neq 0$.
- L'interdépendance entre paramètre. Certains paramètres d'action et d'environnement entretiennent une interdépendance avec d'autres paramètres d'action ou d'environnement. Dans ce cas, nous noterons $A_i \leftrightarrow E_k, E_k \leftrightarrow E_l$ ou $A_i \leftrightarrow A_j$

Ces notations étant posées, le tableau ci-après synthétise l'apport et les limites des différents courants de littérature que nous avons passés en revue sur la question de la commercialisation d'une innovation.

Littérature	Apports à la question de la commercialisation d'une innovation		Limites à la question de la commercialisation d'une innovation
Développement de nouveaux produits	La commercialisation est une phase autonome du processus d'innovation <u>Apport</u> : Il existe une fonction de succès S		Le succès de la commercialisation ne dépend que des phases antérieures <u>Hypothèse implicite</u> : pour tout i , $\partial S / \partial A_i = 0$ et pour tout k , $\partial S / \partial E_k = 0$
Diffusion de l'innovation	Le succès dépend de l'environnement <u>Apport</u> : Il existe $E_k \in \mathcal{E}$ tels que $\partial S / \partial E_k \neq 0$		Le succès ne dépend pas des activités commerciales <u>Hypothèse implicite</u> : tout i , $\partial S / \partial A_i = 0$
Marketing de l'innovation	Identification de leviers d'action ayant un impact sur le succès de l'innovation <u>Apport</u> : Description de l'ensemble \mathcal{A} et de $\partial S / \partial A_i (a_i) = 0$		La performance de l'approche marketing suppose que l'environnement n'influe pas sur le succès <u>Domaine de validité</u> : pour tout k , $\partial S / \partial E_k = 0$
Sociologie de la traduction	Les paramètres critiques de l'environnement sont inconnus <u>Apport</u> : Il existe $E_k \in \mathcal{E}$ inconnus tels que $\partial S / \partial E_k \neq 0$		Pas de principe d'action associé
Sociologie des agencements marchands	Complexité des agencements marchands réels <u>Apport</u> : \mathcal{A} et \mathcal{E} sont des espaces complexes ayant des interdépendances		<u>Limites</u> : Comment étendre l'espace \mathcal{A} ? Comment choisir les valeurs des a_i ?
Innovation de business model	Le succès dépend des interdépendances vertueuses entre paramètres <u>Apport</u> : importance pour le succès de $A_i \leftrightarrow E_k ; E_k \leftrightarrow E_l ;$ $A_i \leftrightarrow A_j$	L'objectif est d'établir un écosystème viable (Distinction Environnement /Ecosystème) <u>Apport</u> : L'objectif d'une commercialisation est d'établir $\mathcal{E}' = \{E_k \in \mathcal{E} \text{ tel qu'il existe } A_i \text{ tel que } A_i \leftrightarrow E_k \}$ tel que si $E_k \notin \mathcal{E}'$ alors $\partial S / \partial E_k = 0$	<u>Question</u> : Si $E_k \in \mathcal{E}'$, quelle est la nature de l'interdépendance $A_i \leftrightarrow E_k$? Ambiguïté de l'apprentissage avec des éléments hors de l'écosystème <u>Question</u> : Si $E_k \notin \mathcal{E}'$ quelle est alors la relation d'apprentissage sur E_k de l'entreprise ? Pas de processus applicable à la commercialisation <u>Question</u> : Quel processus pour générer \mathcal{E}' ?

4.1.3 Synthèse des questions ouvertes par notre revue de littérature à partir du modèle

Outre sa capacité de synthèse de la littérature, le modèle du succès de la commercialisation permet de formaliser les questions que notre revue de littérature a laissé en suspens.

La commercialisation d’une innovation a pour but l’établissement d’un écosystème à même d’instaurer le succès de l’innovation. L’écosystème est défini comme l’ensemble des éléments de l’environnement avec lesquels l’entreprise interagit et l’écosystème a la propriété de déterminer la performance de la commercialisation. Autrement dit, la commercialisation a pour but d’identifier un espace $\mathcal{E}' = \{E_k \in \mathcal{E} \text{ tel que il existe } A_i \text{ tel que } A_i \leftrightarrow E_k\}$ doté de la propriété pour tout $E_k \notin \mathcal{E}'$ alors $\partial S / \partial E_k = 0$. La figure suivante rend compte de cette situation que l’on souhaite obtenir à la fin de la commercialisation d’une innovation :

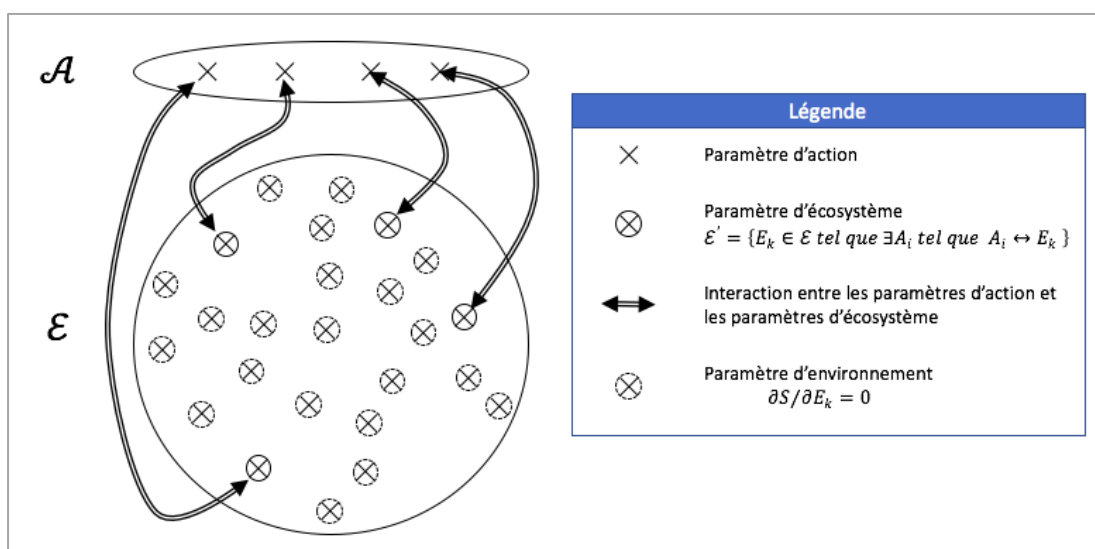


Figure 7 : Synthèse de l’apport de la notion d’écosystème à la commercialisation d’une innovation

Cette figure permet d’expliciter l’un des problèmes que nous posait la notion d’écosystème dans la section 3.2.1.3 de ce chapitre. D’un côté, par définition, les éléments de l’environnement qui n’appartiennent pas à l’écosystème sont ceux avec lesquels l’entreprise n’a pas d’interaction. Ils sont donc définis comme appartenant à l’ensemble E_k tels qu’il n’existe pas de A_i tel que $A_i \leftrightarrow E_k$. Néanmoins, ces éléments présentent également la propriété de ne pas influencer sur le succès d’une innovation. Ils ont donc la propriété suivante : pour tout $E_k \notin \mathcal{E}'$ alors $\partial S / \partial E_k = 0$. Or, ce n’est pas parce que l’on n’entretient pas de relation avec un élément qu’il n’a pas d’influence sur le succès d’une innovation. La notion d’écosystème n’est donc pas suffisante car elle n’explique pas à elle seule comment l’on passe de $E_k \notin \mathcal{E}'$ à $\partial S / \partial E_k = 0$.

Notre revue de littérature a déjà permis d’identifier deux pistes pour clarifier cette figure. Premièrement, comment caractériser la nature de l’interaction entre les paramètres d’action et les éléments de l’écosystème ? En d’autres termes, peut-on clarifier les relations $A_i \leftrightarrow E_k$ pour les $E_k \in \mathcal{E}'$? Deuxièmement, quelle est la nature de l’apprentissage mis en œuvre entre l’entreprise et les éléments qui n’appartiennent pas à son écosystème ? Autrement dit, que sait l’entreprise de la propriété « pour tout $E_k \notin \mathcal{E}'$ alors $\partial S / \partial E_k = 0$ » ?

Enfin, nous avons vu qu'il n'existe pas dans la littérature de processus permettant d'inventer de nouvelles activités commerciales afin de créer un écosystème viable pour une innovation. Autrement dit, la question suivante reste ouverte : quels sont les processus, les outils et les organisations permettant d'étendre l'espace \mathcal{A} de manière à créer \mathcal{E}' tel que pour tout $E_k \notin \mathcal{E}'$ alors $\partial S / \partial E_k = 0$, sachant qu'il existe des $E_k \in \mathcal{E}$ tels que $\partial S / \partial E_k \neq 0$ qui sont inconnus ?

4.2 Questions de recherche

4.2.1 Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer son succès ? Identification d'une situation de gestion particulière : la conception de milieu

Nous avons vu que l'invention de nouvelles activités commerciales avait pour objectif de constituer un écosystème. Néanmoins, nous avons également souligné que cette description était insuffisante pour guider l'invention de nouvelles activités commerciales. Nous proposons donc de clarifier l'objectif de l'invention de nouvelles activités commerciales au travers de la question de recherche suivante :

Question de Recherche n°1

Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ?

Comme nous le verrons, ces différentes questions nous amèneront à qualifier la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de « milieu ». Nous discuterons de l'articulation entre la notion de milieu et celle d'écosystème et montrerons que le milieu correspond à l'écosystème vu à partir d'une logique d'action.

4.2.2 Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation ? Caractérisation d'un espace d'action : la membrane de l'inconnu

Notre première question de recherche aura permis de caractériser la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception d'un milieu. Dans la deuxième partie de la thèse, nous nous intéressons à l'espace d'action qui permet à une entreprise de concevoir un milieu pour la commercialisation de son innovation. Pour caractériser cet espace d'action, nous répondrons à la question de recherche suivante :

Question de recherche n°2

Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation des innovations ?

Nous verrons que cette question nous amènera à définir l'espace d'action dans lequel une entreprise conçoit un milieu comme une « membrane de l'inconnu ». Nous présenterons quelques éléments sur les compétences nécessaires au fonctionnement de cette membrane, ainsi que les processus, les outils et les organisations qui y sont adaptés. Nous concluons la thèse en montrant que

la notion de membrane de l'inconnu possède un domaine de validité plus large que la seule commercialisation des innovations.

Synthèse Chapitre II

Notre revue mobilise les littératures de développement de nouveaux produits, de diffusion, de marketing, de sociologie et de business model pour montrer que **le succès de certaines innovations nécessite l'invention d'activités commerciales lors de leurs commercialisations**. De plus, nous montrons que ce processus d'invention est particulièrement difficile à gérer car il interroge la relation entre l'entreprise et un environnement externe partiellement inconnu.

Dans la majorité de la littérature, la commercialisation apparaît comme une simple phase d'implémentation sans enjeu majeur. La littérature considère en effet que la commercialisation ne contribue qu'à la marge à un succès plus volontiers attribué à l'excellence du développement technique et à la qualité des études marketing. De plus, son opérationnalisation est prise en charge par la littérature marketing au travers de nombreux outils et méthodes validées.

Néanmoins, la sociologie de l'innovation souligne que la commercialisation d'une innovation ne peut se résumer à une approche marketing même bien outillée. **Elle montre en effet que la commercialisation de certaines innovations est un processus dans lequel l'entreprise se confronte à un environnement partiellement inconnu**. L'acteur chargé de commercialiser une innovation ne peut pas anticiper l'ensemble des activités commerciales qui assureront le succès et doit donc en inventer de nouvelles au cours de la commercialisation. Or, **l'invention de nouvelles activités commerciales est un enjeu pour la recherche en gestion**. Bien que peu étudié, ce processus d'invention est en effet décrit comme non linéaire et mettant en jeu des apprentissages difficiles à mener par les entreprises.

La littérature en innovation de business models permet d'expliquer théoriquement ces difficultés. Demil, Lecocq et Warnier (2018) montrent ainsi que changer de business model c'est modifier l'écosystème de l'entreprise (l'écosystème étant ici défini comme l'ensemble des éléments de l'environnement avec lesquels l'entreprise interagit). Ainsi, cette littérature suggère que **l'objectif de l'invention de nouvelles activités commerciales est d'établir un écosystème au sein d'un environnement que l'on sait partiellement inconnu**. Néanmoins, la littérature en innovation de business modes ne permet pas d'expliquer comment générer un tel écosystème lors de la commercialisation d'une innovation. En effet, elle ne précise pas la nature des actions à conduire vis-à-vis de l'écosystème ni les apprentissages critiques à mener. De plus, les processus permettant d'innover sur un business model sont trop généraux pour guider l'action commerciale. Ce constat nous conduit à formuler une première question de recherche :

QR1 – Quelle est la nature de l'action à conduire lors de la commercialisation d'une innovation afin de constituer un écosystème capable d'assurer le succès de cette dernière ?

La thèse montrera que l'action de commercialisation peut se décrire comme une « conception de milieu » dont nous analyserons l'espace d'action associé au travers de la question suivante :

QR2 – Quels sont les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation des innovations ?

Partie II

Comment rendre le succès d'une innovation
indépendant d'un environnement inconnu ?

Caractérisation de la commercialisation d'une
innovation comme un processus de conception d'un
« milieu »

Chapitre III – La commercialisation comme une conception de milieu : étude de la figure historique des commis-voyageurs..... 88

1	Méthodologie – Analyse de la relation entre un commis-voyageur et sa maison	88
1.1	La figure du commis-voyageur : un terrain favorable pour identifier la nature de l'action menée lors d'une commercialisation	88
1.2	Analyser, dans des papiers académiques consacrés aux commis-voyageurs, l'articulation entre les actions commerciales d'une entreprise, son écosystème et son environnement	92
2	Résultats – Nature des relations que les maisons entretiennent avec leurs écosystèmes et nature des connaissances qu'elles développent sur des éléments qui n'appartiennent pas à leur écosystème	95
2.1	Les maisons entretiennent deux types de relation avec leur écosystème : l'endogénéisation et l'indépendantisation	95
2.2	Les maisons savent comment rendre leur succès indépendant d'éléments qui n'appartiennent pas à leur écosystème.....	99
2.3	Synthèse des résultats	102
3	Rendre compte de la logique d'action visant à rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème : Caractérisation de la commercialisation comme une conception de milieu	104
3.1	Pertinence de la distinction environnement / écosystème pour décrire des situations opérationnelles de commercialisation.....	104
3.2	La figure du commis-voyageur clarifie la nature des relations entre l'écosystème et l'entreprise ainsi que les connaissances que l'entreprise possède sur des éléments hors de son écosystème ..	105
3.3	Le milieu : compléter la notion d'écosystème par la logique d'action qui permet de rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème	108

Synthèse du chapitre III.....111

Chapitre IV – Discussion de l'articulation entre la notion de milieu et celle d'écosystème à partir des sciences du vivant112

1	La notion d'écosystème dans les travaux d'Holling et la notion de milieu dans les travaux d'Uexküll.....	112
1.1	La notion d'écosystème et le travail de Crawford Stanley Holling	112
1.2	La notion de milieu et le travail de Jakob Von Uexküll	116
1.3	Synthèse – Intérêt du recours à la notion de milieu dans le cas de la commercialisation des innovations.....	120
2	Discussion – La commercialisation comme un processus de conception de milieu	121
2.1	Correspondance entre la notion de milieu proposée par Uexküll et l'objet à concevoir par une entreprise lors de la commercialisation d'une innovation	121
2.2	Discussion – La commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu au regard de la littérature	123

Synthèse Chapitre IV128

L'enjeu de cette partie est de caractériser la nature de l'action lors de la commercialisation d'une innovation. En particulier, suite à notre revue de littérature, nous souhaitons clarifier la nature des interactions entre l'entreprise et son écosystème ainsi que le rapport d'apprentissage que l'entreprise entretient avec des éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème.

Pour éclairer ces deux éléments, nous aurions pu nous plonger directement dans les cas du groupe Uργο. Néanmoins, cette approche présentait plusieurs inconvénients vis-à-étant données les observables que nous souhaitions analyser. Premièrement, nous souhaitions être sûr d'étudier une action de commercialisation. Or, la vie des projets chez Uργο fait que, lors de certaines commercialisations, le produit innovant est modifié, processus que nous n'abordons pas dans cette thèse. Deuxièmement, nous souhaitions analyser les interactions entre une entreprise et son écosystème. Or Uργο évolue dans l'univers complexe de la santé, ce qui rend difficile l'observation de son écosystème. Troisièmement, nous souhaitions avoir accès aux apprentissages lors d'une commercialisation. Or, même si Uργο innove souvent, le nombre de commercialisations nécessitant un apprentissage important sur l'environnement reste faible.

Ces différentes contraintes nous ont conduit à proposer une étude sur la figure historique du commis-voyageurs du 18^{ème} et du 19^{ème} siècle. Le commis-voyageur est chargé par un fabricant, généralement désigné par le terme de maison, de la promotion et de la vente de ses produits dans des contrées lointaines. Cette relation de gestion particulière entre un commis et sa maison facilite l'observation de nos différentes grandeurs d'intérêt. En effet, nous sommes sûr d'observer une commercialisation car le produit n'est pas modifié par la maison. De plus, la figure du commis rend facilement identifiable l'écosystème : il s'agit de l'ensemble des éléments avec lequel le commis interagit. Enfin, la séparation entre la maison et le commis rend visible les apprentissages de la maison. Cette dernière entretient en effet une intense correspondance avec ses commis soit pour leur demander des renseignements (apprentissage) soit leur donner des ordres (conséquence d'un apprentissage).

Dans le **chapitre III**, nous conduisons donc cette analyse historique sur les commis-voyageurs. A partir de cette étude, nous montrons que l'enjeu d'une commercialisation n'est pas seulement de constituer un écosystème mais consiste également à établir des interactions avec cet écosystème de manière à rendre le succès indépendant des éléments qui n'appartiennent pas à l'écosystème. Sur la base de ce résultat, nous proposons de caractériser la commercialisation comme un processus de conception de « milieu ».

Dans le **chapitre IV**, nous discutons de la notion de milieu et évaluons sa pertinence pour la caractérisation de la commercialisation d'une innovation. Pour cela, nous discutons les travaux de Crawford Stanley Holling (1930-2019) et Jakob von Uexküll (1864-1944). Holling (1973), respectivement spécialistes de la notion d'écosystème et de la notion de milieu. Nous en concluons que le milieu est une notion utile pour notre recherche et que la « conception de milieu » rend bien compte de la nature de l'action conduite durant la commercialisation d'une innovation.

Chapitre III – La commercialisation comme une conception de milieu : étude de la figure historique des commis-voyageurs

Dans ce chapitre, nous proposons une analyse de la figure historique du commis-voyageur du 18^{ème} et du 19^{ème} siècle. Contrairement aux marchands dont ils sont les descendants, les commis voyageurs travaillent pour un fabricant unique qui les charge de promouvoir et écouler sa propre marchandise. Les commis-voyageurs sont donc les ancêtres de nos commerciaux actuels même si nous verrons qu'ils effectuaient des tâches diverses bien au-delà de la vente et de la promotion.

Dans ce chapitre, nous montrons que l'analyse de la figure historique du commis-voyageur offre un point d'observation original et fécond pour comprendre la nature de l'action menée par une entreprise vis-à-vis de son environnement lors de la commercialisation d'une innovation. Le matériel empirique que nous utilisons pour mener cette analyse est constitué d'un ensemble de papiers scientifiques sur les commis-voyageurs issus de revues à comité de lecture. Notre analyse montre que définir la commercialisation comme une phase de construction d'un écosystème n'est pas entièrement satisfaisant. En effet, cela a tendance à masquer une logique d'action particulière que notre étude révèle, et qui consiste à instaurer des interactions avec des éléments de l'écosystème pour rendre le succès indépendant d'éléments qui n'appartiennent pas à l'écosystème. Pour rendre compte de manière plus précise de cette logique d'action, nous proposons de considérer la commercialisation comme une phase dans laquelle l'entreprise conçoit ce que nous nommerons son « milieu ».

1 Méthodologie – Analyse de la relation entre un commis-voyageur et sa maison

Nous présentons notre méthodologie en deux temps. Premièrement, nous présentons la figure des commis-voyageur et montrons qu'elle est un terrain d'étude favorable de la relation entre une entreprise et son environnement lors d'une commercialisation. Deuxièmement, nous détaillons l'approche analytique que nous avons menée sur cette figure historique.

1.1 La figure du commis-voyageur : un terrain favorable pour identifier la nature de l'action menée lors d'une commercialisation

1.1.1 Les commis-voyageurs : une figure historique de commerce oubliée

S'il on peut trouver lui trouver des précurseurs dès le 16^{ème} siècle (Orlandi, 2012), le commis-voyageur est une figure du commerce qui apparaît dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle et qui devient incontournable au cours du 19^{ème} siècle (Bartolomei, Lemerrier et Marzagalli, 2012). Barrière (2012) donne la définition suivante du commis-voyageur :

« Commis-voyageur : intermédiaire sans assignation géographique permanente – à ceci près qu'il doit généralement élire domicile près du siège social de l'entreprise qui l'emploie –, il reçoit [...] la liste des clients à visiter dans une zone déterminée pour chaque tournée et en rend compte à la fin (et en principe aussi par

un rapport quotidien) ; les ordres passés doivent normalement être confirmés par le siège, sauf exception ; il touche une commission (en pourcentage de l'ordre de vente ou d'achat), parfois complétée par un fixe, et ses frais professionnels sont payés par l'entreprise [...] ; exceptionnellement, il est [...] intéressé par un pourcentage (faible) à s'assurer de la solvabilité du client. Il dépend généralement d'un seul employeur. » (Barrière, 2012, p168-169)

Le commis-voyageur effectue donc des voyages financés par un producteur – nous le désignerons par la suite comme une maison, en accord avec les études sur le sujet - qui le charge de promouvoir et de vendre ses produits. Les commis-voyageurs représentent tout type de maisons comme en témoigne la variété des produits qui sont promus par leur soins : des draps (Gayot, 1998, p.399-405), des livres (Darnton, 2018) ou des mouchoirs (Chevalier, 1997) au cours du 19^{ème} siècle puis des machines à écrire (Gordon, 2008), des harmonicas (Berghoff, 2001) ou des médicaments (Kim, 2019) au début du 20^{ème}.

Historiquement, la singularité des commis voyageurs par rapport aux autres figures du commerce leur est éponyme : un commis voyageur est un intermédiaire qui voyage tout en restant au service exclusif d'une maison. En cela, le commis-voyageur est l'héritier de deux autres figures historiques des échanges commerciaux : le colporteur et le négociant à la tête d'un réseau de correspondants (Friedman, 2012). Le colporteur voyage pour promouvoir des produits mais il agit pour son propre compte et se fournit auprès de nombreux fabricants, qui n'était pas encore désignée par le terme de « maisons ». Le négociant est quant à lui spécialisé dans un type de marchandises précis et les écoule grâce à un réseau patiemment entretenu de correspondants. D'après Bartolomei, Lemerrier et Marzagalli, (2012) les commis-voyageurs apparaissent à une époque charnière pour les économies modernes et accompagnent «*la constitution de vastes marchés unifiés en Europe et en Amérique, la rationalisation de l'organisation des firmes, la formation de la classe moyenne et le mouvement de dépersonnalisation des relations économiques* » (Bartolomei, Lemerrier et Marzagalli, 2012, p.8). Ce mouvement d'unification des marchés se poursuit au début du 20^{ème} siècle et est parachevé par la systématisation de la réclame et l'apparition du marketing qui éclipsent progressivement le commis-voyageur en tant que figure phare du commerce de l'époque. Aujourd'hui, le commis-voyageur n'apparaît plus que comme un lointain ancêtre des VRP (Voyageur Représentant Placier)²⁵.

Les relations qu'entretiennent les commis-voyageurs avec leur maison sont de nature variée. Les commis-voyageurs s'engagent sur des temps plus ou moins long : certains n'effectuent qu'une seule tournée au service de leur maison, d'autres y passeront toute leur vie. D'autres enfin font partie de la famille propriétaire de la maison et deviennent commis-voyageurs dans le but de se former avant de prendre les rênes de l'entreprise. La rémunération des commis-voyageurs diffère selon les cas : durant le 19^{ème} siècle, leurs frais de voyages sont couverts par l'entreprise qui les paye à la commission,

²⁵ Le placier est une autre figure du commerce qui jouit d'une autonomie beaucoup plus faible que le commis-voyageur car il est « dans la place », c'est-à-dire dans le marché ou la fabrique de son employeur. Il reçoit les bons de commandes et les suit. Nous n'entrerons pas dans les détails de la sémantique et des différents termes désignant les intermédiaires commerciaux, le lecteur intéressé trouvera des indications utiles dans (Barrière, 2012, Delétang et al, 2012) pour le français et dans (Friedman, 2012) pour l'anglais

l’affirmation des droits des travailleurs de la fin du 19^{ème} siècle conduira progressivement les commis-voyageurs à être salariés de leur maison avec une part d’intéressement aux ventes qui reste importante (Barrière, 2012). Le commis étant le représentant d’une maison, plusieurs éléments matériels formalise ce lien. Les commis sont généralement munis de lettres de recommandation qu’ils présentent à leurs clients. Ils disposent également de catalogues, de passeports financés par leur maison pour des voyages à l’étranger, de lettres contenant des reconnaissances de dettes ou des ordres de paiement, des échantillons voir des marchandises. Outre la vente et la promotion des produits de leur maison, les commis-voyageurs sont chargés de différents rôles. Ils peuvent recouvrer des dettes pour le compte de leur maison, superviser la livraison des marchandises, ou encore faire de la prospection et remonter des indications quant aux besoins des clients.

Dans la littérature en science sociale ainsi qu’en histoire, le commis voyageur est une figure historique peu connue et peu étudiée. Bartolomei, Lemarcier et Marzagalli (2012) considèrent même qu’il s’agit d’une figure « inconnue des sciences sociales ». Le commis-voyageur apparaît plus volontiers comme une figure appartenant à un fond culturel commun, transmis par petites touches au travers d’œuvre littéraire. La référence la plus évidente est probablement celle de la pièce d’Arthur Miller, « Mort d’un commis voyageur » publiée en 1949 avec comme titre original « Death of a Salesman ». Ce recours direct à la figure du commis voyageur au milieu du 20^{ème} siècle est probablement une exception tant l’utilisation de cette figure dans la littérature est plutôt l’apanage du 19^{ème} siècle (French et Popp, 2008, Bartolomei, Lemarcier et Marzagalli, 2012). Le commis voyageur est alors une figure ambivalente, synonyme de progrès mais moquée pour son inculture, son appartenance à une classe sociale défavorisée et sa cupidité (Bartolomei, Lemarcier et Marzagalli, 2012). Cette ambivalence est particulièrement visible en France à l’aube du 20^{ème} siècle où le commis-voyageur allemand est à la fois un exemple à suivre pour redresser l’économie du pays (Marin, 2012) et un espion avide de destruction comme le présente la figure 9 ci-dessous :



Figure 8 : Recto-verso représentant un commis-voyageur allemand en 1919 accusé d’espionnage et qualifié de patelin et de cauteleux (Source : Gallica)

Dans l’imaginaire collectif, est restée une figure du commis-voyageur plutôt péjorative et déterminée à vendre ses produits quitte à user d’entourloupes diverses (voir figure 10 ci-dessous). Les différents spécialistes du domaine sont en revanche unanimes pour déplorer le manque de

connaissances scientifiques sur cette figure alors que le commis-voyageur apparaît comme un maillon important pour comprendre la naissance de l'entreprise moderne (Friedman, 2008, Bartolomei, Lemarcier et Marzagalli, 2012).

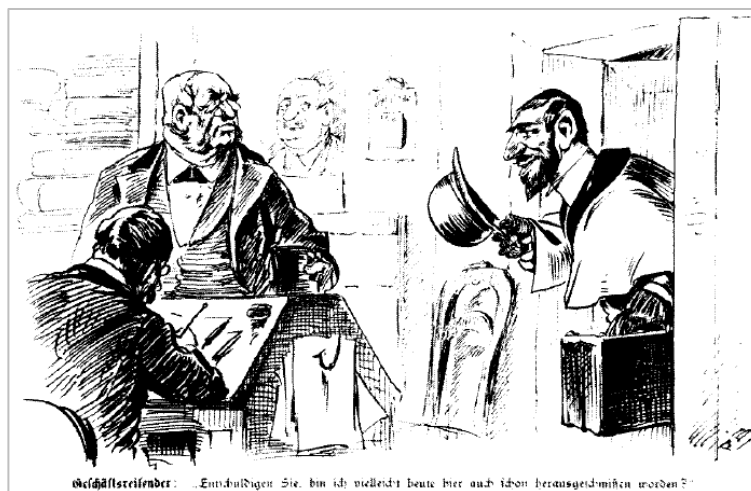


Figure 9 : Dessin satirique du journal *Nebelspalter*, 1895 : Commis : « Excusez-moi, me suis-je déjà fais chasser d'ici aujourd'hui ? (Extrait de (Rossfeld 2008), traduction par l'auteur)

1.1.2 Les commis-voyageurs : un cadre empirique en accord avec notre cahier des charges

Pour étudier la figure historique du commis-voyageur, nous avons analysé six papiers scientifiques publiés dans des revues d'histoire industrielle à comité de lecture qui rendent compte de la relation entre une maison et ses commis. Ce matériel de recherche présente plusieurs caractéristiques qui en font un terrain favorable à l'analyse de l'action menée par une entreprise vis-à-vis de son environnement lors d'une commercialisation.

Soulignons dans un premier temps qu'au travers de l'étude de ces papiers scientifiques, nous accédons à un matériel empirique adapté à notre question de recherche. Premièrement, l'action menée par une maison au travers de ses commis-voyageurs est bien une action de commercialisation telle que nous l'avons définie dans cette thèse. Pour rappel, nous souhaitons étudier une action qui (i) a pour but d'assurer le succès d'un produit mais qui (ii) ne consiste pas en une modification de ce produit. Ce double critère correspond bien au rôle que les maisons donne aux commis-voyageurs : ceux-ci se voient confier la promotion et la vente d'un produit que d'autres se sont chargés de concevoir et de produire. Deuxièmement, nous souhaitons étudier comment les activités commerciales contribuent au succès d'une innovation. Or les papiers scientifiques que nous mobilisons analysent sur le long terme, la relation entre une maison et ses commis. Si les maisons analysées ont réussi à maintenir sur le long terme des commis-voyageurs, c'est que, d'une manière ou d'une autre, leurs actions de commercialisation présentaient une forme de performance.

La situation de gestion qui relie le commis-voyageur et sa maison présente deux caractéristiques. Premièrement, il s'agit d'une relation à distance dont les historiens garde la trace au travers de la correspondance fournie que les commis-voyageurs et leurs maisons entretenaient. Deuxièmement,

c'est une situation dans laquelle l'acteur prescripteur de l'action de commercialisation (la maison) est distinct de l'acteur qui conduit l'action de commercialisation (le commis-voyageur).

On peut remarquer que cette situation de gestion à distance assure la richesse du matériel empirique. En effet, la correspondance entre les commis-voyageurs et leur maison étant particulièrement fournie, les historiens peuvent produire des descriptions précises de la relation entre les maisons et leurs commis.

Notons, de plus, que cette situation de gestion est particulièrement adaptée à la question de recherche que nous nous sommes posés. En effet, rappelons qu'au travers de notre question de recherche nous cherchons à savoir (i) si la distinction environnement / écosystème est pertinente pour la commercialisation d'une innovation, (ii) quelle est la nature de la relation entre l'entreprise et son écosystème et (iii) quelle est la nature des apprentissages que l'entreprise conduit sur les éléments n'appartenant pas à son écosystème. Or les actions commerciales menées vis-à-vis de l'écosystème sont faciles à isoler puisqu'elle ne relève d'un seul acteur : le commis-voyageur. De même, l'acteur menant l'apprentissage est ici facilement isolable puisqu'il s'agit de la maison. De plus, la correspondance générée par la séparation entre les commis-voyageurs et leurs maisons nous donne accès aux différentes variables d'intérêt. Si la maison a des directives précises ou si le commis a des interrogations concernant l'action à conduire vis-à-vis de l'écosystème cela apparaîtra dans la correspondance. De même, si la maison mène un apprentissage particulier, celui-ci ne peut passer que par le commis et donc par la correspondance. En d'autres termes, la correspondance entre les commis et leurs maisons est un instrument d'observation particulièrement adapté à notre question de recherche.

Enfin, signalons que la figure des commis-voyageurs est antérieure à l'avènement du marketing. Or le marketing est une science qui parle précisément du rapport entre l'entreprise et son environnement. Le vocabulaire du marketing pourrait ainsi avoir un effet de biais concernant la manière dont les acteurs décrivent les actions qu'ils mènent afin de régler le rapport entre l'entreprise et son environnement. Ici, ce biais n'existe pas car nous étudions une action de commercialisation dans laquelle les acteurs ne peuvent se référer aux notions marketing pour la bonne raison qu'elles n'existent pas encore.

Ainsi, la figure du commis-voyageur apparaît comme un terrain d'étude favorable pour identifier la nature de l'action menée par une entreprise vis-à-vis de son environnement lors de la commercialisation d'une innovation.

1.2 Analyser, dans des papiers académiques consacrés aux commis-voyageurs, l'articulation entre les actions commerciales d'une entreprise, son écosystème et son environnement

Nous avons annoncé que nous avons réussi à rassembler six papiers scientifiques publiés dans des revues d'histoire industrielle à comité de lecture qui détaillent sur un temps long, la relation entre une

maison et ses commis-voyageurs. Ces papiers constituent le matériel de recherche principal. Cette section présente le protocole que nous avons suivi pour les rassembler et pour les analyser.

1.2.1 Collecte des données empiriques : une revue des papiers académiques sur les commis-voyageurs

Pour collecter notre matériel empirique, nous avons suivi un protocole comportant deux étapes. Premièrement, nous avons fait une recension exhaustive des articles académiques en histoire traitant des commis-voyageurs. Deuxièmement, nous avons passé en revue ces articles pour ne retenir que ceux décrivant la transformation du système commercial d'une maison induite par l'arrivée d'un commis-voyageur. Nous nous assurons également que les articles présentaient une richesse descriptive suffisante pour conduire notre analyse. Ces deux étapes sont détaillées ci-dessous.

Pour tendre vers l'exhaustivité, nous avons cherché de manière systématique les revues académiques internationales d'histoire industrielle à comité de lecture. Nous avons identifié quatre revues anglophones - Business History, Business History Review, Enterprise and Society, et Management and Organizational History – et une revue francophone – Entreprise et Histoire. Entreprise et Histoire a consacré en 2012 un numéro spécial sur les commis voyageurs. Chacun des quinze articles de ce numéro a été considéré comme un candidat potentiel pour notre étude de cas. Un des articles de ce numéro spécial (Friedman 2012) passe en revue les différents termes utilisés en anglais pour désigner les commis-voyageurs : « Peddler » ; « Drummer » ; « Commercial Traveler » ; « Sales Representative » et « Traveling Salesman ». Nous avons rentré systématiquement ces termes dans les différents moteurs de recherche des revues mentionnées ci-dessus. Nous ne retenons de cette recherche que les articles scientifiques, ce qui exclut les livres, les notes de lecture sur les livres et les thèses. Le titre et l'abstract des papiers nous permettait de valider que les commis-voyageur étaient bien l'objet d'étude principal du papier, ce qui nous a conduit à exclure de notre les papiers qui étudient les commis voyageurs pour répondre à une question historique totalement différente comme par exemple les régimes de régulation de l'industrie de la santé dans un pays colonisé (Kim 2019). Le tableau ci-dessous indique pour chaque revue anglophone le nombre d'article que nous avons pu rassembler par ces recherches ainsi que le mot clé qui a permis de repérer le papier.

Tableau 1: Recension des papiers académiques portant sur les commis-voyageurs

Journal	Mots clés (Nombre de papiers)
Business History	Commercial Traveler (1)
Business History Review	Drummer (4) ; Commercial Traveler (3)
Enterprise and Society	Commercial traveller (1) ; Sales Representative (1) ;
Management and Organizational History	Pas de papiers correspondant aux recherches

Ces premières recherches ont fait apparaître que la revue Business History Review avait aussi consacré aux commis-voyageurs un numéro spécial intitulé « Salesmanship » dont les cinq papiers ont été investigués. L'article introductif de ce numéro spécial (Friedman, 2008) nous a permis de repérer un papier (Lyon-Jeness 2004) décrivant la mise en place de commis-voyageur qui n'apparaissent pas dans les recherches par titres. A l'issue de cette recherche de documents, nous nous sommes retrouvés avec 28 papiers à analyser.

Chaque papier a été lu pour estimer sa pertinence. Vingt-deux papiers ont été mis de côté, la raison principale étant qu'ils ne fournissaient pas de détails sur les relations entre les commis voyageurs et les maisons qui les employaient. Ils nous ont néanmoins été utiles pour comprendre le cadre historique général dans lequel nos cas s'inscrivaient. L'échantillon final comprend six cas que le tableau ci-après détaille :

Tableau 2 : Ensemble des cas

N°	Référence	Produit	Maison(s)	Période
1	(Lyon-Jennes, 2004)	Graines	Plusieurs maisons	1800 - 1900
2	(Rossfeld, 2008)	Chocolats	Suchard	1860 - 1920
3	(Scott, 2008)	Aspirateurs	Hoover	1918 - 1945
4	(Vabre, 2012)	Roquefort	Roquefort	1851 - 1914
5	(Musset, 2012)	Champagne	Moët d'Epernay	1790 - 1815
6	(Bayard, 2012)	Soie	Plusieurs maisons	1700 - 1800

1.2.2 Analyse des données empiriques : repérer les relations entre les leviers d'action et les éléments de l'environnement d'une maison

Afin d'assurer une cohérence dans l'analyse des différents papiers, nous avons utilisé le cadre analytique que nous proposons en début de revue de littérature et que nous rappelons ci-dessous :

$$\begin{aligned}
 (A_1, \dots, A_n, E_1, \dots, E_m) &\rightarrow \mathcal{S} \\
 (a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m) &\xrightarrow{\mathcal{S}} \mathcal{S}(a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m)
 \end{aligned}$$

Dans ce cadre analytique :

- L'ensemble (A_1, \dots, A_n) désigne les paramètres d'action dont une maison dispose. Il s'agit des différentes actions commerciales qu'elle peut entreprendre au travers de son commis. Par exemple, une maison peut décider de la zone géographique dans laquelle son commis circule. On notera alors $A_i = \text{zone géographique du commis}$.

- L'ensemble (a_1, \dots, a_n) désigne la valeur que chaque action commerciale de l'entreprise va prendre. Si l'on reprend l'exemple ci-dessus, l'entreprise peut décider que son commis sera affecté à la ville de Paris et l'on notera $a_i = \textit{Paris}$
- L'ensemble (E_1, \dots, E_m) désigne les paramètres d'environnement de la maison, c'est à dire ceux sur lesquels elle n'a pas de prise. La qualité des produits des concurrents est un paramètre d'environnement. On notera $E_j = \textit{qualité des produits concurrents}$
- L'ensemble (e_1, \dots, e_m) désigne la valeur des paramètres d'environnement d'une maison. En reprenant l'exemple ci-dessus, si la qualité des produits concurrents est bonne, on notera $e_j = \textit{Bonne}$
- La notation $\partial S / \partial A_i = 0$ signifie que le paramètre d'action A_i n'a pas d'effet sur le succès de l'innovation. De même, $\partial S / \partial E_k = 0$ signifie que le paramètre d'environnement E_k n'a pas d'effet sur le succès de l'innovation.

Dans chaque cas, nous avons listé les différents paramètres d'action et d'environnement mentionnés. Nous les avons ensuite analysés en suivant une double logique. Premièrement, nous avons cherché si les papiers explicitaient des articulations entre des paramètres d'action A_i et des paramètres d'environnement E_k et nous nous sommes demandés quelle était la nature de ces articulations. Cette analyse nous permet d'aborder la question de la nature de la relation entre l'entreprise et son écosystème. Deuxièmement, nous avons analysé la nature des connaissances que les maisons développaient sur leurs paramètres d'environnement. Nous nous sommes particulièrement intéressés aux connaissances du type E_k est tel que $\partial S / \partial E_k = 0$ car ce type de connaissance signale le fait que E_k est à l'extérieur de l'écosystème. Cette analyse nous permet d'aborder la question de l'apprentissage vis-à-vis des éléments hors de l'écosystème.

Lors de ces analyses, nous souhaitons minimiser les biais associés au fait que nous n'analysons qu'une forme de commercialisation particulière, les commis-voyageurs. Nous n'avons donc pas conduit notre analyse sur les paramètres d'action et d'environnement qui étaient communs aux différents cas. Nous nous sommes concentrés sur les paramètres spécifiques à chaque cas. Dans l'annexe I, nous démontrons qu'une telle démarche est possible : en effet, la richesse empirique des papiers est telle que l'on peut identifier, pour chacun des six cas, des paramètres d'action et d'environnement spécifiques.

2 Résultats – Nature des relations que les maisons entretiennent avec leurs écosystèmes et nature des connaissances qu'elles développent sur des éléments qui n'appartiennent pas à leur écosystème

2.1 Les maisons entretiennent deux types de relation avec leur écosystème : l'endogénéisation et l'indépendantisation

Dans un premier temps, nous rendons compte des relations entre la maison et son écosystème.

2.1.1 Mise en évidence d'une relation d'endogénéisation entre la maison et son écosystème

Nos cas suggèrent que certaines activités commerciales servent à influencer l'écosystème. Prenons l'exemple du cas n°3 : l'un des problèmes majeurs de la vente d'aspirateurs en porte-à-porte dans l'Angleterre de l'entre-deux guerres est la présence de servants dans les maisons. Si c'est un servant qui répond à la porte, le commis-voyageur a de grande chance de se faire refouler car « *the maid's standard response was that she had no authority to grant an interview with the madam of the house* »²⁶ (Scott, 2008, p.777). Dans les termes de notre modèle, le paramètre d'environnement $E_1 =$ *identité de la personne qui répond à la porte* est critique. Si $e_1 =$ *servant*, l'échec est probable, si $e_1 =$ *maîtresse de maison*, le succès est encore possible. L'idéal pour le commis serait de faire en sorte que ce soit toujours la maîtresse de maison qui ouvre la porte. Comment réussir ce tour de force ? L'auteur nous indique que l'on conseillait aux commis de se présenter « *equipped with clipboard and paper and what looked like an impressive roll of cash (comprising a couple of pound notes and some stage money)*. [They] would then knock at the door, look at the house number, knock again, and invariably see a curtain twitch. At this point, [they would] started to count the money, looking at the number and at the board again, which usually led the housewife to answer the door, "because they thought they were going to get something for nothing »²⁷ (Scott, 2008, p.777). En se comportant d'une certaine façon devant la porte, les commis augmentaient leur chance de voir la maîtresse de maison répondre. Dans les termes de notre modèle, il existe donc des valeurs a_i du paramètre d'action $A_i =$ *Comportement du voyageur devant la porte* qui influencent la valeur e_1 du paramètre E_1 . Nous venons donc de montrer que certaines valeurs de paramètre d'action augmentent la probabilité d'occurrence de la valeur d'un paramètre d'environnement particulier. Cela nous donne une première propriété reliant les A_i et les E_k :

$$(P1) \quad \exists A_i, \exists a_i, \exists E_k, \exists e_k \text{ tels que } P_{a_i}(E_k = e_k) > P_{\bar{a}_i}(E_k = e_k)$$

Dans cette équation, $P_{a_i}(E_k = e_k)$ est la probabilité que le paramètre d'environnement E_k prenne la valeur e_k quand le paramètre d'action A_i prend la valeur a_i .

En d'autres termes, nous constatons que les maisons mettent en place des actions commerciales qui permettent que l'écosystème soit plus favorable au succès du produit. Ainsi, en se présentant avec ce qui ressemble à des billets (action commerciale), le commis s'assure que c'est la maîtresse de maison qui répondra à la porte (élément de l'écosystème). Au travers de certaines action commerciales, la maison est donc capable d'instaurer une relation déterministe avec son écosystème. Pour signaler que la maison est capable d'influencer de manière déterministe son écosystème, nous dirons que l'équation P2 désigne une relation d'endogénéisation entre l'entreprise et son écosystème.

²⁶ La réponse classique de la bonne est qu'elle n'avait pas le droit d'autoriser une entrevue avec la maîtresse des lieux

²⁷ Equipés d'un bloc-notes et avec ce qui ressemblait à une somme d'argent importante (qui comprenait quelques billets et de la menu monnaie). Ils frappaient alors à la porte, regardaient le numéro de la maison, frappaient de nouveau et voyait invariablement les rideaux bouger. A ce moment, ils commençaient compter l'argent et à regarder de nouveau le numéro et leur bloc note ce qui habituellement amenait la maîtresse de maison à ouvrir la porte car « elle pensait qu'on allait lui offrir quelque chose »

2.1.2 Mise en évidence d'une relation d'indépendantisation entre la maison et son écosystème

Nos cas suggèrent également que certaines activités commerciales rendent le succès indépendant d'un élément de l'écosystème particulier. Dans le cas n°1 des pépiniéristes, les commis recevaient une formation horticole importante ainsi qu'un catalogue détaillant des conseils de jardinage accompagnés d'illustrations de la plante à différentes étapes de son développement. Dans les termes de notre modèle, le paramètre d'action $A_1 = \text{Formation des commis}$ prend la valeur $a_1 = \text{intensive}$ et le paramètre d'action $A_2 = \text{Catalogue}$ prend la valeur $a_2 = \text{riche en illustration et conseils de jardinage}$. L'auteur du papier identifie deux raisons pour lesquelles la maison a choisi ces valeurs particulières. La première est la faiblesse des connaissances horticoles des consommateurs : l'auteur note que « *catalog producers also wanted to be sure that when a customer placed an order, he or she had appropriate cultural information in hand*²⁸ » (Lyon-Jenness, 2008, p.399). Il indique aussi que le 19^{ème} siècle correspond à une hausse importante de la demande en plantes décoratives : au côté des jardiniers experts, clients traditionnels des pépinières, se retrouvent de nombreux acheteurs novices. La deuxième raison avancée par l'auteur est la difficulté des pépinières à s'adapter au climat auquel leurs clients sont exposés. Les pépinières sont situées dans des zones favorables à la culture des plantes (la côte est et les grands lacs). Leurs clients peuvent être situés plus à l'ouest et exposés à des conditions plus rudes : « *Hardiness under regional climatic conditions became a primary consideration for nurserymen and their customers, and both complained when they lost carefully tended peach orchards to an unusually harsh winter or when cherished conifers could not withstand summer heat and drought* » (Lyon-Jenness, 2004, p.392). Pour un pépiniériste, difficile de savoir si le client dont il reçoit la commande est formé et quel est le climat auquel il est exposé. Dans les termes de notre modèle, le pépiniériste est confronté à deux paramètres d'environnement : $E_1 = \text{compétence consommateur}$ et $E_2 = \text{climat consommateur}$ et il ne sait pas s'il est dans la situation favorable ($e_1 = \text{Compétent}$ et $e_2 = \text{Clément}$) ou dans la situation défavorable ($e_1 = \text{Incompétent}$ et $e_2 = \text{Rude}$). En formant ses commis-voyageurs et en indiquant dans son catalogue les conditions d'entretien des plantes, le pépiniériste se rend indépendant de ces paramètres : le commis-voyageur s'assure en prenant la commande que celle-ci est cohérente avec les compétences du client et le climat. L'auteur précise ainsi que les formations des commis leur permettaient de « *offer prospective customers sound advice on cultural techniques or the regional hardiness of specific plants*²⁹ » (Lyon-Jenness, 2004, p.403). Les pépinières ont donc conçu (A_1, a_1, A_2, a_2) de manière à rendre le succès indépendant de E_1 et de E_2 . Il existe donc des valeurs de paramètres d'action qui rendent le succès indépendant de paramètres d'environnement particuliers. Cela nous donne une seconde propriété reliant les A_i et les E_j :

$$(P2) \quad \exists A_i, \exists a_i, \exists E_k \text{ tels que } \partial S / \partial E_k (a_i) = 0$$

²⁸ Ceux qui éditait des catalogues voulaient être sûrs que, lorsqu'un client commandait une plante, il ou elle avait toutes les informations pertinentes relatives à sa culture

²⁹ offrir aux consommateurs potentiels des conseils avisés sur des techniques de jardinage ou la résistance de certaines plantes au contexte local

En d'autres termes, les maisons mettaient en place des actions commerciales dont le but était de rendre le succès de leur produit indépendant d'un élément particulier de l'environnement. En formant ses commis et en leur donnant un catalogue (action commerciale) le pépiniériste s'assure que le succès de son innovation ne dépend pas du climat ou de la compétence de son client (élément de l'environnement). Les maisons rendaient leur succès indépendant d'éléments spécifiques de l'environnement. Nous dirons donc que l'équation P2 désigne une relation d'indépendantisation entre l'entreprise et son environnement.

2.1.3 Synthèse – Distinction de deux types de relation entre une maison et son écosystème

Chacun des papiers scientifiques que nous avons étudiés rend compte au moins d'une relation d'indépendantisation et d'endogénéisation. L'analyse de nos différents cas permet donc de distinguer au minimum deux types de relation entre la maison et son écosystème. Avec certains éléments de son écosystème, la maison entretient une relation d'endogénéisation : elle utilise certaines de ses actions commerciales pour qu'un élément de son environnement prenne une valeur qui lui soit favorable. Avec d'autres éléments de son écosystème, la maison entretient une relation d'indépendantisation : elle met en place des actions commerciales de manière à ce que le succès de ses produits soit indépendant de ces éléments d'écosystème.

Le papier proposé par Musset (2012) permet de relever une propriété de cette distinction. Il montre en effet qu'une maison peut adopter les deux types de relation avec un même paramètre d'écosystème. Néanmoins, on remarque également que les activités commerciales mises en jeu dans ces deux types de relations sont complètement différentes.

Le cas auquel nous faisons référence est celui de la maison de champagne Moët. Au lendemain de la révolution française, l'un des principaux problèmes de la maison Moët concerne la qualité du champagne tel qu'il est livré à ses clients. La maison expédie en effet des caisses de champagne jusqu'en Russie et les chaos des voyages tendent à détériorer la qualité du vin. Le problème est sérieux car comme nous l'apprend le papier « *[les] acheteurs [étaient] prompts à dénoncer la qualité défaillante du vin* » (Musset, 2012, p.108) ce qui pouvait même conduire au renvoi des bouteilles (Musset, 2012, p.108) ou à des refus de paiement (Musset, 2012, p.115). Le responsable de la maison doit donc gérer l'influence sur le succès du paramètre d'environnement $E_1 = \text{qualité du champagne lors de la livraison au client}$ ³⁰. Pour cela, le papier note que la maison a développé, au cours de son histoire, soit une relation d'indépendantisation soit d'endogénéisation. Ainsi, dans un premier temps, « *[le responsable] souhaitait autant que possible que ses commis-voyageurs soient présents dans la région d'arrivée lors des grandes expéditions, afin de pouvoir répondre aux plaintes des acheteurs qui occasionnaient toujours des pertes. [...] il fallait pouvoir régler les affaires avec eux* » (Musset, 2012, p.111). Pour faire en sorte que le commis soit présent lors des

³⁰ Pour être complet, notons que la qualité du champagne au départ peut, dans notre modèle, être considéré comme un paramètre d'action de la maison. Néanmoins la qualité du champagne à l'arrivée est clairement un paramètre d'environnement. La maison n'a pas de prise dessus car elle dépend d'intermédiaires chargés du transport.

livraisons, « *le rythme des voyages était dicté par celui des saisons d’envois* » (Musset, 2012, p.111). Cette première approche peut s’interpréter comme une indépendantisation. En décidant que la valeur du paramètre d’action $A_1 = \text{date de départ}$ soit $a_1 = \text{avec les envois}$, le responsable de la maison s’assure que, quelle que soit la qualité du champagne à l’arrivée, un arrangement est trouvé. Donc on a bien $\partial S / \partial E_1(a_1) = 0$ c’est-à-dire un recours à une stratégie d’indépendantisation. Le papier montre néanmoins que dans un deuxième temps, « *dès que le volume des ventes le permettait, [le responsable] privilégiait un système d’agences avec des voyageurs à mi-temps intervenant dans un rayon d’action limité. Il les dotait d’infrastructures d’entretien des vins, comme à Saint Pétersbourg et à Londres. Le caractère incertain et instable du produit justifiait cette formule qui ne s’imposait guère dans le textile par exemple* » (Musset, 2012, p.115). En finançant des caves à l’étranger, le responsable contrôlait mieux la qualité des vins livrés à ses clients. Cette approche s’analyse comme une endogénéisation. En décidant que le paramètre d’action $A_2 = \text{équipement du commis}$ prendrait la valeur $a_2 = \text{infrastructure d’entretien des vins}$, le responsable de la maison s’assure que $e_1 = \text{bonne}$, donc on a bien $P_{a_2}(E_1 = \text{bonne}) > P_{\bar{a}_2}(E_1 = \text{bonne})$ c’est-à-dire un recours à une stratégie d’endogénéisation. Remarquons pour conclure sur ce cas que l’indépendantisation et l’endogénéisation ne repose pas du tout sur les mêmes actions commerciales. Dans le cas de l’indépendantisation, il s’agit d’assurer un rendez-vous au loin alors que dans le cas de l’endogénéisation, il s’agit d’avoir au loin un dispositif assurant la qualité du vin.

Nous en concluons que le type de relation que les maisons entretiennent avec un élément de leur écosystème n’est donc pas naturellement déterminé par cet élément. La maison a donc le choix de la nature de son interaction avec son écosystème. Ce point est critique : il suggère en effet que la nature de la relation avec l’écosystème est un enjeu de gestion pour la maison. On peut dès lors légitimement se demander ce qui guide la maison vers un type de relation plutôt qu’un autre.

2.2 Les maisons savent comment rendre leur succès indépendant d’éléments qui n’appartiennent pas à leur écosystème

Lorsque l’on analyse les relations entre les maisons et les éléments de leurs écosystèmes, on constate que le type de relation (endogénéisation ou indépendantisation) n’est pas le fruit du hasard. En effet, nous allons montrer que les maisons choisissent la nature de leurs relations de manière à rendre leur succès indépendant d’éléments qui ne sont pas dans leur écosystème.

2.2.1 La relation d’endogénéisation permet à une maison de rendre son succès indépendant de nombreux éléments hors de son écosystème

Le papier sur les soieries lyonnaises, notre cas n°6, montre comment, en suivant une stratégie d’endogénéisation sur un élément particulier de leurs écosystèmes, les maisons rendent leur succès indépendant de très nombreux éléments de leurs environnements qui n’appartiennent pas à leur écosystème. L’auteur nous apprend ainsi que les maisons prescrivent fortement l’itinéraire de leur commis en imposant les moyens de transport, la durée de séjour dans chaque ville ou encore les modalités de transport des bagages des commis (Bayard, 2012, p.65). Les maisons demandent également aux commis « *[d’ajuster] le moment de leur départ* » (Bayard, 2012, p.65). Comme le note

l’auteur, l’enjeu des maisons est que leur commis arrive le premier de l’année en ville : « *il convient surtout d’être le premier* » (Bayard, 2012, p.67). Elles établissent une relation d’endogénéisation pour que $E_1 = \text{nombre de concurrents en ville avant l’arrivée du commis}$ prenne une valeur proche de zéro et mettent en place des a_i (date de départ, itinéraire...) tels que $P_{a_i}(E_1 = 0) > P_{\bar{a}_i}(E_1 = 0)$. Pourquoi les maisons cherchent-elles à ce que leur commis arrive le premier dans une ville ? Comme l’écrit métaphoriquement une maison à son commis, « *le premier qui entre dans un champ moissonne à l’aise et les derniers ne font que glaner avec peine* » (Bayard, 2012, p.67). En clair, si un commis est le premier de l’année à arriver, il conclura plus facilement des ventes : les commis « *[ajustent] le moment de leur départ pour lutter contre la concurrence* » (Bayard, 2012, p.67). Si $e_1 = 0$ ³¹, le commis n’a plus à se soucier de l’ensemble des paramètres d’environnement qui proviennent de ses concurrents : quels que soient le prix, la qualité ou la couleur de la soie de ses concurrents, le commis vendra. De même, on peut imaginer qu’en arrivant le premier, quels que soient la capacité de stockage du marchand, le volume des ventes qu’il écoule chaque année, ses relations antérieures avec d’autres marchands, le commis vendra³². En arrivant le premier, le commis rend le succès indépendant de nombreux paramètres d’environnement. Ce cas suggère donc qu’il existe des valeurs de paramètres d’environnement qui rendent le succès indépendant d’autres paramètres d’environnement, ce qui se traduit par la propriété suivante :

$$(P3) \exists E_m, \exists e_m, \exists E_k \neq E_m \text{ tels que } \partial S / \partial E_k (e_m) = 0$$

En d’autres termes, l’établissement d’une relation d’endogénéisation avec un élément de son écosystème peut permettre de rendre le succès indépendant d’un ensemble très important d’élément de l’environnement n’appartenant pas à l’écosystème. Ici, en faisant en sorte que le commis soit le premier arrivé en ville (endogénéisation de E_1 élément de l’écosystème) la maison s’assure que le prix, la qualité ou la couleur des soies des concurrents n’aient pas d’effet sur le succès de sa propre soie (elle rend son succès indépendant d’un grand nombre d’éléments hors de son écosystème).

2.2.2 La relation d’indépendantisation permet à une maison de rendre son succès indépendant de nombreux éléments hors de son écosystème

Le cas n°4 de la Société des Caves de Roquefort montre comment en suivant une stratégie d’indépendantisation sur un élément d’écosystème particulier la maison rend son succès indépendant de très nombreux éléments de son environnement qui n’appartiennent pas à son écosystème. La Société des Caves assigne à chaque commis voyageur un territoire pour ses tournées afin de paver l’ensemble du territoire national (Vabre, 2012, p134). D’après l’auteure, qui y consacre presque un tiers de son papier, le paramètre d’environnement critique pour cette maison est $E_1 = \text{structure de la distribution sur le territoire visité}$. L’auteure nous explique que dans chaque

³¹ e_1 n’est pas forcément égal à zéro mais il faut qu’il en reste suffisamment proche pour pouvoir négliger les paramètres d’environnement de la concurrence

³² Les différents paramètres présentés ici sont fictifs : le papier ne les mentionne pas directement. Cela ne pose pas de problème pour notre raisonnement : le papier ne rend pas compte de tous ces paramètres qui normalement influent sur le succès justement parce que les maisons s’en rendent indépendantes en arrivant les premiers.

territoire (par exemple Paris, Marseille ou les Pyrénées) les structures de distribution des produits d'épicerie diffèrent. A Paris, quelques grosses épiceries comme Félix Potin structurent la distribution alors qu'à Marseille les petites épiceries indépendantes pullulent et que pour l'aire pyrénéenne, ce sont des négociants en gros de Toulouse qui organisent les réseaux de distribution. Le papier rend compte de la stratégie de la Société des Caves de Roquefort pour rendre le succès de son fromage indépendant des structures de distribution en place : elle fait en sorte que ses représentants s'installent durablement sur un territoire. Pour cela elle recrute localement ses commis (Vabre, 2012, p.133) et limite autant que possible les changements de territoires (Vabre, 2012, p.137). Ainsi, le commis-voyageur n'est en charge que d'une petite zone dont il connaît très bien les circuits de distribution et il aide la maison à établir localement la relation adaptée au système de distribution en place (Vabre, 2012, p.139-142). La Société des Caves suit bien une stratégie d'indépendantisation car elle a conçu un paramètre d'action, la stabilité des commis sur leur territoire, qui rend son succès indépendant de la structure de distribution sur le territoire. Ce que suggère le papier, c'est que ce paramètre d'environnement E_1 assure une indépendance du succès sur d'autres paramètres d'environnement dont la maison n'a plus à se soucier. Il suffit de bien s'entendre avec Felix Potin pour conquérir Paris, il suffit de bien s'entendre avec les grossistes de Toulouse pour vendre du Roquefort dans les Pyrénées. Les autres paramètres d'environnement imaginables (par exemple le nombre d'habitant de la zone, la présence du chemin de fer sur un territoire) peuvent être négligés. Le papier indique qu'en rendant son succès indépendant de la structure de la distribution sur le territoire, la maison a progressivement rendu son succès indépendant d'un autre paramètre d'environnement $E_2 = \text{Goût du consommateur local}$. La maison s'est rendue compte qu'en connaissant les circuits de distribution, elle pouvait arrêter de produire des fromages spécifiques pour chaque région (Vabre, 2012, p.144). En se rendant indépendant du paramètre E_1 , la Société a pu se rendre indépendant de E_2 ³³. Il existe donc des paramètres d'environnement dont l'indépendance au succès implique l'indépendance au succès d'autres paramètres d'environnement, ce qui se traduit par la propriété suivante :

$$(4) \quad \exists E_m, \exists E_k \neq E_m, \exists B \subset \mathcal{A} \times \mathcal{E} \text{ tels que } \forall b \in B, \partial S / \partial E_m(b) = 0 \Rightarrow \partial S / \partial E_k(b) = 0$$

L'établissement d'une relation d'indépendantisation avec un élément de l'écosystème peut donc avoir pour but de rendre le succès indépendant d'un ensemble très important d'éléments de l'environnement qui ne sont pas dans l'écosystème. Ici, en attribuant aux commis un territoire fixe, les maisons n'ont plus à se préoccuper de la structure de distribution des différents territoires (indépendantisation vis-à-vis des structures de distribution) ce qui leur a permis de ne pas non plus se préoccuper du goût ou du pouvoir d'achat des consommateurs sur le territoire (elles ont rendu leur succès indépendant de ces éléments qui n'appartiennent pas à leur écosystème).

³³ Il apparaît clairement dans le papier que l'uniformisation du roquefort en termes de goût est bien permise par le maillage des commis sur le territoire et non une condition de succès de ce maillage. Le maillage territorial a permis de « dresser le portrait d'un roquefort idéal » (Vabre, 2012, p.144). C'est bien la stabilité du maillage sur son territoire qui a permis progressivement de rendre le succès indépendant du goût local du consommateur.

2.3 Synthèse des résultats

L'analyse des papiers des commis-voyageurs révèle que les maisons entretiennent avec leur écosystème des types de relation différentes. Elle montre aussi que ces types de relation ne sont pas dues au hasard. En adoptant un type de relation particulière vis-à-vis d'un élément de son écosystème, la maison rend son succès indépendant de nombreux éléments d'environnement. Le tableau ci-dessous récapitule ces résultats, en adoptant une description littéraire et une description formelle dans les termes du modèle de succès de la commercialisation :

Tableau 3 : Synthèse des résultats de l'analyse des commis-voyageurs

Type de rapport à l'écosystème		Nature du rapport entre la maison et son écosystème	Connaissance de la maison sur des éléments hors de son écosystème
Endogénéisation	Description Littéraire	Certaines actions commerciales instaurent une relation déterministe avec un élément de son écosystème	En imposant une configuration particulière à un élément de l'écosystème, la maison sait qu'elle rend son succès indépendant d'éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème
	Description Formelle	(P1) $\exists A_i, \exists a_i, \exists E_k, \exists e_k$ tels que $P_{a_i}(E_k = e_k) > P_{\bar{a}_i}(E_k = e_k)$	(P3) $\exists E_m, \exists e_m, \exists E_k \neq E_m$ tels que $\partial S / \partial E_k(e_m) = 0$
Indépendantisation	Description Littéraire	Certaines actions commerciales rendent le succès du produit indépendant d'un élément de son écosystème	En rendant son succès indépendant d'un élément de son écosystème, la maison sait qu'elle rend son succès indépendant d'éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème
	Description formelle	(P2) $\exists A_i, \exists a_i, \exists E_k$ tels que $\partial S / \partial E_k(a_i) = 0$	(P4) $\exists E_m, \exists E_k \neq E_m, \exists B \subset \mathcal{A} \times \mathcal{E}$ tels que $\forall b \in B, \partial S / \partial E_m(b) = 0 \Rightarrow \partial S / \partial E_k(b) = 0$
		Le rapport d'endogénéisation et d'indépendantisation ne repose pas sur les mêmes activités commerciales La nature du rapport avec l'écosystème est donc un enjeu de gestion pour l'entreprise lors d'une commercialisation	La nature du rapport avec l'écosystème s'explique par le fait qu'il permet à la maison de rendre le succès indépendant de certains éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème.

3 Rendre compte de la logique d'action visant à rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème : Caractérisation de la commercialisation comme une conception de milieu

A ce stade de la thèse, nous proposons de discuter nos résultats sur les commis-voyageurs au regard de la distinction environnement / écosystème proposée par Demil, Lecocq et Warnier (2018). Nous mènerons une discussion plus large incluant la littérature marketing à partir des éléments du chapitre suivant.

A ce stade, nous souhaitons montrer que nous retrouvons dans le cas particulier de la commercialisation la distinction environnement / écosystème. Néanmoins, pour lever certaines ambiguïtés que cette distinction pose, nous proposons de compléter la notion d'écosystème par la logique d'action qui permet de rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème. Cet ajout nous conduira à proposer la notion de « milieu ».

3.1 Pertinence de la distinction environnement / écosystème pour décrire des situations opérationnelles de commercialisation

Nos résultats sur les commis-voyageurs montrent que la distinction environnement / écosystème est pertinente pour rendre compte des efforts menés par les maisons auprès de leurs commis-voyageurs. En effet, nous retrouvons dans le cas particulier de la commercialisation, les logiques générales décrites par Demil, Lecocq et Warnier (2018) au niveau du business model d'une entreprise.

Pour Demil, Lecocq et Warnier (2018), l'entreprise n'entretient pas de rapport avec l'ensemble des éléments de son environnement. Elle n'interagit qu'avec un petit nombre de ces éléments que les auteurs nomment son écosystème. Dans le cas des commis-voyageurs, la distinction environnement / écosystème est particulièrement facile à établir. En effet, on peut considérer que le commis-voyageur est, au premier ordre, le seul vecteur d'interaction commercial entre l'entreprise et son environnement. L'écosystème d'une maison est donc composé de l'ensemble des éléments avec lesquels le commis est en interaction.

Deuxièmement, Demil, Lecocq et Warnier soulignent que la modification du business model d'une entreprise modifie l'écosystème de cette dernière. Ils en déduisent que l'écosystème est en partie le résultat des choix opérés par l'entreprise vis-à-vis de son écosystème. On constate que le même mécanisme est à l'œuvre dans le cas des commis-voyageurs. Ainsi, notre étude montre que les maisons prescrivent fortement les actions de leurs commis ce qui a comme conséquence une modification des acteurs avec lesquels les commis sont en contact. Ainsi, Musset (2012) nous apprend comment la maison Moët a interdit à son commis de prospecter en Angleterre. Au travers de ses consignes, la maison est donc capable de sélectionner ce que l'on peut appeler son écosystème. Comme dans le cas

des business models cette sélection n'est que partielle. Le commis dispose d'une large part d'autonomie et plusieurs cas nous montrent que certains n'hésitent pas à aller à l'encontre des directives de leurs maisons (Musset, 2012 ; Bayard, 2102).

Troisièmement, pour Demil, Lecocq et Warnier, l'écosystème est l'élément princeps à partir duquel il est possible de mener une analyse stratégique de la performance de l'entreprise. Réciproquement, cela signifie que les éléments externes à l'écosystème ont peu d'influence sur le succès de l'entreprise. Dans le cas des commis-voyageurs, nous constatons que les maisons suivent le même type de raisonnement. Ainsi, pour décider de sa stratégie d'implantation de commis, la Société des Caves de Roquefort ne raisonne pas sur les variations de goût des consommateurs mais sur la variation des structures de distribution dans le territoire (Vabre, 2012). L'élément de l'écosystème « structure de distribution » entre dans la réflexion stratégique alors que l'élément « goût des consommateur » est en dehors de l'écosystème et pèse moins dans la réflexion stratégique.

Le constat de la pertinence analytique de la distinction environnement / écosystème pour des commercialisations mobilisant des commis-voyageurs ne nous paraît pas anodin. Il nous semble que cela constitue un argument supplémentaire en faveur de l'idée que le business model est une notion qui renouvelle les approches classiques en stratégie (Massa et al, 2017).

Pour Demil, Lecocq et Warnier (2018), la notion de business model permet un changement de perspective de l'analyse stratégique. De manière abstraite, ils montrent qu'avec la notion de business model, l'environnement ne peut plus être considéré comme une réalité ontologique qui impose ses contraintes à l'entreprise. Au contraire, l'environnement apparaît comme un élément en partie construit par l'entreprise. Le cas des commis-voyageurs nous semble emblématique d'une situation dans laquelle il serait erroné de mener une réflexion stratégique en considérant que l'environnement a une réalité ontologique. En effet, pour une maison dotée d'un commis voyageur, la question stratégique est moins celle de l'adaptation à un environnement extérieur que l'on serait capable de décrire que celle de la prospection dans un environnement mal connu. Pour les maisons, les commis-voyageurs sont des vecteurs d'apprentissage sur l'environnement : ainsi, ils tiennent la maison au courant des guerres, des modes ou des taux de change. Ils permettent aussi une certaine flexibilité en s'adaptant aux conditions qu'ils rencontrent. En aucun cas ils n'apparaissent comme des instruments exécutant une stratégie préalablement établie à partir de connaissances qui ne proviennent pas d'eux-mêmes. Les commis voyageurs sont donc un exemple archétypal dans lequel la réflexion stratégique ne peut partir que de l'écosystème et non de l'environnement.

Dès lors, il apparaît que la distinction environnement / écosystème rend visibles des racines historiques de la notion de business model qui vont bien au-delà de la naissance des start-ups internet (Amit et Zott, 2001).

3.2 La figure du commis-voyageur clarifie la nature des relations entre l'écosystème et l'entreprise ainsi que les connaissances que l'entreprise possède sur des éléments hors de son écosystème

Nos résultats sur les commis-voyageurs confirme sur un cas empirique particulier la pertinence de la distinction environnement / écosystème. Ils permettent également de compléter cette distinction dans le cas de la commercialisation.

3.2.1 Nature de la relation entre une entreprise et son écosystème : endogénéisation ou indépendantisation

Dans notre revue de littérature, nous soulignons que la distinction environnement / écosystème de Demil, Lecocq et Warnier (2018) présente une ambiguïté quant à la nature de la relation entre l'entreprise et son écosystème. Notre étude sur les commis-voyageurs lève cette ambiguïté dans le cas particulier de la commercialisation. Elle permet en effet de distinguer deux types de relation entre l'entreprise et son écosystème : l'endogénéisation et l'indépendantisation. Dans une relation d'endogénéisation, l'entreprise utilise ses activités commerciales afin d'influencer la configuration que prendra un élément de son écosystème. Dans une relation d'indépendantisation, l'entreprise utilise ses activités commerciales de manière à ce que l'élément de l'écosystème n'ait pas d'influence sur le succès de son produit.

Ces deux types de relations sont cohérentes avec les connaissances de la littérature sur les business models. En effet, on trouve dans cette littérature des exemples empiriques d'endogénéisation et d'indépendantisation. Ainsi, lorsque Sosna et al (2010) décrivent comment les responsables de NaturHouse choisissent l'emplacement de leurs magasins en fonction des caractéristiques socio-professionnelles des habitants, ils décrivent comment l'activité commerciale « emplacement des lieux de ventes » permet d'endogénéiser la variable « catégorie socio-professionnelle des clients ». De même, lorsque Dewitte, Billows et Lecocq (2018) décrivent comment les enseignes de la grande distribution ouvrent des magasins de taille inférieure à 1000m² pour ne pas tomber sous le coup de la loi Royer, ils décrivent comment la variable commerciale « taille des magasins » permet de rendre le succès indépendant de la variable « loi Royer ».

Notre contribution n'est pas tant d'avoir identifié les deux types de relations que d'avoir montré que leur mise en œuvre respective suppose des activités commerciales complètement différentes. En effet, endogénéiser un élément de son écosystème ou l'indépendantiser ne nécessite pas du tout les mêmes actions commerciales (cf section 2.1.3). L'analyse de Demil, Lecocq et Warnier (2018) suggère qu'une des questions critique pour la commercialisation d'une innovation est « quel écosystème ? ». Notre analyse montre que la question « quelle est la nature des relations avec cet écosystème ? » est également critique dans le cadre de la commercialisation d'une innovation.

3.2.2 Enjeu de l'apprentissage entre une entreprise et les éléments de son environnement

Dans notre revue de littérature, nous soulignons que la distinction écosystème / environnement présente une ambiguïté quant au rapport d'apprentissage entre l'entreprise et des éléments hors de son écosystème. En effet, ces éléments sont par définition ceux avec lesquels l'entreprise n'interagit pas. Néanmoins, la littérature sur les business models fournit plusieurs exemples de rapports

d'apprentissage entre l'entreprise et ces éléments. On peut dès lors légitimement se demander quelle est la nature de l'apprentissage vis-à-vis d'éléments avec lesquels l'entreprise n'interagit pas. Nos résultats sur les commis-voyageurs apportent cette clarification dans le cas particulier de la commercialisation. On constate en effet que les maisons possèdent une connaissance importante sur des éléments n'appartenant pas à leur écosystème. De plus, on peut identifier que cette connaissance est d'une nature particulière. Elle articule trois éléments distincts : un élément de l'écosystème, la nature de la relation entre l'entreprise et cet élément et un élément hors de l'écosystème. Les maisons sont en effet capables d'expliquer comment une relation particulière avec un élément de l'écosystème assure l'indépendance du succès avec certains éléments hors de l'écosystème. Ainsi, les soieries lyonnaises savent que, si leurs commis arrivent premier dans une ville, cela rend le succès de la maison indépendant de certains éléments hors de leurs écosystèmes (qualité des concurrents, niveau de stock des marchands, mode actuelle dans une ville...). Nos résultats suggèrent donc que l'enjeu d'apprentissage pour une maison est de savoir comment l'interaction avec un élément de son écosystème rend le succès indépendant d'éléments hors de cet écosystème. Au-delà d'un enjeu d'apprentissage, il s'agit même d'un enjeu de gestion pour la maison. En effet, nous avons montré que celle-ci peut décider de la nature des relations avec l'écosystème à partir de ses activités commerciales. Donc la connaissance que la maison développe sur comment rendre le succès indépendant des éléments hors de son écosystème est une connaissance qui guide l'action de la maison. Nos résultats suggèrent donc que, lors d'une commercialisation, l'indépendance du succès aux éléments hors de l'écosystème est un enjeu de gestion. Nous complétons ainsi la distinction environnement / écosystème en montrant qu'il existe un rapport actif entre la maison et les éléments hors de son écosystème. Ce rapport ne prend pas la forme d'une interaction directe mais d'une connaissance sur la manière dont l'interaction entre l'entreprise et son écosystème permet de rendre le succès indépendant de ces éléments.

Si notre étude montre que l'indépendance du succès aux éléments hors de l'écosystème est un enjeu de gestion lors d'une commercialisation, le travail de Demil, Lecocq et Warnier (2018) montre en retour la difficulté de cet enjeu. En effet, dans la distinction environnement / écosystème, l'indépendance du succès est une propriété qui s'applique à l'ensemble des éléments hors de l'écosystème. En d'autres termes, l'enjeu de gestion des maisons ne porte pas sur l'indépendance du succès avec quelques éléments hors de l'écosystème. Il porte sur l'indépendance du succès avec l'ensemble des éléments hors de l'écosystème. Si l'indépendance du succès vis-à-vis de certains éléments hors de l'écosystème n'est pas assurée, la maison s'expose à un risque d'échec : ainsi, la sociologie de la traduction décrit bien comment un seul élément de l'environnement peut soudainement faire courir le risque d'échec à une commercialisation (Akrich, 1989).

Nos résultats suggèrent donc que les maisons conduisent un travail cognitif portant sur des éléments hors de leur écosystème. L'importance de ces efforts cognitifs est cohérente avec la littérature sur les business models. Cette littérature considère en effet le business model comme un objet dual dont la dimension cognitive est critique : tout changement de business model est en effet un changement de représentation des éléments extérieurs de l'entreprise. Notons néanmoins que la

nature de l'effort cognitif à fournir que nous observons n'est pas totalement alignée avec celle de la majorité de la littérature. En effet, l'effort cognitif identifié porte sur les relations d'indépendance entre le succès et les éléments hors de l'écosystème de l'entreprise. A contrario, la littérature sur les business models fait porter l'effort cognitif sur les relations entre l'entreprise et son écosystème : la nature des composants d'un business model (partenaires clés, segments clients...) témoigne bien d'un tropisme envers les éléments avec lesquels l'entreprise est en interaction. Néanmoins, certaines études récentes appellent à considérer, dans l'analyse du business model d'une entreprise, des éléments en dehors de son écosystème. Ainsi, Bocken et al (2018) recommandent de ne pas prendre comme périmètre d'analyse le business model de l'entreprise focale mais bien l'écologie des différents business models en interaction. Nos résultats s'inscrivent donc dans un mouvement de la littérature en business model qui invite à inclure dans l'analyse des éléments hors de l'écosystème direct de l'entreprise.

3.3 Le milieu : compléter la notion d'écosystème par la logique d'action qui permet de rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème

Qu'avons-nous appris sur la commercialisation des innovations au travers de l'étude des commis voyageurs ? La figure ci-après propose une synthèse des résultats présentés :

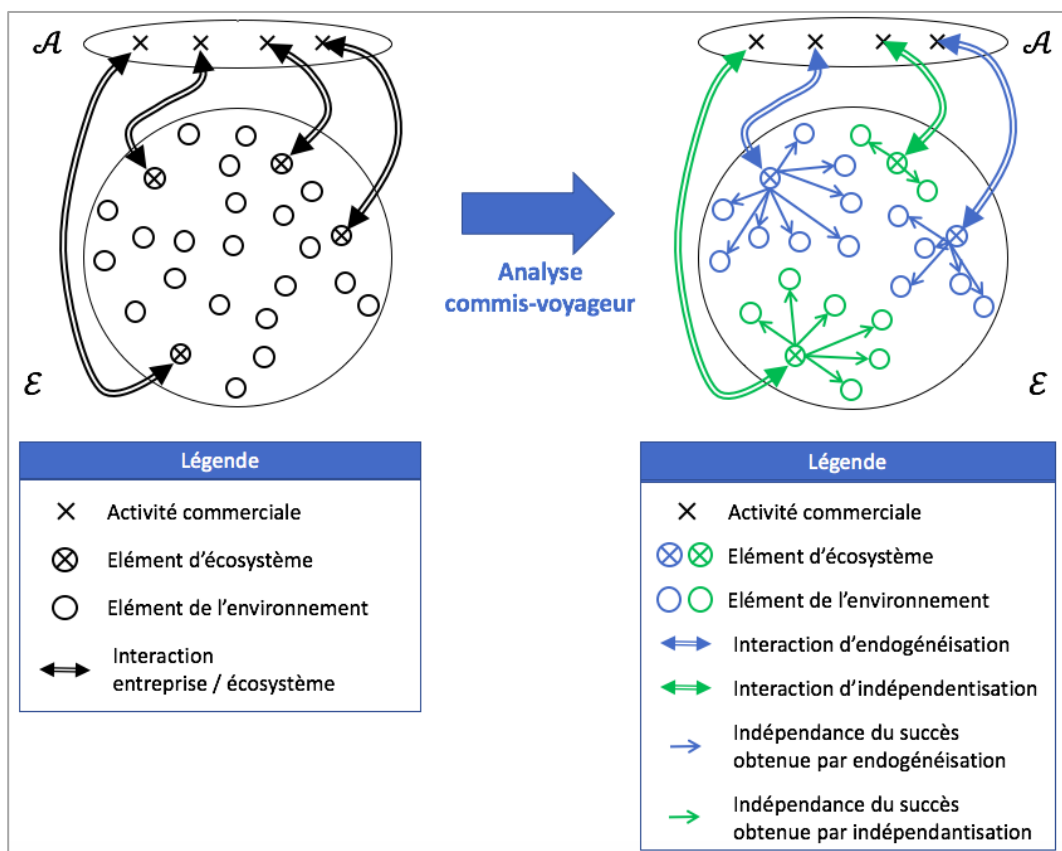


Figure 10 : à gauche une représentation de la relation entreprise / écosystème issue de la revue de littérature ; à droite, la même représentation suite à la recherche sur les commis-voyageurs

Deux changements principaux caractérisent le passage de la figure de gauche à la figure de droite : (i) l'ajout de la couleur et (ii) l'apparition des flèche simples. L'ajout de la couleur représente le fait que nous distinguons deux types de relation à l'écosystème : l'indépendantisation et l'endogénéisation. L'ajout des flèches simples représente le fait que l'entreprise a des connaissances sur la manière dont sa relation avec son écosystème rend le succès indépendant des paramètres d'environnement. Dans cette figure, il est important de noter que les flèches simples aussi sont colorées au même titre que les flèches doubles. En effet, nos résultats montrent qu'il y a un lien entre la nature de la relation entre l'entreprise et son écosystème et la manière dont le succès est rendu indépendant des éléments de l'environnement. On remarquera aussi que l'ensemble des éléments de l'environnement est atteint par une flèche simple. En effet, comme nous l'avons souligné, si un seul de ces éléments n'est pas atteint, il peut potentiellement influencer négativement sur le succès et donc l'entreprise s'expose à un risque d'échec.

L'étude sur les commis-voyageurs suggère donc d'enrichir la notion d'écosystème en lui adjoignant la logique d'action qui permet de rendre le succès indépendant des éléments n'appartenant pas à l'écosystème. En effet, à elle seule, la notion d'écosystème (figure de gauche) masque une partie de l'action conduite.

Revenons maintenant à notre sujet principal : la commercialisation d'une innovation. A partir de l'étude des commis-voyageurs, nous voyons donc que la commercialisation consiste non seulement à identifier un écosystème mais également à mettre en place des relations avec cet écosystème qui sont de nature à pouvoir s'assurer que le succès de l'innovation soit indépendant de l'ensemble des éléments externes à cet écosystème.

Le terme écosystème nous apparaît donc insuffisant à lui seul pour caractériser l'enjeu de gestion lors de la commercialisation d'une innovation. Nous avons besoin d'un nouveau mot pour désigner à la fois (i) l'écosystème en tant que sous ensemble d'éléments de l'environnement avec lesquels l'entreprise interagit, (ii) la nature des interactions entre l'entreprise et son écosystème et (iii) le fait que ces interactions permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments de l'environnement qui n'appartiennent pas à l'écosystème. Pour désigner l'ensemble (i) + (ii) + (iii) nous avons choisi de recourir au terme de « milieu ». Comme nous le verrons dans le prochain chapitre, ce choix sémantique se justifie au regard de la littérature en biologie. Le lecteur intéressé pourra se référer à l'annexe II qui montre que l'on peut également définir de manière formelle la notion de « milieu » à partir du modèle du succès de la commercialisation d'une innovation.

Nous proposons donc d'utiliser le terme de milieu pour désigner simultanément (i) l'ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème.

Au début de la commercialisation d'une innovation, le milieu n'existe pas nécessairement : l'écosystème avec lequel l'entreprise va interagir est encore flou, certains éléments (par exemple le goût des consommateurs) influent de manière importante sur le succès sans que l'entreprise n'ait de

prise sur ces éléments. Néanmoins, une fois que le succès de l'innovation est assurée en fin de commercialisation, on constate qu'il existe un milieu : l'écosystème et la nature des relations est clarifiée et comme il y a succès, cela signifie que l'ensemble des paramètres externes à l'écosystème n'ont qu'une influence minimale sur le succès. Nous en concluons donc que la commercialisation d'une innovation est un processus dans lequel le milieu est construit. Nous proposons donc de caractériser la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu, répondant ainsi à notre première question de recherche :

Premier Résultat

R-1 : La commercialisation d'une innovation est un processus de conception de milieu.

Le milieu désigne simultanément (i) l'ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème.

Synthèse du chapitre III

Dans ce chapitre, **nous prolongeons la notion d'écosystème proposée par Demil, Lecocq et Warnier, (2018)** lorsque l'on cherche à l'appliquer à une situation de commercialisation. En particulier nous précisons (i) la nature de la relation entre une entreprise et son écosystème et (ii) le rapport de connaissance entre une entreprise et les éléments qui n'appartiennent pas à son écosystème lors de la commercialisation d'une innovation.

Pour cela, nous proposons **une analyse de la figure historique du commis-voyageur**. Le terme de commis-voyageur désigne un intermédiaire de commerce des 18^{ème} et 19^{ème} siècles, chargé par un fabricant (désigné par le terme de maison) d'écouler ses produits. Nous montrons que la relation entre la maison et ses commis est un terrain d'observation idéal pour investiguer la nature de l'action de commercialisation. Nous analysons dans ces papiers l'articulation entre les leviers d'action des maisons et les éléments appartenant à leurs environnements et à leurs écosystèmes.

Nos résultats permettent de distinguer **deux types de relation entre la maison et son écosystème : l'endogénéisation et l'indépendantisation**. L'endogénéisation consiste à utiliser des actions commerciales pour qu'un élément de l'écosystème adopte une configuration favorable. L'indépendantisation consiste à mettre en place des actions commerciales pour rendre le succès des produits indépendant d'un élément de l'écosystème. Une maison peut mettre en place les deux types de relations avec un même élément de l'écosystème mais cela suppose des actions commerciales différentes. Nous en concluons que **la nature de la relation entre l'entreprise et son écosystème est un enjeu de gestion lors d'une commercialisation**.

Nos résultats suggèrent de plus que la nature de la relation entre une maison et son écosystème n'est pas due au hasard. En effet, nous montrons que **les relations entre une maison et son écosystème ont pour but de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments de l'environnement qui n'appartiennent pas à l'écosystème**.

Ces résultats suggèrent que la notion d'écosystème n'est pas à elle seule suffisante pour décrire l'action menée de la commercialisation d'une innovation. Elle a en effet tendance à masquer les activités que l'entreprise conduit afin de rendre le succès de l'innovation indépendant des éléments hors de son écosystème. Lors de la commercialisation d'une innovation, l'entreprise met ainsi en place (i) un écosystème, (ii) un ensemble de relations avec cet écosystème afin d'obtenir (iii) l'indépendance du succès avec l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème. Pour désigner (i) + (ii) + (iii) nous recourons au terme de « milieu ». Nous répondons ainsi à notre première question de recherche :

R-1 Le processus de commercialisation d'une innovation est un processus de conception de milieu

Dans le chapitre suivant, nous illustrons les complémentarités qui existent entre les notions d'écosystème et de milieu dans la littérature en biologie.

Chapitre IV – Discussion de l'articulation entre la notion de milieu et celle d'écosystème à partir des sciences du vivant

Dans le chapitre précédent, nous proposons la notion de « milieu » afin de caractériser le processus de commercialisation d'une innovation. Le recours à la notion de milieu peut légitimement interroger. En effet, les sciences de gestion ne mobilisent pas du tout cette notion, par contre, elles font un usage important de la notion d'écosystème. Il nous a donc semblé nécessaire de prendre le temps de discuter l'articulation entre la notion de milieu et celle d'écosystème et d'expliquer notre choix de recourir à la première plutôt qu'à la deuxième.

Distinguer deux notions aussi proches qu'écosystème et milieu n'est pas une tâche facile. Nous proposons pour cela de nous tourner vers deux grandes figures de l'étude des systèmes naturels : Crawford Stanley Holling (1930-2019) et Jakob von Uexküll (1864-1944). Holling (1973) est l'un des concepteurs de la notion de résilience des écosystèmes et Uexküll (2010) a utilisé la notion de milieu pour étudier le comportement des animaux. Il s'agit donc respectivement d'un spécialiste de la notion d'écosystème et d'un spécialiste de la notion de milieu.

La comparaison entre les travaux de ces deux chercheurs suggère, qu'en biologie, les notions d'écosystème et de milieu explorent une même réalité (le comportement des systèmes naturels) à partir de deux points de vue différents. Avec la notion d'écosystème, le chercheur prend d'emblée une position de surplomb par rapport au système naturel qu'il étudie. Cela lui permet d'aborder des questions comme celles des interactions critiques qui expliquent les dynamiques au sein de l'écosystème. A l'inverse, avec la notion de milieu, le chercheur prend d'emblée le point de vue d'un animal particulier au sein de l'écosystème. Cela lui permet d'aborder des questions relatives au comportement de cet animal et à la manière dont il interagit avec les autres éléments de l'écosystème afin d'assurer sa survie. Les notions d'écosystème et de milieu sont donc effectivement distinctes et le recours à une notion plutôt qu'à une autre semble être lié au positionnement que le chercheur souhaite adopter.

Au terme de l'analyse des travaux de Holling et de Uexküll, la notion de milieu apparaît comme pertinente pour rendre compte de la commercialisation des innovations. De plus, nous montrons que les caractéristiques de cette notion sont cohérentes avec de nombreux éléments de notre revue de littérature sur la commercialisation des innovations.

1 La notion d'écosystème dans les travaux d'Holling et la notion de milieu dans les travaux d'Uexküll

1.1 La notion d'écosystème et le travail de Crawford Stanley Holling

Dans cette sous-section, nous explorons comment la notion d'écosystème est mobilisée dans les sciences du vivant. Pour cela, nous avons choisi de nous intéresser aux travaux de Crawford Stanley Holling, un écologue canadien décédé en 2019.

Le choix de la figure d'Holling fait suite à un séminaire scientifique du CNRS sur la résilience animé par Vincent Bretagnolle, Elsa Berthet et Sabrina Gaba³⁴. Ce séminaire montrait comment Holling avait contribué à forger la notion de résilience des écosystèmes et comment il avait utilisé cette notion pour améliorer la gestion des écosystèmes naturels anthropisés. En d'autres termes, Holling est un représentant scientifique des sciences du vivant ayant mobilisé la notion d'écosystème avec un objectif gestionnaire, d'où notre choix d'approfondir ses travaux.

1.1.1 L'intérêt d'une perspective écosystémique pour l'analyse des dynamiques des systèmes naturels

La notion d'écosystème tient une place importante dans la démarche scientifique d'Holling. Ainsi, on en trouve la trace dès ses premiers travaux qui analysent la taille des populations dans un système proies / prédateurs (Holling, 1959). A l'époque de leurs publications, les modèles disponibles sur la taille des populations dans un système proies / prédateurs n'étaient pas satisfaisants. En effet, ces modèles prédisaient invariablement soit (i) l'extinction des espèces en présence soit (ii) l'existence de cycles de croissance et de décroissance des populations. En d'autres termes, ils ne rendaient pas compte des observations empiriques qui montraient que dans la nature, les populations de proies et de prédateurs d'un même écosystème sont relativement stables. Afin de résoudre cette incohérence, Holling met en place en laboratoire de nombreuses expériences dans lesquelles il peut étudier empiriquement un système proies / prédateurs. En faisant varier de nombreux paramètres (taille des populations, espèces...), il démontre empiriquement que la relation entre la densité des proies et le nombre de proies chassées n'est pas toujours linéaire (Holling, 1959), contrairement à ce que supposaient implicitement les modèles de l'époque. Holling montre que, si l'on peut considérer que la relation est linéaire dans le cas des araignées, ce n'est pas le cas de la majorité des systèmes proies / prédateurs. Cela s'explique notamment par l'existence d'un phénomène de saturation. En effet, il existe un temps incompressible de manipulation de la proie par le prédateur (capture, ingestion...). Ce temps implique que, pour un nombre fini de prédateurs, il existe un maximum de proies capturables et donc une relation non linéaire. La prise en compte de cette non linéarité permettra à Holling de proposer des modèles de population de système proies / prédateurs qui expliquent la stabilité observée empiriquement.

Prenons un peu de recul sur la démarche scientifique mise en place par Holling (1959). Premièrement, nous constatons qu'au travers de ses expériences en laboratoire, Holling étudie l'ensemble du système d'intérêt. Comme il l'explicitera plus tard (Holling, 1966), cette approche allait à l'encontre des approches classiques qui privilégiaient une étude fine mais séparée des divers éléments du système d'intérêt : on observait par exemple dans l'environnement naturel le nombre de proie d'un prédateur et le taux de reproduction d'une proie ce qui permettait de calibrer un modèle

³⁴ L'ensemble des éléments sur les travaux d'Holling que nous mobilisons dans cette section 1.1 sont issus de l'intervention de Vincent Bretagnolle dans le cadre de ce séminaire sur la résilience. Nous souhaitons donc ici le remercier chaleureusement et indiquer clairement que la paternité de tous les éléments d'analyse présentés dans cette section 1.1 lui revient. Toutes les erreurs et inexactitudes doivent en revanche être attribuées à l'auteur de cette thèse.

préétabli. Holling considère qu'une telle approche tend à gommer d'emblée la complexité des systèmes naturels (Holling, 1966). En d'autres termes, Holling recommande d'adopter une approche écosystémique qui considère d'emblée l'ensemble du système d'intérêt. Deuxièmement, nous constatons que le résultat d'Holling porte sur l'identification d'une relation originale entre deux variables du système naturel (la densité de proie et le nombre de proies chassées). Pour Holling, l'étude des écosystèmes consiste en effet à identifier les variables pertinentes permettant de rendre compte des phénomènes observés. Il défend ainsi l'idée que les écosystèmes réservent toujours des « surprises » à ceux qui les observent (Holling, 1986). Comme il considère les écosystèmes comme des systèmes complexes, il recommande d'ailleurs de toujours rechercher des variables nouvelles qui pourraient permettre d'expliquer certains phénomènes :

[Ecosystems] require policies and actions that [...] achieve continually modified understanding of the evolving conditions and provide flexibility for adapting to surprises (Holling, 1996)

Dans sa pratique, Holling adopte donc un point de vue d'ensemble sur les écosystèmes qu'il étudie et recherche les variables explicatives pour les phénomènes qu'il observe. Ces deux points de la démarche d'Holling peuvent s'illustrer sur un autre cas resté célèbre, celui de la défoliation des conifères au Canada. (Ludwig, Jones et Holling, 1978).

Les grandes étendues de conifères canadiens connaissent en effet des épisodes violents de défoliation causés par des proliférations soudaines de chenilles. Ce phénomène était connu et étudié, en particulier à la demande des autorités. En effet, l'exploitation forestière est une composante importante de l'économie canadienne et les épisodes de défoliation rendaient inexploitable les parcelles touchées. Les modèles utilisés à l'époque pour rendre compte de ce phénomène étaient des modèles proies / prédateurs entre les chenilles et les conifères. Néanmoins, la gestion des forêts induite par ces modèles n'était pas satisfaisante : certaines parcelles de forêt, dans lesquels des insecticides étaient appliqués pour se débarrasser des chenilles, connaissaient des épisodes de défoliation difficilement explicables.

Holling décide donc d'étudier cet écosystème avec certains de ses collègues. Ils visitent de nombreuses parcelles, compare les climats, les épisodes de défoliation connus, s'intéressent à la gestion forestière... A l'issue de l'étude de cet écosystème (ce qui leur prendra plusieurs années), ils acquièrent la conviction que la population de chenilles n'est pas juste régulée par la disponibilité des ressources en conifères comme cela est supposé dans une relation proies / prédateurs. Les chenilles sont en effet elles-mêmes des proies pour les oiseaux³⁵. Holling remarque également que la relation proies / prédateurs entre les chenilles et les oiseaux est fortement dépendante de l'âge de la forêt. Quand la forêt est jeune, elle est clairsemée et offre donc moins de cachettes aux chenilles. A l'inverse,

³⁵ Holling découvre évidemment que d'autres facteurs régulent la population de chenilles (maladies par exemple) néanmoins, nous nous permettons d'emprunter le même raccourci emprunté par Vincent Bretagnolle lors de sa mise en perspective historique des travaux d'Holling. Les oiseaux apparaissant par ailleurs comme le facteur le plus critique de régulation de la population de chenilles.

quand la forêt est plus âgée, les chenilles disposent de nombreux endroits où se cacher et peuvent donc éviter les oiseaux qui eux-mêmes ont plus de mal à circuler du fait d'une plus grande densité de branches. La population de chenilles dispose alors de ressources illimitées (les conifères) et souffre moins des prédateurs (les oiseaux). Ces conditions provoquent un accroissement drastique de la population de chenilles ce qui peut conduire aux épisodes de défoliation observés. La majorité de la forêt meurt et un nouveau cycle commence, une nouvelle forêt venant remplacer celle dévastée par les chenilles (qui entre temps sont devenues des papillons). La relation proie / prédateurs entre les chenilles et les oiseaux s'avère critique : elle explique pourquoi les insecticides peuvent mener à une défoliation. En effet, l'application régulière d'insecticide tue les chenilles mais s'accompagne d'un départ des oiseaux d'où, in fine, un risque accru de défoliation.

Dans l'exemple canadien, on retrouve les deux caractéristiques de la démarche d'Holling. Premièrement, Holling conduit une analyse sur l'ensemble de l'écosystème et non sur la seule relation proies / prédateurs entre les conifères et les chenilles. Deuxièmement Holling identifie des relations nouvelles dans l'écosystème qui permettent d'expliquer sa dynamique (ici la relation proies / prédateurs entre les chenilles et les oiseaux mais aussi la manière dont cette relation évolue dans le temps avec l'âge des forêts).

Dans les travaux d'Holling, l'écosystème apparaît donc comme un système complexe dont le chercheur doit expliquer la dynamique. Pour cela, le chercheur se place en position de surplomb par rapport à l'écosystème de manière à pouvoir considérer ce système dans sa complexité. Son travail est alors d'identifier des variables explicatives nouvelles permettant de rendre compte des dynamiques observées.

1.1.2 Nature de l'action conduite par Holling à partir de la notion d'écosystème : analyser un écosystème pour restaurer sa propriété de résilience

Nous proposons maintenant d'explorer la nature des actions conduites par Holling à partir de la notion d'écosystème. Pour cela, nous allons prendre l'exemple des travaux conduits dans les Everglades en Floride (Walters, Gunderson et Holling, 1992). Le cas des Everglades nous apparaît particulièrement intéressant car il s'agit d'un exemple dans lequel les recherches d'Holling ont contribué à la prise de décisions radicales de la part du gouvernement de Floride.

Les Everglades désignent les zones humides de Floride, un écosystème très riche mais qui présentait des déséquilibres majeurs dans les années 1980. Deux phénomènes en particulier inquiétaient les autorités. Premièrement, on observait en Floride un recul net des terres cultivables due à une augmentation de la salinité des sols. Deuxièmement, les ouragans qui s'abattent régulièrement sur la région semblaient provoquer des inondations de plus en plus importantes et meurtrières. A la fin du vingtième siècle, un grand programme de restauration des Everglades commence donc à voir le jour.

Holling et ses collègues ont activement participé à ce programme de restauration. Après plusieurs années d'études, ils montrent que les dérèglements observés pouvaient s'expliquer par la politique de gestion de l'eau de l'état de Floride. En particulier, ils ont montré que les nombreux barrages et canalisations, construits au vingtième siècle pour assurer une disponibilité de la ressource en eau,

avaient un impact majeur sur les Everglades. Dès lors, les Everglades ne jouaient plus leurs rôles protecteurs face à l'océan, ce qui se traduisait par des remontées de salinité et un risque accru d'inondation³⁶.

A partir de simulation hydrologique, Holling et ses collègues réussissent à identifier les endroits où l'eau ne jouait plus correctement son rôle pour le fonctionnement de l'écosystème des Everglades. Ils recommandent alors des modifications des circuits hydriques afin de se rapprocher d'un fonctionnement plus naturel. Leurs conclusions ont amené les autorités de Floride à dynamiter plusieurs barrages et à déconstruire certaines canalisations forcées ce qui s'est traduit par une évolution positive du parc national des Everglades.

Dans le cas des Everglades, on constate que Holling continue d'appliquer une approche écosystémique dans le cadre de ses recherches. Ainsi, il ne prend pas le point de vue d'un acteur de l'écosystème particulier mais recherche des moyens d'action au niveau de l'écosystème entier. Deuxièmement, on voit que pour Holling, l'écosystème présente naturellement une résilience qui lui est propre (Holling, 1973). La question posée au chercheur est celle d'identifier les interactions dans l'écosystème qui sont critiques pour cette résilience. L'objectif à terme est d'agir pour restaurer ces interactions et ainsi augmenter la résilience de l'écosystème.

1.2 La notion de milieu et le travail de Jakob Von Uexküll

Après Holling et les écosystèmes, tournons-nous à présent vers Jakob Von Uexküll (1864 – 1944) un spécialiste de la notion de milieu dont il est à l'origine.

Jakob Von Uexküll est un biologiste allemand qui est resté célèbre pour avoir proposé la notion de milieu animal et l'avoir distinguée de la notion d'environnement (Uexküll, 1934). Grâce à cette notion, il a contribué à renouveler l'approche scientifique de la biologie de son époque et il continue à être une source d'inspiration contemporaine pour des champs scientifiques aussi divers que la philosophie (Goetz, 2009), la sémiotique (Kull, 2001) ou la robotique (Emmeche, 2001).

1.2.1 Distinguer la notion de milieu de la notion d'environnement : l'exemple de la tique

Comment les animaux perçoivent-ils le monde qui les entoure ? Uexküll constate que cette question, au début du 20^{ème} siècle, intéresse peu les biologistes. Il est néanmoins convaincu que pour étudier les comportements des animaux, il est beaucoup plus pertinent de prendre en compte la singularité avec laquelle ils perçoivent le monde. Pour démontrer la fécondité de son approche, il mène un travail théorique dont le résultat principal est la distinction entre deux notions : le milieu d'un animal et l'environnement d'un animal.

³⁶ Ici encore, nous n'entrons pas dans les détails de la démonstration de Holling, mais on peut néanmoins noter que son approche écosystémique prend ici une échelle supplémentaire puisqu'il ne se concentre pas seulement sur la zone humide des Everglades mais tient un raisonnement sur un écosystème à l'échelle de la Floride toute entière !

Pour faire comprendre cette distinction, Uexküll prend un exemple resté célèbre : celui de la tique (Uexküll et al, 2010, p.31-43). Uexküll analyse ainsi le comportement de la tique fécondée qui, pour s'assurer une descendance, doit se nourrir du sang d'un mammifère :

Après avoir été fécondée, la femelle grimpe de ses huit pattes complètes jusqu'au sommet d'une branche dépassant de n'importe quel arbuste, d'une hauteur suffisante pour se laisser [...] tomber sur des petits mammifères qui courent au-dessous d'elle. (Uexküll et al, 2010, p.32)

Une fois arrivée au sommet d'une branche, le comportement de la tique est le suivant. Lorsqu'un mammifère passe sous sa branche, la tique se laisse tomber. Si elle atteint sa cible, elle marche sur le mammifère jusqu'à trouver une zone propice à la perforation. Elle enfonce alors sa tête dans la peau du mammifère et commence à pomper son sang. Si la tique manque sa cible, elle remonte sur une autre branche.

Pour Uexküll la description ci-dessus, bien que conforme aux connaissances scientifiques de son époque, est problématique car anthropocentrée. La tique ne tombe pas de sa branche parce qu'elle a reconnu un mammifère, pour la bonne raison que la catégorie « mammifère » n'existe pas pour la tique. De même, « atteindre sa cible » ou une « zone propice » sont des concepts balistiques humains que la tique ne mobilise pas dans le cours de son action. L'enjeu d'Uexküll est de s'affranchir de ces représentations humaines. Il souhaite poser la question du comportement de la tique en adoptant le point de vue subjectif de celle-ci : à quel signe, produit par le mammifère, la tique est-elle sensible ? Comment perçoit-elle qu'elle a atteint sa cible ? Comment distingue-t-elle une zone propice à la perforation et une zone qui ne l'est pas ? Uexküll fournit la réponse à ces questions :

*La faible odeur **d'acide butyrique**, qui se dégage des follicules sébacés de tous les mammifères, agit sur la tique comme un signal la faisant quitter son poste de garde et chuter. Si elle choit sur **quelque chose de chaud**, ce que décèle l'acuité de son sens de la température, alors elle a atteint sa proie, l'animal à sang chaud, et elle n'a plus qu'à trouver avec son sens tactile **un endroit pourvu le moins possible de poils**, pour s'enfoncer jusqu'à la tête dans le tissu épidermique de sa proie. (Uexküll et al, 2010, p.32, souligné par l'auteur)*

D'après Uexküll, dire que la tique attend qu'un mammifère passe sous sa branche pour se laisser tomber est donc un non-sens : la tique ne perçoit du mammifère que l'acide butyrique. De même, la tique n'a pas conscience d'être sur une de ses proies : elle ne perçoit que la chaleur et la présence de poils. Pour Uexküll, la tique ne perçoit donc que trois « signes perceptifs » : l'acide butyrique, les poils, la chaleur. Ces trois signes perceptifs déclenchent respectivement chez la tique ce qu'Uexküll nomme des « signes actantiels » : chuter, marcher, enfonce la tête. Pour Uexküll, les trois signes perceptifs couplés aux trois signes actantiels constituent le monde dans lequel vit la tique, qu'il nomme le milieu :

Toute la richesse du monde entourant la tique se racornit et se transforme en un produit pauvre, composé pour l'essentiel de seulement trois signes perceptifs et trois signes actantiels : c'est son milieu. (Uexküll et al, 2010, p.43)

L'exemple d'Uexküll nous permet de distinguer le milieu et l'environnement de la tique. L'environnement de la tique désigne le monde qui entoure la tique. Il est constitué de nombreux éléments interdépendants : l'ensemble des plantes d'une forêt, les animaux de cette forêt, les conditions météorologiques... Le milieu de la tique désigne la perception du monde qui permet à la tique d'agir pour assurer sa survie. Il est constitué de trois comportements : se laisser tomber en présence d'acide butyrique, marcher si la température est bonne la température et planter sa tête en l'absence de poils.

Pour Uexküll si toutes les espèces vivantes partagent le même environnement, elles possèdent toutes un milieu propre. La tique ne perçoit pas le monde comme la mouche, l'oursin ou la sauterelle (Uexküll et al, 2010, respectivement p.69, 84 et 101). Même si elles vivent dans le même environnement, chaque espèce évolue dans un monde qui lui est propre³⁷.

Lorsqu'il introduit la notion de milieu, l'enjeu d'Uexküll est de mettre en garde les biologistes contre des erreurs de raisonnement :

Le milieu de l'animal, que nous voulons justement étudier, est seulement une partie de l'environnement que nous voyons s'étendre autour de l'animal, et cet environnement n'est rien d'autre que notre propre environnement humain (Uexküll et al, 2010, p. 48)

En d'autres termes, Uexküll souligne que désigner le monde dans lequel un animal vit par le terme d'environnement est un biais d'observation : l'environnement ne désigne pas le monde dans lequel vit l'animal mais le monde tel que l'être humain le perçoit. Expliquer le comportement d'un animal à partir de variables d'environnement est donc une démarche anthropocentrée qui comporte le risque d'expliquer un comportement à partir de la représentation humaine du monde. A rebours de cette approche, Uexküll invite les biologistes à expliquer le comportement animal à partir des éléments du milieu de l'animal.

Un des exemples d'erreur de raisonnement donnés par Uexküll est celui du vers de terre. Depuis les observations de Darwin, on sait que les vers de terre tirent dans leurs trous des feuilles et des aiguilles de pin pour s'en servir de nourriture. L'observation montre que les vers de terre tirent systématiquement les feuilles par leur pointe – le « bout » non relié à l'arbre - et les aiguilles de pin par leur tige – le « bout » relié à l'arbre. Du point de vue du vers, ce comportement est efficace : quand il tire une feuille par sa pointe, elle s'enroule et peut rentrer dans un trou étroit, alors que si le vers la tire par la tige, elle bloque. Pour l'aiguille de pin, c'est l'inverse : les aiguilles tombant toujours par

³⁷ Le terme de milieu est la traduction de l'allemand Umwelt. Dans les premières traductions, Umwelt était traduit par « monde propre ».

deux, pour ne pas être bloqué, le vers tire les aiguilles par leur tige et non par leur pointe. Du point de vue du biologiste, ce comportement semble montrer que le vers de terre est capable d'adapter son comportement en fonction de la forme de la feuille qui se présente. Le vers de terre aurait donc la capacité d'analyser des formes ! Uexküll néanmoins nous met en garde contre cette supposition :

Cette supposition s'est révélée fausse. On a pu montrer que les vers de terre tiraient dans leur trou des petits bâtons, de forme identique et recouverts de gélatines, indifféremment par un bout ou par un autre. Mais dès que l'on eut saupoudré un bout avec la pointe d'une feuille de cerisier séchée et réduite en poudre, et l'autre bout avec la poudre issue de la base de cette feuille, les vers de terre firent la différence entre les deux bouts du bâton, exactement comme ils le font entre la pointe et la tige.

Bien que les vers de terre manipulent les feuilles en fonction de leur forme, ils ne s'ordonnent pas à la forme mais au goût des feuilles. [...] Cet exemple nous montre comment la nature s'entend à contourner des difficultés qui nous semblent complètement insurmontables. (Uexküll et al, 2010, p.93)

Etudier le comportement du vers en fonction des formes des feuilles est une analyse à partir de variables d'environnement qui s'est ici révélée fausse. L'étude du comportement du vers à partir du goût des feuilles se fait quant à elle à partir d'élément du milieu et aboutit à une conclusion plus satisfaisante du point de vue des capacités supposées du vers de terre. Distinguer clairement environnement et milieu permet donc d'éviter des erreurs de raisonnement dues à une interprétation du comportement animal par le prisme du milieu humain.

Grâce à cette distinction, Uexküll est en mesure de discuter les hypothèses scientifiques de son époque et de montrer les limites de concepts tels que l'instinct animal (p.105) ou le discernement (p.131). Il contribue également à modifier le regard que l'humain porte sur la nature qui l'entoure. Les êtres vivants ne sont pas de simples machines réactives mais des êtres dotés d'une subjectivité propre par laquelle ils interprètent le monde. La notion de milieu animal forgée par Uexküll a permis de changer radicalement l'approche de l'étude du vivant (Emmeche et Kull, 2011).

1.2.2 Nature de l'action qu'Uexküll conduit à partir de la notion de milieu : modifier le comportement d'un animal à partir d'une modification de son environnement

Avec la notion de milieu, un expérimentateur humain est capable d'imaginer des expériences dans lesquelles les animaux adoptent un comportement apparemment aberrant.

Une fois que l'expérimentateur connaît un élément du milieu, il peut amener un animal à adopter un comportement aberrant. Ainsi la tique absorbe n'importe quel liquide pour peu qu'il présente la bonne température :

Des tests avec des membranes artificielles et des liquides autres que du sang ont montré que la tique est dépourvue de sens du goût car, après perforation de la

*membrane, n'importe quel liquide est absorbé tant qu'il est à la bonne température.
(Uexküll et al, 2010, p.130-131)*

On peut donner un autre exemple : le choucas qui attaque les maillots de bain noirs :

[Le] choucas [prend une] position d'attaque [face à] un chat qui porte dans la gueule un choucas. Un chat qui ne tient aucune proie dans sa gueule n'est jamais attaqué par le choucas. C'est seulement lorsque la dangereuse dentition du chat est enfoncée dans la proie, qui se trouve entre ses dents, qu'il devient la cible des attaques du choucas. Cela semble être de la part du choucas un acte d'un haut degré de discernement. Mais en vérité, il s'agit simplement d'une réaction automatique qui émane du choucas indépendamment de quelques jugements. On put en effet observer que la même position d'attaque était adoptée quand on promenait devant lui un maillot de bain noir. (Uexküll et al, 2010, p.130-131)

Le livre d'Uexküll donne de nombreux exemples de comportements aberrants d'animaux induits par l'environnement dans lequel l'expérimentateur humain les a placés : une poule qui se précipite pour aider son poussin qui paille mais l'attaque dès qu'elle l'aperçoit (Uexküll et al, 2010, p.103-104), des mouches qui s'agglutinent sur un pois qui oscille à une fenêtre (Uexküll et al, 2010, p.83) ou encore des abeilles qui se rassemblent en vol en un point de l'espace pourtant vide (Uexküll et al, 2010, p.83).

1.3 Synthèse – Intérêt du recours à la notion de milieu dans le cas de la commercialisation des innovations

Comparons à présent l'utilisation d'Holling de la notion d'écosystème avec l'utilisation d'Uexküll de la notion de milieu.

Premièrement, nous pouvons constater que les notions d'écosystème et de milieu renvoient à des positions du chercheur différentes. Chez Holling, la notion d'écosystème permet de se positionner en surplomb par rapport au système naturel étudié. Au contraire, chez Uexküll, la notion de milieu permet au chercheur de se mettre à la place d'un animal, c'est à dire à la place d'un élément particulier de l'écosystème.

Deuxièmement, le travail du chercheur est très différent. Chez Holling, l'enjeu est de décrire l'écosystème au travers de variables qui permettent de rendre compte de phénomènes énigmatiques observés. Chez Uexküll, l'enjeu est également de trouver des variables critiques mais celles-ci visent à expliquer le comportement de l'entité particulière que l'on étudie.

Troisièmement, on peut noter une symétrie intéressante concernant les objets sur lesquels Holling et Uexküll font porter leur action. Quand Holling cherche à augmenter la résilience d'un écosystème, il cherche à restaurer des interactions critiques au sein de l'écosystème. Il souhaite donc agir sur une interaction entre deux éléments de l'écosystème. En d'autres termes, il cherche à agir sur un élément de milieu. A l'inverse, quand Uexküll cherche à faire adopter un comportement particulier à un animal, ce sur quoi il porte son action, c'est sur un élément de l'écosystème. Prenons l'exemple de l'expérience dans laquelle Uexküll présente à la tique un liquide chaud et que la tique le boit. Dans cette expérience,

le milieu de la tique est inchangé : elle boit quand la température est correcte. Néanmoins son écosystème a changé : ce qui est chaud et liquide n'est plus du sang de mammifère.

Enfin, on peut noter qu'il existe une correspondance entre les notions d'écosystème et de milieu. D'un côté, l'écosystème est une résultante de l'interaction de l'ensemble des milieux. Réciproquement, le milieu est la perception de l'écosystème qui assure la survie de l'animal que l'on considère.

L'analyse des travaux d'Holling et d'Uexküll suggère qu'en biologie, les notions d'écosystème et de milieu sont clairement distinctes mais également largement compatibles. Elles explorent une même réalité (le comportement des systèmes naturels) mais à partir de deux points de vue différents. Le recours à une notion plutôt qu'une autre se justifie donc par la nature de la recherche que le chercheur souhaite mener.

Au terme de cette exploration du travail d'Holling et d'Uexküll, la notion de milieu nous apparaît plus pertinente que celle d'écosystème pour aborder la problématique de la commercialisation d'une innovation. En effet, cette problématique nous pousse à adopter une position de recherche qui se rapproche beaucoup plus de celle d'Uexküll que de celle d'Holling. En étudiant l'action d'Urigo, nous adoptons d'emblée le point de vue de cet acteur. De plus, notre enjeu est bien de comprendre comment Urigo peut identifier les interactions qui vont lui assurer le succès de l'innovation. Il s'agit bien d'une question qui concerne la relation à l'écosystème d'un individu afin que ce dernier survive.

2 Discussion – La commercialisation comme un processus de conception de milieu

Maintenant que nous avons clarifié un peu la notion de milieu, nous revenons à notre démonstration concernant la commercialisation d'une innovation.

2.1 Correspondance entre la notion de milieu proposée par Uexküll et l'objet à concevoir par une entreprise lors de la commercialisation d'une innovation

2.1.1 La notion de milieu d'Uexküll désigne l'objet à concevoir lors de la commercialisation d'une innovation

Dans le chapitre précédent, nous utilisons la notion de milieu pour caractériser la commercialisation d'une innovation. Vérifions la cohérence de cette utilisation de la notion de milieu avec celle proposée par Uexküll. Nous rappelons ci-dessous le premier résultat de cette thèse :

Premier Résultat

R-1 : La commercialisation d'une innovation est un processus de conception de milieu.

Le milieu désigne simultanément (i) l'ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème.

Il existe une correspondance forte entre ce que nous désignons par le terme de milieu et la notion d'Uexküll. En effet, chez Uexküll, le milieu désigne précisément l'ensemble des signes actanciels (les actions de l'animal) ainsi que l'ensemble des signes perceptifs (ce que l'animal perçoit de son environnement) qui permettent à l'animal de survivre. La notion de milieu chez Uexküll désigne donc bien simultanément l'ensemble des relations que l'animal entretient avec l'écosystème dans lequel il vit, la nature de ces relations et le fait que ces relations assurent sa survie. La correspondance nous paraît suffisamment proche pour justifier l'emploi du terme de milieu pour désigner (i) l'ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème.

2.1.2 L'expérience de pensée de la tique conceptrice

La correspondance entre les travaux d'Uexküll et ceux que nous conduisons présente de nombreuses limites, les entreprises n'étant pas des animaux. Nous souhaitons attirer l'attention sur une différence très importante et qui concerne la capacité spécifique des entreprises à concevoir leur milieu. En effet, les animaux sont dotés d'un milieu, ils ne peuvent pas le modifier. Ce constat n'est pas vrai pour les entreprises : nous savons qu'elles peuvent modifier leur rapport à leur écosystème. Pour bien comprendre ce que signifie cette capacité particulière qu'a une entreprise à organiser en partie sa relation à son écosystème, nous proposons une expérience de pensée dans l'univers d'Uexküll : celle de la tique conceptrice.

Prenons une tique telle que décrite par Uexküll. Elle peut effectuer trois actions, à savoir se laisser tomber, se déplacer et planter sa tête dans une membrane pour y pomper un liquide. De son environnement, elle est capable de capter trois informations : la présence d'acide butyrique, la présence de poils sur une membrane et la température d'un liquide. L'entreprise commercialisant une innovation a un avantage sur la tique classique : comme nous l'avons vu, une entreprise peut tenter d'inventer de nouvelles activités commerciales pour modifier sa relation avec l'environnement. Pour que la tique de notre expérience corresponde à ce que vit une entreprise lors d'une commercialisation, nous la dotons d'une capacité particulière, celle de pouvoir concevoir de nouveaux leviers d'action. Nous dotons donc la tique du pouvoir de se faire pousser une nouvelle patte, une nouvelle antenne, un nouvel organe sensoriel : nous rendons la tique conceptrice.

Quelle situation cette tique conceptrice pourrait-elle vivre qui soit similaire à celle que l'entreprise vit lors de la commercialisation d'une innovation ? Comme nous l'avons montré, lors de la commercialisation d'une innovation, l'enjeu de l'entreprise est de concevoir le milieu à partir d'un

environnement inconnu. Pour la tique conceptrice, cela correspondrait à une situation où elle se retrouve plongée dans un environnement nouveau, différent de son environnement naturel, dans lequel son milieu classique ne lui permet plus de survivre. Par exemple la tique conceptrice pourrait se retrouver sur une île où (cas 1) il n’y a pas de mammifères ou (cas 2) le temps est constamment venteux ce qui l’empêche de capter l’acide butyrique. Pour la tique conceptrice, concevoir un nouveau milieu c’est concevoir de nouveaux leviers d’action qui lui permettront de survivre et de se reproduire dans ces environnements hostiles.

Notons que pour la tique conceptrice, une première difficulté est de comprendre la nature du changement de l’environnement qui rend son milieu classique non viable. En effet, la tique ne perçoit de l’environnement que les éléments de son milieu classique : l’acide butyrique, la présence de poils et la chaleur. Dans les cas 1 et 2, elle ne perçoit plus l’acide butyrique, néanmoins elle ne peut pas savoir si la cause est l’absence de mammifères ou la présence de vent. Or cette connaissance est critique pour que la tique conceptrice adapte sa stratégie de conception : dans le cas 1 elle pourrait se nourrir du sang des oiseaux et dans le cas 2 développer un nouvel organe sensoriel pour voir un mammifère plutôt que de le sentir.

Dans cette thèse, la notion de milieu nous paraît donc particulièrement intéressante car elle désigne précisément la nature de l’objet qui est construit pendant la commercialisation d’une innovation. Néanmoins, dans cette thèse, nous ne pouvons-nous arrêter à la notion de milieu telle que proposée par Uexküll. En effet, les animaux ne conçoivent pas leur milieu alors qu’il semble que les entreprises en soient en partie capables. Dans la suite de la thèse, nous allons donc continuer à nous interroger afin de trouver les actions à conduire pour qu’une entreprise conçoive son milieu³⁸.

Afin de montrer l’intérêt descriptive de la notion de milieu pour la commercialisation des innovations, nous proposons d’articuler la notion de milieu avec plusieurs éléments de notre revue de littérature. Montrons à présent comment la caractérisation de la commercialisation d’une innovation comme la conception d’un milieu est compatible avec les éléments présentés dans notre revue de littérature.

2.2 Discussion – La commercialisation d’une innovation comme un processus de conception de milieu au regard de la littérature

³⁸ L’expérience de pensée de la tique conceptrice donne déjà des premières indications sur la nature de l’action à conduire pour concevoir un milieu. Premièrement, elle indique de nouveau la nécessité de conduire des apprentissages sur l’environnement ainsi que la particularité de ces apprentissages. La tique conceptrice est en effet plongée dans un environnement dont elle ne perçoit qu’un fragment. L’un des enjeux de la thèse sera donc de proposer des stratégies d’apprentissage sur l’environnement adaptées à des situations similaires à celle de la tique conceptrice. Deuxièmement, deux logiques de conception distinctes apparaissent dans cette expérience de pensée : la tique peut concevoir pour enquêter sur les interactions critiques de l’environnement – par exemple en développant un nouvel organe sensoriel – ou alors concevoir pour établir avec l’environnement des interactions qui vont contribuer à sa survie – par exemple en se dotant de pattes qui lui permettent de sauter. On pressent, et la suite de la thèse le confirmera, qu’une stratégie efficace d’apprentissage sur l’environnement combine ces deux logiques. Lorsque la tique se dote d’un nouveau levier d’action, il faut qu’il lui permette de maximiser l’apprentissage à la fois sur les interdépendances critiques au sein de l’environnement et sur les moyens d’assurer sa survie.

Nous caractérisons donc la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu. Montrons la cohérence de cette caractérisation avec les différentes littératures que nous avons mobilisées jusqu'ici.

2.2.1 Cohérence de la commercialisation comme une conception de milieu au regard de la littérature en développement de nouveau produit

Nous défendons l'idée que la commercialisation de certaines innovations est un processus de conception de milieu. Cette idée est cohérente avec la présentation du processus d'innovation de la littérature en développement de nouveau produit.

En particulier, intéressons-nous à un objet particulier du processus d'innovation : le cahier des charges fonctionnel. Le cahier des charges fonctionnel énonce, au début d'un processus d'innovation, l'ensemble des fonctions attendues pour le futur produit. Par définition, une fonction précise systématiquement l'acteur pour lequel elle est développée ainsi que le niveau de performance attendu. Le cahier des charges fonctionnel précise donc la liste et la nature de toutes les relations qui apparaissent, au début du processus d'innovation, nécessaire pour assurer le succès du produit. Le cahier des charges apparaît donc comme le milieu du futur objet, un milieu que l'on peut qualifier de fictif car on ne sait pas encore si effectivement il permettra le succès (ce n'est pas parce qu'un produit remplit toutes les fonctions du cahier des charges qu'il est assuré du succès). Ce rôle de milieu fictif du cahier des charges est critique : en effet, pour les concepteurs du produit, l'environnement réel est inaccessible – comment savoir si le client d'une voiture sera brun ou roux ? – et tous ses éléments ne sont pas nécessaires à la conception – la voiture sera la même pour un brun que pour un roux. Le milieu fictif qu'est le cahier des charges permet aux concepteurs de coordonner leurs efforts de conception.

Même si elle est sûrement très critiquable, gardons l'idée que le cahier des charges fonctionnel constitue un milieu fictif qui permet de coordonner les efforts de conception. Donc, durant toutes les étapes précédant la commercialisation, le produit n'est confronté qu'à ce milieu fictif. Une fois le produit développé, il est testé par rapport au cahier des charges fonctionnel, c'est-à-dire par rapport à ce milieu fictif. S'il est déclaré conforme, le produit est industrialisé : on passe alors à l'étape de commercialisation où le produit se retrouve confronté, pour la première fois, à l'environnement réel. Deux cas se présentent alors : soit le milieu du cahier des charges est viable dans l'environnement réel et alors la commercialisation n'a plus rien à concevoir. Soit, et c'est le cas qui nous intéresse dans cette thèse, le milieu du cahier des charges n'est pas viable dans l'environnement réel et dans ce cas, il revient à la commercialisation de compléter le milieu. La figure ci-dessous illustre ce point en rappelant les étapes linéaires de développement d'un produit :

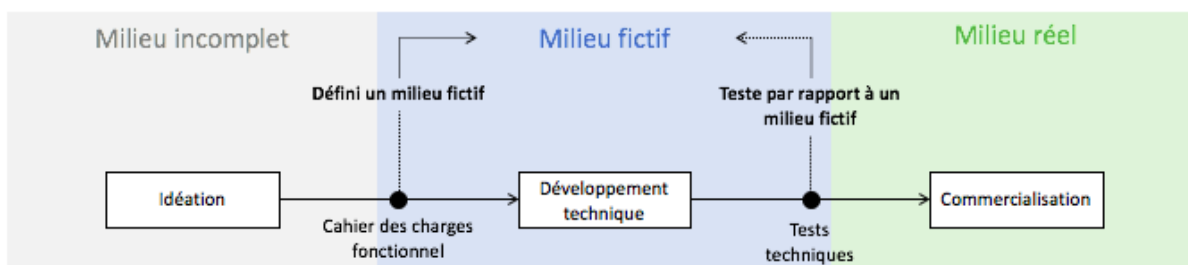


Figure 11: La phase de développement technique est conduite avec l'hypothèse d'un milieu fictif que le cahier des charges défini

La figure ci-dessus illustre l'intérêt que nous avons noté dans la littérature de mobiliser lors du processus de développement technique, des responsables marketing et commerciaux. En effet, ce sont ces acteurs qui sont capables de juger si le milieu fictif autour duquel se coordonne les efforts de conception va être conforme au milieu réel rencontré lors de la commercialisation. Ainsi, présenter la commercialisation comme une conception de milieux apparaît cohérent avec la littérature de développement de nouveau produit.

2.2.1 Cohérence de la commercialisation comme une conception de milieu au regard de la littérature en marketing

Nous caractérisons la commercialisation d'une innovation comme une conception de milieux. Cette caractérisation nous apparaît cohérente avec les efforts que fait la littérature marketing pour identifier et caractériser des leviers d'action efficace lors d'une commercialisation.

En effet, le marketing ne se contente pas d'identifier un écosystème ou des leviers d'action. Cette littérature étudie le rapport entre les leviers d'action et l'écosystème. Elle montre que les différents éléments mis en place doivent être cohérents entre eux. Prenons l'exemple classique des 4P du marketing– Produit, Prix, Placement, Promotion. Il nous semble que ces dimensions désignent précisément un milieu efficace. Les 4P ne sont pas seulement des leviers d'action de l'entreprise : ils désignent des interactions fructueuses que l'entreprise peut avoir avec son écosystème. Il s'agit donc bien d'éléments qui appartiennent au milieu de l'entreprise.

Dès lors, il apparaît intéressant de reprendre l'histoire de la théorisation des 4P dans la perspective de la conception de milieux. On ferait alors l'histoire d'une certaine science du marketing qui, face au nouvel environnement que représentait la grande surface, a progressivement identifié les paramètres de milieu pertinents. On observerait probablement un mouvement allant dans l'autre sens : la grande surface étant elle-même un objet de conception, le marketing a pu faire des prescriptions pour qu'un milieu comme les 4P devienne efficace. On pourrait alors défendre la thèse qu'historiquement, le marketing a contribué à concevoir un nouvel environnement commercial – les grandes surfaces – tout en fournissant le milieu adapté à cet environnement – les 4P. L'intuition générale sous-jacente à ce raisonnement est qu'une partie de la science marketing est une science conceptrice qui structure progressivement des couples *{Environnement ; Milieu}*.

Pour étayer cette intuition, l'une des pistes serait d'étudier finement l'évolution historique de l'enseignement en marketing. En effet, s'il est vrai que la science du marketing identifie

progressivement des milieux face à de nouveaux environnements commerciaux, on devrait pouvoir en trouver la trace dans les enseignements. Notre hypothèse est que, face à un environnement commercial nouveau, le marketing va d'abord le décrire de manière extensive pour progressivement n'enseigner que les modèles qui permettent l'action, c'est-à-dire pour n'enseigner que les milieux.

Une autre intuition est d'envisager la question plus générale de l'histoire des intermédiaires de commerces par le prisme de la conception de milieux. La littérature a déjà noté que les intermédiaires de commerce sont régulièrement supplantés par d'autres, ce qui conduit à des chaînes complexes d'intermédiaires (Cochoy, 1999). Pour analyser ces évolutions, on pourrait émettre l'hypothèse que si la chaîne d'intermédiaires se complexifie, en revanche le milieu de chaque intermédiaire se simplifie³⁹.

2.2.2 La notion de milieu permet de mettre l'accent sur la dimension cognitive de la commercialisation d'une innovation

En caractérisant la commercialisation comme une conception de milieu, nous insistons sur la dimension cognitive de ce processus. En effet, chez Uexküll, le milieu désigne la perception que l'animal a de son environnement, il s'agit donc d'une notion qui présente une dimension cognitive importante.

L'importance de la dimension cognitive lors de la commercialisation d'une innovation est cohérente avec la littérature mobilisée jusqu'ici. En effet, la littérature insiste sur la nécessité d'apprentissage (Lynn, Morone, & Paulson, 1996), sur ses difficultés (Cusin, 2006, (O'Connor & Rice, 2013b, Storbacka & Nenonen, 2015).

Notons au passage que considérer que la commercialisation d'une innovation est une conception de milieu fournit une explication théorique aux observations empiriques de l'étude de McNally et al (2010). Dans cette étude, les auteurs analysent l'impact de trois formes de discontinuité sur le succès de la commercialisation d'une innovation : la discontinuité technique, la discontinuité client et la discontinuité marketing. La discontinuité technique désigne une situation dans laquelle la technologie de l'innovation est nouvelle pour l'entreprise. La discontinuité client désigne le fait que l'innovation modifie les usages du client. La discontinuité marketing désigne le fait que l'innovation développée oblige l'entreprise à modifier ses pratiques marketing (par exemple en changeant de canal de distribution, de catégorie de produit ou de concurrents). L'étude montre que la discontinuité pour laquelle les entreprises rencontrent le plus de difficultés est, de loin, la discontinuité marketing. Les auteurs de l'étude se contentent de constater ce lien, néanmoins, considérer que le milieu est un objet cognitif permet d'expliquer la nature des difficultés rencontrées. En cas de discontinuité technique ou client, la perception que l'entreprise a de son environnement reste valide : la nouvelle technologie développée (respectivement le nouvel usage que le client va devoir apprendre) n'appelle pas de modification profonde de la perception que l'entreprise a de son environnement. A contrario, si le milieu est un objet cognitif, alors la situation de discontinuité marketing est une situation dans laquelle

³⁹ Par analogie rapide on pourrait se demander si, à l'instar des économies d'échelle des producteurs, il ne pourrait pas être intéressant de penser la notion d'économie de milieux pour les intermédiaires de commerce.

la représentation de l'environnement est obsolète. Ainsi, plus que la difficulté de générer de nouvelles activités marketing, l'étude de McNally et al (2010) témoigne de la difficulté qu'ont les entreprises à renouveler la perception de leur environnement lorsque leurs cadres analytiques sont inadaptés.

Synthèse Chapitre IV

Dans ce chapitre, nous nous interrogeons sur la pertinence d'utiliser la notion de milieu pour caractériser la commercialisation d'une innovation. En particulier, nous nous demandons ce que cette notion apporte par rapport à celle d'écosystème, très utilisée en gestion.

Pour cela, nous nous tournons vers deux grandes figures de l'étude des systèmes naturels : Crawford Stanley Holling (1930-2019) et Jakob von Uexküll (1864-1944), spécialistes respectifs de la notion d'écosystème et de la notion de milieu. L'analyse de leurs travaux montrent **qu'en biologie, les notions d'écosystème et de milieu explorent une même réalité mais à partir de deux points de vue différents**. Le recours à une notion plutôt qu'une autre se justifie donc par la nature de la recherche que le chercheur souhaite mener.

Uexküll (1934) définit le milieu d'un animal comme l'ensemble des signes actanciels (les actions de l'animal) ainsi que l'ensemble des signes perceptifs (ce que l'animal perçoit de son écosystème) qui permettent à l'animal de survivre. En d'autres termes, pour Uexküll, le milieu désigne la perception de l'écosystème qui assure la survie de l'animal que l'on considère. Réciproquement, l'écosystème est la résultante de l'interaction de l'ensemble des milieux. En d'autres termes, **la notion de milieu désigne donc simultanément l'ensemble des relations que l'animal entretient avec l'écosystème dans lequel il vit, la nature de ces relations et le fait que ces relations assurent sa survie**.

Or, nous avons montré au chapitre précédent que l'entreprise, lors de la commercialisation d'une innovation conçoit (i) l'ensemble des relations avec son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème. La correspondance nous a paru suffisamment intéressante pour justifier de caractériser la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu. De plus, nous montrons que la notion de milieu reste cohérente avec les littératures que nous avons mobilisées jusqu'ici. En particulier, **la notion de milieu permet de mettre l'accent sur la dimension cognitive de la commercialisation d'une innovation**.

Notons néanmoins que la correspondance entre les travaux d'Uexküll et les nôtres n'est pas complète. En effet, les animaux ne conçoivent pas leur milieu. A contrario, les entreprises sont capables en partie de modifier la nature des relations qu'elles entretiennent.

La notion de milieu nous permet donc de décrire l'action conduite par une entreprise lors de la commercialisation d'une innovation comme une conception de milieu. Néanmoins, comme nous allons le voir dans la partie suivante, connaître l'objectif de conception n'est pas suffisant pour savoir comment l'atteindre dans un contexte organisationnel. La suite de la thèse sera donc consacrée à notre deuxième question de recherche :

QR2 : Quel est les processus, les outils et les organisations adaptés à la conception de milieux pour la commercialisation des innovations ?

Partie III

Caractérisation des espaces d'action de la
conception de milieu pour la commercialisation
d'une innovation

Processus, outils et organisation des membranes de
l'inconnu

Chapitre V – Caractérisation de l’espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation : la membrane de l’inconnu134

1	La commercialisation d’UrgoTouch : une conception de milieu réussie dont les acteurs ont du mal à rendre compte 134
1.1	Présentation d’UrgoTouch : aspect technique, commercial et organisationnel de la commercialisation d’une innovation 134
1.2	La commercialisation d’UrgoTouch : une conception de milieu réussie dont les acteurs ont du mal à rendre compte..... 138
1.3	Synthèse – Intérêt de la description d’un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation..... 140
2	Analyse d’un espace d’action de conception de milieu en robotique : le problème de l’hexapode et sa résolution par l’algorithme MAP-Elites 141
2.1	Un cas de conception de milieu en robotique : le problème de l’hexapode 142
2.2	Principe de résolution du problème de l’hexapode : l’algorithme MAP-Elites..... 144
2.3	Identification de l’espace d’action de la conception de milieu dans le problème de l’hexapode : la définition de la métrique Φ_2 148
2.4	Performance de la conception de milieu dans le problème de l’hexapode : proposition de critères de qualité sur la métrique Φ_2 150
2.5	Synthèse des éléments issus de l’analyse de la résolution du problème de l’hexapode..... 152
3	La membrane de l’inconnu : un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation 153
3.1	Transposer les éléments de la conception de milieu en robotique dans un contexte organisationnel 153
3.2	Les compétences mises en jeu pour une conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation 156
3.3	Synthèse – Caractérisation de l’espace d’action de conception de milieu comme une membrane de l’inconnu 162

Synthèse Chapitre V164

Chapitre VI – Un processus de conception de milieu pour la commercialisation des innovations166

1	Les expérimentations menées pour commercialiser UrgoTouch sont-elles cohérentes avec celles prédites par la notion de membrane de l’inconnu ? 166
1.1	Hypothèse 1 (Membrane) : les expérimentations portent sur la qualité des dimensions avec lesquelles l’entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales 167
1.2	Hypothèse 2 (Littérature) : les expérimentations portent sur la performance des activités commerciales 168
1.3	Analyser les expérimentations lors de la commercialisation d’UrgoTouch pour tester nos deux hypothèses..... 169
2	Méthodologie de l’analyse des séquences d’expérimentation et de la chronologie des business models d’UrgoTouch..... 171
2.1	La collecte des données : entretiens et documents secondaires 171
2.2	L’analyse des données : nature et opérationnalisation des expérimentations lors de la commercialisation d’UrgoTouch 174
3	Une narration de la commercialisation d’UrgoTouch..... 176
3.1	Séquence 0 : Présentation de la recommandation de lancement..... 176

3.2	Séquence 1 : Echec du modèle de la visite médical hérité d'Urgo Médical.....	177
3.3	Séquence 2 : Nouvelle modalité de la visite médicale : un test du laser en bloc opératoire ...	177
3.4	Séquence 3.....	178
3.5	Séquence 4 :.....	178
3.6	Séquence 5 : Mise en place du plan clinique.....	179
3.7	Séquences 6, 7 et 8 et la dernière évolution du business model	179
3.8	Synthèse des séquences et des changements de business model	180
4	Résultats – proposition d'un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation	180
4.1	Cohérence des expérimentations menées par l'équipe d'UrgoTouch avec les logiques décrites par la membrane de l'inconnu	180
4.2	Tests opérationnels permettant d'évaluer la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets générés par ses activités commerciales dans l'environnement	184
4.3	Un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation	189
4.4	Discussion – Apprentissages et processus d'innovation de business model	192
	Synthèse chapitre VI	194
	Chapitre VII – Outils et Organisations de la conception de milieu pour la commercialisation des innovations	196
1	Aspects méthodologiques de la recherche-intervention sur la commercialisation UrgoMia	196
1.1	Présentation d'UrgoMia.....	196
1.2	Modalités d'interaction et d'accès au terrain durant la recherche-intervention	197
1.3	Déroulé de la recherche-intervention : deux grandes phases distinctes.....	198
2	Conception, implémentation et validation d'un outil adapté à une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation	198
2.1	Contexte empirique de la première phase de la recherche intervention.....	198
2.2	Présentation de l'outil : la matrice (nombre de visites / Etape du parcours de conviction)	199
2.3	Synthèse – Conception, implémentation et validation d'un outil adapté à une membrane de l'inconnu.....	200
3	Mise en évidence d'une condition organisationnelle pour les membranes de l'inconnu	200
3.1	Contexte empirique de la deuxième phase de la recherche-intervention	201
3.2	Mise en place d'un processus de conception de milieu fondé sur des tests de qualité de métriques $\Phi 2$	201
3.3	Condition organisationnelle pour la conception de milieu : partager le constat de la faible qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets que ses activités commerciales génèrent dans son environnement	203
	Synthèse du chapitre VI.....	205
	Chapitre VIII – Les membranes de l'inconnu au-delà de la commercialisation : analyse des tentatives de renversement de plateforme	206
1	Les renversements de plateforme : un terrain expérimental pour discuter la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la commercialisation d'une innovation	206
1.1	La littérature décrit les leaders de plateforme comme des entreprises qui entretiennent des relations stables avec leur écosystème.....	207

1.2	Le renversement de plateforme : un phénomène empirique qui témoigne d’efforts de conception de milieu.....	209
1.3	Synthèse – le renversement de plateforme : un phénomène empirique pertinent pour discuter la notion de membrane de l’inconnu au-delà de la commercialisation des innovations	211
2	Extension fonctionnelle et généricité technique : identification d’une membrane de l’inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme	211
2.1	Modélisation des milieux à concevoir dans un écosystème de plateforme	211
2.2	Identification d’une membrane de l’inconnu pour un écosystème de plateforme : Expansion fonctionnelle et généricité technique	215
3	Validation empirique d’une membrane de l’inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme	219
3.1	Comment mener un renversement de plateforme à partir d’une expansion fonctionnelle et d’une généricité technique ?	219
3.2	Méthodologie : tester les prédictions sur des tentatives passées de renversement de plateforme	219
3.3	Résultats : validation des prédictions du raisonnement de conception de milieu	228
3.4	Discussion : étude de la conception d’indépendance comme une approche de recherche	231
	Synthèse du chapitre VII.....	235

Dans la partie précédente, nous caractérisons la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu. Nous montrons que, lors de la commercialisation d'une innovation, l'entreprise doit non seulement générer son écosystème mais également s'assurer que les interactions avec ce dernier lui permettent de rendre sa performance indépendante des éléments qui n'appartiennent pas à cet écosystème.

Dans cette partie, nous nous intéressons à l'espace d'action auquel les entreprises peuvent recourir pour concevoir un milieu. En effet, nous montrons que les acteurs chez Urgo ont du mal à rendre compte de l'action qu'ils mènent lorsqu'ils conçoivent un milieu, d'où l'intérêt de décrire et d'outiller l'espace d'action de conception de milieu.

Dans le **chapitre V**, nous analysons le principe de résolution du problème de l'hexapode, ce qui nous permet de caractériser un espace d'action de conception de milieu en robotique. L'analyse de cet espace d'action nous permet alors de décrire les compétences et les opérations que l'entreprise doit mettre en place pour concevoir un milieu. Sur la base des compétences décrites, nous montrons que l'espace d'action de conception de milieu constitue une membrane de l'inconnu pour l'entreprise qui cherche à commercialiser son innovation.

Dans le **chapitre VI**, nous présentons une analyse de la commercialisation d'UrgoTouch. Cette analyse nous permet de montrer que, lors de la conception de milieu, l'entreprise conduit des tests particuliers qui portent sur la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets que génèrent ses activités commerciales dans l'environnement. En étudiant précisément la manière dont l'équipe d'UrgoTouch a conduit ces expérimentations, nous proposons un processus conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Dans le **chapitre VII**, nous présentons les résultats d'une recherche-menée au sein d'Urgo dans laquelle nous avons accompagnés l'équipe chargée de commercialiser un rééducateur périnéal innovant. Nous montrons comment cette recherche intervention nous a permis de concevoir, tester et valider un outil adapté à la conception de milieux pour la commercialisation d'une innovation. Nous montrons également comment nous avons analysées les difficultés rencontrées lors de notre recherche intervention pour identifier des conditions organisationnelles nécessaires à la conception de milieu.

Enfin, dans le **chapitre VIII**, nous montrons que la notion de membrane de l'inconnu permet d'expliquer des dynamiques compétitives au sein d'écosystème de plateforme dont la littérature a du mal à rendre compte. Nous en concluons que la notion de membrane de l'inconnu apparaît pertinente pour l'analyse de situations au-delà de la question de la commercialisation des innovations.

Chapitre V – Caractérisation de l’espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation : la membrane de l’inconnu

Ce chapitre est consacré à la caractérisation d’un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation. Nous établissons d’abord l’intérêt d’une telle caractérisation à partir de l’exemple d’UrgoTouch. En effet, nous montrons que mêmes les acteurs qui parviennent à conduire une conception de milieu ont des difficultés à rendre compte de l’action qu’ils ont menée. Pour caractériser l’espace d’action de conception de milieu, nous nous tournons ensuite vers la robotique. Nous proposons l’analyse de la résolution d’un cas particulier de conception de milieu. Les éléments d’analyse que nous tirons de ce cas nous suggère alors des compétences et des tests adaptés à la conception de milieu pour la commercialisation.

1 La commercialisation d’UrgoTouch : une conception de milieu réussie dont les acteurs ont du mal à rendre compte

Nous démontrons tout d’abord l’intérêt de disposer d’une caractérisation d’un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation. Pour cela, nous nous appuyons sur la commercialisation d’UrgoTouch. Comme nous allons le voir, ce succès est lié à la capacité d’Urgo à mener une conception de milieu. Néanmoins, comme nous le verrons également, l’équipe ne sait pas expliquer le raisonnement qu’elle a suivi lors de la commercialisation.

1.1 Présentation d’UrgoTouch : aspect technique, commercial et organisationnel de la commercialisation d’une innovation

Commençons par une présentation complète d’UrgoTouch.

1.1.1 UrgoTouch comme un objet technique

UrgoTouch est un laser destiné à être utilisé en salle d’opération par un chirurgien. La fonction principale d’UrgoTouch est d’améliorer le processus de cicatrisation de la plaie créée par l’intervention chirurgicale. La figure ci-dessous montre une démonstration du maniement d’UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin et une représentation agrandie du laser tel qu’il apparaît dans des plaquettes commerciales :

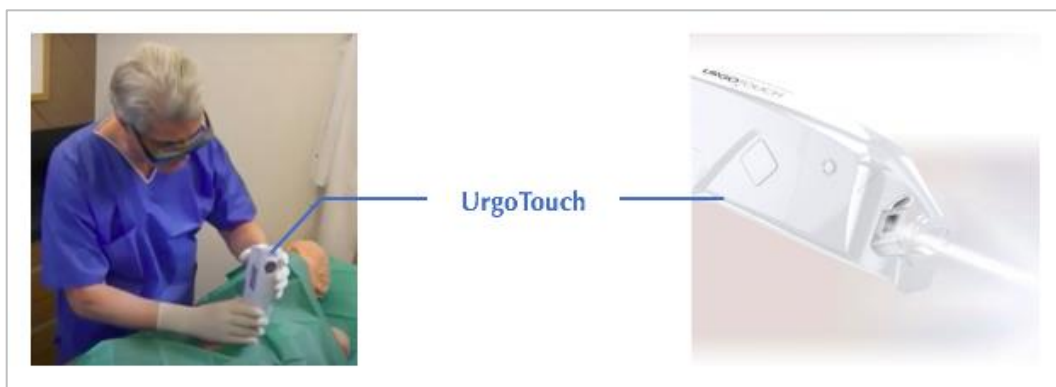


Figure 12 : Démonstration du maniement d'UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin (gauche) et visuel commercial d'UrgoTouch (droite)

Pour améliorer la cicatrisation, UrgoTouch stimule un processus physiologique naturel. Dans les premiers moments d'une cicatrisation, un mécanisme inflammatoire se met en place. Ce mécanisme agit comme un signal qui déclenche localement la production de collagène. Un tir du laser UrgoTouch sur une plaie fraîchement suturée augmente la température locale ce qui augmente la puissance du signal reçu par les cellules et stimule ainsi la production de collagène. Un seul tir de laser juste après la suture est suffisant pour améliorer le processus de cicatrisation.

Le protocole de tir du laser est semi-automatisé pour des raisons de sécurité. A la fin de l'intervention, le chirurgien positionne une bandelette de sécurité sur la plaie. Cette bandelette comporte deux parties : une partie transparente et amovible et une partie adhérente contenant une puce RFID. Comme le montre la figure ci-dessous, (i) le chirurgien positionne la bandelette de sécurité par rapport à la plaie grâce à la partie amovible qu'il enlève ensuite. Il ne reste alors sur le patient qu'une puce RFID bien positionnée par rapport à la plaie. (ii) Le chirurgien vient ensuite positionner le laser en appui sur cette puce :



Figure 13 : Bandelette de sécurité (gauche) et une illustration de son principe d'utilisation(droite)

Une fois le laser positionné sur une puce RFID, le chirurgien presse un bouton pour demander un tir. Si le laser est bien positionné par rapport à la bandelette et que c'est la première demande de tir, la puce RFID autorise le tir. Le tir est alors automatisé : le temps de tir et le balayage de la plaie sont programmés. Pour chaque cm de cicatrice, la procédure dure six secondes. Le chirurgien maintient seulement le laser durant la durée de la procédure, si le contact est perdu, le tir s'arrête. Le laser dispose également d'un capteur de température permettant d'éviter toute brûlure.

Comme tout dispositif médical, UργοTouch a dû faire la preuve de son efficacité avant d'être autorisé à être commercialisé. Pour cela, Uργο a mené une étude clinique en double aveugle randomisée et contrôlée sur quarante patientes selon le protocole suivant. Chaque patiente se faisait opérer pour une réduction mammaire. Un tir de laser était réalisé sur le sein droit mais pas sur le sein gauche. A la fin de la période de cicatrisation – environ six mois – les médecins ont comparé la taille des cicatrices sur les deux seins. Les résultats se sont révélés positifs : toutes les cicatrices traitées présentaient un volume significativement moins important que celles non-traitées avec une réduction du volume observé de 36%.

Industriellement, Uργο n'a pas de compétence dans la production et l'assemblage des blocs optiques qui sont les éléments critiques du laser. Uργο délègue donc la production du laser à une entreprise au travers d'un partenariat. En revanche, Uργο, de par son activité de production de pansements techniques possède des compétences techniques fortes sur la question de l'encapsulation stérile, compétences nécessaires pour la production des bandelettes de sécurité. Uργο conserve donc en interne cette production. Pour assurer la sécurité du dispositif technique, une maintenance annuelle de l'appareil doit être pratiquée : Uργο délègue cette activité à une entreprise externe.

1.1.2 UργοTouch comme un produit commercial : valeur ajoutée et modèle de revenu

Détaillons maintenant UργοTouch sous l'angle commercial, c'est à dire en présentant la valeur ajoutée qu'il apporte au patient et au chirurgien, ainsi que le modèle de revenu que l'équipe d'UργοTouch a mis en place.

La valeur ajoutée pour le patient est directement liée à la réduction de la taille de cicatrice : si le chirurgien utilise le laser pendant l'opération, le patient est certain d'obtenir une amélioration du résultat final de son processus de cicatrisation.

Pour le chirurgien, la valeur ajoutée est un peu moins évidente. Au premier ordre, le laser permet d'apporter un service supplémentaire facturable au patient. Néanmoins utiliser le laser présente aussi un risque de réputation pour le chirurgien : sa patientèle ne risque-t-elle pas de penser qu'il propose un laser parce que son geste chirurgical n'est pas très performant ? Les équipes d'UργοTouch ont très rapidement identifié qu'un chirurgien utilisant UργοTouch pouvait avoir peur de subir une perte de réputation. Cette peur est néanmoins facilement apaisée si l'on considère le fait que la cicatrisation est un processus qui présente de fortes variations individuelles difficiles à anticiper : tout patient, même en bonne santé avec un historique positif de cicatrisation et sur lequel on a pratiqué un geste chirurgical exemplaire peut mal cicatriser. Pour le chirurgien, proposer UργοTouch c'est donc offrir à son patient une garantie supplémentaire.

Le chirurgien de son côté propose UργοTouch comme un service supplémentaire à ses patients et positionne le prix de la prestation pour rentrer dans ses frais. Les équipes d'UργοTouch conseillent le chirurgien quant au prix à pratiquer, libre à lui de suivre ces conseils.

Opérationnellement, la promotion d'UργοTouch est assuré par des représentants qui présentent régulièrement le produit aux chirurgiens.

1.1.3 UργοTouch comme une organisation : acteurs et rôles durant la commercialisation d'UργοTouch

Comme nous le verrons, la commercialisation d'UργοTouch a été un processus qui a commencé en juillet 2016 et s'est achevé en octobre 2018. Présentons rapidement les protagonistes de la commercialisation d'UργοTouch ainsi que leur rôle opérationnel.

Le responsable d'UργοTouch était à la fois le stratège et le décisionnaire de l'équipe en charge de la commercialisation de ce produit: le comité de direction d'Uργο lui avait en effet délégué la gestion complète du projet. Il a occupé la fonction de responsable d'UργοTouch durant toute la durée de sa commercialisation. Il a participé activement à mettre en place les actions commerciales qui font aujourd'hui le succès d'UργοTouch en échangeant régulièrement avec la responsable commerciale à l'occasion des comités de pilotage.

La responsable commerciale est arrivée dans le projet en novembre 2018 et a occupé ce poste tout au long de la commercialisation d'UργοTouch. A son arrivée, le responsable d'UργοTouch lui confie la responsabilité de trouver les activités commerciales nouvelles qui vont permettre le succès d'UργοTouch. Hiérarchiquement, elle avait la charge de l'équipe commerciale et opérationnellement, elle assurait de nombreuses visites.

Au cours de la commercialisation d'UργοTouch, l'équipe commerciale était composée en moyenne de deux commerciaux. Tous les commerciaux ont le même rôle dans l'équipe : ils se voient assigner une zone géographique au sein de laquelle ils vont rencontrer des chirurgiens.

Au moment du lancement d'UργοTouch, l'équipe marketing était composée de deux personnes. La demande en laser allant croissant, un des membres de cette équipe a pris un poste de commercial au cours de la commercialisation. L'équipe marketing prépare les documents marketing des commerciaux et participe aux congrès médicaux.

L'équipe d'UργοTouch comptait également une responsable maintenance, un responsable technique et un ingénieur qui n'ont pas participé directement à la commercialisation d'UργοTouch⁴⁰.

1.1.4 Les tests en bloc : un exemple d'activité commerciale nouvelle mise en place par le groupe Uργο pour assurer le succès d'UργοTouch

Nous verrons dans le chapitre suivant comment s'est déroulée la commercialisation d'UργοTouch. Signalons simplement à ce stade que lors de cette commercialisation, l'équipe d'UργοTouch a mis en place des activités commerciales nouvelles. Les tests en bloc sont un exemple d'une de ces activités.

Comme son nom l'indique, le test en bloc consiste à faire tester le maniement du laser à un chirurgien dans les conditions réelles du bloc opératoire. L'objectif est de montrer au chirurgien

⁴⁰ Signalons que l'équipe technique d'UργοTouch a mené, lors de la commercialisation d'UργοTouch quelques changements sur le laser. Ces changements techniques nous ont questionnés : étions-nous toujours dans le cadre de nos hypothèses initiales d'un produit qui n'est pas modifié pendant la commercialisation ? Nous avons investigué cette question lors de l'entretien avec le responsable technique : il apparaît que les changements étaient minimes et ont été jugés par les équipes sans impact sur le succès d'UργοTouch. Les hypothèses que nous avions au départ tenaient donc toujours.

qu’UrgoTouch est facile à manipuler. Nous reviendrons en détail sur les tests en bloc dans le chapitre suivant. Notons simplement à ce stade que les tests en bloc sont une activité commerciale inconnue d’Urgo au départ : en effet, la vente de pansements ne nécessite pas ce genre d’activité commerciale.

1.2 La commercialisation d’UrgoTouch : une conception de milieu réussie dont les acteurs ont du mal à rendre compte

Maintenant que le contexte de la commercialisation d’UrgoTouch est clarifié, montrons que cette commercialisation a été un processus de conception de milieu dont les acteurs qui l’ont mené n’arrive pas à rendre compte.

1.2.1 UrgoTouch : une conception de milieu

Bien qu’appartenant à l’aire thérapeutique de la cicatrisation, UrgoTouch était, lors de son lancement, hors du cœur de métier d’Urgo. En effet, Urgo conçoit, produit et commercialise des pansements techniques. Il s’agit de dispositifs médicaux à usage unique, destinés à des plaies chroniques, c’est à dire dont la cicatrisation dure plusieurs mois. Les pansements techniques d’Urgo sont prescrits par un professionnel de santé spécialiste des processus de cicatrisation qui cherche à répondre à une pathologie donnée. Au contraire, UrgoTouch est un instrument médical destiné à être utilisé de nombreuses fois, sur des plaies aiguës. Les utilisateurs d’UrgoTouch sont des chirurgiens qui, par définition, ne sont pas des spécialistes des processus de cicatrisation. Enfin, la valeur ajoutée d’UrgoTouch étant la diminution de la taille d’une cicatrice, UrgoTouch répond à des considérations plus esthétiques que médicales.

Commercialiser UrgoTouch c’était donc (i) aborder des professionnels de santé qu’Urgo ne connaissait pas ; (ii) adapter le modèle de revenu et la structure de coût à la vente d’un instrument médical qui n’est pas à usage unique ; (iii) proposer une valeur ajoutée et développer des compétences scientifiques sur la dimension esthétique et non sur la dimension médicale de la cicatrisation. Pour répondre à ces différents enjeux, l’équipe d’UrgoTouch a dû développer de nouvelles activités commerciales que le groupe Urgo ne maîtrisaient pas. Nous en concluons que la commercialisation d’UrgoTouch a été un processus de conception de milieu.

1.2.2 La commercialisation d’UrgoTouch : un succès pour lequel l’équipe a du mal à rendre compte de l’action conduite

La commercialisation d’UrgoTouch est également un processus dont l’équipe qui l’a conduite a du mal à rendre compte. Une fois la commercialisation terminée, le responsable d’UrgoTouch m’a demandé d’étudier ce cas afin de comprendre exactement la logique d’action qui avait permis le succès d’UrgoTouch. Le contexte et la teneur de cette demande montre à quel point il était difficile pour les équipes de rendre compte de l’action mené.

La demande d’étudier UrgoTouch m’a été formulée lors d’un comité de thèse qui s’est tenu en mars 2018. Au moment de ce comité de thèse, cela faisait déjà plus d’un an et demi que ma thèse CIFRE avait commencé chez Urgo, sur la base du sujet suivant : « Stratégies de conception de technologies génériques pour adresser de multiples écosystèmes en émergence – Urgo et les objets connectés dans

la santé ». Nous avons déjà organisé trois comités de thèse lors desquels j'avais respectivement présenté (i) une analyse du sujet à partir de la littérature, (ii) une analyse d'une plateforme de prise en charge des plaies développée par Uργο (iii) une analyse de la généricité (potentiel d'une technologie à adresser plusieurs marchés (Kokshagina, 2012) des technologies développées par Uργο. Les trois premiers comités de pilotage de ma thèse ont donc porté sur le sujet tel qu'il avait été initialement prévu.

Le quatrième comité de thèse a marqué une rupture et a profondément réorienté le sujet de thèse. Cela faisait déjà quelques mois qu'on pouvait sentir que la thèse allait connaître un tournant : la notion de généricité n'avait pas été très féconde pour expliquer les succès d'Uργο et les missions opérationnelles que l'on me confiait avaient plus de lien avec le marketing qu'avec la conception de technologies. Sur les conseils de mes encadrants de thèse, j'avais lu Uexküll (2010) et m'étais familiarisé avec la notion de milieu. Il m'avait alors semblé que la distinction entre l'environnement et le milieu pouvait être utile pour expliquer simplement certaines de mes observations au sein d'Uργο.

Ma présentation en comité de thèse s'intitulait donc « Distinguer environnement et milieux pour concevoir efficacement l'insertion de technologies innovantes ». J'y présentais la notion de milieu d'Uexküll et tentais de l'appliquer à un objet technique. Il me semblait que la notion de « conception de milieux » permettait d'expliquer à la fois comment Uργο développe certains de ses produits et comment les équipes marketing travaillent pour les commercialiser. J'insistais en particulier sur ce que je présentais comme le « talent » d'Uργο pour « insérer des technologies dans un environnement ». En conclusion du comité de thèse, j'ai formulé de nombreuses pistes pour la suite de ma recherche allant des apprentissages à mener sur un environnement lors de la conception de produit, à l'organisation d'ateliers d'innovation guidés par la notion de milieu, en passant par un prototypage « orienté milieu ». L'une des pistes proposées était d'analyser l'historique de projets grâce auxquels Uργο a réussi à insérer une nouvelle technologie dans un environnement.

Les réactions de l'assistance à ma présentation ont été enthousiastes. Au compte rendu du comité de thèse figure le verbatim suivant de Guirec Le Lous, le responsable opérationnel de ma thèse : « *Maxime, je suis très content car je crois que tu as trouvé un sujet qui intéresse à la fois l'entreprise et le monde académique* ». Guirec Le Lous détaille ensuite les raisons de son enthousiasme : la notion de milieu met le doigt sur une activité historique d'Uργο qui est de mettre à la disposition de tous des innovations de santé. Il cite des exemples que nous avons déjà présentés : Juvamine, UργοMedical, UργοTouch et Sonalto, ainsi que Be' Cup (une coupe menstruelle introduite en grandes surfaces par Juvamine) et UργοTens (un électro-simulateur commercialisé en pharmacie par UργοHealthCare). Il indique également que ce que je nomme conception de milieu est désigné au sein d'Uργο comme la « *recherche d'un modèle* » : une partie du rôle des directeurs de business unit est en effet de trouver les leviers d'action pour assurer le succès de leurs produits. Guirec Le Lous souligne enfin qu'il est difficile de partager en interne en quoi consiste précisément l'activité de « *recherche de modèle* » alors que c'est une activité qui coûte cher à l'entreprise : il cite alors l'exemple de Sonalto et du temps qu'il a fallu à l'équipe qui en avait la charge pour réussir à trouver le modèle qui convenait.

Pour avancer sur la notion de conception de milieu / recherche de modèle, Guirec suggère d’étudier les commercialisations de Sonalto et UrgoTouch (deux succès d’Urgo) avec pour objectif de comprendre quelles sont les bonnes pratiques pour conduire « *une recherche de modèle* ».

Suite à ce comité de thèse, j’avais donc une demande claire de la part de Guirec Le Lous : analyser en détail l’historique de la commercialisation de Sonalto et d’UrgoTouch⁴¹. L’enthousiasme pour la notion de milieu et pour ce que je désignais comme « l’insertion de technologie » a orienté ma thèse vers la question qu’elle traite actuellement à savoir la conception de milieu pour la commercialisation des innovations.

1.3 Synthèse – Intérêt de la description d’un espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation

Si on la replace dans la logique d’une recherche-intervention, la demande de Guirec Le Lous peut être interprétée comme le signe d’un besoin de recherche portant sur le raisonnement de conception de milieu adapté à la commercialisation d’une innovation.

La demande de Guirec Le Lous peut en effet être interprétée comme l’expression d’un « sentiment d’inconfort » typique des recherche-interventions (Hatchuel et Molet, 1986 ; David, 1999). L’expression de ce sentiment d’inconfort nous renseigne sur deux aspects. Premièrement, il nous rassure quant à l’intérêt de la notion de conception de milieu pour la commercialisation des innovations. En effet, pour Guirec Le Lous, la conception de milieu est un modèle qui désigne l’activité de « recherche de modèle » qu’Urgo doit parfois conduire lors de la commercialisation de ses innovations. Deuxièmement, sa réaction nous apprend que la notion de conception de milieu n’est pas suffisante à elle seule pour conduire la commercialisation d’une innovation. En effet, même doté de la notion de conception de milieu, Guirec Le Lous considère qu’il ne sait pas expliquer le raisonnement suivi par l’équipe en charge de la commercialisation d’UrgoTouch.

L’énigme à laquelle nous nous attaquons sur UrgoTouch est donc la suivante : quel est le raisonnement adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation ?

Dans la section suivante, nous proposons de répondre à cette énigme à partir de l’analyse d’un raisonnement de conception de milieu dans la robotique. Ce choix peut surprendre au premier abord : pourquoi n’avoir pas immédiatement analysé la commercialisation d’UrgoTouch et essayé d’en tirer un raisonnement satisfaisant ?

La réponse à cette question est que nous avons besoin d’un ancrage théorique fort avant d’aborder le cas d’UrgoTouch et ce pour au moins deux raisons. Premièrement, nous savions que les acteurs eux-mêmes ne savaient pas expliquer le raisonnement qu’ils ont suivi. En d’autres termes, les cadres

⁴¹ L’accès aux données dans le cas de Sonalto a été plus difficile : les acteurs qui ont commercialisé Sonalto avaient quitté l’entreprise au moment où cette recherche commençait. Pour cette raison, il n’a pas été possible de rassembler un matériel aussi riche que celui rassemblé dans le cas UrgoTouch que nous présentons. Néanmoins, les résultats que nous obtenons sur UrgoTouch sont également présents dans le cas de Sonalto

conceptuels qu'ils mobilisent n'expliquent pas de manière satisfaisante leur action. Dès lors, si nous les interrogeons sans parti pris analytique fort, nous risquons d'adopter, à notre insu, des cadres analytiques qui limiteraient notre analyse. Deuxièmement, nous savions également que nous n'aurions accès qu'à un nombre limité de cas de commercialisation, tous chez Urgo. Nous ne pouvions donc pas adopter des techniques d'échantillonnage nous permettant de confronter plusieurs cadres conceptuels. Il fallait donc que nous nous dotions nous-même d'un cadre conceptuel solide avant d'analyser le cas UrgoTouch, d'où notre analyse de l'algorithme MAP-Elites de la section suivante.

2 Analyse d'un espace d'action de conception de milieu en robotique : le problème de l'hexapode et sa résolution par l'algorithme MAP-Elites

Dans cette section, afin de disposer d'un raisonnement de conception de milieu, nous proposons d'analyser l'algorithme MAP-Elites de Mouret et Clune (2015) qui, comme nous le verrons résout un problème de conception de milieu⁴².

Encart Méthodologique

Dans les sous-sections ci-dessous, nous analysons l'algorithme MAP-Elites afin de comprendre comment il peut nous aider à proposer un raisonnement adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Pour rendre compte de notre analyse de MAP-Elites, nous devons articuler trois niveaux. Le premier niveau est celui où nous rendons compte des éléments de notre analyse. Le deuxième niveau est celui où nous démontrons les éléments de notre analyse. Le troisième niveau est celui où nous expliquons comment nous mobilisons les éléments de notre analyse pour cette thèse.

Afin de faciliter la compréhension de notre démarche, nous avons choisi d'imager au maximum les éléments de notre analyse (Niveau 1). Nous présentons ces éléments dans le corps du texte. Pour assurer la robustesse de notre analyse, nous avons choisi de conduire nos démonstrations à partir d'un haut niveau de formalisation (Niveau 2). Néanmoins, cela conduit à une moins bonne intelligibilité du propos, nous avons donc décidé de déporter les démonstrations en annexe et d'y faire référence dans le corps du texte. Enfin, afin de faciliter la compréhension de notre démonstration scientifique, nous

⁴² On pourrait s'interroger sur la manière dont nous avons trouvé un tel algorithme. La « découverte » de MAP-Elites n'est ni un hasard, ni une aventure circonscrite au cadre de cette thèse. Il existe aux Mines de Paris depuis plusieurs années, une semaine d'enseignements spécialisés nommée « Processus Génératifs » qui est portée par Pascal Le Masson et Benoit Weil, les encadrants de cette thèse. Dans ce cours sont présentés de nombreux modèles formels de raisonnements comme le raisonnement d'inférence statistique, les algorithmes génératifs, les algorithmes génétiques, l'apprentissage artificiel, le forcing ou encore les topos. Le fil rouge du cours est d'étudier la générativité de ces raisonnements c'est-à-dire leur capacité à générer de la nouveauté. Quand, au cours de cette thèse, il est apparu que nous aurions besoin d'inspiration pour proposer un raisonnement de conception de milieu, nous disposions donc d'une liste de raisonnements possiblement pertinents. MAP-Elites était donc « déjà-là » : le travail de recherche n'a pas consisté à trouver l'algorithme mais à l'analyser dans la perspective de la conception de milieux.

séparons clairement les conclusions que nous tirons de notre analyse à l’aide de sous-sous-section spécifiques nommées « Ce que nous concluons » (niveau 3).

2.1 Un cas de conception de milieu en robotique : le problème de l’hexapode

Dans cette section, nous illustrons le fait que le problème de l’hexapode que résout l’algorithme MAP-Elite est un cas particulier de conception de milieu. Pour la démonstration formelle de cet énoncé, le lecteur pourra se reporter à l’annexe III.

2.1.1 Présentation du problème de l’hexapode : surmonter une panne inconnue

MAP-Elite est un algorithme de robotique relativement récent utilisé pour résoudre de nombreux problèmes de robotique (Mouret et Clune, 2015). Dans cette thèse, nous nous intéressons à un de ces problèmes en particulier, que nous désignerons par le terme de problème de l’hexapode. Ce problème a fait la couverture de la revue Nature (Cully, Clune, Tarapore et Mouret, 2015). Il met en jeu un robot à six pattes contrôlé par un petit ordinateur embarqué et présenté dans la figure ci-dessous :

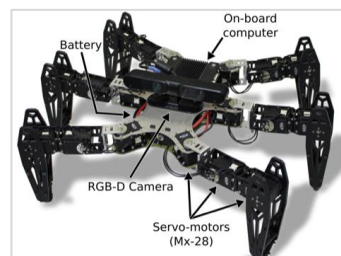


Figure 14: Hexapode, robot principal dans l’article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015)

Le problème de l’hexapode est le suivant : le robot ci-dessus peut-il, de manière autonome, surmonter une panne inconnue qui l’affecte ? En d’autres termes, est-il capable de marcher même s’il subit une panne inconnue ?

La résolution de panne de manière autonome est un problème classique en robotique : dans les utilisations contemporaines des robots – par exemple l’exploration martienne – il est critique que ceux-ci disposent de protocoles pour surmonter de manière autonome – c’est à dire sans intervention humaine - les pannes qu’ils rencontrent. Ce qui rend le problème de l’hexapode particulier c’est que le robot **surmonte une panne qu’il ne connaît pas**. En d’autres termes, Cully, Clune Tarapore et Mouret (2015) s’imposent de trouver une méthode de résolution qui ne fait pas intervenir de connaissances sur la panne qui affecte le robot. En s’imposant cette contrainte, les auteurs s’éloignent des problèmes classiques de résolution de pannes en autonomie. En effet, pour résoudre ces problèmes, les roboticiens cherchent classiquement à anticiper et à détecter les pannes : ils imaginent l’ensemble des pannes que le robot pourrait subir et déterminent, pour chacune d’elle, un moyen de détection et un comportement de secours appropriés. Quand une panne survient sur le terrain, le robot interroge ses

capteurs, détermine une panne probable et met en œuvre le comportement de secours. Cette approche présente néanmoins une limite évidente : le robot ne peut surmonter que les pannes prévues par ses concepteurs.

A l'inverse, dans le problème de l'hexapode, il faut que le robot surmonte la panne qui l'affecte sans la connaître. Concrètement, le robot ne possède donc aucun capteur qui puisse lui indiquer la panne qui l'affecte. Il n'est pas non plus doté d'un programme dans lequel serait enregistré une liste de panne probable et les procédures pour la surmonter. La figure ci-dessous représente les différentes pannes que Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) font subir au robot :



Figure 15 : Ensemble des pannes testées ; certaines pattes du robot sont cassées (cas 2, 4 et 5), montées à l'envers (cas 3) ou remplacées par un autre dispositif (cas 6).

Dans chacun des cas ci-dessus, le robot subit une panne dont on comprend qu'elle peut l'empêcher de marcher. Chaque cas de la figure ci-dessus représente donc une instanciation du problème de l'hexapode. Insistons une dernière fois : si nous nous voyons bien que, dans le cas C2, il manque la patte avant gauche du robot, celui-ci l'ignore. De même, il ne sait pas que sa patte centrale est montée à l'envers (cas C3), qu'il lui manque une patte centrale (cas C4), qu'il lui manque deux pattes (cas C5) ou encore que sa patte a été remplacée (cas C6). Pour le robot, les cas C2-C6 sont au départ les mêmes.

La seule grandeur que Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) autorisent le robot à connaître est sa propre vitesse. En clair, le robot est capable d'évaluer s'il parvient à marcher ou pas.

Le problème de l'hexapode se pose donc de la manière suivante : si l'hexapode subit une panne inconnue, peut-t-il se remettre à marcher de manière autonome ?

2.1.2 Le problème de l'hexapode : un cas particulier de conception de milieu

Nous allons maintenant illustrer le fait que le problème de l'hexapode est un problème de conception de milieu. La démonstration de cette affirmation peut être trouvée dans l'annexe III.

Dans la situation initiale, le robot a toutes ses pattes et connaît un moyen d'avancer en les mobilisant. Supposons qu'une panne inconnue affecte le robot (par exemple il perd une patte). Ce que le robot remarque, c'est que, s'il applique son programme habituel, alors il n'avance plus, ou mal. En d'autres termes, la relation que le robot entretenait avec son environnement n'est plus opérante puisqu'il n'avance plus. L'objectif du robot est donc d'adapter son programme (de mobiliser ses moteurs de manière différente) afin d'avancer de nouveau. En d'autres termes, le robot a pour objectif de mettre en place une nouvelle relation avec l'environnement. Néanmoins, notons que le robot ne connaît pas l'environnement qui l'entoure (il n'a pas de capteur) et il ne connaît pas non plus la raison pour laquelle son ancienne interaction avec l'environnement n'est plus opérante (il ne connaît pas la panne). Le robot doit donc trouver un comportement nouveau et efficace au sein d'un environnement

inconnu. Le problème de l’hexapode est donc un problème de conception de milieu pour le robot en panne.

Comme nous le montrons dans l’annexe III, ce problème de conception de milieu possède des caractéristiques particulières. Premièrement, les leviers d’action du robot sont connus. On connaît en effet toutes les commandes qu’il est possible d’envoyer aux moteurs. Rappelons que dans le cas de la commercialisation d’une innovation, l’entreprise a elle la possibilité d’inventer de nouveaux leviers d’action. Deuxièmement, même si l’environnement n’est pas connu du robot, notons qu’entre la situation initiale du robot sans panne et la situation du robot avec panne l’environnement ne bouge pas. Au contraire, dans le cas de la commercialisation d’une innovation, nous savons que l’environnement et l’écosystème d’une entreprise peuvent évoluer.

2.1.3 Ce que nous concluons du problème de l’hexapode

Le problème de l’hexapode est un problème de conception de milieu pour le robot en panne. Or ce problème est résolu par l’algorithme MAP-Elites proposé par Cully, Clune, Tarapore et Mouret. Nous disposons donc pour la thèse d’un raisonnement de conception de milieu accessible. Nous allons donc analyser le principe de résolution du problème de l’hexapode pour comprendre à quel moment a eu lieu la conception d’un milieu pour le robot en panne.

2.2 Principe de résolution du problème de l’hexapode : l’algorithme MAP-Elites

Dans cette section, nous présentons le principe de résolution du problème de l’hexapode et la manière dont l’algorithme MAP-Elites y contribue.

Pour le détail technique du fonctionnement de l’algorithme MAP-Elites, le lecteur pourra se reporter à l’annexe IV. Nous signalons que dans cette annexe, nous présentons le fonctionnement général des algorithmes de la famille des algorithmes génétiques de laquelle MAP-Elites est issue.

2.2.1 Comprendre la logique de résolution de l’algorithme : la métaphore de la nage

Pour donner l’idée du principe de résolution du problème de l’hexapode, nous allons dans un premier temps mobiliser la métaphore de la nage.

Imaginons une personne qui aime nager en mer et qui cherche à se préparer à des situations imprévues. Pour devenir plus résiliente face à l’inconnu, un des moyens dont elle dispose est d’apprendre plusieurs types de nage – le crawl, la brasse, le papillon, le dos. En effet, en fonction de la situation future et inconnue, elle pourra alors rapidement s’adapter et choisir le type de nage qui correspond. Ainsi, si un enfant s’agrippe à son cou, elle pourra recourir à la brasse. Si elle doit secourir quelqu’un se noyant, elle pourra utiliser une variante du dos. Enfin, si elle souhaite échapper aux requins, elle pourra recourir au crawl.

La résolution du problème de l’hexapode repose sur le même principe. En amont de la panne, le robot sans panne va apprendre beaucoup de comportements variés qui lui permettent d’avancer (étape 1 : apprentissage de types de nage variés). Une fois que la panne arrive, le robot n’a plus qu’à

tester les comportements dont il sait que normalement ils lui permettent d'avancer (étape 2 : test des différentes nages) jusqu'à en trouver un qui lui permette d'avancer malgré la panne.

Nous y reviendrons par la suite, mais ce principe de résolution ne fonctionne que si les comportements que le robot a appris en amont de la panne (étape 1) sont suffisamment variés pour que, quand il les parcourt (étape 2), il finisse par en trouver un qui lui permette d'avancer malgré la panne inconnue.

2.2.2 Détail des deux étapes de résolution du problème de l'hexapode

Comme nous venons de le sous-entendre, le principe de résolution du problème de l'hexapode comporte deux étapes. Premièrement, il s'agit pour le robot d'apprendre de nombreux comportements variés qui lui permettent d'avancer quand il ne souffre pas de panne. Deuxièmement, une fois que le robot est affecté par une panne, il doit tester successivement les comportements qu'il connaît jusqu'à ce qu'il en trouve un qui lui permette d'avancer. Ces deux étapes se nomment la génération de la carte des élites et le parcours de la carte des élites. Nous les détaillons ci-dessous.

2.2.2.1 Première étape : génération de la carte des élites

La première étape se déroule en amont de la panne : c'est une étape d'apprentissage sur le robot sans panne. L'objectif est d'obtenir ce que Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) appellent une « carte des élites », qui sera parcourue dans l'étape suivante. Le rôle de l'algorithme MAP-Elite est précisément de générer cette carte, d'où son nom « MAP-Elites ».

Pour pouvoir générer la carte, il est nécessaire de préciser deux grandeurs. La première grandeur est notée Φ_1 . Il s'agit d'une métrique qui permet d'évaluer la performance du robot. Dans le cas particulier du problème de l'hexapode $\Phi_1 = \text{vitesse du robot}$. En effet, Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) considèrent que le robot marche bien s'il atteint un certain niveau de vitesse. La deuxième grandeur est notée Φ_2 . Il s'agit d'une métrique qui permet de caractériser le type de marche du robot. Si nous reprenons l'exemple de la nage, Φ_2 désignerait des types de nage. Le robot a accès à ces deux grandeurs.

Une fois ces deux grandeurs définies, il devient possible grâce à l'algorithme MAP-Elites de générer la carte des élites. Nous ne rentrerons pas dans le détail de la génération de cette carte. Précisons simplement que, pour des raisons pratiques, elle est générée non pas à partir du vrai robot mais à partir d'un logiciel de simulation.

Dans cette thèse, seule nous intéresse la structure de la carte des élites. La carte des élites est composée d'un ensemble de séquences de commandes moteur qui présentent la propriété suivante : chacune des séquences de commandes est très performante selon Φ_1 et toutes les séquences de commandes sont différentes selon Φ_2 . Précisons une nouvelle fois que la carte des élites est générée à partir du robot sans panne que l'on connaît bien. En d'autres termes, la carte des élites contient un ensemble de séquences de commandes moteur qui permettent toutes au robot sans panne d'avancer (performante en Φ_1) mais avec un type de marche à chaque fois différent (différentes selon Φ_2).

Prenons un exemple du type de carte obtenue si l’on décide que $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pause des pattes au sol}$. La carte contiendra des séquences de commandes permettant toutes au robot d’avancer mais toutes différentes selon le temps de pose des pattes au sol. La carte contiendra ainsi une séquence de commandes qui permet au robot d’avancer sans poser ses pattes avant au sol, une séquence qui permet d’avancer sans poser la patte centrale de gauche au sol etc... L’algorithme génère même une séquence de commandes dans laquelle le robot passe sur le dos et avance sans qu’aucune de ses pattes ne touche le sol ! La figure ci-dessous illustre une telle carte :

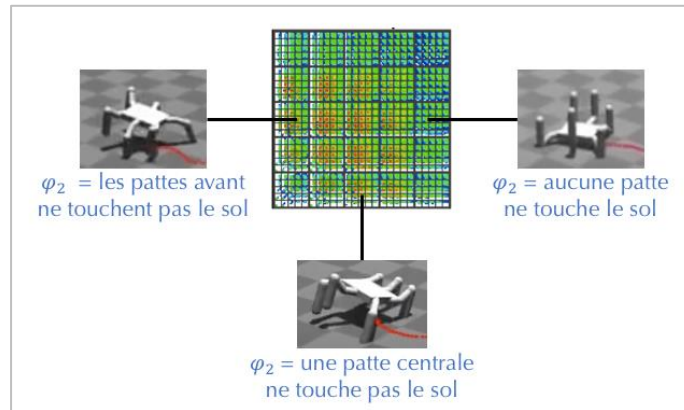


Figure 16 : Carte des élites avec $\varphi_2 = \text{pourcentage de temps des pattes au sol}$ avec illustration de trois comportements

Cet exemple de carte permet d’illustrer que le rôle des métriques Φ_1 et Φ_2 est bien distinct. Φ_1 sert à savoir effectivement si une séquence de commandes moteur est performante alors que Φ_2 sert à s’assurer que l’ensemble des séquences de commandes moteur dans la carte sont variées.

Nous avons représenté ci-dessus une carte avec trois types de marche. En réalité, dans l’article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015), les cartes manipulées contiennent environ 16 000 types de marche !

Maintenant que la carte des élites est générée, nous pouvons passer à la deuxième étape de la résolution du problème de l’hexapode : le parcours de la carte des élites.

2.2.2.2 Deuxième étape : parcours de la carte des élites

Une fois la carte des élites établie, le robot est prêt à faire face à une panne. Lorsque celle-ci survient, la deuxième étape commence. Dans cette étape, le robot en panne utilise la carte pour conduire une série d’essais qui lui permet de remarquer. Notons qu’à cette étape, ce n’est plus l’algorithme MAP-Elites qui est utilisé : celui-ci ne sert qu’à générer la carte des élites. L’algorithme servant à parcourir la carte est un algorithme d’apprentissage bayésien que nous ne détaillons pas.

Nous allons simplement illustrer ce que cet algorithme permet de faire. Pour cela, reprenons la carte de la figure 17 et montrons comment le robot s’en sert pour conduire une série d’essais. Notons qu’à ce stade, les essais se font sur le robot réel qui a subi une panne. Dans l’exemple fictif que nous

prenons, le robot a perdu sa patte centrale gauche et parvient à remarquer en trois essais comme illustré par la figure ci-dessous :

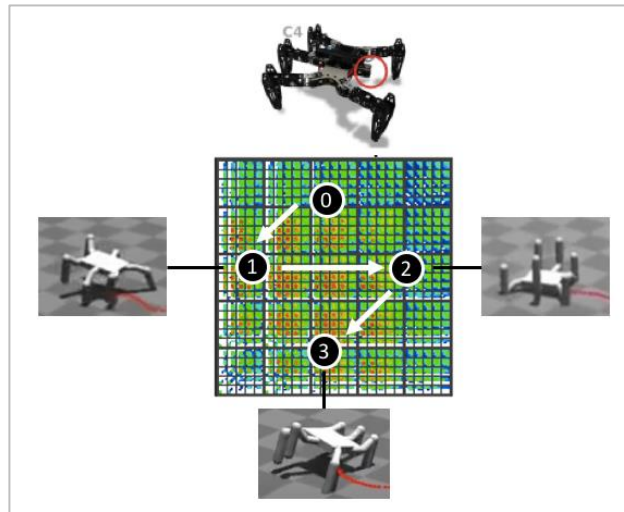


Figure 17 : Parcours de la carte des élites permettant à un robot dont il manque la patte centrale gauche de remarquer en trois essais

Initialisation 0 : le robot vient de perdre sa patte centrale gauche. Il ne sait pas encore qu’une panne l’affecte et essaye d’avancer selon sa séquence de commandes moteur habituelle. Le robot mesure sa vitesse et détecte qu’il n’avance pas. Le robot en déduit qu’il est en panne et commence à parcourir la carte des élites en conduisant une série d’essais.

Essai 1 : Le robot teste la séquence de commandes qui permet à un robot sans panne d’avancer sans que les deux pattes avant ne touchent le sol. Le robot soulève donc ses deux pattes avant et s’effondre car il lui manque une patte centrale pour le retenir. Le robot mesure sa vitesse, en conclue que la séquence de commande testée ne convient pas et conduit alors un deuxième essai.

Essai 2 : Le robot teste la séquence de commandes qui permet à un robot sans panne de se retourner et d’avancer sur le dos. Là encore, avec une patte en moins, cette séquence de commandes ne fonctionne pas et sa vitesse reste faible. Le robot fait donc un troisième essai.

Essai 3 : le robot effectue un troisième essai qui se révèle pertinent. Le robot teste une séquence de commandes qui permet à un robot sans panne d’avancer sans que sa patte centrale gauche ne touche le sol. Avec ou sans panne, la performance du robot est similaire. Le robot a donc trouvé une séquence de commandes pour surmonter la panne.

Quel est le rôle des métriques Φ_1 et Φ_2 durant cette étape ? Nous voyons que la métrique Φ_1 permet au robot d’évaluer chacun de ses essais. Φ_2 quant à elle permet au robot de s’orienter sur la carte : suite à un essai peu performant, le robot va en effet tester un comportement complètement différent.


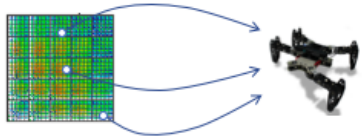
Indiquons que, dans la réalité, le parcours de la carte des élites est très rapide. En général, le robot remarque en ayant effectué seulement quelques essais. Soulignons également que, dans le principe de résolution que nous venons de présenter, le robot n’a à aucun moment eu besoin de

connaître la panne qui l’affecte pour la surmonter. Lors de la génération de la carte des élites, tout se passe avec un robot sans panne. Dans l’étape que nous venons de décrire, le robot ne fait que des tests de performance selon la métrique Φ_1

2.2.3 Synthèse des étapes de l’algorithme

Le tableau ci-dessous synthétise les deux étapes de l’algorithme ainsi que le rôle respectif des métriques Φ_1 et Φ_2 lors de ces étapes.

Tableau 4 : Synthèse des étapes de l’algorithme

	Etape 1	Etape 2
But	Générer des élites variées	Parcourir les élites
Algorithme	Map-Elite	Optimisateur bayésien
Φ_1 Rôle de Φ_1 Calcul de Φ_1	Assurer qu’une séquence de commandes soit une élite	Evaluer la performance d’un essai
	Modélisation	Robot en panne
Φ_2 Rôle de Φ_2 Calcul de Φ_2	Assurer la variété des élites	Assurer l’efficacité du parcours des élites
	Modélisation	Passage d’une valeur à l’autre en tenant compte des résultats des essais
Illustration de l’étape		

2.2.4 Ce que nous tirons du détail de l’algorithme

Pour le moment, nous avons seulement exposé comment l’algorithme fonctionne sans l’analyser plus avant. Cette connaissance nous sera utile par la suite, une fois que nous aurons compris à quel moment dans cet algorithme se joue la conception d’un milieu pour le robot en panne. Pour le moment, nous ne tirons pas encore de conclusion.

2.3 Identification de l’espace d’action de la conception de milieu dans le problème de l’hexapode : la définition de la métrique Φ_2

Nous connaissons maintenant le principe de résolution du problème de l’hexapode. De plus, nous avons montré que résoudre le problème de l’hexapode, c’est conduire un raisonnement de conception de milieu. La question que nous nous posons maintenant est donc la suivante : à quel moment, lors de la résolution du problème de l’hexapode, y-a-t-il eu une action qui peut être interprétée comme une conception de milieu ? Dans cette section, nous défendons l’idée que le travail de conception de milieu se cristallise au moment de la définition de la métrique Φ_2 .

La démonstration de ce point critique est donnée dans le corps du texte. Pour la compléter, le lecteur peut se reporter à l’annexe IV qui discute le fait que le choix de la métrique Φ_2 est critique

pour la performance de l'algorithme. On peut également se reporter à l'annexe VI qui montre que, de la définition de Φ_2 dépend l'ensemble des pannes que le robot est capable de surmonter.

2.3.1 Mise en évidence de la définition de Φ_2 comme une action de conception de milieu pour le robot en panne

Nous cherchons dans la résolution du problème de l'hexapode à quel moment à lieu l'action de conception de milieu pour le robot en panne. En d'autres termes, nous cherchons le moment où il y a eu une action sur un élément du futur milieu du robot en panne. Si nous reformulons une dernière fois, nous cherchons le moment où une action a eu une influence sur la future interaction entre l'environnement et le robot en panne qui permet à ce dernier de marcher.

Nous défendons l'idée que le seul moment où une action de cette nature a eu lieu, c'est lors de la définition de la métrique Φ_2 . Réciproquement, on montrera qu'une fois la métrique Φ_2 définie, les interactions entre le robot en panne et son environnement ne sont plus discutées lors de la résolution du problème de l'hexapode.

Qu'entendons-nous par « définition de la métrique Φ_2 » ? Il s'agit du moment où l'on définit comment l'on va évaluer les types de marche du robot. En effet, dans l'exemple que nous avons pris, le comportement du robot était évalué par rapport au temps de pose des pattes au sol. Mais de nombreuses autres métriques Φ_2 permettent d'évaluer le comportement du robot. Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) fournissent d'ailleurs de telles métriques. Le comportement du robot peut ainsi être évalué par la position angulaire de ses pattes, par le poids que les pattes supportent, par l'énergie consommée par le robot, par la déviation du robot par rapport à la ligne droite...

Quel est l'impact de prendre une métrique plutôt qu'une autre dans la résolution du problème de l'hexapode ? Appliquons le principe de résolution du problème de l'hexapode avec une nouvelle métrique, par exemple $\Phi_2 = \text{énergie consommée par le robot}$. Au moment de la génération de la carte des élites (étape 1), on aura un ensemble de séquences commandes moteur qui permettent toutes au robot d'avancer mais qui varient selon l'énergie consommée. Ainsi, la carte contiendra des séquences qui consomment beaucoup d'énergie, d'autres qui n'en consomment qu'un peu, d'autre encore qui n'en consomment pas sur certaines pattes... Comme on le voit, les séquences de commandes moteur contenues dans la carte des élites seront différentes du cas où l'on fixe $\Phi_2 = \text{temps de pause des pattes au sol}$. Ainsi, en définissant une métrique Φ_2 différente, on obtient une carte constituée d'élites différentes. Evidemment, cette différence a une conséquence au moment du parcours de la carte (étape 2). En effet, lors de cette étape, le robot en panne ne teste que les séquences de commandes moteur présentes sur la carte. Ainsi, pour surmonter sa panne, il va conduire des tests en fonction de l'énergie consommées. Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) montrent que le robot parvient à surmonter les pannes que l'on évalue son comportement en fonction de l'énergie consommée ou en fonction du temps de pause des pattes au sol. Néanmoins, ce qui nous intéresse, c'est que le robot surmonte la panne qui l'affecte à partir d'interactions avec l'environnement qui sont différentes. En d'autres termes, il surmonte la panne qui l'affecte à partir d'éléments du milieu

différents. On voit donc que la définition de la métrique Φ_2 est une action qui agit sur le futur milieu du robot en panne.

Réciproquement, on peut remarquer qu'une fois que Φ_2 est fixée, alors la nature des interactions futures entre le robot en panne et son environnement n'est plus discutée. Ainsi, une fois que Φ_2 est définie, l'étape 1 ne consiste qu'à trouver une élite pour chacun des comportements désignés par Φ_2 . De même, l'étape 2 ne consiste qu'à parcourir des comportements déjà définis.

Nous en concluons que la définition de la métrique Φ_2 est le moment dans la résolution du problème de l'hexapode où le milieu du robot en panne se conçoit.

2.3.2 Ce que nous retenons de l'analyse du rôle de Φ_2

Grâce à notre analyse, nous venons de trouver le moment où la résolution du problème de l'hexapode donne lieu à une action de conception de milieu : il s'agit de la définition de Φ_2 . En d'autres termes, nous avons identifié le point clé du raisonnement de conception de milieu. Dit encore autrement, nous avons délimité l'espace d'action sur le milieu.

Ce point est très important car nous commençons à entrevoir notre objectif final. En effet, nous venons de déterminer avec précision l'espace d'action dans lequel le milieu est conçu au cours de la résolution du problème de l'hexapode. On peut formuler que notre objectif final est effectivement de réaliser la même opération mais cette fois ci dans le cas de la commercialisation d'une innovation : nous cherchons en effet l'espace d'action dans lequel une entreprise peut concevoir un milieu pour son innovation. Evidemment, dans le cas d'une entreprise, cet espace d'action sera plus riche que la simple définition d'une métrique, néanmoins, nous voyons que l'analyse du problème de l'hexapode nous fait progresser.

Maintenant que nous avons délimité l'espace d'action de conception de milieu lors de la résolution du problème de l'hexapode, nous pouvons nous poser une dernière question, à savoir, comment agir efficacement dans cet espace ? En d'autres termes, cela revient à se demander comment définir Φ_2 de manière à être efficace pour résoudre le problème de l'hexapode.

2.4 Performance de la conception de milieu dans le problème de l'hexapode : proposition de critères de qualité sur la métrique Φ_2

Nous savons maintenant que le milieu du robot en panne se conçoit au moment de la définition de la métrique Φ_2 . La question que nous posons est maintenant : comment concevoir ce milieu de manière efficace ? Autrement dit, comment définir Φ_2 de manière à être efficace pour résoudre le problème de l'hexapode ? Pour cela, nous proposons dans cette sous-section trois critères de qualité de la métrique Φ_2 : nous proposons donc trois moyens d'évaluer si la métrique Φ_2 choisie est efficace.

Dans cette section, nous donnons une image de ces trois critères de qualité. Pour la définition formelle de ces trois critères ainsi que pour leur démonstration, le lecteur pourra se reporter à l'annexe V.

2.4.1 Critère de sensibilité : Φ_2 doit permettre une exploration large de l'ensemble des séquences de commandes

Le premier critère de qualité que nous proposons s'intitule le critère de sensibilité. Il peut s'exprimer de façon littérale comme suit :

Critère de sensibilité :

La métrique Φ_2 doit être sensible à l'ensemble des commandes moteur.

La métrique Φ_2 est dite sensible à une commande moteur s'il est possible de modifier le comportement du robot décrit selon Φ_2 à partir de cette commande moteur.

Pour expliquer ce critère, rappelons que l'objectif de la métrique Φ_2 est d'assurer la variété des élites sur la carte. Imaginons que l'on définisse une métrique Φ_2 qui ne soit pas sensible aux mouvements des pattes avant. Alors, cela signifie que quelques soient les séquences de commandes moteur envoyées aux pattes avant, la valeur de Φ_2 reste inchangée. Pour la carte des élites, cela signifie une perte de variété : en effet, l'algorithme n'est plus en mesure de faire varier les types de marche à partir du mouvement des pattes avant.

2.4.2 Critère d'indépendance : pour chaque type de marche, il doit être possible d'avancer

Le deuxième critère de qualité que nous proposons s'intitule le critère d'indépendance. Il peut s'exprimer de façon littérale comme suit :

Critère d'indépendance :

La qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande que pour chaque type de marche défini par Φ_2 , une optimisation de la vitesse est possible

Ce critère peut s'expliquer à partir de l'intuition. Ce que nous souhaitons obtenir dans la première étape de la résolution du problème de l'hexapode c'est un ensemble de commandes qui soient de comportements différents (distinction en Φ_2) et pour lesquelles le robot sans panne avance (performance en Φ_1). Il faut donc que Φ_2 désigne des comportements du robot pour lesquels le robot est capable d'avancer.

2.4.3 Critère de correspondance : augmenter la probabilité d'existence d'une élite pertinente pour une panne donnée dans la carte des élites

Le troisième critère de qualité que nous proposons s'intitule le critère de correspondance. Il peut s'exprimer de façon littérale comme suit :

Critère de correspondance :

Etant donné une panne, la métrique Φ_2 doit désigner des comportements tels que la performance du robot soit similaire qu'il subisse ou non cette panne.

Ce critère peut s'expliquer d'un point de vue logique. Si le robot remarque à la fin, c'est qu'il a trouvé dans la carte des élites une séquence de commande moteur qui lui permette de remarquer. Or cette séquence était déjà une élite, c'est à dire qu'elle permettait au robot sans panne de remarquer. Donc, plus il y a dans la carte des élites des comportements tels que la performance du robot soit la même sans panne ou avec panne, plus le robot sera rapide à remarquer.

2.4.4 Ce que nous retenons des critères de qualité de la métrique Φ_2

Nous savons que la définition de la métrique Φ_2 est le moment où se joue la conception du milieu du robot en panne. Donc en proposant des critères de qualité de la métrique Φ_2 nous abordons la question de l'efficacité de l'action de conception de milieu.

Nous pouvons retenir qu'il faut définir Φ_2 de manière à ce que :

- Quand un levier d'action du robot est modifié, Φ_2 est modifié (critère de sensibilité)
- Les types de comportement que décrit Φ_2 soient des comportements pour lesquels il est possible d'avancer (critère d'indépendance)
- Il existe des comportements décrits par Φ_2 tels que la panne n'a pas d'influence sur la performance du robot (critère de correspondance)

A ce stade, nous avons juste besoin de retenir que nous sommes également capables d'expliquer sur quoi repose la performance de l'action de définition de la métrique Φ_2 .

Nous utiliserons ces critères de performance un peu plus tard, au moment de l'analyse d'UrgoTouch. Nous associerons à chacun de ces critères une activité opérationnelle.

2.5 Synthèse des éléments issus de l'analyse de la résolution du problème de l'hexapode

A l'issue de notre analyse, nous avons :

- Identifié un problème particulier de robotique qui consiste à concevoir un milieu (le problème de l'hexapode)
- Explicité la manière dont ce problème était résolu (Première étape de génération de la carte des élites, deuxième étape de parcours de la carte des élites)
- Délémité au sein de ce problème l'espace d'action dans lequel le milieu est conçu (la définition de la métrique Φ_2)
- Identifié sur quoi reposait la performance de l'action de conception de milieu (les trois critères de performance de la métrique Φ_2)

A partir de ces éléments sur la conception de milieu en robotique, notre objectif est de savoir en quoi cela caractérise un espace d'action pour l'entreprise qui conçoit un milieu pour la commercialisation d'une innovation.

3 La membrane de l'inconnu : un espace d'action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation

Dans la section précédente, nous avons analysé la résolution d'un problème de conception de milieu en robotique. Nous avons identifié l'espace d'action dans lequel le milieu était conçu ainsi que les critères de performance de cette action.

Nous disposons donc de la solution à notre problème, néanmoins, celle-ci est exprimée dans le monde de la robotique. Or, on conviendra aisément qu'une entreprise n'est pas un robot. Il nous faut donc réussir à établir une correspondance entre les éléments issus de l'analyse précédente et la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation. Pour cela, nous proposons de modéliser le raisonnement de conception de milieu en robotique à partir de la théorie C-K (Hatchuel et Weil, 2003).

L'utilisation de la théorie C-K présente à nos yeux deux avantages. Premièrement, la théorie C-K étant une théorie du raisonnement, cela nous permet de formuler le principe de résolution du problème de l'hexapode dans un cadre cognitif. Nous réduisons ainsi la distance que nous avons à parcourir pour établir une correspondance entre la conception de milieu en robotique et la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation. Deuxièmement, la théorie C-K rend visible la manière dont les connaissances sont mobilisées. Nous aurons donc un modèle duquel nous pourrions identifier les compétences nécessaires pour la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation. Soulignons que la modélisation par la théorie C-K n'est qu'une étape intermédiaire de notre raisonnement : notre objectif reste bien, à partir des éléments d'analyse sur la conception de milieu en robotique, de tirer des conclusions quant à l'espace d'action que l'entreprise doit mettre en place pour concevoir un milieu pour la commercialisation d'une innovation.

A l'issue de cette modélisation, nous obtiendrons une première description des compétences attendues pour la conception d'un milieu lors de la commercialisation d'une innovation. Nous verrons que la description de ces compétences nous invitera à caractériser l'espace d'action de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation comme une membrane de l'inconnu.

3.1 Transposer les éléments de la conception de milieu en robotique dans un contexte organisationnel

Nous proposons de modéliser le raisonnement de conception de milieu en robotique à partir de la théorie C-K. Présentons rapidement cette théorie.

3.1.1 Présentation de la théorie C-K

La théorie C-K est une théorie qui modélise le raisonnement de conception. Dans la théorie C-K, ce raisonnement est modélisé comme une expansion conjointe de deux espaces distincts : l'espace des connaissances (K) et l'espace des concepts (C). Une connaissance désigne une proposition présentant

un statut logique : la proposition est soit vraie, soit fausse, l’objet qu’elle désigne existe ou n’existe pas. Au contraire, un concept est une proposition qui ne possède pas de statut logique : étant donné un espace K, il est impossible de dire si cette proposition est vraie ou fausse. Par exemple, la proposition « un kiosque à journaux » est une connaissance alors que la proposition « un kiosque à journaux du cœur » est un concept : a priori, on ne sait pas dire si un tel kiosque existe ou pas. En théorie C-K, l’espace C est organisé selon une arborescence qui reflète les liens logiques existants entre les concepts. A l’inverse, les connaissances se représentent comme des poches qui peuvent ou non être articulées : la structure des connaissances est considérée comme un paramètre libre en théorie C-K. La figure ci-dessous représente ces deux espaces :

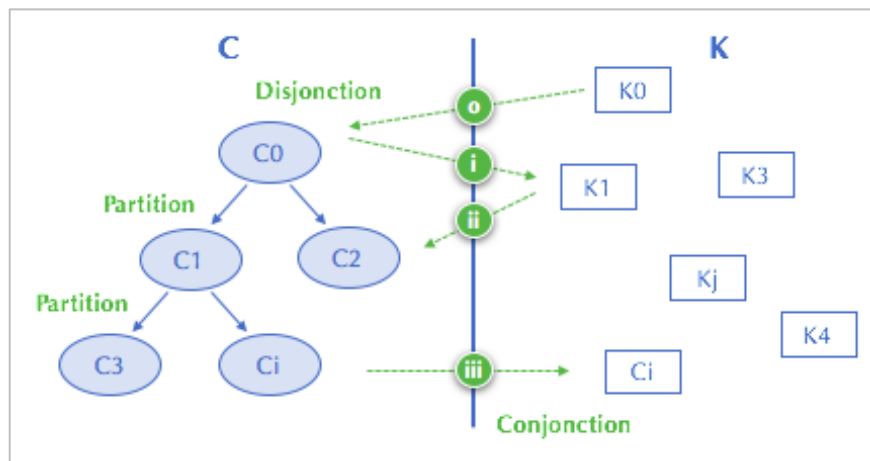


Figure 18 : Représentation des espaces C et K (en bleu) et des principales étapes du raisonnement de conception (en vert)

La figure ci-dessus représente également les principales étapes d’un raisonnement de conception. Dans la théorie C-K, la conception commence par une disjonction (étape o) : une poche de connaissance initiale (K0) est utilisée afin de former une proposition sans statut logique (C0). Ce premier concept fait appel à des bases de connaissances nouvelles (K1) (étape i). Ces bases de connaissances peuvent alors servir à affiner le concept initial au travers d’une partition (étape ii). La conception s’arrête lorsque la suite des partitions est suffisamment longue pour qu’un des concepts de l’espace C soit une connaissance : on parle alors de conjonction (étape iii).

3.1.2 Modélisation du raisonnement de conception de milieu dans le problème de l’hexapode à partir de la théorie C-K

Nous souhaitons modéliser le raisonnement de conception de milieu en robotique à l’aide de la théorie C-K. Rappelons que, dans le problème de l’hexapode, la conception de milieu a lieu lors de la définition de la métrique Φ_2 . Pour bien mettre en évidence le raisonnement de conception de milieu, nous avons donc choisi de modéliser une situation dans laquelle il est nécessaire de changer la définition de la métrique Φ_2 .

La situation que nous modélisons est la suivante. Nous prenons comme situation de base le problème de l’hexapode. Nous supposons que le concepteur du robot va essayer de résoudre le problème de l’hexapode à partir d’une première métrique de comportement Φ_{21} . Néanmoins, la carte

des élites générée par cette métrique ne permet pas de surmonter la panne. Le concepteur va alors choisir une autre métrique de comportement Φ_{22} qui, elle, génèrera une carte des élites qui permettra de surmonter la panne. Le raisonnement suivi lors de cette situation peut se modéliser en C-K de la manière suivante :

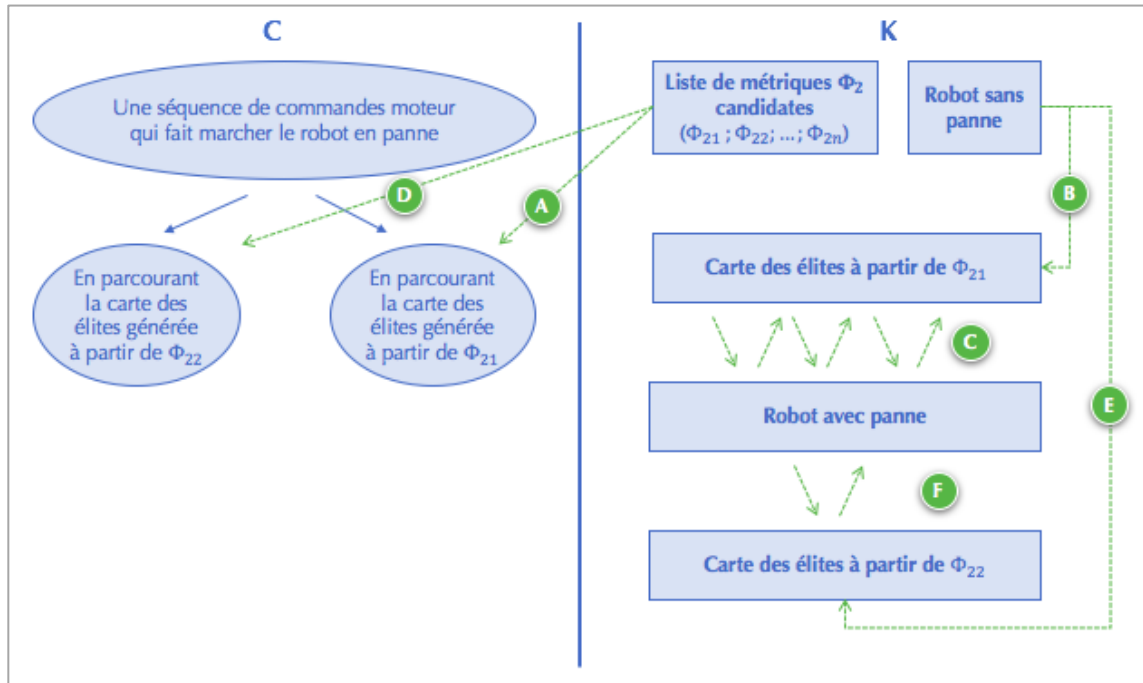


Figure 19: Modélisation C-K de la résolution d'un problème de l'hexapode où il est nécessaire de changer de métrique de comportement

Situation initiale : Au début du problème de l'hexapode, on dispose de connaissances sur le robot sans panne et d'une liste de métriques Φ_2 candidates que l'on note $(\Phi_{21}; \Phi_{22}; \dots; \Phi_{2n})$. L'objectif est de refaire marcher un robot avec une panne inconnue. Le concept initial est donc « une séquence de commandes moteur qui fait marcher le robot en panne ».

Etape A : Le concepteur sélectionne une métrique qui va servir à générer la première carte des élites. Dans notre exemple, il va sélectionner Φ_{21} .

Etape B⁴³ : A partir de sa connaissance du robot, l'algorithme MAP-Elites génère une carte des élites à partir de la métrique Φ_{21} .

Etape C⁴⁴ : Le robot en panne parcourt la carte des élites générée à partir de Φ_{21} . Il teste successivement toutes les séquences de commandes moteur présentes dans la carte des élites. Aucune des séquences testées ne lui permet de remarcher.

Etape D : Le concepteur conclut que la première carte des élites ne permet pas au robot de remarcher. Il sélectionne une seconde métrique, Φ_{22} , pour générer une nouvelle carte des élites.

⁴³ Cette étape correspond à la première étape de résolution du problème de l'hexapode (cf chapitre VI, section 2.3.1)

⁴⁴ Cette étape correspond à la deuxième étape d'un algorithme MAP-Elites classique (cf chapitre VI, section 2.3.1)

Etape E⁴⁵ : A partir de sa connaissance du robot, l’algorithme MAP-Elites génère une carte des élites à partir de la métrique Φ_{22} .

Etape G⁴⁶ : Le robot en panne parcourt la carte des élites générée par Φ_{22} . Il trouve une séquence de commandes qui lui permet de remarcher. Le problème est résolu.

3.1.3 Eléments du raisonnement de conception de milieu en robotique

Nous retenons trois éléments de la modélisation présentée ci-dessus :

- La conception de milieu en robotique mobilise une poche de connaissances riche sur les métriques Φ_2 candidates pour générer une carte des élites. Ce n’est pas très surprenant : nous avons déjà montré que l’action de conception de milieu en robotique est conduite lors de la définition de la métrique Φ_2 . Or pour pouvoir définir une telle métrique, il est utile de disposer de connaissances sur les métriques qui pourraient être utilisées.
- Pour mener à bien une conception de milieu en robotique, il est nécessaire de pouvoir générer une carte des élites. Bien que ce soit la définition de Φ_2 qui conçoive le milieu, celui-ci n’est pas opérant tant que le robot n’a pas généré puis parcouru la carte des élites.
- Il est intéressant d’évaluer la qualité de la métrique Φ_2 à partir des critères de performance identifiés. En effet, la modélisation nous montre qu’invalider une carte des élites est un processus couteux : il est nécessaire de parcourir l’ensemble de la carte, c’est à dire d’essayer, avec le robot en panne, toutes les élites qu’elle contient. Une alternative à cette approche directe serait d’évaluer la qualité de la métrique Φ_2 avant de générer la carte. Cela est théoriquement faisable à partir des critères de performance que nous avons proposé précédemment.

3.2 Les compétences mises en jeu pour une conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation

Voyons à présent comment les éléments exposés ci-dessus nous permettent de formuler des conclusions quant à l’espace d’action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation.

3.2.1 Connaissance sur les Φ_2 : une capacité organisationnelle à décrire l’ensemble des effets des actions commerciales sur l’environnement

Notre modélisation montre que la conception de milieu en robotique mobilise une poche de connaissances riche sur les métriques Φ_2 candidates pour générer une carte des élites. Que cela nous

⁴⁵ Cette étape correspond à la première étape de résolution du problème de l’hexapode (cf chapitre VI, section 2.3.1)

⁴⁶ Cette étape correspond à la deuxième étape d’un algorithme MAP-Elites classique (cf chapitre VI, section 2.3.1)

apprend-t-il sur la nature des compétences nécessaires à une entreprise lors de la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation ?

Tout d'abord, il nous semble nécessaire de rappeler la nature de Φ_2 dans le problème de l'hexapode : Φ_2 désigne une métrique qui permet de distinguer différents comportements du robot. Or, le comportement du robot est la résultante de l'interaction entre les leviers d'action du robot (les ordres envoyés aux moteurs) et l'environnement du robot. Φ_2 est donc un objet très particulier : il s'agit d'une dimension qui permet de distinguer les résultantes de l'interaction entre les leviers d'action du robot et son environnement. Pour enfoncer le clou sur la nature particulière de Φ_2 , il nous semble utile de préciser ce que Φ_2 n'est pas :

- Φ_2 n'est pas un descripteur de l'environnement du robot. En effet, Φ_2 est une métrique de comportement : elle articule les leviers d'action du robot avec son environnement.
- Pour la même raison que le point précédent, Φ_2 n'est pas un descripteur des leviers d'action du robot.
- Φ_2 ne désigne pas un comportement du robot : Φ_2 est une dimension qui permet de distinguer les comportements du robot. Φ_2 est donc un objet très particulier qui désigne un ensemble de comportements du robot.

Quel est l'équivalent de Φ_2 lors de la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation ? Dans le cas de la commercialisation d'une innovation, les leviers d'action de l'entreprise ne sont plus les séquences de commandes moteur mais les activités commerciales. Donc l'équivalent d'un comportement du robot est la résultante de l'interaction entre les activités commerciales de l'entreprise et son environnement. Autrement dit, l'équivalent d'un comportement du robot est un effet induit dans l'environnement par les actions commerciales de l'entreprise. Φ_2 désigne donc une dimension qui permet de distinguer différents effets induits dans l'environnement par les activités commerciales de l'entreprise.

Pour renforcer la dimension organisationnelle de notre propos, nous pouvons nous demander quel est l'acteur qui, dans l'organisation manipule des connaissances sur les effets induits dans l'environnement par les activités commerciales ? Il nous semble que ces compétences sont principalement celles des commerciaux. En effet, ce sont eux qui, sur le terrain adaptent leur comportement pour obtenir un effet dans l'environnement. Illustrons ces compétences par deux exemples:

- Les pharmaciens ont généralement peu de temps à consacrer aux discussions commerciales avec les représentants. Si un représentant se présente à l'improviste dans une pharmacie, il a toutes les chances de n'obtenir qu'une discussion courte avec le pharmacien. Les représentants mettent en place de nombreuses techniques commerciales dans le but d'allonger le temps que leur accorde le pharmacien. Ils peuvent prendre des rendez-vous, arriver avant l'ouverture de la pharmacie, proposer de venir pour reprendre des produits non vendus... Les représentants savent donc que l'effet induit dans

l'environnement par toutes ces activités commerciales est d'augmenter leur temps de discussion avec le pharmacien.

- Les représentants connaissent l'ensemble de la palette des arguments susceptibles de convaincre un pharmacien d'ajouter un produit à la liste des références qu'il propose dans sa pharmacie. Certains sont ainsi plutôt sensibles à des arguments de prix, de preuves scientifiques, de facilité d'usage par le patient... La palette des arguments possibles est bien une connaissance sur les effets induits dans l'environnement (le pharmacien propose une référence supplémentaire) par des activités commerciales (les arguments que le représentant présente)

Notre analyse du raisonnement de conception de milieu confirme donc que les connaissances des commerciaux sont nécessaires et utiles pour l'espace d'action chargé de concevoir un milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Attention néanmoins, notre analyse indique que le raisonnement à conduire porte sur Φ_2 , c'est à dire sur une dimension qui caractérise les effets induits dans l'environnement par les activités commerciales. Il ne s'agit donc pas de décrire un seul effet induit comme dans les exemples précédents mais bien l'ensemble des effets possibles selon une dimension donnée. Prenons un exemple de ce que cela signifie. Imaginons que le comportement que l'on souhaite induire dans l'environnement soit $\Phi_2 = \text{temps de conseil du pharmacien}$. En d'autres termes, on analyse l'effet des activités commerciales sur le temps que le pharmacien va passer à conseiller un produit à son patient. Décrire un seul effet induit serait de dire que, lorsque le représentant apporte des connaissances scientifiques au pharmacien sur un produit, par exemple les vitamines, cela a pour effet d'augmenter le temps de conseil de ce produit car le pharmacien dispose de plus d'arguments pour conseiller son patient. Maintenant, si l'on veut utiliser ce Φ_2 pour un raisonnement de conception de milieu, il faut connaître des actions commerciales qui ont pour effet de susciter l'ensemble des temps de conseil possible du pharmacien. En d'autres termes, il faut connaître les activités commerciales qui diminuent le temps de conseil du pharmacien, il faut connaître les activités commerciales qui permettent un temps de conseil nul, celle qui induisent un temps de conseil d'une minute, celles qui induisent un temps de conseil d'une heure...

Notre analyse suggère donc que les connaissances à manipuler pour la conception d'un milieu sont bien d'une nature similaire à celles qu'un commercial manipule quotidiennement mais qu'elles ont une envergure beaucoup plus grande. Les commerciaux connaissent généralement les activités commerciales qui leur permettent d'atteindre un effet précis. Ici, les connaissances dont nous discutons au travers de Φ_2 renvoient au fait de connaître l'ensemble des effets induits dans l'environnement selon une dimension, ainsi que l'ensemble des activités commerciales associées qui permettent d'atteindre les effets désirés.

Prenons un dernier exemple, nous avons vu que les représentants connaissent les activités commerciales permettant d'assurer le succès de leur innovation. En toute rigueur, ce que dit Φ_2 c'est que, pour la conception de milieu, nous avons besoin d'un représentant qui connaît des activités

commerciales à même de générer toutes la palette possible des émotions du pharmacien : des activités commerciales qui le rendent joyeux, triste, bougon, aimable, serviable, charmeur et même amoureux !

Φ_2 suggère donc que la conception de milieu nécessite une compétence particulière : celle d'être capable de décrire un ensemble varié d'effets dans l'environnement ainsi que les activités commerciales qui permettent de les atteindre. Cette compétence n'est a priori pas celle d'un responsable commercial qui lui doit s'assurer que ses équipes mettent bien en place des activités déterminées. Cette compétence renvoie plutôt à l'idée d'un commercial virtuose qui, à partir d'une très bonne connaissance du terrain est capable de générer des activités commerciales capables de susciter une palette de réactions variées au sein de l'environnement.

Notons que « connaître l'ensemble des effets induits dans l'environnement selon une dimension, ainsi que l'ensemble des activités commerciales qui suscitent ces effets » est cohérent avec nos résultats obtenus sur les commis-voyageurs. En effet, nous savons que l'entreprise entretient avec certains éléments de son écosystème une relation d'endogénéisation : en mettant en place certaines activités commerciales, l'entreprise est capable de faire en sorte que son écosystème se comporte d'une façon donnée. Dans le raisonnement de conception de milieu, Φ_2 désigne justement la nature des connaissances à avoir qui permettent d'instaurer une relation d'endogénéisation. Si l'entreprise connaît l'ensemble des effets induits dans l'environnement selon une dimension, ainsi que l'ensemble des activités commerciales qui suscitent ces effets, il devient très facile pour elle de construire la relation d'endogénéisation.

3.2.2 Capacité à générer une carte des élites : une capacité organisationnelle à prédire le succès de nombreuses activités commerciales

Notre modélisation montre que, pour concevoir un milieu en robotique, il est nécessaire de pouvoir générer une carte des élites. Que cela nous apprend-t-il sur la nature des compétences nécessaires pour une entreprise lors de la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation ?

Rappelons dans un premier temps ce que signifie pouvoir générer une carte des élites dans le cas du problème de l'hexapode. Au moment de la génération de la carte des élites, les deux métriques Φ_1 et Φ_2 sont fixées. En d'autres termes, l'algorithme qui génère la carte sait comment la performance du robot va être évaluée (Φ_1) et comment les comportements du robot vont être évalués (Φ_2). L'objectif de l'algorithme est donc de trouver une élite pour chacun des comportements définis par Φ_2 . Il doit donc être capable, étant donné un comportement, de trouver son élite.

Quel est l'équivalent, lors de la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation, de l'opération « étant donné un comportement, trouver son élite » ? Nous avons vu que, lors d'une commercialisation, un comportement est un effet induit dans l'environnement par les activités commerciales. L'élite d'un comportement est la séquence de commande moteur la plus performante permettant le comportement visé. Dès lors, lors de la commercialisation d'une innovation, trouver l'élite d'un comportement renvoie à l'idée qu'il faut être capable, pour un effet induit dans l'environnement, de trouver les activités commerciales qui génèrent cet effet et qui maximisent le

succès de l'innovation. Notre analyse suggère donc que la conception de milieu nécessite une compétence consistant à trouver les activités commerciales qui maximise le succès de l'entreprise tout en générant au sein de l'environnement un effet donné.

Soulignons la différence entre cette compétence et celle que nous détaillons dans la section précédente. Précédemment, l'objectif était d'identifier l'ensemble des effets induits dans l'environnement que l'on est capable de générer à partir d'activités commerciales. La question était donc : est-on capable d'inventer des activités commerciales qui permettent de générer une variété d'effets selon une dimension donnée ? (Exemple : est-on capable d'inventer des activités commerciales dont l'effet est que le temps de conseil du pharmacien soit nul, soit d'une minute, soit d'une heure ?). L'objectif de la compétence que nous détaillons dans cette section est au contraire, de maximiser le succès de l'entreprise tout en générant au sein de l'environnement un effet donné. La question est donc : étant donné un effet que l'on souhaite induire, quelles sont les activités commerciales qui génèrent cet effet tout en maximisant la performance de l'entreprise ?

A quelle figure d'acteur cette compétence renvoie-t-elle ? Il nous semble que, dans l'entreprise, l'acteur qui est chargé de maximiser le succès d'un ensemble d'activités commerciales est le marketing opérationnel. Son rôle est en effet d'assurer une cohérence des activités commerciales pour assurer le succès. Prenons un exemple au sein du groupe Uργο.

L'un des objectifs stratégiques du groupe Uργο est d'apparaître comme le partenaire privilégié du pharmacien. On voit ainsi que l'une des compétences du marketing est bien, étant donné un effet que l'on souhaite générer dans l'environnement (apparaître comme le partenaire privilégié des pharmaciens) de mettre en place les actions commerciales qui permettent de générer cet effet tout en maximisant le succès de l'entreprise. Le marketing est en effet l'acteur qui optimise les activités des commerciaux.

Notre analyse du raisonnement de conception de milieu confirme donc que les compétences marketing de maximisation du succès à partir des activités commerciales sont nécessaires et utiles pour la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Néanmoins, notre analyse suggère également que les compétences à mobiliser pour la conception de milieu sont plus riches que celles manipulées quotidiennement par un responsable marketing. En effet, l'enjeu n'est pas tant de savoir comment maximiser le succès sous la contrainte d'un seul effet connu que l'on souhaite générer. Il s'agit plutôt d'être en mesure d'explicitier comment la contribution au succès de l'ensemble des activités commerciales évolue lorsque l'effet que l'on cherche à générer dans l'environnement varie.

Reprenons l'exemple où l'effet que l'on cherche à générer porte sur le temps de conseil du pharmacien ($\Phi_2 = \textit{temps de conseil du pharmacien}$). Notre analyse suggère qu'il faut pouvoir répondre aux questions suivantes : Comment la modification du prix impacte le succès si le temps de conseil du pharmacien est nul ? Si ce temps de conseil est de une minute ? S'il est d'une heure ? Faire de la publicité, participe-t-il au succès si le temps de conseil du pharmacien est nul ? Si ce temps de conseil est de une minute ? S'il est d'une heure ? En d'autres termes, il faut pouvoir expliquer comment

la contribution au succès de l'ensemble des activités commerciales varie lorsque le temps de conseil du pharmacien varie. De plus, soulignons que l'on demande à l'entreprise de pouvoir se prononcer même si l'effet dont il est question n'a jamais été observé. En toute rigueur, il faudrait pouvoir expliciter comment le prix participe au succès quand le temps de conseil du pharmacien est d'une journée entière.

On voit donc que les compétences attendues pour concevoir un milieu sont plutôt celles d'un responsable marketing stratège, capable de trouver, sous la contrainte de provoquer un effet précis dans l'environnement, les activités commerciales qui maximisent le succès de l'entreprise.

Notons que les compétences attendues pour concevoir un milieu sont cohérentes avec les résultats obtenus sur les commis-voyageurs. En effet, ces résultats montrent que les entreprises doivent entretenir une relation d'indépendantisation avec certains éléments de leur écosystème. En toute rigueur, elles doivent donc être capables de démontrer que, quelle que la manière dont cet élément de l'écosystème varie, cela n'impacte pas le succès généré par les activités commerciales. Pour réussir cette démonstration, il apparaît effectivement intéressant d'être capable d'expliquer comment la contribution au succès de l'ensemble des activités commerciales évolue lorsque qu'un effet induit dans l'écosystème varie.

3.2.3 Capacité à tester les métriques Φ_2 : Une capacité d'apprentissage sur la pertinence de la représentation de l'environnement

Notre modélisation montre l'intérêt de tester la qualité de la métrique Φ_2 en amont de la génération de la carte des élites afin de concevoir un milieu en robotique. Que cela nous apprend-t-il quant à la nature de l'action à conduire par une entreprise pour concevoir un milieu lors de la commercialisation d'une innovation ?

Tester la qualité de la métrique Φ_2 renvoie, pour la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation, à une opération relativement étrange. Il s'agit en effet de tester la qualité de la dimension qui permet de distinguer différents effets induits dans l'environnement par les activités commerciales de l'entreprise. En d'autres termes, il s'agirait d'un test qui montrerait que l'ensemble des effets auxquels on s'intéresse pour concevoir un milieu est pertinent.

A ce stade, la nature de ce test n'apparaît pas clairement. Néanmoins, rappelons que dans la conception de milieu en robotique, être capable de tester Φ_2 c'est éviter de devoir parcourir toute la carte des élites pour se rendre compte qu'elle n'est pas pertinente. Ainsi, le test que nous essayons de décrire permet, dans le monde de la robotique, d'éviter au robot de tester de nombreuses séquences de commandes moteur. Pour la conception de milieu pour la commercialisation, il s'agirait donc d'un test qui éviterait d'avoir à implémenter de nombreuses activités commerciales pour se rendre compte qu'elles sont inefficaces.

Enfin le test que nous décrivons a pour but d'évaluer la qualité d'une métrique Φ_2 . Sous-entendu, il s'agit donc d'un test qui peut conduire à changer de métrique Φ_2 . Pour la commercialisation d'une

innovation, il s’agit donc d’un test qui peut conduire à modifier les dimensions avec lesquelles l’entreprise rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l’environnement.

Le fait qu’il faille conduire des tests commerciaux pour réussir à trouver les activités commerciales adaptées à une innovation n’a rien de surprenant et est cohérent avec la littérature (Sosna et al, 2010, Andries, 2013, Aarikka-Stenroos et Lehtimäki, 2014). Néanmoins, notre modèle prédit que la nature des tests à conduire est très particulière. Elle ne porte en effet pas sur la performance des activités commerciales mais sur la qualité des dimensions avec lesquelles l’entreprise rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l’environnement. Nous nous attendons donc à voir, lors de la conception de milieu pour la commercialisation d’une innovation des tests d’une nature particulière. Dans le prochain chapitre, nous verrons en effet que les équipes d’UrgoTouch ont conduit des tests de cette nature.

3.3 Synthèse – Caractérisation de l’espace d’action de conception de milieu comme une membrane de l’inconnu

Dans ce chapitre, nous avons cherché à caractériser l’espace d’action dans lequel l’entreprise conçoit son milieu. Nous avons donc caractérisé l’espace d’action dans lequel l’entreprise construit la séparation entre son écosystème et son environnement.

Nous avons montré que cet espace d’action mettait en jeu :

- i. des compétences pour décrire son environnement selon les effets que peuvent générer ses activités commerciales
- ii. des compétences pour évaluer, à partir d’un ensemble d’effets induits dans l’environnement, la performance de l’ensemble des activités commerciales qui permettent de générer ces effets.
- iii. des tests dont l’objectif est de savoir si l’entreprise conserve ou modifie les dimensions avec lesquelles elles décrit les effets générés par ses activités commerciales dans l’environnement.

En guise de synthèse, nous cherchons, à partir de ces trois points, une manière de caractériser cet espace d’action dans lequel l’entreprise conçoit un milieu pour la commercialisation d’une innovation. Comme l’objectif de cet espace est d’établir une distinction entre l’écosystème de l’entreprise et son environnement, nous nous sommes tournés vers le champ lexical des éléments qui établissent une séparation : la frontière, la limite, la borne, la lisière, la démarcation, la délimitation, le fossé, la cloison, la palissade, la coupure, le mur, la paroi, l’écran, la ligne... Néanmoins, nous voulions que le terme choisi rende compte des trois propriétés ci-dessus, il nous fallait donc un terme qui évoque le fait que, dans cet espace d’action :

- i. L’entreprise considère son environnement au travers du prisme des effets qu’elle est capable de générer dans celui-ci
- ii. L’entreprise conçoit et évalue la performance d’activités commerciales qui génèrent des effets variés

iii. L'entreprise peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement

Sur la base de ces trois points, nous avons sélectionné le terme de membrane. En effet, une membrane cellulaire en biologie présente les trois propriétés suivantes :

- i. Elle filtre les informations (énergie, nutriments...) en provenance de l'extérieur pour ne laisser passer que celles qui ont un rapport avec l'activité interne de la cellule.
- ii. Elle délimite un espace dans lequel se déroule le métabolisme de la cellule
- iii. Elle a une épaisseur, c'est à dire que la membrane peut être modifiée par le métabolisme interne de la cellule vivante

Comme au sein de cette membrane, ce qui se joue c'est la conception d'un milieu que l'on ne connaît pas encore, nous avons donc choisi de caractériser l'espace d'action d'intérêt comme une membrane de l'inconnu. La figure suivante propose une représentation de la membrane de l'inconnu avec ses trois propriétés :

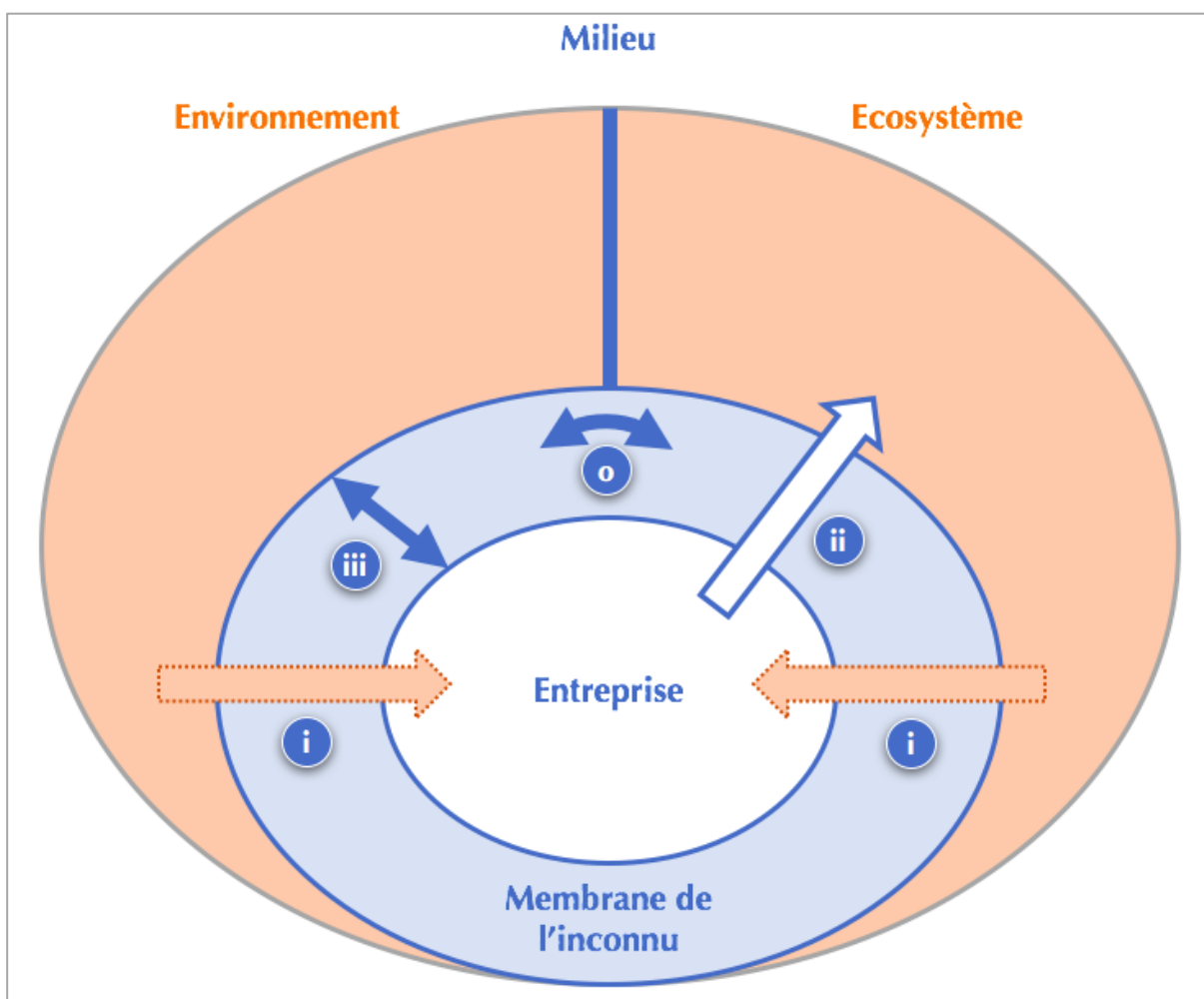


Figure 20 : La membrane de l'inconnu est un espace d'action dans lequel l'entreprise : (o) conçoit un milieu ; (i) considère son environnement au travers du prisme des effets qu'elle est capable de générer dans celui-ci ; (ii) élabore ses activités commerciales (iii) peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement

Synthèse Chapitre V

Dans ce chapitre, nous caractérisons l'espace d'action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation comme une membrane de l'inconnu.

A partir de l'exemple d'UrgoTouch, nous montrons d'abord le besoin empirique d'une description de l'espace d'action dans lequel se conçoit un milieu. En effet, nous montrons que l'équipe en charge de commercialiser UrgoTouch a conçu un milieu. Néanmoins, le responsable de cette équipe nous a indiqué qu'il n'était pas capable d'explicitier la démarche ayant permis ce succès et qu'il craignait de ne pas réussir à la reproduire. Nous en concluons que **les acteurs ont du mal à décrire un espace d'action adapté à la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation**, d'où l'intérêt de cette description.

Pour décrire un tel espace, nous faisons dans un deuxième temps un crochet par la robotique. En effet, nous montrons que le problème de l'hexapode (dans lequel on demande à un robot d'adapter son comportement de manière autonome pour surmonter une panne inconnue) est un cas particulier de conception de milieu. Nous présentons le principe de résolution de ce problème basé sur l'algorithme MAP-Elites. Nous identifions ainsi un modèle de **l'espace d'action de conception de milieu pour le problème de l'hexapode**. Nous mobilisons alors la théorie C-K pour rapprocher ce modèle de l'action de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Cette analyse nous permet d'identifier trois éléments clés d'un espace d'action de conception de milieu pour la commercialisation. Premièrement, (i) l'entreprise doit être **capable de décrire un ensemble varié d'effets qu'elle est capable de susciter dans son environnement ainsi que d'imaginer les activités commerciales qui lui permettent de générer ces effets**. En d'autres termes, cela renvoie à la compétence qu'aurait un commercial-virtuose capable de susciter une palette variée de réactions au sein de son environnement à partir d'activités commerciales. Deuxièmement, (ii) l'entreprise doit être **capable d'explicitier comment la contribution au succès de l'ensemble de ses activités commerciales lorsqu'un effet précis dans l'environnement est généré**. Cette compétence serait celle d'un responsable marketing stratège, capable de trouver, sous la contrainte de provoquer un effet précis dans l'environnement, les activités commerciales qui maximisent le succès de l'entreprise. Troisièmement (iii), notre modèle suggère que l'entreprise a intérêt à tester la qualité des dimensions avec lesquelles elle rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l'environnement. Autrement dit, **il existerait des tests utiles à la commercialisation d'une innovation qui ne portent pas sur la performance des activités commerciales**. Le chapitre suivant nous montrera qu'effectivement, l'équipe d'UrgoTouch a mis en place des tests de cette nature.

Sur la base de (i) + (ii) + (iii), nous caractérisons l'espace d'action de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation comme **une membrane de l'inconnu**. En effet, une membrane cellulaire (i) ne laisse passer de l'extérieur que les éléments en rapport avec l'activité interne de la cellule, (ii) délimite l'espace métabolique de la cellule et (iii) peut se modifier.

Chapitre VI – Un processus de conception de milieu pour la commercialisation des innovations

Le chapitre précédent suggère que la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation nécessite de conduire des tests d'une nature particulière. Il s'agit en effet de tester la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l'environnement.

Dans ce chapitre, nous montrons qu'effectivement, la commercialisation d'UrgoTouch a mis en œuvre des tests. Plus précisément, nous montrons que les expérimentations menées par les équipes d'UrgoTouch ne s'interprètent pas facilement comme un test de la performance des activités commerciales. Nous montrons en revanche qu'elles s'interprètent bien comme des tests de qualité d'une métrique Φ_2 .

UrgoTouch est donc un cas de succès dans lequel les tests de qualités d'une métrique Φ_2 ont été opérationnalisés pour la conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation. Nous détaillons comment ces tests ont été conduits et, sur la base de ces éléments, proposons un processus de conception de milieu pour la commercialisation des innovations.

1 Les expérimentations menées pour commercialiser UrgoTouch sont-elles cohérentes avec celles prédites par la notion de membrane de l'inconnu ?

La commercialisation d'UrgoTouch n'a pas été un long fleuve tranquille : pendant près de deux ans, l'équipe d'UrgoTouch a mené de multiples expérimentations et a modifié plusieurs fois ses activités commerciales avant de connaître le succès.

Le travail analytique que nous conduisons dans le chapitre précédent prédit effectivement que, dans une membrane de l'inconnu, la nature des tests à conduire est particulière. Nous souhaitons donc mettre à l'épreuve cette prédiction vis-à-vis du cas empirique de la commercialisation d'UrgoTouch.

Pour cela, nous allons confronter la commercialisation d'UrgoTouch à deux hypothèses. La première hypothèse provient de notre analyse des membranes de l'inconnu et peut se résumer ainsi : les tests portent sur la qualité de la métrique Φ_2 , c'est à dire, sur la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l'environnement. La deuxième hypothèse est issue de la littérature et peut se résumer ainsi : les tests portent sur la performance des activités commerciales mises en place. Nous détaillons ci-dessous ces deux hypothèses et montrons que, pour les départager, nous allons nous intéresser à la séquence des expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch.

1.1 Hypothèse 1 (Membrane) : les expérimentations portent sur la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales

Dans le chapitre précédent, notre analyse suggère que, dans une membrane de l'inconnu, il existe des tests qui portent sur la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales. Notre première hypothèse est donc :

Hypothèse 1 : *les expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch avaient pour but de tester la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rendait compte des effets de ses activités commerciales.*

Nous proposons d'être même un peu plus précis. En effet, nous avons identifié, pour la conception de milieu en robotique, trois critères de qualité d'une métrique Φ_2 : le critère de sensibilité, le critère d'indépendance et le critère de correspondance (cf chapitre V section 2.4). Nous proposons ci-dessous de reformuler ces critères dans l'optique d'une conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation. Cela nous permettra de plus facilement repérer les tests liés à l'hypothèse 1.

1.1.1 Le critère de sensibilité : la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant meilleure que le nombre d'activités commerciales qui contribuent à cette dimension sera grand

Dans le problème de l'hexapode, le critère de sensibilité s'exprime de la façon suivante : La métrique Φ_2 doit être sensible à l'ensemble des commandes moteur. La métrique Φ_2 est dite sensible à une commande moteur s'il est possible de modifier le comportement du robot décrit selon Φ_2 à partir de cette commande moteur. L'idée de ce critère est que la métrique Φ_2 de comportement du robot ne doit « oublier » aucun des leviers d'action du robot.

Pour la commercialisation d'une innovation, Φ_2 désigne une dimension par laquelle l'entreprise rend compte des effets générés dans son environnement par ses activités commerciales. Le critère de sensibilité affirme donc qu'il est plus intéressant que la dimension choisie pour rendre compte des effets des actions commerciales dans l'environnement soit impactée par un nombre important des activités commerciales de l'entreprise. Il faut que la dimension choisie pour rendre compte des effets des activités commerciales permette de « voir » le maximum d'activités commerciales. En d'autres termes, notre modélisation indique que la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant meilleure que le nombre d'activités commerciales qui contribuent à cette dimension sera grand.

1.1.2 Le critère d'indépendance : la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant meilleure que, pour chacun des comportements qu'elle décrit, il est possible d'optimiser le succès

Dans le problème de l'hexapode, le critère d'indépendance s'exprime de la façon suivante : la qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande que pour chaque type de marche définie par Φ_2 une optimisation de la vitesse est possible. Ce critère correspond au fait qu'il existe des élites pour chacun des comportements définis par Φ_2 .

Pour la commercialisation d'une innovation, le critère d'indépendance indique donc que la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant plus grande que, pour chacun des effets envisagés, il est possible d'optimiser le succès de l'innovation. Ce critère renvoie très exactement à la compétence du responsable marketing stratège que nous décrivons dans le chapitre précédent (cf chapitre V, section 3.2.2).

1.1.3 Le critère de correspondance : la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant plus grande qu'il existe des effets pour lesquels la performance des activités commerciales qui génèrent ces effets est la même dans le nouvel écosystème que dans l'ancien.

Dans le problème de l'hexapode, le critère de correspondance s'exprime de la façon suivante : Etant donné une panne, la métrique Φ_2 doit désigner des comportements tels que la performance du robot soit similaire qu'il subisse ou non cette panne. L'idée est que, in fine, dans la carte des élites, il existe des élites qui permettent au robot en panne de remarcher.

Dans la commercialisation d'une innovation, ce critère n'a pas de correspondance immédiate. En effet, nous n'avons pas encore réfléchi à ce qu'une panne pouvait être dans le monde de la commercialisation d'une innovation. Si nous cherchons à faire ce travail maintenant, on peut remarquer que la panne peut s'interpréter comme un changement d'environnement du robot. Il est effectivement équivalent de dire : « il manque au robot la patte avant gauche » et « l'environnement dans lequel le robot évolue est tel qu'il n'y a aucun effet de la patte avant gauche » le robot évolue dans un environnement tel que sa patte n'a plus d'utilité ». Donc, dans la commercialisation d'une innovation, la panne peut s'interpréter comme un changement d'écosystème de l'entreprise (éléments avec lequel l'entreprise est en interaction).

Le critère de correspondance est donc un critère qui ne s'exprime qu'en dynamique. En effet, il ne se formule que quand l'entreprise passe d'un ancien écosystème à un nouvel écosystème. Il indique alors que, la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant plus grande qu'il existe des effets pour lesquels la performance des activités commerciales qui génèrent ces effets est la même dans le nouvel écosystème que dans l'ancien.

1.2 Hypothèse 2 (Littérature) : les expérimentations portent sur la performance des activités commerciales

Au travers de notre première hypothèse, nous souhaitons tester que les tests, dont notre analyse a montré qu'ils étaient présents dans une membrane de l'inconnu, ont été mis en place par les équipes

d'UrgoTouch. Néanmoins, nous ne pouvons pas exclure d'emblée que les expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch ne sont pas des expérimentations classiques. En d'autres termes, nous ne souhaitons pas tester notre hypothèse seule mais être en mesure de la comparer à une autre hypothèse probable. Pour cela, nous proposons également d'investiguer l'hypothèse suivante :

Hypothèse 2 : *les expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch avaient pour but de tester la performance des activités commerciales.*

Pour formuler cette hypothèse, nous nous sommes appuyés sur la littérature en innovation de business model. En effet, comme nous l'avons montré dans le premier chapitre, la question de l'apprentissage est plus abordée par la littérature en innovation de business model que par la littérature sur la commercialisation. La commercialisation d'UrgoTouch pouvant s'interpréter comme un processus d'innovation de business model, cette littérature nous paraît la plus pertinente pour formuler notre hypothèse.

Or, dans cette littérature, l'innovation de business model est décrite comme un processus itératif dans lequel une entreprise implémente un business model, teste sa performance et – si celle-ci est mauvaise – le modifie avant de le tester à nouveau. Le caractère itératif du processus d'innovation de business model transparaît dans le vocabulaire utilisé pour le qualifier. Ainsi, la littérature présente l'innovation de business model comme un processus de découverte (McGrath, 2010), de recherche (Snhur et Wiklund, 2019), de reconfiguration (Berends et al, 2016), d'adaptation (Rohrbeck et al, 2012 ; Bojovic et al, 2018 ; McDonald et Eisenhardt 2019) ou d'essai-erreur (Sosna et al, 2010). Ces différentes dénominations font bien référence à un processus d'aller-retour avec le terrain guidé par les résultats de l'expérimentation. En creux, ces dénominations renvoient à l'idée que ce qui est testé lors d'une expérimentation, c'est la performance du business model implémenté. Ainsi, dans l'essai-erreur (Sosna et al, 2010), on perçoit l'importance de l'évaluation de la performance : si le business model s'avère peu performant, il faut le changer. La notion de processus de recherche (Snhur et Wiklund, 2019) renvoie au « search » simonien, c'est à dire un algorithme d'optimisation guidé par une fonction de performance. De même, la reconfiguration, la découverte et l'adaptation sont des notions qui suggèrent que l'expérimentation d'un business model a pour objectif d'évaluer sa performance.

Les modèles d'apprentissage auxquels se réfèrent la littérature vont également dans le sens de cette interprétation. En effet, la littérature renvoie régulièrement au modèle proposé par Levinthal (1997) qui présente l'apprentissage comme un processus d'optimisation, c'est à dire dans lequel l'expérimentation sert à valider la performance d'une combinaison de variables d'intérêt. Les références à ce modèle sont soit explicites, comme pour dans les papiers de Sosna et al 2010 ; Berends et al (2016) ; Snhur et Wiklund (2019) et McDonald et Eisenhardt (2019) ; soit implicites via l'utilisation de notions comme l'adaptation qui sont connexes au modèle d'apprentissage de Levinthal (1997).

1.3 Analyser les expérimentations lors de la commercialisation d'UrgoTouch pour tester nos deux hypothèses

Nous proposons d'utiliser le cas d'UrgoTouch pour trancher entre les deux hypothèses que nous venons de présenter. Maintenant que ces hypothèses sont clarifiées, la question en suspens est celle des observables : quels éléments devons-nous analyser sur le cas d'UrgoTouch pour tester nos deux hypothèses ?

Comme la figure ci-dessous l'explique, la littérature considère l'innovation de business model comme un processus itératif constitué d'expérimentations et de changements du business model :

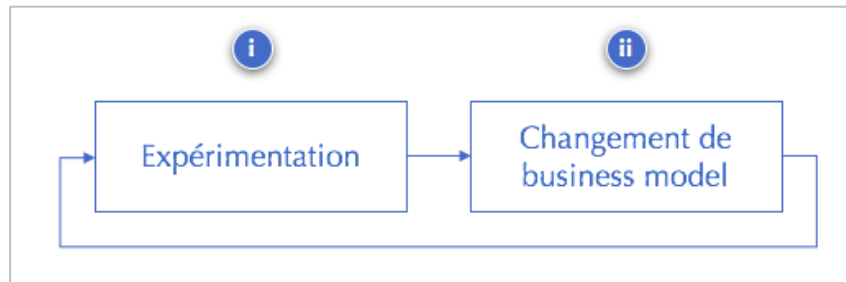


Figure 21 : Modèle du processus d'innovation de business model partagé par la littérature et notre raisonnement de conception de milieu

D'après la littérature, l'expérimentation permet de tester la performance du business model implémenté et le changement de business model est guidé par la volonté d'améliorer cette performance.

Dans une membrane de l'inconnu, l'expérimentation génère elle aussi un changement. Néanmoins, celui-ci n'est pas de même nature : ce qui change, c'est Φ_2 , c'est à dire la dimension avec laquelle l'entreprise décrit les effets de ses actions commerciales dans l'environnement.

Donc, ce que nous allons regarder c'est à la fois l'objectif de l'expérimentation et la nature des changements engendrés par ces expérimentations. Nous allons donc étudier les séquences d'expérimentation et la chronologie des business models mis en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch. La figure ci-dessous récapitule les différences entre les deux hypothèses et les variables d'intérêt que nous allons analyser dans le cas d'UrgoTouch :

tableau ci-dessous présente les entretiens qui ont été menés dans l'ordre chronologique de leur déroulement :

Tableau 5 : Liste des entretiens menés pour le cas UrgoTouch

N°	Fonction	Date (MM/AA)	Durée	Type d'entretien (Thèmes abordés)
1	Responsable Maintenance	07/18	1h	Contextuel (histoire d'UrigoTouch ; problématiques actuelles)
2	Responsable Technique	07/18	1h	Contextuel (histoire UrigoTouch ; modifications techniques durant la commercialisation)
3	Responsable UrigoTouch	08/18	30min	Analytique (Organisation des expérimentations ; Chronologie des expérimentations)
4	Responsable Commercial	08/18	1h45	Analytique (Chronologies des expérimentations ; Détail des business models successifs)
5	Responsable Marketing	09/18	1h	Analytique (Détail des business models successifs)
6	Responsable exportation	10/18	1h	Analytique (Détail du business model actuel)
7	Commercial	10/18	3h (visite)	Contextuel (Déroulé opérationnel du business model actuel)
8	Responsable UrigoTouch	10/18	30min	Méthodologique (Vérification de l'exhaustivité des entretiens menés)

La logique chronologique de nos entretiens est la suivante. Dans un premier temps, nous avons cherché à comprendre le contexte général de la commercialisation d'UrigoTouch (entretiens n°1 et n°2) : comment fonctionne le produit, quelles ont été les grandes étapes de la vie du projet. L'entretien n°2 avait un objectif supplémentaire qui lui était spécifique : s'assurer que les modifications techniques du produit durant la période de commercialisation n'avaient pas été conduites dans le but de soutenir un changement de business model. Ce point critique a été confirmé pendant l'entretien : nous voulions en effet nous assurer que les variables explicatives du succès d'UrigoTouch relevaient bien de la conception de milieu et non de la conception technique.

Nous avons ensuite abordé de front la chronologie des business models et des séquences d'expérimentations menées avec le responsable d'urigoTouch (entretien n°3). Il nous a indiqué que la personne qui avait réussi à assurer le succès d'UrigoTouch était la responsable commerciale. Nous

avons donc préparé un entretien un peu plus poussé (entretien n°4) avec cette responsable pour établir précisément la chronologie des expérimentations et le détail des business models successifs.

Nous avons ensuite complété notre connaissance de ces différents business models en étudiant l'évolution des outils marketing qui les soutenaient (entretien n°5). Enfin, pour comprendre les points critiques du business model actuel, nous avons étudié comment ce business model était formalisé pour aider les filiales internationales à commercialiser UργοTouch (entretien n°6) et comment il était mis en place en pratique (entretien n°7). Ce dernier entretien avec un commercial a pris la forme d'une tournée terrain, c'est à dire d'un accompagnement du commercial en visite auprès des chirurgiens. Le jour de la visite a été choisi afin de rencontrer des chirurgiens à différentes étapes de leur parcours de conviction afin d'éclairer les différents aspects du business model.

Enfin, nous avons passé en revue avec le responsable d'UργοTouch (entretien n°8) l'ensemble des entretiens réalisés ainsi que les documents récoltés (cf section suivante) pour vérifier que la collecte de données n'omettait pas d'élément majeur.

Tous les entretiens ont fait l'objet d'une prise de note manuscrite. Pour l'entretien n°4, des questions ainsi qu'une première chronologie à compléter ont été envoyés en avance à la responsable commerciale.

A l'issue de cet ensemble d'entretiens, nous avons acquis une vision relativement claire de la chronologie des expérimentations réalisées et des business models implémentés par l'équipe d'UργοTouch. Néanmoins, même des questions précises lors de l'entretien n°4 n'étaient pas suffisantes pour comprendre la logique expérimentale suivie. En effet, les acteurs se rappelaient des changements de business model qu'ils ont conduits mais pas forcément de comment ils se sont assurés de la pertinence de ces changements. Rétrospectivement, les acteurs avaient du mal à rendre compte de la logique expérimentale qu'ils avaient suivie. Ce n'est pas une surprise : si Guirec Le Lous nous a demandé d'analyser la commercialisation d'UργοTouch, c'est bien parce qu'aucun acteur n'était capable d'expliquer et de reproduire la logique qui a permis le succès d'UργοTouch. Nous avons donc collecté des données secondaires qui permettaient d'accéder à la logique expérimentale suivie.

2.1.2 Révéler la logique des expérimentations au travers de documents produits durant la commercialisation d'UργοTouch

Pour réussir à retrouver la logique suivie par les acteurs lors des différentes séquences d'expérimentations, nous avons analysé les documents produits par les acteurs lors de la commercialisation d'UργοTouch, ce qui nous a permis de limiter les biais rétrospectifs.

Parmi tous les types de documents auxquels nous avons eu accès, deux se sont révélés particulièrement informatifs sur la question de la logique d'expérimentation : les présentations des comités de pilotage et les présentations en séminaire commercial.

Les comités de pilotage d'UργοTouch étaient des réunions dans lesquelles la responsable commerciale présentait les avancées de la commercialisation d'UργοTouch devant un comité composé du responsable d'UργοTouch et du responsable Marketing. Elle analysait les ventes et faisait le point

sur les actions en cours pour les améliorer. Les présentations PowerPoint produites pour ces comités de pilotage nous ont permis de voir à intervalle régulier quelles étaient les hypothèses testées par les expérimentations en cours. Nous avons réuni les présentations PowerPoint des sept comités de pilotage qui ont eu lieu durant la commercialisation d'UrgoTouch qui se composent en moyenne d'une vingtaine de slides.

Les présentations préparées par la responsable commerciale pour les séminaires commerciaux ont également été une source de données importante. Elles étaient destinées aux commerciaux et récapitulaient les résultats de vente ainsi que les consignes commerciales à suivre. Elles nous ont permis de suivre précisément la succession des business models qui ont été implémentés. Nous avons rassemblé les présentations PowerPoint des quatre séminaires commerciaux qui ont eu lieu durant la phase de commercialisation d'UrgoTouch d'une longueur moyenne de cinquante-cinq slides.

Mentionnons également deux autres documents importants puisqu'ils nous ont permis de dater précisément le début et la fin de la phase de commercialisation d'UrgoTouch : la recommandation de lancement et la recommandation d'exportation. La recommandation de lancement est un document présenté au comité de direction d'Urgo par le responsable d'UrgoTouch fin juin 2016 pour demander le lancement du produit. Son analyse nous permet de connaître les hypothèses initiales faites sur le business model. La recommandation d'exportation est un document présenté en octobre 2018 aux filiales internationales d'UrgoTouch. Il récapitule le business model implémenté en France et les bonnes pratiques commerciales associées. Ce document nous a permis de dater précisément la fin de la phase de commercialisation d'UrgoTouch, c'est à dire le moment où s'achève l'effort de conception du milieu et que l'on généralise le business model obtenu.

La figure ci-dessous présente chronologiquement les documents sur lesquels nous nous sommes appuyés pour reconstituer la logique expérimentale suivie par l'équipe d'UrgoTouch :



Figure 23 : Principaux documents analysés, présentés chronologiquement

Les autres documents que nous avons consultés pour le cas UrgoTouch (documents techniques, retours des commerciaux, comptes rendus de réunion...) nous ont permis de nous familiariser au cas UrgoTouch et à faciliter nos échanges avec les acteurs.

2.2 L'analyse des données : nature et opérationnalisation des expérimentations lors de la commercialisation d'UrgoTouch

Nous avons analysé le cas d'UrgoTouch en deux temps. Dans un premier temps, nous avons testé nos deux hypothèses. Ce premier temps de l'analyse nous permet de rejeter l'hypothèse 2 et de valider

l'hypothèse 1. Les expérimentations menées dans le cas d'UrgoTouch sont donc bien de la nature prédite par notre analyse sur la membrane de l'inconnu. Dans un deuxième temps, nous nous sommes donc demandé comment ces tests avaient été mis en place opérationnellement afin d'en dégager un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation. Nous présentons les éléments d'analyse de ces deux étapes ci-dessous.

2.2.1 Premier temps : tester nos hypothèses à partir des séquences d'expérimentation et de la chronologie des business models d'UrgoTouch

Le premier temps de notre analyse vise à tester la validité de nos deux hypothèses. Pour cela, il nous faut établir des arguments en faveur d'une logique d'apprentissage relevant de la conception de milieu. Nous allons donc prêter une attention particulière à la nature des expérimentations menées : quelles sont les conditions de l'expérimentation, qu'est-ce que l'équipe cherche à tester grâce à cette expérimentation, quel est le résultat de l'expérimentation selon l'équipe, comment ce résultat contribue-t-il à un changement de business model... Cela nous permettra de répondre à la question suivante : rend-t-on mieux compte de ces séquences en considérant qu'elles relèvent de l'hypothèse 1 ou de l'hypothèse 2 ?

Pour répondre à cette question, nous avons dans un premier temps reconstitué la chronologie de la commercialisation d'UrgoTouch. Cet historique a été présenté à une partie de l'équipe d'UrgoTouch le 6 novembre 2018 dans le cadre de mon cinquième comité de thèse. Cette présentation a permis de valider la chronologie proposée. Nous avons ensuite interprété la chronologie proposée et présenté nos conclusions en janvier 2019 à l'occasion d'une présentation à la journée des partenaires de la chaire Théorie et Méthode de la Conception Innovante (TMCI) à laquelle certains membres de l'équipe étaient présents. Une présentation ultérieure à Guirec Le Lous a permis de valider notre analyse qui montre que la commercialisation d'UrgoTouch s'explique mieux au travers du raisonnement de conception de milieu.

2.2.2 Deuxième temps : s'inspirer d'UrgoTouch pour proposer un processus de conception de milieu adapté à la commercialisation d'une innovation

A l'issue de notre premier temps d'analyse, nous savons que les expérimentations menées par UrgoTouch sont une opérationnalisation des tests de qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise décrit les effets de ses actions commerciales dans l'environnement.

Nous avons donc repris chaque expérimentation au travers du protocole suivant : (i) expliciter la métrique Φ_2 qui nous semble être testée lors de la séquence étudiée (ii) identifier quel(s) critère(s) de qualité l'équipe mobilise implicitement lors de ces expérimentations (critère de sensibilité, d'indépendance ou de correspondance) (iii) s'inspirer des expérimentations pour proposer un protocole de test actionnable pour chaque critère.

Notons bien que dans cette méthodologie, nous sommes guidés à l'étape (ii) par la description théorique que nous avons pu faire de ces tests. En particulier, nous avons utilisé la formalisation de

ces tests que le lecteur pourra retrouver dans l'annexe V. Aucun acteur ne nous a jamais dit « nous avons décidé de prendre telle métrique Φ_2 que nous avons testée grâce à ce protocole ».

3 Une narration de la commercialisation d'UrgoTouch

La présentation d'UrgoTouch a été faite dans le chapitre précédent (cf Chapitre V, section 1.1). Nous proposons dans cette section une narration de la commercialisation d'UrgoTouch. Nous organisons cette narration comme une suite de séquences d'expérimentations dont certaines se chevauchent, nous synthétiserons ces séquences en fin de narration.

Encadré confidentialité

Pour permettre aux membres du jury d'évaluer le travail fourni, la version du manuscrit qui leur a été fournie comprenait une narration précise de la commercialisation d'UrgoTouch. A la demande de l'entreprise pour des raisons de confidentialité, les détails de cette commercialisation ne sont pas tous donnés. Dans la présente version, les sections 3.1, 3.2 et 3.7 ont été modifiées et les sections 3.3, 3.4, 3.5 et 3.6 ne sont plus exprimées qu'en terme génériques.

3.1 Séquence 0 : Présentation de la recommandation de lancement

Fin juin 2016, le responsable d'UrgoTouch présente la recommandation de lancement d'UrgoTouch. A ce stade du projet, plusieurs éléments du business model sont considérés comme acquis. Par exemple, recommandation de lancement prévoit déjà que le chirurgien facturera UrgoTouch comme un service supplémentaire à son patient.

La recommandation de lancement d'UrgoTouch apporte néanmoins des éléments nouveaux. Elle identifie notamment les chirurgiens esthétiques comme les principaux clients d'UrgoTouch. Plusieurs arguments marketing sont avancés pour justifier le choix de se concentrer sur la chirurgie esthétique au détriment d'autres spécialités chirurgicales (orthopédie, dermatologie, gynécologie). Les chirurgiens esthétiques fixent eux-mêmes leurs honoraires, il apparaît donc plus facile de facturer un service supplémentaire. Les patients viennent en premier lieu pour des raisons esthétiques et apparaissent donc sensibles à la proposition de valeur d'UrgoTouch.

La recommandation de lancement présente également la démarche commerciale qui va être menée vis-à-vis des chirurgiens et demande le recrutement de quelques représentants. L'équipe d'UrgoTouch entend dupliquer le modèle de la promotion par des représentants qui existe déjà chez Urgo Médical pour les pansements. Des représentants vont régulièrement voir les chirurgiens pour leur présenter le produit, son fonctionnement ainsi que les études cliniques associées. La recommandation présente la formation que vont recevoir les représentants qui prendra la forme d'une familiarisation avec le produit, son fonctionnement et l'univers de la chirurgie.

La recommandation de lancement anticipe que la phase de commercialisation d'UrgoTouch sera une séquence d'expérimentations. La recommandation précise que les deux premiers représentants recrutés seront un visiteur médical externe et le meilleur représentant de Juvamine.

A l'issue de la présentation de la recommandation de lancement, le comité de direction d'Urgo autorise le lancement d'UrgoTouch selon les modalités présentées. Le responsable d'UrgoTouch met alors à profit la période estivale pour présenter le produit et ses résultats cliniques à quelques chirurgiens esthétiques et lors de congrès professionnels. Les retours des chirurgiens sont positifs : ils perçoivent la valeur ajoutée du produit. Les actions prévues dans la recommandation de lancement peuvent alors être mises en place.

3.2 Séquence 1 : Echec du modèle de la visite médical hérité d'Urgo Médical

Conformément à la recommandation de lancement, le responsable d'UrgoTouch recrute en septembre 2016 une visiteuse médicale expérimentée. Il lui assigne le secteur de l'ouest de la France qui apparaît à l'équipe marketing comme un secteur favorable pour promouvoir UrgoTouch : les chirurgiens esthétiques n'y sont pas beaucoup visités (comparé notamment à la région parisienne) et le niveau de vie y est relativement élevé (comparé à l'ensemble de la France). La commerciale reçoit une formation approfondie dispensée par le responsable d'UrgoTouch et elle effectue plusieurs rendez-vous commerciaux avec lui. Elle prend ensuite son poste dans le secteur ouest avec pour objectif d'évaluer le nombre de visites nécessaire à la vente d'un laser.

Fin novembre, au bout de trois mois, les résultats obtenus ne permettent pas de calculer ce chiffre pour la simple raison qu'aucun laser n'a été vendu. La plupart des chirurgiens reçoivent la commerciale mais aucun d'eux ne semble prêt à acheter le laser. Les chirurgiens évoquent généralement le prix d'UrgoTouch comme un frein majeur pour eux. Ces retours sont analysés afin de mettre en place à partir de décembre une argumentation plus adaptée mais cela ne semble pas suffire. Fin février 2018, aucune vente n'a encore été réalisée dans le secteur ouest suite à des visites.

Suite à cet échec, l'équipe d'UrgoTouch conclut que le modèle de la promotion par des représentants hérité d'UrgoMédical n'était pas approprié pour la promotion d'UrgoTouch.

3.3 Séquence 2 : Nouvelle modalité de la visite: un test du laser en bloc opératoire

Début novembre 2016 et conformément à la recommandation de lancement, Le responsable d'UrgoTouch recrute pour le poste de responsable commerciale. Le profil de cette personne est différent de celui de la première représentante: la responsable commerciale vient du monde de la grande distribution. Elle a pour triple mission d'encadrer l'équipe commerciale en cours de constitution, d'assurer elle-même le rôle de représentant et d'assurer le succès d'UrgoTouch. A son arrivée, elle est formée par le responsable d'UrgoTouch qui lui assigne le secteur de Paris.

La responsable commerciale commence les visites avec la même approche que dans le secteur ouest, c'est à dire en suivant les bonnes pratiques des visites héritées d'UrgoMédical. Elle est au courant des premiers résultats décevants du secteur ouest (les visites dans le secteur ouest ont commencé deux mois avant la prise de poste de la responsable commerciale) et constate rapidement qu'elle se heurte aux mêmes difficultés : les chirurgiens sont relativement unanimes quant à l'intérêt du produit mais considèrent que son prix est trop élevé. Au cours de la commercialisation, l'équipe

d'UrgoTouch ne jouera pas sur la variable prix. A la fin de la phase de commercialisation, le modèle de revenus que l'on observe est bien celui qu'UrgoTouch avait anticipé dès la recommandation de lancement.

Lors d'une visite, un chirurgien demande à la responsable commerciale s'il peut tester le laser en condition réelle, c'est à dire au bloc opératoire. Cette modalité n'avait pas été envisagée par l'équipe d'UrgoTouch : dans le monde des pansements, cette configuration n'existe pas. Le chirurgien rassure néanmoins la responsable commerciale : « *pour le chirurgien, les tests en bloc étaient une évidence* » Responsable commerciale d'UrgoTouch entretien n°4. Une vérification est demandée en interne et il apparaît bien que pour d'autres appareils médicaux, des tests peuvent effectivement se pratiquer. Fin novembre 2016, un test est donc organisé pour le chirurgien demandeur par la responsable commerciale. Il trouve le produit maniable et efficace.

La responsable commerciale réitère l'expérience avec d'autres chirurgiens et multiplie les tests en bloc. Durant cette période, elle essaye au maximum de faciliter la vie des chirurgiens pour qu'ils acceptent de tester le laser : « *Dès le début, j'ai senti qu'il fallait donner [aux chirurgiens] quelque chose en plus pour les convaincre, je voulais voir si les tests en bloc pouvaient être cette chose en plus* » Responsable commerciale, entretien n°4. Pour le chirurgien, le test est gratuit et la responsable commerciale s'occupe de tous les préparatifs du test : choisir avec le chirurgien un patient volontaire, obtenir l'autorisation de la clinique, amener le laser et les bandelettes de sécurité le jour J... C'est une période d'intense découverte de l'univers du chirurgien pour l'équipe. La responsable commerciale découvre ainsi le rôle des pharmaciens de bloc qui autorisent – ou non – un nouveau matériel à rentrer dans le bloc, le rôle des assistants des chirurgiens pendant l'opération (préparation des outils, assistance pour des gestes chirurgicaux) et en dehors (secrétariat, réception des patients, réception de représentant), le fait que des chirurgiens opèrent sur plusieurs cliniques et donc la question de la logistique de leur appareil... Autant de points sur lesquels l'équipe s'appuiera pour optimiser le business model. En particulier, ces apprentissages lui permettent de comprendre tout ce qu'elle peut faire pour que les chirurgiens acceptent de faire le test. A la fin de l'année 2016, une petite dizaine de chirurgiens ont accepté de tester le laser.

Les tests en bloc se poursuivent, les chirurgiens ayant testé le laser demandent régulièrement à le tester de nouveau.

La fin de cette séquence d'expérimentation ne peut-être détaillée par soucis de confidentialité.

3.4 Séquence 3

Cette séquence d'expérimentation ne peut-être détaillée par soucis de confidentialité

Les expériences menées n'ont pas conduit à une modification du business model d'UrgoTouch

3.5 Séquence 4 :

Cette séquence d'expérimentation ne peut-être détaillée par soucis de confidentialité

Les expériences menées n'ont pas conduit à une modification du business model d'UrgoTouch

3.6 Séquence 5 : Mise en place du plan clinique

Les différentes séquences d'apprentissage ont permis à la responsable commerciale de proposer, lors d'un comité de pilotage de mai 2017, un « plan clinique », c'est à dire un changement important du business model d'UrgoTouch .

Le plan clinique a amené UrgoTouch à ajouter de nouveaux éléments qui sont structurants dans le business model actuel d'UrgoTouch. Nous ne pouvons donc pas faire une description des expérimentations menées dans le cadre du plan clinique sans dévoiler des parts importantes du business model d'UrgoTouch.

Ce plan présenté a d'abord été testé dans des cliniques qui y seraient a priori favorables, en particulier parce que les chirurgiens qui officiaient dans la clinique utilisaient déjà UrgoTouch. Des investissements humains et financiers importants ont été mis en place pour assurer que les premières cliniques approchées adhèrent au plan. Les premières cliniques contactées ont adhéré au plan proposé.

Le plan clinique est un partenariat de six mois avec les cliniques : les premiers résultats du plan clinique n'ont pu être connus qu'autour du mois d'août 2017. Ils ont poussé la responsable commerciale à modifier le business model d'UrgoTouch pour y inclure les modalités du plan clinique comme des éléments indispensables.

3.7 Séquences 6, 7 et 8 et la dernière évolution du business model

Notre analyse nous a permis d'identifier trois autres séquences d'expérimentations que l'équipe d'UrgoTouch a menées avant de stabiliser le business model. Pour les mêmes raisons de confidentialité de la séquence précédente, nous ne pouvons pas détailler ces séquences. On peut néanmoins en indiquer la philosophie et les résultats.

La sixième séquence d'apprentissage avait pour but de résoudre certains problèmes observés lors de la mise en place du plan clinique. Après un effort d'analyse pour comprendre la source du problème, la responsable commerciale, a proposé en septembre 2017 une première solution pour essayer de le résoudre. La recherche de cette première solution, dans laquelle la responsable commerciale a été aidée par un ancien membre de l'équipe marketing, récemment passé commercial, constitue la sixième séquence d'expérimentation identifiée dans le cadre de notre analyse. Cette expérimentation a confirmé la nature de la source du problème mais ne convenait pas en termes de modalités aux chirurgiens.

En janvier 2018, une autre modalité a été proposée, ce que nous identifions comme étant la septième séquence d'expérimentation. Celle-ci se révèle pertinente et est généralisée en avril 2018 : le business model d'UrgoTouch évolue pour la troisième fois.

Se déroule ensuite une période assez longue où les ventes commencent à décoller pour UrgoTouch. En parallèle, quelques optimisations du business model sont proposées. Nous identifions cela comme

étant la dernière séquence d'expérimentation du cas UrgoTouch qui ne donnera lieu qu'à des optimisations locales du business model.

Ainsi, à partir d'avril 2018, UrgoTouch maîtrise la totalité de ce qui va devenir le business model de référence. Six mois après, en octobre 2018 que l'équipe d'UrgoTouch est en mesure d'évaluer empiriquement le taux de conversion de chirurgiens permis par le business model. Ce taux se révèle être très bon : le business modèle d'UrgoTouch est stabilisé et fait l'objet de présentations aux équipes qui préparent le lancement du laser à l'étranger.

3.8 Synthèse des séquences et des changements de business model

Synthétisons la chronologie de la commercialisation d'UrgoTouch.

Les acteurs décrivent la commercialisation d'UrgoTouch comme la succession de quatre business models : un modèle hérité directement de la visite d'Urgo Medical ; un modèle intégrant les tests en bloc ; un modèle intégrant le plan clinique et enfin un modèle qui compense certains problèmes du plan clinique.

Nous avons également identifié huit séquences d'expérimentations de la part des acteurs que nous pouvons classer en trois types : les expérimentations qui déclenchent des changements de business model ; les expérimentations qui ne déclenchent pas de changements de business model et des expérimentations qui visent à optimiser le business model existant.

La figure ci-dessous synthétise la chronologie que nous venons de décrire :

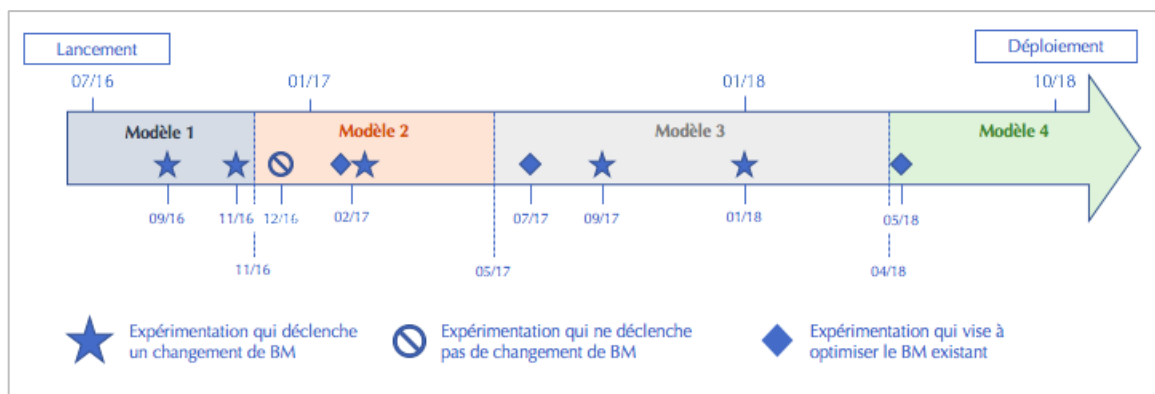


Figure 24 : Chronologie de la commercialisation d'UrgoTouch

4 Résultats – proposition d'un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation

4.1 Cohérence des expérimentations menées par l'équipe d'UrgoTouch avec les logiques décrites par la membrane de l'inconnu

Dans cette sous-section, nous nous interrogeons sur les séquences d'expérimentation que nous venons de présenter et nous nous demandons si elles supportent ou non nos hypothèses (hypothèse 1 et hypothèse 2). Après analyse, il apparaît que les séquences d'expérimentation ne sont pas

cohérentes avec ce qu'annonce la littérature (hypothèse 2) mais le sont avec ce que prédit notre modélisation de la membrane de l'inconnu. Nous rejetons donc l'hypothèse 2 et validons l'hypothèse 1.

Nous détaillons ci-dessous l'analyse qui aboutit à cette conclusion sur chacune des séquences.

4.1.1 Séquence 1 : pourquoi avoir testé le business model de la promotion par des représentants dans une configuration très favorable ?

4.1.1.1 Synthèse de la séquence 1

Dans la séquence 1, la première commerciale met en œuvre un business model de type promotion par des représentants à destination des chirurgiens esthétiques et le teste dans l'ouest de la France.

Notons que les conditions dans lesquelles ce test est réalisé devraient favoriser la vente de lasers : la visiteuse médicale recrutée est expérimentée ; elle visite les chirurgiens les plus réceptifs au produit ; elle est bien formée sur UrgoTouch ; elle opère dans un secteur où les chirurgiens sont peu visités et où le niveau de vie est élevé. Enfin, elle dispose d'une étude clinique solide, ce qui est une condition minimale classique permettant d'assurer une visite de qualité.

Le business model de la visite hérité d'Urgo Medical est donc testé dans des conditions extrêmement favorables.

4.1.1.2 Les incohérences de la séquence 1 avec l'hypothèse 2

La configuration de l'expérimentation menée durant la séquence 1 est difficile à expliquer à partir de la littérature. Rappelons que pour la littérature, l'expérimentation permet de tester la performance d'un business model et qu'ensuite, l'adaptation du business model se fait en fonction de la performance observée.

L'incohérence entre la littérature et la séquence 1 se résume en une question : pourquoi avoir mené une expérimentation dans des conditions dont on savait qu'elles étaient très favorables ? En effet, en testant dans des conditions très favorables, on se retrouve dans une situation inconfortable pour adapter le business model en fonction de la performance observée.

Imaginons que la performance observée soit bonne. Cette connaissance ne nous sert pas car elle n'est pas généralisable : on ne sait pas si le business model reste viable dans un environnement moins favorable.

Imaginons maintenant que la performance observée soit mauvaise (comme c'était le cas pour UrgoTouch). On ne sait plus très bien comment rebondir car tous nos paramètres d'action sont déjà dans une configuration que l'on juge optimale.

A partir du prisme la littérature, il est donc difficile d'expliquer pourquoi l'équipe d'UrgoTouch a testé son premier business model dans des conditions très favorables.

4.1.1.3 Analyse de la séquence 1 par la théorie de la conception de milieu

Le raisonnement de conception de milieu permet lui d'expliquer pourquoi, dans la séquence 1, les acteurs se placent dans des conditions favorables. En effet, notre modèle de membrane de l'inconnu prédit que, ce qu'il faut tester, c'est la qualité de la dimension par laquelle l'entreprise se représente les effets générés par ses actions commerciales sur son environnement. Avec cette perspective, tester un business model dans des conditions favorables apparaît astucieux quels que soient les résultats du test.

Imaginons que le résultat soit positif. On en conclura que la membrane de l'inconnu (c'est à dire l'espace d'action de conception de milieu) qu'Urgo hérite de la promotion des pansements est adaptée pour la promotion d'un laser de cicatrisation. On pourra alors chercher à optimiser le business model en suivant les directions d'optimisation déjà pratiquées au sein de la membrane de l'inconnu du monde des pansements.

Imaginons que le résultat soit négatif, comme c'est le cas dans la séquence 1. Alors on en conclue que quelle que soit la configuration dans laquelle on se trouve – favorable ou défavorable – le modèle de la visite médical hérité d'Urgo Medical ne marche pas. En d'autres termes, on montre que la membrane de l'inconnu héritée de la promotion des pansements n'est pas pertinente pour commercialiser des lasers.

En se plaçant dans des conditions très favorables, c'est comme si l'équipe d'UrgoTouch sélectionnait la meilleure élite de la carte des élites liée à la promotion de pansement. En appliquant cette élite dans le cas de la promotion d'un laser et en observant que cette élite présente une faible performance, l'équipe conclue que c'est la carte des élites qui n'est pas adaptée pour leur produit.

L'expérimentation menée lors de la séquence 1 apparaît donc cohérente avec des logiques à l'œuvre dans une membrane de l'inconnu et donc avec notre hypothèse 1.

4.1.2 Séquence 2 : pourquoi avoir tenu compte d'un retour minoritaire qui détériore la performance du business model ?

4.1.2.1 Synthèse de la séquence 2

La séquence 2 est une séquence d'élaboration et de test d'un second business model. La responsable commerciale perçoit rapidement que pour son secteur comme pour le secteur de l'ouest de la France, le business model hérité d'Urgo Medical ne sera pas suffisant.

Lors de la séquence 2, la responsable commerciale met en place ce qu'un chirurgien lui présente comme une évidence : un protocole permettant de tester le laser en bloc opératoire. Ce protocole demande des efforts importants de la part d'UrgoTouch : le test est gratuit pour le chirurgien, le représentant s'occupe de tous les aspects administratifs et logistiques pour permettre l'utilisation du laser le jour du test. La responsable commerciale généralise cette modalité d'interaction avec le chirurgien et en fait un élément central du business model.

4.1.2.2 Les incohérences de la séquence 2 avec la littérature

Durant la séquence 2, la responsable commerciale a donc détérioré la performance financière de son business model sur la base d'un retour minoritaire. Ce fait empirique est à l'opposé de ce qu'anticipe la littérature et notre hypothèse 2.

En effet, dans la littérature, si les retours sont tous unanimes, cela signifie qu'une des dimensions du business model est problématique et qu'il faut le changer. Face à la réaction des chirurgiens, la littérature anticipe plutôt le fait qu'UrgoTouch baisserait ses prix ce qui n'est pas ce qui s'est produit.

De plus, on observe que la modification du business model que l'équipe met en place va, à première vue, à l'encontre de la performance de ce dernier. La littérature n'explique donc pas vraiment pourquoi l'équipe d'UrgoTouch continue de proposer des prestations bloc aux chirurgiens.

4.1.2.3 Analyse de la séquence 2 par la théorie de la conception de milieu

La membrane de l'inconnu permet d'expliquer pourquoi l'équipe d'UrgoTouch continue de proposer des prestations bloc aux chirurgiens. Dans une membrane de l'inconnu, l'objectif est de concevoir un milieu. Avec ce cadre analytique en tête, on peut considérer que la demande du chirurgien est l'expression de son expertise sur des milieux existants. Il informe l'équipe d'UrgoTouch que la vente de certains équipements médicaux ne s'effectue qu'après un test en bloc. Autrement dit, il indique à Urgo que les autres entreprises mettent en place des activités commerciales qui ont pour effet de générer un test en bloc de leurs appareils.

Dès lors, l'expérimentation de la séquence 2 peut s'interpréter comme le fait qu'Urgo teste sa capacité à générer dans l'environnement un « test en bloc ». Remarquons que, la logique de test est la même que dans la séquence 1. La responsable commerciale se place dans les meilleures conditions possibles pour faire accepter le test –le test est gratuit et le chirurgien n'a rien à faire – et elle vérifie que les chirurgiens répondent positivement – ici qu'ils redemandent des prestations blocs.

Avec cette perspective, on explique facilement pourquoi l'équipe consent à implémenter un business model qui est défavorable financièrement. En effet, son objectif n'est pas tout de suite d'optimiser l'effet « test en bloc ». Elle veut d'abord s'assurer qu'elle connaît des activités commerciales qui permettent de générer cet effet.

La notion de membrane de l'inconnu permet donc d'expliquer certains faits dont la littérature a du mal à rendre compte.

4.1.3 Analyse des séquences 3, 4, 5, 6, 7 et 8

Lorsque l'on analyse les séquences suivantes, on retrouve à plusieurs reprises les éléments que nous venons d'exposer. La littérature ne parvient pas à expliquer pourquoi l'équipe d'UrgoTouch se place dans une situation favorable pour tester un nouvel élément du business model (séquences 3 ; 4 et 7) ou pourquoi elle persévère dans des aspects du business model non rentable (séquences 4 et 7). Donnons rapidement les arguments supportant ces éléments pour les séquences 3 et 4.

Lors du test de la séquence 3, l'équipe d'Urgo s'est placée dans une situation favorable : elle a demandé à une experte en interne chevronnée et a investi suffisamment pour que, si la nouvelle activité commerciale marchait pour UrgoTouch, on en décèle des retombées. Là encore, nous retrouvons une logique dans laquelle Urgo teste si sa membrane de l'inconnu héritée d'une autre partie de l'organisation (représentée par l'experte chevronnée) est pertinente pour la commercialisation du laser.

Pour tester la validité du plan clinique, UrgoTouch s'est également placé dans une situation favorable : les cliniques avaient toutes les raisons d'accepter le plan, UrgoTouch leur concédant certains avantages. De plus, sans détailler le plan clinique, nous pouvons signaler qu'en implémentant ce plan, UrgoTouch vendait moins de lasers et donc dégradait son business model. Dans ce cas encore, l'important était de valider qu'Urgo était capable de générer dans son environnement les effets qu'il souhaitait générer au travers du plan clinique.

4.1.4 Synthèse – Acceptation de l'hypothèse 1 et rejet de l'hypothèse 2

Notre analyse montre que les expérimentations qu'Urgo met en place n'ont pas pour objectif de tester la performance de son business model. Nous rejetons donc notre hypothèse 2.

Notre analyse montre en revanche que les expérimentations d'Urgo sont cohérentes avec la logique déployée dans une membrane de l'inconnu. Nous validons donc notre hypothèse 1.

Nous en déduisons le résultat suivant :

Deuxième résultat

R-2.1 : La membrane de l'inconnu est un espace d'action dans lequel l'entreprise teste la qualité des dimensions avec lesquelles elle rend compte des effets de ses activités commerciales

4.2 Tests opérationnels permettant d'évaluer la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets générés par ses activités commerciales dans l'environnement

Dans la section suivante, nous présentons les résultats de cette analyse, mais contrairement au chapitre précédent, nous ne les présentons pas chronologiquement. Pour faciliter la compréhension des protocoles, nous les présentons par ordre de facilité du test proposé. Les numéros de séquences indiquées sont celles du chapitre précédent auquel nous renvoyons pour le détail de chaque séquence.

4.2.1 Opérationnalisation du critère de sensibilité

Suite aux résultats négatifs du secteur ouest (séquence 1), l'équipe d'UrgoTouch cherche à adapter son business model. La responsable commerciale décide de ne pas baisser le prix ni d'UrgoTouch (séquence 2). Il nous semble que cette décision peut s'interpréter au travers du critère de sensibilité.

Rappelons que le critère de sensibilité indique que la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant meilleure que le nombre d'activités commerciales qui contribuent à cette dimension sera grand.

Lorsque les chirurgiens indiquent que le prix leur paraît trop cher, ils incitent l'entreprise à mettre en place des activités commerciales qui font baisser le prix. En d'autres termes, ils proposent de prendre $\Phi_2 = \text{prix perçu par le chirurgien}$. Remarquons que Φ_2 est bien une métrique d'effet dans l'environnement mais qui ne renvoie qu'à une seule activité commerciale : celle nécessitant de fixer le prix. Autrement dit, un tel Φ_2 ne remplit pas le critère de sensibilité⁴⁷.

Néanmoins remarquons également que Φ_2 est directement un paramètre d'action : en effet, le prix est décidé par les responsables d'UrgoTouch. Or le prix n'est qu'un paramètre d'action parmi d'autres donc Φ_2 n'est sensible qu'à un seul paramètre d'action. D'après le critère de sensibilité, Φ_2 n'est donc pas de très bonne qualité. Nous en déduisons un test actionnable du critère de sensibilité : si Φ_2 se réduit à un groupe de paramètre d'action, alors sa qualité est faible.

Analysons maintenant la séquence 3 (non présentée). Suite aux résultats encourageants mais encore insuffisants de la prestation bloc, l'équipe s'interroge sur la pertinence de la métrique $\Phi_2 = \text{niveau de demande spontanée d'UrgoTouch}$. Ils constatent que, pour le moment « les clients ne demandent pas spontanément UrgoTouch » et souhaitent obtenir l'effet « les clients demandent spontanément UrgoTouch ».

Contrairement à la situation précédente dans laquelle la responsable commerciale avait refusé de baisser le prix d'UrgoTouch, ici une expérimentation est menée pour voir s'il est possible de modifier cette variable. Il nous semble que cette différence de réaction peut s'expliquer à partir du critère de sensibilité. En effet, la séquence 3 montre qu'il faut modifier beaucoup d'actions commerciales pour obtenir cet effet, donc Φ_2 respecte le critère de sensibilité.

Nous déduisons de ces deux exemples un test opérationnel du critère de sensibilité sur une métrique Φ_2 . Ce test revient à se poser la question suivante : pour faire en sorte qu'une variation sur Φ_2 donnée se réalise, est-il nécessaire de modifier de nombreux paramètres d'action ?

Pour baisser le prix que les chirurgiens percevaient, il n'y avait pas besoin de modifier beaucoup d'activités commerciale (le Φ_2 associé ne suit pas le critère de sensibilité) mais pour jouer sur la variable de la demande spontanée, il faut modifier beaucoup d'activités commerciales (le Φ_2 associé suit le critère de sensibilité).

4.2.2 Opérationnalisation du critère de correspondance

Rappelons que le critère de correspondance est un critère qui ne s'exprime qu'en dynamique. En effet, il ne se formule que quand l'entreprise passe d'un ancien écosystème à un nouvel écosystème. Il indique alors que, la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant plus grande qu'il existe des effets pour lesquels la performance des activités commerciales qui génèrent ces effets est la même dans le nouvel écosystème que dans l'ancien.

⁴⁷ On remarque d'ailleurs que la responsable commerciale ne donne pas suite à cette demande

Continuons l'analyse de la séquence 3. La nouvelle action commerciale mise en place était considéré comme ambitieuse par les équipes d'UrgoTouch. Autrement dit, l'équipe d'Urgo savait que si une telle activité commerciale avait été mise en place chez Urgo Medical, il aurait eu des retombées. Or, pour UrgoTouch, on observe aucune retombée. Nous en concluons que la métrique $\Phi_2 = \text{niveau de demande spontanée d'UrgoTouch}$ ne respecte pas le critère de correspondance.

Analysons maintenant la séquence 1. Face aux résultats négatifs du secteur ouest, l'équipe cherche à adapter son business model. La responsable commerciale propose aux chirurgiens des prestations bloc avec des modalités favorables. Elle constate une forte demande de la part des chirurgiens pour ce test.

Au travers d'une réflexion sur les tests en bloc, la responsable commerciale manipule la métrique $\Phi_2 = \text{Niveau de test du laser par le chirurgien}$. En effet, mettre en place des tests en bloc aurait pour effet de faire tester le laser aux chirurgiens.

Vérifions à l'aide du test proposé précédemment que la métrique Φ_2 réponde au critère de sensibilité. Si l'on pose la question « faire en sorte que le chirurgien teste le laser modifie-t-il considérablement les pratiques commerciales ? », on peut y répondre par l'affirmative : non seulement le représentant doit aller en bloc opératoire et guider le chirurgien mais il doit aussi adapter ses premières visites pour convaincre le chirurgien de tester le laser en bloc. Le test opérationnel nous permet de conclure que la métrique Φ_2 répond donc au critère de sensibilité.

Notons maintenant que la responsable commerciale a proposé des tests blocs en condition très favorables et qu'elle observe que la demande pour ces tests est forte. Elle est donc dans la situation inverse de celle de la séquence 3: elle observe que l'activité commerciale qu'elle propose a des effets. La responsable commerciale savait que les conditions étaient favorables : cela signifie qu'implicitement, elle dispose d'un point de comparaison de ces conditions.

L'exemple de la séquence 3 et des tests en bloc nous permet de proposer une opérationnalisation du critère de correspondance. Pour tester qu'une métrique Φ_2 vérifie le critère de correspondance alors : (i) on met en place une activité commerciale dont on sait qu'elle va générer des effets selon Φ_2 mais dont on sait également que si on la mettait en place dans l'environnement de référence (que l'on connaît par ailleurs) on obtiendrait des retombées claires ;(ii) on observe les retombées obtenues dans l'environnement d'intérêt (celui dans lequel on souhaite commercialiser l'innovation), s'il n'y en a pas, on peut conclure que la métrique Φ_2 ne respecte pas le critère de correspondance. S'il y a des retombées on conclut que Φ_2 respecte le critère de correspondance.

4.2.3 Opérationnalisation du test d'indépendance

Rappelons que le critère d'indépendance indique que la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant plus grande que, pour chacun des effets envisagés, il est possible d'optimiser le succès

Reprenons la séquence 1. Après un important succès des tests en bloc et une explosion des demandes, la responsable commerciale durcit les conditions d'accès à ces prestations. Les chirurgiens

continuent d'être intéressés par le test en bloc. En d'autres termes, la responsable commerciale a réussi à optimiser localement la performance du test en bloc.

Nous en déduisons une opérationnalisation du critère d'indépendance : étant donné un effet généré dans l'environnement par les activités commerciales, réussir à implémenter une activité commerciale qui améliore le succès tout en générant le même effet dans l'environnement.

4.2.4 Synthèse – Opérationnalisation des trois critères de qualité d'une métrique Φ_2

Le tableau ci-après synthétise l'opérationnalisation des critères de qualité d'une métrique Φ_2 .

Critère de qualité d'un Φ_2	Description du critère (La dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses activités commerciales dans l'environnement sera d'autant meilleure...)	Opérationnalisation du critère dans le cas d'UrgoTouch
Sensibilité	Que le nombre d'activités commerciales qui contribuent à cette dimension sera grand	Répondre positivement à la question suivante : pour faire en sorte qu'une variation sur Φ_2 se réalise, est-il nécessaire de modifier de nombreux paramètres d'action ?
Indépendance	Que, pour chacun des comportements qu'elle décrit, il est possible d'optimiser le succès	Etant donné un effet généré dans l'environnement par les activités commerciales, l'équipe d'UrgoTouch réussit à implémenter une activité commerciale qui améliore le succès tout en générant le même effet dans l'environnement.
Correspondance	Qu'il existe des effets pour lesquels la performance des activités commerciales qui génèrent ces effets est la même dans le nouvel écosystème que dans l'ancien	L'équipe d'UrgoTouch met en place une activité commerciale dont elle sait qu'elle va générer un effet selon la dimension voulue mais dont on sait également que si on la mettait en place dans l'environnement de référence on obtiendrait des retombées claires Si l'équipe observe des retombées le critère de correspondance est respecté

4.3 Un processus de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation

On constate que dans le cas UργοTouch, les tests sont toujours menés selon la même séquence : d'abord on teste le critère de sensibilité, puis le critère de correspondance et enfin le critère d'indépendance.

Le processus que suggère l'exemple d'UργοTouch est représenté dans la figure ci-dessous. Nous y avons distingué les phases dans lesquelles une approche analytique est suffisante et celles qui nécessitent une expérimentation :

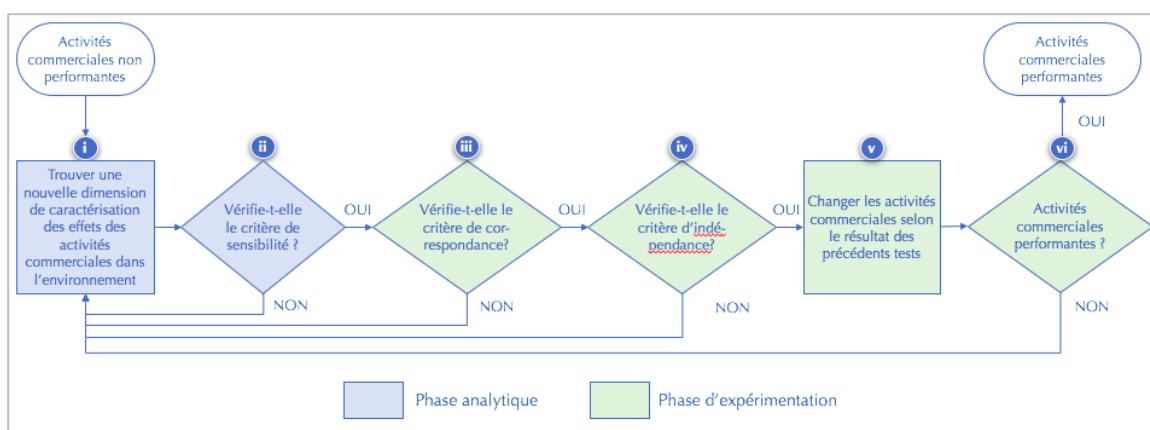


Figure 25 : Processus de conception de milieu suggéré par notre analyse du cas UργοTouch

Nous avons montré comment il était possible de conduire les tests correspondants aux étapes (ii) ; (iii) et (iv). Pour que ce processus soit effectivement opératoire, il nous faut seulement montrer, que l'étape (v) est possible, c'est à dire, qu'à l'issue de (ii) + (iii) + (iv), l'entreprise sait comment modifier ses activités commerciales. Ce point est résolu par l'étape (iv) : l'entreprise sait maintenir l'effet considéré dans l'environnement tout en améliorant sa performance.

Le cas d'UργοTouch nous permet donc de formuler un processus de conception de milieu linéaire où le milieu se construit progressivement en testant la qualité de plusieurs métriques Φ_2 . Ce processus est praticable par une organisation : nous avons montré que c'était celui suivi dans le cas d'UργοTouch. Dans l'encadré 6, nous montrons comment ce processus aurait pu être mis en place dans le cas de Sonalto.

Encadré 6 : Illustration du processus de conception de milieu avec l'exemple de Sonalto

Nous allons reprendre les éléments du cas Sonalto pour illustrer comment l'équipe de Sonalto aurait pu atteindre le business model actuel en suivant le processus de conception de milieu.

Éléments principaux de la commercialisation de Sonalto :

Sonalto est un assistant d'écoute « prêt à porter », commercialisé en pharmacie durant l'été 2015 par Uργο Health Care. Lors de son lancement, Sonalto a hérité du business model des autres produits

d'Urgo Health Care vendus en pharmacies : les activités commerciales liées à Sonalto étaient similaires à celles mis en place pour n'importe quel nouveau produit. Néanmoins, face à des premières ventes décevantes, l'équipe de Sonalto a fait le constat que le business model hérité d'Urgo Health Care ne serait pas suffisant pour assurer le succès de Sonalto.

Après une période d'analyse du business model de Sonato, l'équipe a proposé une nouvelle modalité commerciale, les Journées de l'Audition. Toute pharmacie souhaitant commercialiser Sonalto peut organiser une « Journée de l'Audition ». Un mois avant la date prévue, le représentant d'Urgo installe dans la pharmacie du matériel pour annoncer la tenue de cette journée. Le pharmacien propose à ses patients de prendre rendez-vous à cette date pour tester le produit. Le jour J, un conseiller spécialisé d'Urgo assiste à chaque rendez-vous. Entre chaque patient, il prodigue au pharmacien des conseils concernant la manière de présenter le produit dont il rappelle les avantages et répond à toutes les questions du pharmacien concernant le fonctionnement technique du produit.

La mise en place des Journées de l'Audition a constitué un véritable tournant pour Sonalto : suite à ces journées, les pharmaciens étaient beaucoup plus à l'aise pour présenter le produit et les ventes ont commencé à atteindre les niveaux attendus.

Illustration du processus de conception de milieu à partir des éléments de Sonalto

Les éléments que nous avons rassemblés sur Sonalto dans le cadre de cette thèse n'étaient pas assez précis pour que nous en déduisions le processus qu'a suivi l'équipe de Sonalto pour concevoir son business model. Nous ne pouvons donc pas affirmer que l'équipe de Sonalto a suivi le processus de conception de milieu que nous avons détaillé. Néanmoins, notre processus n'est pas incompatible avec le cas de Sonalto : en suivant notre processus, on pourrait aboutir au business model que l'équipe de Sonalto a mis en place. Nous présentons donc l'expérience de pensée suivante : nous nous plaçons au moment où la question d'adapter le business model de Sonalto se pose et nous montrons comment en suivant notre processus, une équipe aurait pu arriver au business model actuel. L'unique objectif de cette expérience de pensée est de nous fournir une illustration concrète du processus de conception de milieu.

Etape (o) : le business model hérité d'Urgo Health Care ne fonctionne pas pour Sonalto, l'équipe doit donc le faire évoluer

Etape (i) : Sonalto est un produit complexe, l'équipe estime que pour vendre un Sonalto, le temps de conseil du pharmacien – le temps dédié à l'explication du produit au patient - doit être d'environ une heure. Or pour la majorité des produits en pharmacie, le temps de conseil est de moins d'une minute. Le temps de conseil du pharmacien apparaît donc comme une variable critique et l'équipe décide donc de poser $\Phi_2 = \text{temps de conseil du pharmacien}$.

Etape (ii) : $\Phi_2 = \text{temps de conseil du pharmacien}$ vérifie-t-elle le critère de sensibilité ? Autrement dit, est-ce que faire en sorte que le temps de conseil du pharmacien soit d'une heure modifie fortement les pratiques commerciales ? L'équipe anticipe que ce sera le cas : elle ne voit pas comment augmenter le temps de conseil du pharmacien au travers des modalités commerciales

actuelles qui consistent à présenter le produit dans un catalogue. Φ_2 vérifie donc le critère de sensibilité.

Etape (iii) : Φ_2 vérifie-t-elle le critère de correspondance ? Pour tester ce critère, il faut mettre en place une activité commerciale (i) telle que le temps de conseil du pharmacien pour Sonalto s'allonge et (ii) dont on sait que si on la mettait en place pour un produit classique d'Urgo, elle produirait un résultat. Si cette activité commerciale augmente la performance du business model, alors le critère est validé.

Avec un tel cahier des charges en tête, l'équipe peut inventer la Journée de l'Audition : la prise de rendez-vous est une modalité qui garantit un temps de conseil relativement long et la présence du commercial – si elle était mise en place pour promouvoir les pansements - augmenterait la vente de pansements.

Comme dans une Journée de l'Audition le pharmacien parvient à vendre Sonalto, on en conclue que $\Phi_2 = \text{temps de conseil du pharmacien}$ vérifie le critère de correspondance.

Etape (iv) : Φ_2 vérifie-t-elle le critère d'indépendance ? Pour tester ce critère, il faut trouver une modalité commerciale qui permet un temps de conseil long mais qui est plus performante que les Journées de l'Audition.

Une telle modalité peut-être d'optimiser les Journées en les faisant organiser par des commerciaux spécialisés qui rationalisent les journées. Une fois que ces commerciaux spécialisés ont fait leurs preuves, on peut en conclure que l'on peut optimiser les Journées de l'Audition et donc que Φ_2 vérifie le critère d'indépendance.

Etape (v) : Des expérimentation précédentes, l'équipe de Sonalto en conclut qu'elle doit faire évoluer son business model de manière à assurer que le temps de conseil du pharmacien soit long. Elle conserve alors le principe des Journées de l'Audition. Elle fournit au pharmacien des protocoles de test avec les patients et elle aménage la salle de confidentialité dans le but d'allonger encore plus ce temps de conseil.

Etape (vi) : L'équipe de Sonalto vérifie que les activités commerciales mises en place rendent le business model viable.

UrgoTouch nous permet donc de formuler un processus de conception de milieu. Soulignons que ce processus n'est ni un processus optimal ni le seul processus possible pour concevoir un milieu : il serait extrêmement surprenant que les équipes d'UrgoTouch aient découvert sans le rechercher un processus optimal de conception de milieu.

4.3.1 Des pistes pour d'autres processus de conception de milieu

A partir du processus que suggère le cas d'UrgoTouch, on peut néanmoins dégager des pistes permettant de générer d'autres processus probablement plus efficaces que celui suivit par UrgoTouch. Ces pistes s'expriment à plusieurs niveaux : les tests, la séquence de test et le choix de la métrique Φ_2 .

Un premier niveau d'analyse consiste à interroger les tests conduits pour prouver les différents critères. Peut-on imaginer d'autres tests qui permettent de vérifier les trois critères ? Quels tests seraient plus simples opérationnellement à mettre en œuvre ? Ne peut-on pas développer des outils qui permettent d'améliorer l'efficacité de ces tests ?

Un deuxième niveau d'analyse consiste à interroger la séquence des tests. Ne pourrait-on pas imaginer que l'on puisse conduire tous les tests en même temps ? Ne peut-on vraiment que tester les métriques Φ_2 les unes après les autres ou existent-ils des modalités qui permettent de tester plusieurs Φ_2 en même temps ?

Un dernier niveau d'analyse consiste à interroger le type de Φ_2 que l'on génère dans l'étape (i). Remarquons en effet qu'à ce stade nous n'avons pas imposé de conditions sur les métriques Φ_2 que l'on doit générer. Néanmoins, comme on connaît les tests à conduire, ne peut-on pas générer des Φ_2 qui soient plus facile à tester ? Ne peut-on pas proposer des Φ_2 dont on sait par avance qu'elles vérifient les trois critères ? Quels sont les efforts à fournir pour réussir ce tour de force ?

Traiter correctement les différentes questions soulevées ici supposerait un effort de recherche conséquent : dans cette thèse nous n'avons ni le temps, ni le matériel empirique pour aborder toutes ces questions que nous renvoyons plutôt à des efforts ultérieurs. Néanmoins, comme nous allons le voir, la recherche-intervention menée sur la commercialisation d'UrgoMia nous offre l'occasion de proposer un outil adapté à la conception de milieu ainsi que d'expérimenter un processus de test des métrique Φ_2 différent de celui mené par l'équipe d'UrgoTouch.

4.4 Discussion – Apprentissages et processus d'innovation de business model

La notion de membrane de l'inconnu met en lumière que certaines expérimentations menées lors de la commercialisation d'UrgoTouch sont pertinentes bien qu'elles ne visent pas à évaluer la performance du business model implémenté. Ce résultat est en accord avec toute une partie de la littérature qui souligne la complexité des apprentissages à conduire lors d'un processus d'innovation de business model.

Ainsi, plusieurs études alertent sur une représentation simpliste et linéaire du processus d'innovation de business model. Berends et al (2016) montrent par exemple que la littérature considère souvent que le business model est conceptualisé puis implémenté alors que les auteurs présentent des cas dans lesquels la phase analytique s'est tenue à la suite d'une implémentation. Les autres concluent d'ailleurs que les figures « analyse puis implémentation » ou « implémentation puis analyse » sont des cas extrêmes et qu'en réalité, un processus d'innovation de business model est un aller-retour complexe entre l'implémentation et l'analyse. La notion de membrane de l'inconnu s'inscrit parfaitement dans cette perspective. Dans la littérature, on trouve également des critiques contre des approches normatives des processus d'innovation de business model. Felin et al, (2019) mettent ainsi en garde contre l'implémentation de méthode qui tendent à gommer la complexité des

apprentissages à conduire sur l'environnement. La notion de membrane de l'inconnu est un élément théorique qui restaure cette complexité.

Soulignons également que certaines études montrent que l'une des difficultés de l'innovation de business model provient du caractère dual de cet objet : lorsque l'on innove un business model, il faut jouer à la fois sur les dimensions cognitives et sur les activités de l'entreprise (Demil et Lecocq, 2015, Berends et al 2016). La membrane de l'inconnu est bien un espace d'action compatible avec cette dualité : c'est une manière de percevoir l'inconnu (donc un objet cognitif) qui s'incarne dans les activités commerciales.

Synthèse chapitre VI

Dans le chapitre précédent, nous montrons que dans une membrane de l'inconnu en robotique, l'action de conception de milieu consiste à évaluer la qualité d'une métrique nommée Φ_2 et nous proposons trois critères permettant cette évaluation : la sensibilité, l'indépendance et la correspondance. Nous montrons également que cela suggère que les tests conduits au sein d'une membrane de l'inconnu portent sur la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets produits dans l'environnement par ses activités commerciales.

Dans ce chapitre, nous rendons compte de la commercialisation d'UrgoTouch et analysons les expérimentations menées par l'équipe en charge de commercialiser cette innovation afin de déterminer leurs natures.

Plus précisément, nous formulons au début du chapitre deux hypothèses. La première, issue de notre travail sur la conception de milieu, est que les expérimentations menées par l'équipe d'UrgoTouch ont pour objectif d'évaluer la qualité de métriques Φ_2 . La deuxième, issue de la littérature sur l'innovation de business model, indique que les expérimentations menées par l'équipe d'UrgoTouch ont pour objectif d'évaluer la performance des activités commerciales mises en place.

Afin de tester ces deux hypothèses, nous avons interrogé l'ensemble des acteurs ayant participé à la commercialisation d'UrgoTouch, ce qui nous a permis d'établir la chronologie de ces expérimentations. Les nombreux documents secondaires que nous avons analysés nous ont permis **d'identifier la logique expérimentale implicite suivie par l'équipe d'UrgoTouch.**

Nous montrons que cette logique expérimentale est incohérente avec l'idée que l'objectif de l'équipe est d'évaluer la performance de ses activités commerciales : ainsi, certaines activités commerciales qui détériorent la performance économique sont conservées par les équipes. Nous rejetons donc notre seconde hypothèse. Réciproquement, nous constatons que les protocoles expérimentaux proposés n'apparaissent pas incohérents avec notre première hypothèse que nous conservons. Nous en concluons que **les tests conduits au sein d'une membrane de l'inconnu portent sur la qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets produits dans l'environnement par ses activités commerciales.**

Nous étudions ensuite en détail comment l'équipe d'UrgoTouch a conduit ces tests. Plus précisément, nous montrons comment l'équipe d'UrgoTouch a mis en place opérationnellement des tests portant sur chacun des critères de qualité identifiés sur la métrique Φ_2 . Nous avons également montré que les équipes d'UrgoTouch mettaient ces tests en place séquentiellement en testant d'abord la sensibilité, puis la correspondance et enfin l'indépendance. Ce constat **nous a amené à proposer un processus de conception de milieu.**

Dans le chapitre suivant, nous présentons les résultats d'une recherche-intervention sur la commercialisation d'UrgoMia, un rééducateur périnéal innovant.

Chapitre VII – Outils et Organisations de la conception de milieu pour la commercialisation des innovations

Dans le chapitre précédent, nous proposons un processus de conception de milieu adapté à une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation.

Dans ce chapitre nous proposons de compléter cette description de la membrane de l'inconnu en abordant la question des outils et des organisations. Pour cela, nous présentons les conclusions d'une recherche-intervention au sein d'UrgoTech, la start-up interne du groupe Urgo, durant laquelle nous avons accompagné pendant un an la commercialisation d'UrgoMia, un rééducateur périnéal innovant.

Au cours de cette recherche-intervention, nous avons conçu, testé et validé un outil adapté à la membrane de l'inconnu d'UrgoTech. L'utilisation de cet outil révèle la difficulté que représente l'instauration d'un rapport de connaissance avec l'environnement basé sur les effets générés par les activités commerciales de l'entreprise. Néanmoins, cet outil nous permet également de jeter les bases d'un cahier des charges plus général pour un ensemble d'outils adaptés aux membranes de l'inconnu.

Cette recherche intervention est également l'occasion de mettre en œuvre le processus que nous décrivons au chapitre précédent. Nous montrons ainsi qu'une approche de commercialisation basée sur les métriques Φ_2 est praticable par les organisations.

Enfin, certaines difficultés que nous avons rencontré au cours de la recherche-intervention éclaire certaines conditions organisationnelles pour la conception d'un milieu pour la commercialisation d'une innovation.

1 Aspects méthodologiques de la recherche-intervention sur la commercialisation UrgoMia

A ce stade de la thèse, nous souhaitons compléter la description de la membrane de l'inconnu, c'est à dire de l'espace d'action dans lequel l'entreprise conçoit un milieu. Pour cela, nous avons conduit une recherche-intervention durant laquelle nous avons accompagné la commercialisation d'UrgoMia, un produit innovant d'UrgoTech, la start-up interne du groupe Urgo. Nous détaillons ci-dessous les modalités de cette recherche-intervention.

1.1 Présentation d'UrgoMia

UrgoMia est un rééducateur périnéal connecté. Il permet à des patientes de lutter contre les fuites urinaires au travers d'exercices de renforcement du périnée. Comme de nombreux objets connectés, UrgoMia est à la fois un objet physique et une application. L'objet physique est une sonde vaginale composée de deux capteurs de pression. Grâce à l'application, l'utilisatrice peut voir en direct le niveau de pression qu'elle exerce sur la sonde. Grâce à cette fonctionnalité, l'application propose des exercices de renforcement où l'utilisatrice suit une consigne de pression donnée par l'application et visualise en direct si elle atteint l'objectif fixé. La figure ci-dessous représente la sonde :



Figure 26 : La sonde périnéale UργοMia

Les exercices proposés par UργοMia ont pour objectif de renforcer le périnée des femmes qui l'utilisent. Au cours de la vie, le périnée peut se relâcher notamment suite à un accouchement ou alors lors de l'avancée en âge. L'effet de ce relâchement du périnée est un risque accru de fuites urinaires. Pour lutter contre ce désagrément, la seule solution est un renforcement musculaire du périnée : des exercices de contraction du périnée sont habituellement recommandés par les sages-femmes aux jeunes mamans. Néanmoins, ces recommandations ne sont pas toujours suffisantes, notamment parce qu'il n'est pas facile de savoir si l'on fait les exercices correctement. Pour les femmes qui en ont besoin, ces exercices peuvent donc être pratiqués dans le cadre d'une kinésithérapie. Cela comporte néanmoins de nombreuses contraintes comme celle de prendre un rendez-vous ou faire des exercices que l'on préférerait faire de manière autonome pour des raisons d'intimité. La valeur ajoutée d'UργοMia est donc de proposer une solution pour les utilisatrices souhaitant renforcer leur périnée de manière autonome.

1.2 Modalités d'interaction et d'accès au terrain durant la recherche-intervention

L'accès à notre terrain de recherche-intervention est le résultat d'une négociation (Girin, 1989) qui s'est déroulée en novembre 2018. Le 5 novembre 2018, pour mon cinquième comité de thèse, ma présentation était intitulée « Opérationnaliser la conception de milieux : Vers la conception de marchés ». Dans cette présentation, je détaillais mes premières analyses sur la commercialisation d'UργοTouch en présence de Guirec Le Lous, de la responsable d'UργοTech et de ma responsable de service. A l'issue de cet exposé, la question de l'opérationnalisation des résultats présentés a été soulevé. La responsable d'UργοTech a proposé de se servir de la commercialisation d'UργοMia comme terrain d'expérimentation. Le 19 novembre 2018, je signais une lettre de mission avec la responsable d'UργοTech qui cadrerait les modalités de mon intervention.

Cette lettre de mission s'intitulait « Comment assurer le succès des futurs lancements d'UργοMia » et formulait les quatre objectifs de mon intervention : (i) définir des indicateurs permettant de repérer la nécessité d'une adaptation du business model d'UργοMia (ii) proposer des adaptations du business model d'UργοMia (iii) construire un outil pour accompagner ces adaptations et (iv) accompagner l'équipe tout au long de l'année 2019 pour trouver des adaptations au modèle d'UργοMia. Ainsi, il était

clairement dans mon mandat d'essayer de développer des outils adaptés au fonctionnement d'une membrane de l'inconnu.

Au moment de la signature de la lettre de mission, l'équipe chargée de commercialiser UργοMia était composée d'une responsable marketing qui pilotait les changements de business model et de trois commerciaux. Durant cette recherche-intervention, j'agissais en soutien de la responsable marketing : nous nous sommes vus toutes les semaines pour une réunion d'environ une heure et demie. Durant ces réunions – qui ont toutes fait l'objet d'un compte rendu – nous échangeons sur les adaptations à apporter aux business model d'UργοMia, sur les tests à conduire pour valider ces adaptations ainsi que sur les outils nécessaires pour concevoir ces modifications.

En d'autres termes, la recherche intervention d'UργοMia peut être considéré comme un prototypage du fonctionnement d'une membrane de l'inconnu.

1.3 Déroulé de la recherche-intervention : deux grandes phases distinctes

La recherche intervention que nous avons menée a connu deux grandes phases. En effet, en mai 2019, l'équipe a réorienté de manière drastique le business model d'UργοMia, passant d'un modèle fondé sur la promotion par des représentants à un modèle ciblant le grand public.

Lors du lancement d'UργοMia, le business model envisagé était basé sur une promotion au travers de représentants. Ce business model a été implémenté pendant quelques mois, d'octobre 2018 à mai 2019 avant d'être progressivement abandonné.

A partir de mai 2019, l'équipe d'UργοMia a adopté un business model qualifié de « grand public » dans lequel les efforts marketing sont dirigés directement vers les utilisatrices potentielles, la vente se faisant au travers du site internet dédié à UργοMia. Ce changement de business model a poussé l'équipe à utiliser de nombreux canaux de communication : spots radio, campagnes de publicités Facebook, compte Instagram, partenariats avec des bloggeuses ou des sites de recommandations.

Ce changement de business model a modifié la nature du travail de notre recherche-intervention. Du point de vue de la recherche, ce changement est donc un élément positif. En effet, on peut considérer grâce à lui que nous avons prototypés deux fonctionnements d'une membrane de l'inconnu. Comme nous le verrons, ces deux moments de la recherche intervention ont d'ailleurs conduit à des apprentissages différents sur la manière dont fonctionne une membrane de l'inconnu.

2 Conception, implémentation et validation d'un outil adapté à une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation

Dans la première phase de notre recherche intervention, nous avons développé, testé et validé un outil adapté à une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation.

2.1 Contexte empirique de la première phase de la recherche intervention

En novembre 2018, au début de la recherche intervention, l'objectif de la responsable marketing était d'organiser une équipe de représentants efficace pour la promotion d'UrgoMia. Néanmoins, la responsable marketing ne savait pas comment hiérarchiser les différentes actions qu'elle envisageait de mettre en place. Elle se demandait même si elles étaient nécessaires : les représentants ayant commencé la promotion en septembre 2018, les premiers retours des praticiens étaient positifs et le faible nombre de vente était attribué au fait que les commerciaux n'avaient pas eu le temps d'effectuer suffisamment de visites pour pouvoir juger de l'efficacité du business model.

En novembre 2018, le cahier des charges de la responsable marketing concernant un outil méthodologique était donc le suivant : un outil qui (i) permette de hiérarchiser les changements de business model nécessaires et qui (ii) permette d'évaluer la pertinence du business model mis en place plus rapidement qu'avec un indicateur basé sur le niveau des ventes.

2.2 Présentation de l'outil : la matrice (nombre de visites / Etape du parcours de conviction)

Encadré confidentialité

Pour permettre aux membres du jury d'évaluer le travail fourni, la version du manuscrit qui leur a été fourni comprenait une description précise de l'outil développé lors de cette recherche intervention. A la demande de l'entreprise pour des raisons de confidentialité, les détails de cet outil ont été enlevés de la présente version. La section 2.2 de ce chapitre ne propose donc qu'une description générique de l'outil développé.

2.2.1 Présentation de l'outil : la matrice (nombre de visites / Etape du parcours de conviction)

Nous présentons dans ce paragraphe un outil adapté pour le suivi des activités de promotion d'UrgoMia.

2.2.2 Utilisation de l'outil pour guider les changements de business model

L'outil a permis à la responsable marketing d'évaluer empiriquement la qualité du business model implémenté ainsi qu'identifier des modifications susceptibles de l'améliorer.

2.2.3 L'outil est adapté aux membranes de l'inconnu

L'outil présenté est adapté pour une membrane de l'inconnu.

Premièrement, l'outil porte précisément sur les effets induits dans l'environnement par les activités commerciales de l'entreprise.

Deuxièmement, l'outil permet de repérer et de générer des effets inattendus..

L'outil présenté correspond donc à la figure d'acteur du commercial virtuose que nous décrivons dans le chapitre V section 3.2.1. Il s'agit donc d'un outil adapté pour une membrane de l'inconnu.

2.2.4 Utilisation de l'outil

L'outil a été utilisé à plusieurs reprises par la responsable marketing. Il a servi à structurer le compte rendu des actions que la responsable marketing faisait à sa hiérarchie. Ainsi, la responsable marketing l'a-t-elle utilisé pour plusieurs réunions de pilotage du projet. L'outil a également permis de clarifier les recommandations données aux commerciaux. Il a aussi permis de repérer des difficultés opérationnelles, ce qui a contribué à la modification des activités commerciales. L'outil était donc utilisé par la responsable marketing de manière autonome et s'est révélée utile pour modifier le cours de la commercialisation d'UrgoMia.

2.3 Synthèse – Conception, implémentation et validation d'un outil adapté à une membrane de l'inconnu

Dans cette première phase d'intervention nous avons conçu, testé et validé un outil adapté à une membrane de l'inconnu. Que cela nous apprend-t-il sur les membranes de l'inconnu ?

Premièrement, notre recherche-intervention montre que la construction d'un rapport de connaissances vis-à-vis de l'environnement basé sur les effets induits par les activités commerciales n'est pas évidente. En effet, il a fallu de nombreux efforts à la responsable marketing et à moi-même développer l'outil. Or dans les membranes de l'inconnu, c'est précisément des connaissances de ce type qu'il faut manipuler. Notre recherche-intervention valide donc ce que nous ne faisons qu'anticiper au chapitre V : la membrane de l'inconnu requière des compétences particulières qui passent par un rapport à l'environnement en termes d'effets générés par les activités commerciales.

Deuxièmement, notre recherche-intervention montre néanmoins qu'il est largement possible d'outiller les acteurs participant à une membrane de l'inconnu. Nous avons en effet proposé un outil qui aborde l'environnement en termes d'effets induits par les activités commerciales. Cet outil a démontré son intérêt organisationnel car il a (i) été utilisé de manière autonome par les acteurs et (ii) contribué au changement de certaines activités commerciales.

Troisièmement, nous disposons, sur la base de l'exemple de la matrice, d'un premier cahier des charges pour d'autres outils adaptés aux membranes de l'inconnu. Ainsi, il semble qu'un outil utile pour une membrane de l'inconnu doive : (i) distinguer clairement les activités commerciales de l'entreprise de leurs effets dans l'environnement et (ii) permettre de repérer des couples (activités commerciales / effets) surprenants.

3 Mise en évidence d'une condition organisationnelle pour les membranes de l'inconnu

Au cours du mois de mai 2019, la responsable d'UrgoTech fait le constat de l'échec d'un business model basé sur les visites simples. En parallèle, elle constate que les quelques actions de communication grand public menées au début de l'année 2019 donnent des résultats probants. Au vu de ces résultats, la responsable d'UrgoTech décide d'un changement stratégique et oriente le business model d'UrgoMia vers le grand public et la vente par internet. Suite au changement de business model, le travail que nous effectuons dans la recherche intervention évolue.

3.1 Contexte empirique de la deuxième phase de la recherche-intervention

Outre le changement de business model sur lequel nous reviendrons, nous pouvons noter plusieurs changements de contexte entre la première et la deuxième phase de notre intervention sur UrgoMia.

Premièrement, pour cette deuxième phase de la recherche-intervention, nous avons changé d'interlocutrice suite à un changement de responsable marketing.

Deuxièmement, en mai 2019, notre recherche sur la conception de milieu avait progressé et nos modèles théoriques s'étaient affinés. Le début de l'année 2019 est en effet la période durant laquelle nous avons décortiqué le raisonnement de l'algorithme Map-Elite. Nous avons donc abordé cette deuxième phase de la recherche-intervention en connaissant l'importance et le rôle joué par la métrique Φ_2 dans l'algorithme. Nous avons alors dans l'idée d'utiliser cette nouvelle connaissance et nous nous sommes demandé comment la notion de métrique Φ_2 pouvait permettre de résoudre les problématiques empiriques que la réorientation du business model vers le grand public posait.

Avec la réorientation du business model vers le grand public, les problématiques traitées par la responsable marketing ont évolué. Durant la première phase de l'intervention, son rôle était de soutenir les commerciaux en développant de nouveaux outils d'aide à la vente, en intervenant dans des congrès professionnels pour présenter UrgoMia ou, en adaptant le contenu des visites. Avec le changement de stratégie, le rôle de la nouvelle responsable marketing s'oriente vers la promotion du produit auprès de ses utilisatrices potentielles.

L'enjeu opérationnel de la responsable marketing est la rationalisation des actions de promotion : comment déterminer, parmi toutes les actions marketing possibles, celles qu'il faut mettre en place ? En effet, ce ne sont pas les idées d'actions qui manquent : changer les publicités sur Facebook, concentrer les efforts de communication sur les jeunes mamans plutôt que sur les cinquantenaires, refondre le site internet pour réduire le nombre de clics nécessaires avant l'achat du produit, diversifier les canaux de distribution en recourant à d'autres plateformes de vente, communiquer via de nouveaux canaux comme la presse régionale, lancer des partenariats avec des bloggeuses et des influenceuses... Si les idées ne manquent pas, le budget lui n'est malheureusement pas extensible. Dès lors, plusieurs questions se posent : faut-il plutôt saupoudrer le budget sur ces différentes idées ou au contraire se spécialiser sur certaines d'entre elles ? Sur quelles bases fonder la décision de privilégier une action marketing plutôt qu'une autre ? Si une action marketing est mise en place et que les ventes ne décollent pas, la responsable marketing doit-elle en conclure que l'action marketing est mauvaise et l'abandonner ou doit-elle chercher d'autres actions marketing avec lesquelles la combiner pour qu'elle donne des résultats ? En d'autres termes : comment assurer une approche rigoureuse pour déterminer les actions marketing à mettre en place ?

3.2 Mise en place d'un processus de conception de milieu fondé sur des tests de qualité de métriques Φ_2

Lorsque la deuxième phase de la recherche-intervention débute fin mai 2019, je présente à la nouvelle responsable marketing la notion de milieu, la chronologie du cas UrgoTouch, l'algorithme

Map-Elite et la notion de Φ_2 . Elle trouve le raisonnement de Map-Elite intéressant afin de l'aider à hiérarchiser les actions marketing à conduire. Nous décidons donc de chercher à formuler des métriques Φ_2 qui puissent aider à cette tâche.

Au cours de nos réunions hebdomadaires du mois de juillet 2019, nous évaluons plusieurs métriques Φ_2 et concluons généralement qu'elles ne sont pas adaptées. Nous avons ainsi considéré $\Phi_2 = \text{nombre de point de contact marketing d'un consommateur avant achat}$. Cette métrique est bien une métrique d'évaluation de la performance d'un business model : il existe théoriquement des business models dans lesquels le consommateur est soumis à de nombreuses publicités avant d'acheter et d'autres business models dans lesquels une seule action de promotion suffit. Néanmoins, cette métrique présentait plusieurs problèmes qui nous empêchaient de la mobiliser pour un raisonnement de conception de milieu. Premièrement, elle ne pouvait pas être évaluée en pratique : impossible de savoir combien de messages publicitaires une utilisatrice visionne ou combien de visite sur le site internet elle effectue avant d'acheter UργοMia. Deuxièmement, cette métrique ne générait pas de nouvelles actions marketing : quand nous avons réfléchi avec la responsable marketing à ce que seraient les paramètres d'actions qui permettraient qu'un client achète le produit en ayant vu une seule action marketing, cela n'a pas permis de générer d'actions marketing auxquelles nous n'avions pas pensées. Ainsi, $\Phi_2 = \text{nombre de contacts marketing d'un consommateur avant achat}$ apparaît comme une métrique qui ne respecte pas le critère de sensibilité.

C'est lors de notre réunion hebdomadaire du 23 juillet 2019 que nous trouvons avec la responsable marketing une métrique Φ_2 qui nous apparaît pertinente. Suite à une anecdote, nous nous apercevons que la métrique $\Phi_2 = \text{style de communication}$ apparaît pertinente. Au cours du mois d'août, nous avons eu l'occasion de vérifier que c'était le cas.

Remarquons ici que cette métrique vérifie les trois critères de qualité. Changer de style de communication dans un modèle grand public où la communication occupe une place centrale, oblige bien à revoir de nombreuses activités marketing (validation du critère de sensibilité). De plus, des témoignages d'utilisatrices à la radio avaient généré quelques ventes (validation du critère de correspondance). Enfin, un consultant interne d'Uργο qui travaillait sur les publicités Facebook d'UργοMia avait souligné qu'elles étaient très largement perfectibles (validation du critère d'indépendance).

Durant le mois d'août 2019, nous avons donc conjointement exploré la possibilité de monter une expérimentation rigoureuse d'adaptation du business model sur la base de la métrique $\Phi_2 = \text{style de communication}$. Nous avons identifié trois styles de communication qui différaient profondément en termes d'actions marketing à mener : le style empathique, le style scientifique et le style humoristique.

Nous avons ensuite identifié quelles actions marketing permettraient de mettre en place chacun des trois styles. Pour le style empathique, nous avons identifié qu'il fallait adapter les publicités Facebook, modifier le site internet d'UργοMia pour passer des messages positifs et miser sur les

partenariats avec les communautés digitales de jeunes mamans. Pour le style scientifique, nous envisagions une refonte du site internet pour mettre en avant les études dont UrgoMia disposait, la mise en place d'une communication en pharmacie et dans les magazines dédiés à la santé grand public à la radio et dans la presse régionale. Enfin, pour mettre en place le style humoristique, nous avons identifié qu'il serait nécessaire d'avoir recours à une agence de communication pour développer les différents messages et une campagne de publicité dans le métro avait également été envisagée. Cette réflexion sur les styles de communication a permis d'acquérir de nouvelles connaissances sur les approches des concurrents : étaient-ils plutôt empathiques, scientifiques ou humoristiques ? Elle a permis également d'envisager des actions marketing inattendues, notamment sur la page d'accueil du site qui devait porter le style de la communication plutôt qu'apparaître comme un site marchand.

En identifiant les actions marketing sur lesquelles chaque style de communication reposait, nous avons déjà largement commencé le processus de conception de milieu. Nous avons identifié une métrique $\Phi_2 = \textit{style de communication}$. Nous avons également identifié trois valeurs pour cette métrique : $\varphi_2^1 = \textit{empathique}$; $\varphi_2^2 = \textit{scientifique}$; $\varphi_2^3 = \textit{humoristique}$. Nous avons aussi identifié les activités commerciales adaptées à chaque valeur φ_2^i . En somme, nous avons l'équivalent de la « carte des élites » de l'algorithme Map-Elite. En toute logique, il nous fallait à présent comparer la performance des différents styles de communication comme le robot testait les élites au travers d'essais.

A ce stade de la recherche intervention, nous avons écarté le style de communication scientifique : la responsable marketing le trouvait trop proche de ce qui avait déjà été tenté précédemment. Nous avons donc cherché à mettre en place un protocole pour comparer la performance de deux styles de communication. En septembre 2019, la responsable marketing a présenté un tel protocole à sa hiérarchie : elle souhaitait implémenter en parallèle les deux styles de communication tout en faisant en sorte que l'on puisse attribuer la vente d'un UrgoMia à un style en particulier (par exemple en déployant deux sites internet ou en ne faisant que des publicités régionalisées). Elle proposait ainsi pendant six mois d'attribuer une moitié du budget marketing à chaque style : à la fin de cette période, une analyse devait permettre d'identifier le style le plus efficace ainsi que les actions marketing ayant été les plus rentables.

Pour des raisons internes, ce protocole de test a été refusé par la direction d'UrgoTech. Nous avons donc conclu sur la deuxième phase de cette recherche-intervention sur le constat que le protocole de test proposé n'allait pas être implémenté.

3.3 Condition organisationnelle pour la conception de milieu : partager le constat de la faible qualité de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets que ses activités commerciales génèrent dans son environnement

Que nous apprend la deuxième phase de notre recherche-intervention sur les membranes de l'inconnu ?

Premièrement, cette recherche-intervention nous montre qu'une approche basée sur la qualité des métriques Φ_2 est praticable par les organisations. En effet, nous avons réussi à identifier plusieurs métriques Φ_2 , à les évaluer selon le critère de sensibilité, et à proposer un protocole de test cohérent de ces métriques.

Deuxièmement, nous avons montré qu'une approche basée sur la qualité des métriques Φ_2 apparaît comme une logique d'action cohérente aux acteurs qui la conduisent. On se souvient que l'équipe d'UrgoTouch n'arrivait pas à rendre compte de l'action qu'elle avait menée. Dans le cas d'UrgoMia, plusieurs arguments nous semblent aller dans le sens d'une meilleure intelligibilité des acteurs de l'action qu'ils conduisent dans une membrane de l'inconnu. Ainsi, la réaction du consultant interne d'Urgo qui avait travaillé sur des tests A/B sur les publicités Facebook d'UrgoMia va dans ce sens : « *Je trouve plus intéressante l'approche de définir des styles de communication puis de les tester plutôt que les tests que j'ai fait dans lequel on n'avait pas défini de styles en amont* ». Au cours de l'intervention, la responsable marketing a également précisé que la notion de Φ_2 et la réflexion autour des styles de communication l'aidait à structurer son approche pour définir les activités marketing qu'il fallait mettre en place dans le nouveau business model.

Enfin, troisièmement, l'analyse du refus de la responsable commerciale d'implémenter le protocole de test nous permet de pointer une condition organisationnelle des membranes de l'inconnu. En effet, ce refus suggère que le constat de l'insuffisance de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses actions commerciales dans l'environnement (autrement dit la faible qualité de Φ_2) doit être partagée au sein de l'organisation. Dans le cas contraire, les expérimentations nécessaires pour trouver des dimensions Φ_2 alternatives n'apparaissent pas comme légitimes. C'est ce que nous avons vécu face à la responsable commerciale. Elle était convaincue que le modèle de commercialisation d'UrgoTouch était bon donc elle souhaitait tenter une approche paramétrique portant sur l'effort promotionnel. Elle n'était pas prête à mettre en place le protocole que nous proposons. Ainsi, notre recherche-intervention indique que, dans une membrane de l'inconnu, le partage de l'insuffisance des dimensions avec lesquelles l'entreprise rend compte des effets de ses actions génère est un préalable à la conception d'un milieu. Notons que dans le cas UrgoTouch, ce partage avait été fait. Ce cadrage initial de l'action rend possible des expérimentations qui sinon apparaîtraient comme non légitime.

Synthèse du chapitre VI

Dans ce chapitre, nous abordons la question des outils et des organisations pour une membrane de l'inconnu pour la commercialisation d'une innovation. Pour cela, nous présentons les résultats d'une recherche-intervention conduite durant un an sur la commercialisation d'UrgoMia, un rééducateur périnéal innovant. **Cette recherche-intervention a été l'occasion de prototyper le fonctionnement d'une membrane de l'inconnu sur la base des éléments que nous avons présenté dans cette thèse.**

Dans un premier temps de notre recherche-intervention, nous avons conçu, testé et validé un outil adapté à la membrane de l'inconnu d'UrgoTech. Le déploiement opérationnel de cet outil a révélé que **la construction d'un rapport de connaissances sur de l'environnement à partir des effets induits par les activités commerciales n'est pas évidente.** Néanmoins, la prise en main de l'outil que nous proposons par la responsable marketing d'UrgoTech a également montré qu'il était possible d'outiller les acteurs participant à une membrane de l'inconnu. Cela nous a conduit à proposer un cahier des charges pour des outils adaptés aux membranes de l'inconnu. **Nous avons ainsi montré l'intérêt d'un outil capable (i) de distinguer clairement les activités commerciales de l'entreprise de leurs effets dans l'environnement et (ii) de repérer des couples (activités commerciales / effets) surprenants.**

Dans un deuxième temps de notre recherche-intervention, nous avons tenté de mettre en place un processus de conception de milieu similaire à celui décrit dans le chapitre précédent. Nous avons ainsi montré **qu'une approche de la commercialisation fondée sur des tests de qualité d'une métrique Φ_2 était praticable par une organisation.** En effet, sur le cas d'UrgoMia, nous avons réussi à identifier plusieurs métriques Φ_2 , à les évaluer selon le critère de sensibilité, et à proposer un protocole de test de ces métriques. De plus, nous avons montré **qu'une approche basée sur la qualité des métriques Φ_2 apparaît comme une logique d'action cohérente aux acteurs qui la conduisent.**

Néanmoins, dans ce deuxième temps de notre recherche intervention, nous avons, avec l'équipe marketing essuyé un refus : en effet, la responsable commerciale d'UrgoTech ne nous a pas autorisés à mettre en place les tests sur la métrique Φ_2 que nous avons imaginé. Ce refus suggère que **le constat de l'insuffisance de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses actions commerciales dans l'environnement (autrement dit la faible qualité de Φ_2) doit être partagée au sein de l'organisation.** Dans le cas contraire, les tests de qualités de la métrique n'apparaissent pas comme légitimes et son donc plus difficiles à mener.

Dans le chapitre suivant, nous montrons que les logiques d'action liées aux membranes de l'inconnu apparaissent pertinentes pour des questions stratégiques au-delà de la seule commercialisation d'une innovation. Nous menons cette discussion sur une question stratégique particulière : la compétition dans un écosystème de plateforme. Nous montrons ainsi que l'action menée au sein d'une membrane de l'inconnu peut permettre à un acteur de renverser un leader de plateforme.

Chapitre VIII – Les membranes de l'inconnu au-delà de la commercialisation : analyse des tentatives de renversement de plateforme

Dans les chapitres précédents, nous rendons visible un espace d'action de l'entreprise lors de la commercialisation d'une innovation : la membrane de l'inconnu.

Dans ce dernier chapitre de la thèse, nous discutons la pertinence de la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la question de la commercialisation d'une innovation. Pour mener cette discussion, nous avons choisi de nous intéresser à la question des stratégies à l'œuvre dans un écosystème de plateforme.

Pour montrer l'intérêt de la notion de membrane de l'inconnu, nous procédons en deux temps. Premièrement, nous montrons qu'il est possible d'identifier une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme. Deuxièmement, nous montrons que cette membrane de l'inconnu explique bien un phénomène empirique dont la littérature a du mal à rendre compte : le renversement de plateforme.

Nous montrons ainsi que la notion de membrane de l'inconnu a une validité descriptive et prédictive qui va au-delà de la commercialisation des innovations. Nous concluons ce chapitre sur des pistes ouvertes par ce constat.

Les différents éléments présentés dans ce chapitre sont issus de deux articles académiques publiés dans le cadre de ma thèse : (Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017) ; Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020).

1 Les renversements de plateforme : un terrain expérimental pour discuter la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la commercialisation d'une innovation

Les bouleversements concurrentiels récents occasionnés par des acteurs tels que Airbnb, Uber ou Toaboa ont attiré l'attention sur des secteurs économiques qui s'organisent autour d'une plateforme, phénomène que la littérature étudie depuis une vingtaine d'années (Gawer et Cusumano, 2002 ; Rochet et Tirole, 2003). En étudiant des entreprises telles qu'Intel (Gawer et Cusumano, 2002) ou Microsoft (Cusumano et Selby, 1998) et plus généralement le secteur de l'informatique (Evans, Hagiu et Schmalensee, 2006) la littérature a démontré que certains acteurs connaissent un succès durable en occupant une place centrale au sein d'écosystèmes d'innovation. Ces entreprises – que nous nommerons à la suite de Gawer et Cusumano (2002) des leaders de plateformes – parviennent à orchestrer l'innovation aux seins d'écosystèmes complexes tout en permettant une commercialisation facilitée de ses innovations.

1.1 La littérature décrit les leaders de plateforme comme des entreprises qui entretiennent des relations stables avec leur écosystème

La littérature des vingt dernières années a à la fois documenté les succès des leaders de plateformes et a cherché à en expliquer l'origine. Deux arguments théoriques principaux sont généralement mis en avant pour rendre compte des dynamiques vertueuses qui existent au sein d'un écosystème de plateforme : la modularité et les effets de réseaux.

1.1.1 Modularité et succès des leaders de plateforme

La notion de modularité permet à la littérature d'expliquer comment un leader de plateforme favorise l'innovation au sein de son écosystème. La modularité est une notion qui provient de l'engineering design. Initialement, la modularité est une propriété architecturale d'un système technique : un système est dit modulaire s'il est composé de modules, c'est-à-dire d'un ensemble de sous-systèmes, relativement indépendants les uns des autres. Dans un système modulaire, chaque module peut être modifié sans que cela n'oblige à adapter les autres modules (Garud et al, 1993). Dans une architecture modulaire, la conception de chaque module peut être menée en parallèle, ce qui permet d'adapter facilement le système (Baldwin et Clark, 2006).

Dans une plateforme, la modularité est une propriété écosystémique. Le système technique de la plateforme est modulaire mais les différents modules sont répartis entre les acteurs de l'écosystème. Le leader de plateforme contrôle un cœur technique, relativement stable qui est l'élément central de la plateforme (Baldwin et Woodard, 2009). Les autres acteurs de l'écosystème – souvent désignés par le terme de complémenteurs - s'occupent de développer et de fournir les modules qui s'intègrent au cœur technique (Gawer et Cusumano, 2014 ; Thomas, Autio et Gann, 2015). Dans une telle architecture, le leader de plateforme est responsable de la cohérence globale du système ainsi que de définir clairement les interfaces sur lesquels les modules viennent s'intégrer (Gawer et Cusumano, 2014 ; Thomas, Autio et Gann, 2015). L'avantage de cette architecture est de promouvoir fortement l'innovation au sein des modules. En effet, si le cœur de plateforme est correctement conçu, chaque module peut évoluer sans perturber l'ensemble du système. Les complémenteurs sont alors incités à régulièrement innover sur leur module sous peine de se faire remplacer (Boudreau, 2012 ; Baldwin et Woodard, 2009).

La modularité étant une propriété assurant la performance d'un écosystème de plateforme, la littérature s'est intéressé aux leviers d'action dont les leaders de plateformes disposaient pour la gérer. Elle détaille ainsi comment un leader de plateforme peut établir la limite entre le cœur de sa plateforme et les modules (Gawer, 2015). Les études de cas montrent que les leaders de plateforme ayant rencontré le succès mettent en place des stratégies subtiles pour décider de la limite entre le cœur de la plateforme et les modules (Gawer et Henderson, 2007 ; Garud, 2008 ; Perrons 2009 ; Inoue 2019). Séparer correctement le cœur des modules d'une plateforme ne suffit pas, le leader de plateforme doit également être attentif aux interfaces entre ces deux éléments et notamment à la question du degré d'ouverture de sa plateforme (West, 2003). Dans une plateforme fermée, le leader de plateforme conserve la propriété intellectuelle des éléments du cœur technique qu'il est le seul à

modifier. La participation des complémentateurs à la plateforme se fait au travers d'interfaces rigides. Ouvrir sa plateforme permet de stimuler l'innovation (Boudreau, 2010 ; Parker et Van Alstyne, 2018) néanmoins, une plateforme trop ouverte empêche le leader de plateforme de capturer de la valeur et abaisse les barrières à l'entrée (West, 2003). Pour prospérer, le leader de plateforme doit donc concevoir des interfaces – techniques ou organisationnelles – qui permettent d'atteindre un niveau d'ouverture équilibré.

La littérature fournit donc de nombreuses descriptions de la manière dont un leader de plateforme peut assurer la modularité au sein de son écosystème, stimulant ainsi une innovation dont il bénéficie.

1.1.2 Effets de réseaux et succès des leaders de plateforme

Pour expliquer le succès des leaders de plateforme, la littérature économique avance l'argument des effets de réseaux.

La littérature économique modélise les plateformes comme des marchés bifaces (Rochet et Tirole, 2003). Dans un marché biface, les deux « côtés » du marché - classiquement l'offre et la demande, les producteurs et les consommateurs - présentent des effets de réseaux indirects : pour chacun des côtés, participer au marché devient de plus en plus attractif au fur et à mesure qu'augmente le nombre d'acteurs de l'autre côté du marché. Par exemple, plus il y a de porteurs de carte de crédit et plus les commerçants ont intérêt à s'équiper en lecteur de cartes mais, symétriquement, plus il existe des commerçants équipés de lecteur de carte et plus les consommateurs voient l'intérêt d'avoir une carte de crédit. On voit ainsi que de tels marchés ont un point d'équilibre « vers le haut » dans lequel tous les consommateurs ont une carte de crédit et tous les commerçants une machine pour lire les cartes. Plusieurs études théoriques (Rochet et Tirole, 2006 ; Armstrong 2006) et empiriques (Srinivasan et Venkatraman, 2010 ; Zhu et Iansiti, 2012 ; Garcia-Swartz et Garcia-Vicente, 2015) ont ainsi montré comment certaines plateformes se sont imposées en tirant parti des effets de réseaux.

Les effets de réseaux expliquent bien comment, une fois enclenché, un cercle vertueux se met en place. Cependant, encore faut-il réussir à le démarrer : plaçons-nous dans le monde des jeux vidéo où la console a longtemps fait office de plateforme (Gallagher et Ho-Park, 2002). Pour que les joueurs achètent une console, il faut qu'ils soient sûrs de pouvoir jouer à de nombreux jeux vidéo avec. Néanmoins, pour que de nombreux jeux vidéo soient développés pour une console spécifique, il faut que les fabricants aient l'assurance que de nombreux joueurs vont utiliser la plateforme. Des problèmes de ce type, dit de la poule et de l'œuf, sont très présents dans la littérature sur les plateformes (Rochet et Tirole, 2006 ; Evans et Schmalensee, 2010). La solution souvent retenue est de distordre les prix de participation au marché biface pour l'un des côtés de la plateforme (Rochet et Tirole, 2006 ; Armstrong, 2006 ; Schmalensee, 2011). L'idée est de faire en sorte qu'un des groupes d'acteurs participe gratuitement à la plateforme pour que le cercle vertueux s'enclenche. A partir de cette idée, plusieurs approches ont été développées pour expliciter la manière dont les leaders de plateformes pouvaient tenter d'atteindre une masse critique, c'est-à-dire un nombre de participants à la plateforme suffisant pour que les dynamiques vertueuses s'auto-entretiennent (Evans, 2009). La

littérature constate également que le côté favorisé varie et dépend de l'industrie considérée (Evans, Hagi et Schmalensee, 2006).

Bien que les effets de réseau puissent compliquer la vie d'un leader de plateforme au démarrage de son activité, ils constituent ensuite de puissantes barrières à l'entrée qui assurent la stabilité sur le long terme d'un leader de plateforme. En effet, une fois la masse critique atteinte, il devient en théorie très compliqué de concurrencer une plateforme. Dans les études portant sur la compétition dans un écosystème de plateforme, pour concurrencer une plateforme, il faut disposer d'une autre plateforme (Economides et Katsamakas, 2006 ; Eisenmann, Parker et Alstyne, 2011 ; Cennamo et Satalo, 2013). Les effets de réseaux apparaissent donc comme une explication au succès des plateformes.

1.1.3 Synthèse : la littérature prédit la stabilité des leaders de plateforme installés

Les deux approches théoriques que nous avons présentées – la modularité et les effets de réseaux – prédisent qu'un leader de plateforme, une fois installé, jouit d'une position stratégique extrêmement stable. En effet, la littérature a montré que dans une industrie organisée par une plateforme, les effets de réseaux conduisaient des équilibres stratégiques du type Winner-Take-All (Caillaud et Julien, 2003 ; Eocman, Jeho et Jongseok, 2006) : une fois la masse critique atteinte, il devient difficile de concurrencer une plateforme. De même dans les modèles de type modularité, une fois installée, la plateforme reste stable (Baldwin et Clark, 2006), seuls les modules innovent, ce qui renforce encore le leader de plateforme (Gawer et Cusumano, 2014 ; Thomas, Autio et Gann, 2015). Les deux modèles théoriques laissent donc présager que l'univers concurrentiel des plateformes est plutôt stable et en particulier qu'une plateforme ne peut être concurrencée que par une autre plateforme. En d'autres termes, la littérature prédit la stabilité d'un leader de plateforme installé.

1.2 Le renversement de plateforme : un phénomène empirique qui témoigne d'efforts de conception de milieu

1.2.1 La notion de membrane de l'inconnu suggère qu'un acteur doté de capacités de conception de milieu est en mesure de modifier les équilibres stratégiques au sein d'un écosystème de plateforme

Dans la littérature, le leader de plateforme apparaît comme un acteur capable d'instaurer avec son écosystème des relations vertueuses. De plus, la littérature indique qu'une fois ces différentes relations instaurées, un leader de plateforme est relativement stable et qu'il n'a à craindre que ses propres erreurs ou alors la concurrence d'une autre plateforme.

Si l'on analyse ces apports de la littérature dans les termes de cette thèse, le leader de plateforme apparaît donc comme un acteur capable de concevoir un milieu et d'en tirer profit. Il apparaît également que les milieux conçus par les leaders de plateformes permettent d'obtenir des positions stratégiques très stables.

Néanmoins, le travail conduit dans cette thèse amène à s'interroger sur cette conclusion. En effet, nous avons montré, dans le cas de la commercialisation, que les entreprises avaient la capacité de mettre en place des membranes de l'inconnu, c'est à dire des espaces d'action dans lesquelles elles

concevaient de nouveaux milieux. La conséquence de ce résultat est que, dans un écosystème de plateforme, le leader n'est pas le seul acteur potentiellement doté d'une capacité de conception de milieu. Par conséquent, notre étude sur les membranes de l'inconnu suggère qu'un écosystème de type plateforme peut-être drastiquement modifié par un acteur ayant une grande capacité de conception de milieu, que celui-ci soit ou non un leader de plateforme.

La notion de membrane de l'inconnu suggère qu'un acteur doté de capacités de conception de milieu est en mesure de modifier les équilibres stratégiques au sein d'un écosystème de plateforme.

1.2.2 Des exemples empiriques montrent qu'un leader de plateforme peut être renversé par un acteur de son écosystème

L'histoire longue des plateformes nous enseigne que plusieurs leaders de plateformes se sont effondrés face à la concurrence d'un de leur complémenteur. Dans les années 1980, l'écosystème qu'IBM avait façonné pour produire des PC vole en éclat à cause d'Intel, alors simple fournisseur de puces électroniques, qui en quelques années s'impose comme un nouveau leader de plateforme au détriment d'IBM (Gawer et Cusumanon, 2002). Dans les années 2000, Nokia, alors à la tête d'un important consortium – l'écosystème Symbian – ne parvient pas à résister à l'ascension de l'Operating System de Microsoft (Kenney et Pon, 2011). Un dernier exemple pour rappeler que Google, avant d'être l'entreprise florissante qu'elle est aujourd'hui, était le complémenteur d'un leader de plateforme qui s'appelait Yahoo!, la suite des événements montre comment Google a réussi à dominer son propre leader de plateforme (Rindova et al 2012). Il existe donc de nombreux cas empiriques dans lesquels un leader de plateforme reconnu perd le contrôle sur son écosystème suite à la concurrence d'un de ses complémenteurs (ou d'un acteur qui n'est pas une plateforme). Nous appelons renversement de plateforme cette situation, dans laquelle un complémenteur (ou un acteur qui n'est pas une plateforme) devient un leader de plateforme au détriment du leader de plateforme existant.

Le renversement d'une plateforme est un phénomène qui est mal expliqué par la littérature. L'étude dynamique des plateformes a montré que les écosystèmes de plateformes se modifient au cours du temps pour connaître différents niveaux de maturité (Thomas, Autio et Gann, 2015 ; Gawer 2014). Ces écosystèmes peuvent être endommagés au point d'empêcher le leader de plateforme de jouer son rôle de chef d'orchestre de l'innovation (Yoffie, Gawer et Cusumano 2019, Reeves, Lotan, Legrand et Jacobides, 2019). Enfin, Gawer (2014) suggère que les complémenteurs peuvent développer des innovations qui affaiblissent le leader de plateforme. Néanmoins, dans la littérature, un leader de plateforme n'est affaibli au point de s'effondrer qu'à cause de ses propres erreurs (Cusumano, 2011) et de la concurrence d'autres plateformes (Economides et Katsamakos, 2006 ; Eisenmann, Parker et Alstyne, 2011 ; Cennamo et Satalo, 2013). Le renversement d'une plateforme par un de ses complémenteurs n'est donc pas une situation que les outils théoriques disponibles anticipent.

1.3 Synthèse – le renversement de plateforme : un phénomène empirique pertinent pour discuter la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la commercialisation des innovations

D'un côté, le renversement de plateforme est donc un phénomène empirique dont la littérature sur les plateformes a du mal à rendre compte. D'un autre côté, les implications de la notion de membrane de l'inconnu dans l'univers des plateformes apparaissent cohérentes avec le phénomène de renversement de plateforme.

Le renversement de plateforme apparaît donc comme un terrain expérimental pertinent pour discuter de l'intérêt de la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la seule commercialisation des innovations.

Pour mener cette discussion, nous procédons en deux temps. Premièrement, nous montrons qu'il est possible de désigner une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateformes. En d'autres termes, nous sommes capables de décrire un espace d'action qui permet à un challenger d'une plateforme de modifier les équilibres stratégiques au sein d'un écosystème de plateforme. Deuxièmement, nous testons empiriquement cette membrane de l'inconnu en montrant qu'elle rend bien compte des cas connus de renversements de plateforme.

2 Extension fonctionnelle et généricité technique : identification d'une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme

Dans cette section, nous présentons l'argumentaire proposé dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017) en modélisant les écosystèmes de plateforme à l'aide d'une matrice de Suh (1990). Nous montrons que ce travail permet d'identifier une membrane de l'inconnu adaptée à la conception de milieu dans un écosystème de plateforme.

2.1 Modélisation des milieux à concevoir dans un écosystème de plateforme

2.1.1 Adapter la matrice de Suh pour modéliser un écosystème de plateforme

Dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017), nous présentons une adaptation de la matrice de Suh (Suh, 1990), l'outil phare de la théorie axiomatique de la conception. Cette matrice permet de modéliser des indépendances critiques au sein d'un système technique.

2.1.1.1 Présentation de la matrice de Suh : un outil pour modéliser les indépendances critiques au sein d'un système technique

La matrice de Suh met en regard deux dimensions du système technique : les fonctions que le système doit remplir et les leviers de conception disponibles pour le concepteur du système. Les fonctions que le système doit remplir sont nommées les « Functional Requirements », nous les

noterons donc FR. Les leviers de conception disponibles pour un concepteur sont nommés les « Design Parameters », nous les noterons donc DP.

La matrice de Suh modélise les interdépendances entre les FR et les DP d'un système technique. Si la modification du DP n°i affecte la fonction n°j, alors la case (i,j) de la matrice apparaîtra colorée. Au contraire, si le DP n°i est indépendant du FR n°j, la case sera laissée blanche. La figure ci-dessous représente une matrice de Suh fictive ainsi que des indications sur la manière de lire la matrice :

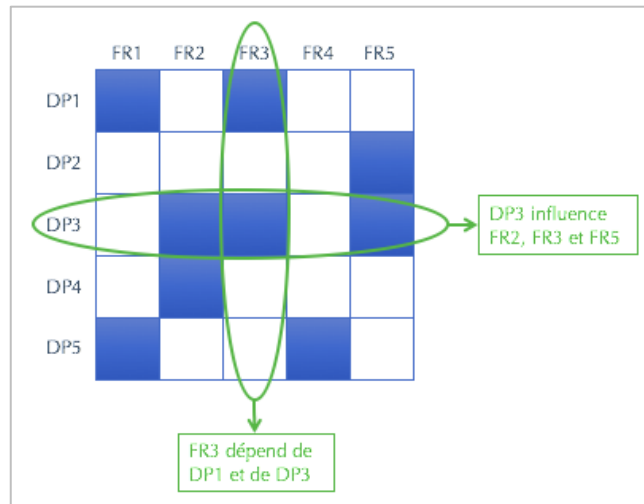


Figure 27 : Matrice de Suh (bleu) et interprétations de la matrice (en vert)

2.1.1.2 Utilisation de la matrice de Suh pour repérer les indépendances critiques d'un système technique : l'exemple du mitigeur

La matrice de Suh permet de repérer les indépendances critiques au sein d'un système technique. Ces indépendances sont définies par le premier axiome de la théorie axiomatique de la conception : présentons cet axiome à partir de l'exemple du mitigeur (Hatchuel et al, 2012).

Supposons que l'on veuille concevoir un système qui délivre un flux d'eau à une température donnée. Le système remplit donc deux fonctions : le niveau de flux et la température. Evaluons deux systèmes différents à l'aide de la matrice de Suh : un système à deux robinets et un système avec un mitigeur. L'évaluation de ces deux systèmes est représentée par la figure suivante :

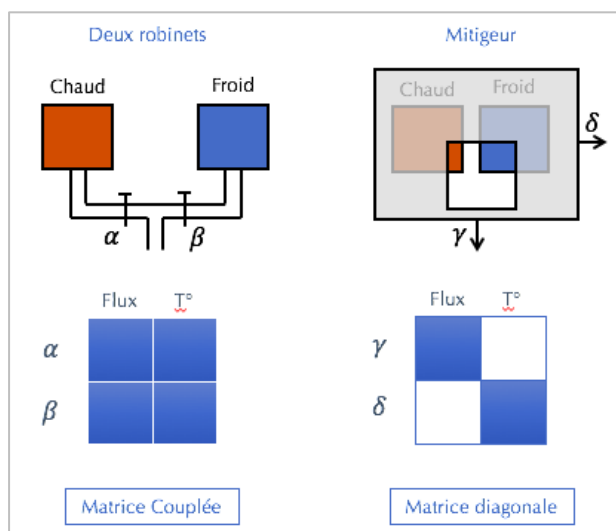


Figure 28: Comparaison de deux systèmes de distribution d'eau par une matrice de Suh

Dans la solution à deux robinets, la matrice de Suh est couplée : quand on agit sur un robinet (α ou β), on agit simultanément sur la température et sur le flux. Dans le système du mitigeur la matrice est découplée : en montant le mitigeur (action sur γ), on n'agit que sur le flux, tandis qu'en orientant latéralement le mitigeur (action sur δ), on n'agit que sur la température. Du point de vue de l'utilisateur, nous avons tous fait l'expérience de l'intérêt du mitigeur grâce auquel nous pouvons agir indépendamment sur la température ou sur le flux.

Le premier axiome de la théorie de la conception axiomatique généralise ce constat en indiquant que : « une conception est acceptable si les DP et les FR sont reliés de telle façon qu'un DP spécifique puisse être ajusté pour satisfaire son FR correspondant sans affecter les autres FR ». Autrement dit, le premier axiome préconise des systèmes présentant une structure d'indépendance particulière dans laquelle chaque DP agit sur un seul FR : la matrice de Suh de ces systèmes est diagonale tout comme celle du mitigeur.

2.1.1.3 Adaptation de la matrice de Suh pour modéliser l'écosystème d'une plateforme

Dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017) nous adaptons la matrice de Suh pour expliciter les indépendances critiques existant dans un écosystème de plateforme.

D'après la littérature, un écosystème de plateforme présente les propriétés suivantes :

- (o) La plateforme du point de vue du consommateur est un système technique cohérent
 - (i) Le système technique d'une plateforme est constitué d'un cœur technique autour duquel de nombreux modules gravitent
 - (ii) Le cœur technique est développé par le leader de plateforme, les modules sont développés par des complémentateurs.
 - (iii) Chaque module contribue de manière spécifique à la plateforme
 - (iv) Le cœur technique de la plateforme doit assurer l'interopérabilité de l'ensemble des modules.

(v) Le cœur technique de la plateforme doit assurer l’indépendance entre les modules : chaque module peut être modifié indépendamment des autres modules

Ces propriétés se traduisent de la manière suivante dans le langage (DP/FR) de la matrice de Suh :

(o) Il existe un espace fonctionnel – c’est à dire une liste de FR – lié à la plateforme.

(i) Il existe un DP lié au cœur de plateforme, il existe de nombreux DP liés aux modules

(ii) Le DP du cœur de plateforme est lié au leader de plateforme, les DP des modules sont liés à des compléments

(iii) Chaque DP lié à un module est développé pour influencer sur un FR particulier

(iv) Le DP lié au cœur de plateforme influe sur l’ensemble des FR de l’espace fonctionnel

(v) Chaque DP lié à un module influe sur un FR unique

Ces propriétés permettent de proposer la matrice de Suh d’un écosystème de plateforme suivante :

	FR0	FR1	FR2	FR3	FR4
Cœur technique (Leader de Plateforme)	■	■	■	■	■
Module 1 (Complémenteur 1)		■			
Module 2 (Complémenteur 2)			■		
Module 3 (Complémenteur 3)				■	
Module 4 (Complémenteur 4)					■

Figure 29 : Représentation en matrice de Suh d’un écosystème de plateforme (avec un espace fonctionnel de dimension quatre)

La première ligne de la matrice représente le leader de plateforme qui agit sur l’ensemble de l’espace fonctionnel de la plateforme. Le reste de la matrice est diagonale et représente les modules.

2.1.2 Synthèse – la matrice de Suh modélise les milieux à concevoir dans un écosystème de plateforme

La matrice de Suh nous permet donc de proposer un modèle d’écosystème de plateforme.

Notons que le modèle ci-dessus est également un modèle du milieu d’une plateforme. En effet, dans le chapitre III section 3.3, nous indiquons que le milieu désigne simultanément (i) l’ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l’ensemble des éléments n’appartenant pas à l’écosystème.

Dans le modèle ci-dessus, on retrouve cette même logique : (i) l’ensemble des lignes (sauf la première) désigne bien les éléments de l’écosystème de la plateforme ; (ii) la nature de ces relations

est donnée par le contenu des cases de la matrice ; (iii) les structures d'indépendance entre module et de focalisation d'un module sur une fonction assurent l'efficacité de l'écosystème et donc l'indépendance de son succès vis-à-vis des éléments externes de l'écosystème.

L'adaptation de la matrice de Suh nous fournit donc bien un modèle du milieu qu'un leader de plateforme peut chercher à concevoir.

2.2 Identification d'une membrane de l'inconnu pour un écosystème de plateforme : Expansion fonctionnelle et généricité technique

Nous disposons à présent d'un modèle du milieu qu'un leader de plateforme peut chercher à concevoir. Nous allons utiliser ce modèle afin d'identifier la membrane de l'inconnu d'une plateforme. En d'autres termes, nous utilisons le modèle pour désigner les actions de conception de milieu que l'on peut conduire dans un tel écosystème. Pour cela, nous modélisons avec la matrice de Suh les perturbations qui peuvent advenir dans cet écosystème ainsi que les actions possibles face à ces perturbations. Les éléments de cette identification de la membrane de l'inconnu sont présentés dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017).

2.2.1 Première perturbation : un module qui adresse une fonction existante

La première perturbation que la matrice de Suh nous permet de modéliser est celle d'un module qui adresserait une fonction existante de la plateforme. Cela se traduit par la coloration d'une case de la matrice. Pour revenir à un milieu de plateforme, l'enjeu est alors de faire en sorte que le module n'adresse plus cette fonction comme le montre la figure ci-dessous :

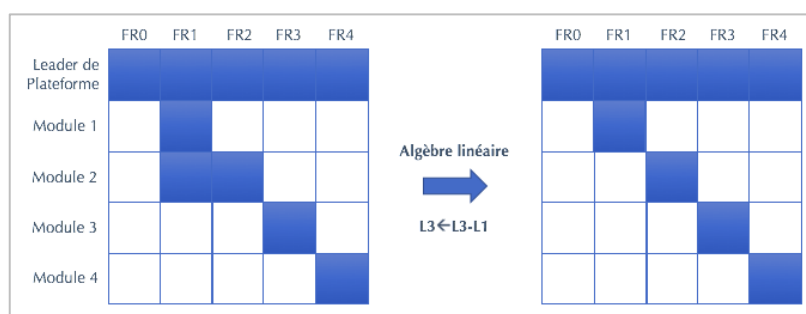


Figure 30 : Dynamiques dans un écosystème de plateforme

Il s'agit donc d'être capable de conduire des opérations d'algèbre linéaire sur les lignes de la matrice. Cette opération est classique pour un leader de plateforme. En effet, les leaders de plateformes ont été décrits comme ayant la capacité à entrer sur les marchés sur lesquels opèrent leurs modules (Gawer et Henderson, 2007) ou à prendre des mesures coercitives envers les modules pour les forcer à se développer dans la direction souhaitée par le leader de plateforme (Perrons, 2009).

2.2.2 Deuxième perturbation : expansion fonctionnelle et généricité technique

Dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017), nous montrons que la matrice de Suh permet de modéliser une perturbation à même de déstabiliser un leader de plateforme. Cette perturbation s'appuie sur l'ajout d'une ligne et d'une colonne dans la matrice.

Ajouter une ligne à la matrice c'est ajouter un nouveau DP au système, autrement dit, c'est développer un nouveau module.

Ajouter une colonne désigne une opération plus inhabituelle : il s'agit d'ajouter un FR au système, c'est à dire d'ajouter d'une fonction qui n'est ni une optimisation, ni une combinaison des fonctions existantes. El Quaoui, (2016) propose le terme « d'expansion fonctionnelle » pour désigner l'ajout à un système d'une fonction qui n'est ni une optimisation, ni une combinaison des anciennes fonctions (El Qaoui, 2016 ; El Qaoui et al, 2018 ; Gilain, Le Masson et Weil, 2019). Nous reprenons donc ce terme pour désigner l'ajout d'une colonne dans la matrice.

Dans la figure ci-dessous, nous montrons comment l'ajout d'un module et l'expansion fonctionnelle se code dans la matrice de Suh :

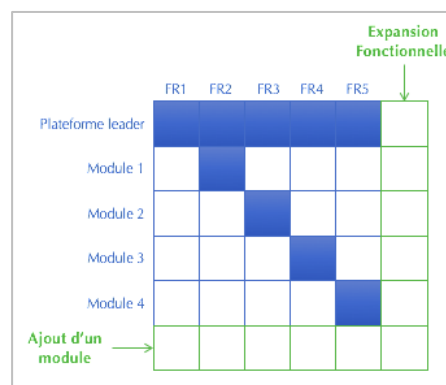


Figure 31 : Modélisation de l'expansion fonctionnelle et de l'expansion technique dans un écosystème de plateforme

A partir des notions d'expansion fonctionnelle et d'ajout d'un module, nous pouvons modéliser une perturbation qui menace la stabilité du leader de plateforme. Supposons qu'un nouvel acteur propose un nouveau module qui (i) permette une expansion fonctionnelle et qui (ii) adresse l'ensemble des fonctions existantes sur la plateforme. On suppose de plus que (iii) l'expansion fonctionnelle proposée ne peut pas être adressée par le cœur technique du leader de plateforme en place. Cette perturbation se modélise de la manière suivante :

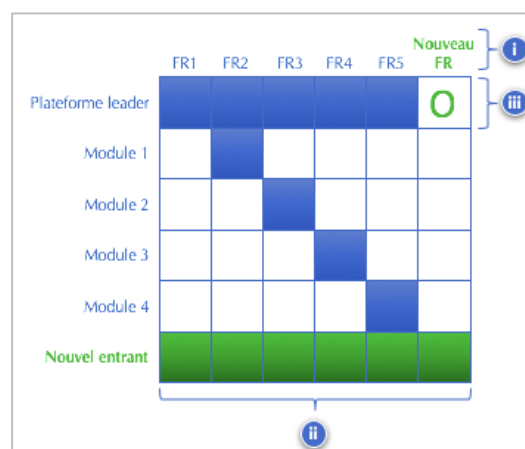


Figure 32 : Perturbation (en vert) dans un écosystème de plateforme (en bleu)
Une expansion fonctionnelle (i) portée par une technologie qui adresse toutes les fonctions de la plateforme (ii). Le rond

dans la case en haut à droite attire l'attention sur le fait que le leader de plateforme ne peut pas adresser l'expansion fonctionnelle avec son cœur de plateforme actuel (iii)

Comment le système peut-il évoluer face à cette perturbation ? Dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017), nous conduisons une analyse systématique de toutes les évolutions possibles (les évolutions autorisées étant des combinaisons linéaires sur les lignes) pour montrer qu'il n'existe que trois états stables vers lesquels le système peut évoluer. Nous les avons représentés sur la figure ci-dessous :

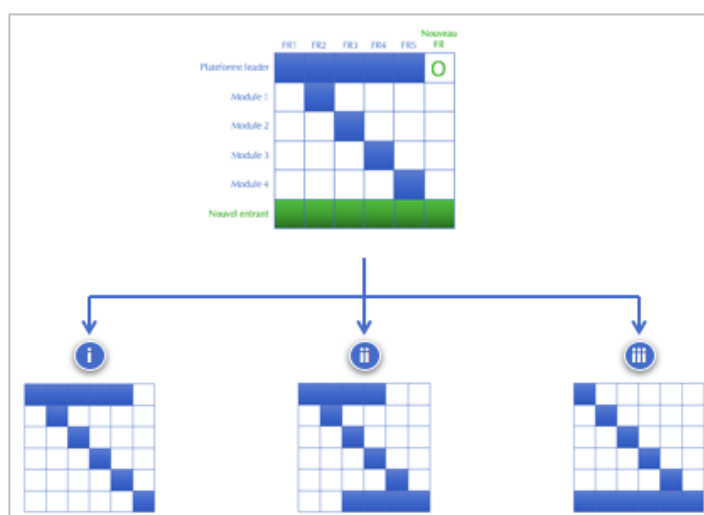


Figure 33 : Les évolutions d'un écosystème de plateforme
(i) stabilité de la plateforme, (ii) partage de leadership, (iii) renversement de plateforme

Stabilité de la plateforme (évolution (i)) : Dans cette situation, le leader de plateforme conserve l'ensemble des fonctions qu'il proposait initialement (les cases de la ligne supérieure sont toutes bleues sauf la dernière). Le nouvel entrant et sa fonction sont expulsés de l'écosystème (case bleue en bas à droite). Le leader de plateforme reste en place.

Renversement de plateforme (évolution (iii)) : Dans cette situation, le nouvel entrant récupère l'ensemble des anciennes fonctions en plus de la nouvelle fonction qu'il propose (toutes les cases de la ligne du bas sont bleues). Le leader de plateforme n'est plus impliqué que dans une fonction (case bleue en haut à gauche). Le nouvel entrant a donc renversé le leader de plateforme.

Partage du contrôle architectural (évolution (ii)) : Dans cette situation, les deux acteurs se partagent l'espace fonctionnel (il y a des cases blanches dans la ligne du haut et dans la ligne du bas). Le nouvel entrant ne parvient à récupérer qu'une partie de l'ensemble des fonctions de l'ancienne plateforme : les deux acteurs se partagent alors le contrôle architectural de la plateforme.

Synthèse – Expansion fonctionnelle et généricité technique : description d'une membrane de l'inconnue

2.2.3 L'expansion fonctionnelle et la généricité technique : une membrane de l'inconnu pour un écosystème de plateforme

Que nous apprennent les deux perturbations ci-dessus vis-à-vis des membranes de l'inconnu adaptées aux écosystèmes de plateforme ?

Premièrement, l'organisation des modules dans un écosystème de plateforme est une opération de conception de milieu (perturbation 1). Néanmoins, cette conception de milieu est plutôt orientée vers la stabilité du milieu : elle ne crée pas de nouveau milieu.

Deuxièmement, nous avons identifié une perturbation qui modifie profondément le milieu de la plateforme puisqu'elle peut conduire au renversement de cette dernière (perturbation 2). Nous pouvons décrire cette perturbation du point de vue de ses deux protagonistes : le leader de plateforme et le nouvel entrant.

Si l'on se place du point de vue du nouvel entrant, renverser une plateforme nécessite de proposer une expansion fonctionnelle et une technologie qui adresse l'ensemble des fonctions existantes sur la plateforme. La capacité d'une technologie à adresser un nombre important de fonctions est une propriété des systèmes techniques qui a également fait l'objet de nombreux travaux au Centre de Gestion Scientifique et a été désigné par le terme de *généricité* (Kokshagina, 2012 ; Le Masson et al, 2017 ; Kokshagina et al, 2017). Nous dirons donc que pour renverser une plateforme, le nouvel entrant doit proposer une expansion fonctionnelle ainsi qu'une technologie générique.

Du point de vue du leader de plateforme, la tentative de renversement ne peut avoir lieu que si le cœur technique de la plateforme n'est pas capable d'adresser l'expansion fonctionnelle proposée par le nouvel entrant. Donc pour résister à une tentative de renversement de plateforme, un leader de plateforme doit s'assurer constamment que son cœur technique est à même d'adresser des fonctions émergentes. On dira que le leader de plateforme doit veiller à la *généricité* de son cœur de plateforme.

Donc, du point de vue des deux acteurs, la conception de milieu prend la forme d'un travail pour ajouter de nouvelles fonctions (expansion fonctionnelle) et de développer une technologie capable d'adresser ces nouvelles fonctions tout en restant cohérente avec les fonctions précédentes (*généricité technique*). L'expansion fonctionnelle associée à la *généricité technique* désigne donc le travail à fournir pour concevoir un milieu dans un écosystème de plateforme. Nous en déduisons que l'expansion fonctionnelle associée à la *généricité technique* caractérise les membranes de l'inconnu adaptées pour un écosystème de plateforme.

Signalons que le couplage expansion fonctionnelle et *généricité technique* est cohérent avec les propriétés que nous avons prêtées aux membranes de l'inconnu jusqu'ici. En effet, l'expansion fonctionnelle est bien une notion qui désigne des effets que la plateforme cherche à générer dans son environnement. Symétriquement, la *généricité technique* renvoie à son cœur technique, c'est à dire à des leviers d'action de la plateforme. La description de la membrane de l'inconnu est donc bien un espace d'action dans lequel l'entreprise articule des leviers d'action et leurs effets dans l'environnement.

Ainsi, le travail mené par Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017) s'interprète comme la caractérisation d'une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme.

3 Validation empirique d'une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme

Nous venons de décrire une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme. Dans cette section, nous montrons que cette membrane de l'inconnu permet d'expliquer des renversements de plateforme empiriques. Les éléments que nous allons présenter dans cette section sont présentés dans l'article Thomas, Le Masson, Weil et Legrand, (2020).

3.1 Comment mener un renversement de plateforme à partir d'une expansion fonctionnelle et d'une généricité technique ?

Le travail conduit dans Legrand, Thomas, Le Masson et Weil (2017) sur le renversement de plateforme permet de faire les prédictions suivantes :

Prédictions issues de la modélisation des écosystèmes de plateforme par la matrice de Suh :

(i) Un challenger souhaitant renverser une plateforme doit proposer une expansion fonctionnelle grâce à une technologie générique

(ii) Pour résister à une tentative de renversement, un leader de plateforme doit étendre la généricité de son cœur technique à la nouvelle fonction proposée par son rival

Synthèse (i+ii) : L'acteur qui sort vainqueur d'une tentative de renversement de plateforme est celui qui a proposé **une expansion fonctionnelle grâce à une technologie générique**

Ces prédictions sont également le moyen de tester la pertinence de notre membrane de l'inconnu : si elles sont vérifiées, elles valident que cette membrane est adaptée aux écosystèmes de plateformes. Nous détaillons ci-dessous comment nous allons conduire ces tests.

3.2 Méthodologie : tester les prédictions sur des tentatives passées de renversement de plateforme

Pour présenter la méthodologie suivie, nous allons, dans un premier temps, montrer comment nous avons constitué un échantillon de 27 cas de tentatives de renversement de plateforme. Dans un second temps, nous expliciterons la manière dont nous avons conduit l'analyse statistique.

3.2.1 Constitution d'un échantillon de tentatives de renversement de plateforme

Pour constituer un échantillon de tentatives de renversement de plateforme, nous avons choisi de profiter de la richesse de la littérature : nous avons en effet proposé une ré-interprétation de cas déjà publié dans des articles ou des livres académiques. Ce matériel de recherche présente plusieurs avantages. Premièrement, le caractère académique du matériel nous assure une certaine richesse des descriptions empiriques. C'est un point très important de la méthodologie sur lequel nous reviendrons mais il faut que les cas présentent une description riche de l'espace fonctionnel et technique au vu de

nos variables d'intérêt (l'expansion fonctionnelle et la généricité technique). De plus, les standards de la publication académique nous permettent d'assurer une fidélité dans la description des cas. Deuxièmement, comme les cas de renversement de plateforme sont rares, en menant une analyse rétrospective, nous pouvons malgré tout espérer conduire une analyse statistiquement significative. Troisièmement, en choisissant des papiers académiques qui étudient les plateformes, nous n'avons pas à porter nous-même la charge de montrer que l'acteur en place est bien un leader de plateforme.

Sachant que les cas de renversement de plateforme sont rares, nous visions l'exhaustivité dans notre recherche de papier académique relatant des tentatives de renversement de plateforme. Nous avons d'abord interrogé les principales bases de données au travers de deux entrées : soit à partir de mots clés génériques comme « platform competition », « plateforme disruption », « market entry in platform ecosystem » ; soit à partir de mots clés spécifiques sur l'histoire des grands leaders de plateformes comme « Netscape versus Microsoft », « Cisco competitors » ou « Steam platform history ». Comme l'on peut s'y attendre avec de telles entrées, nous avons récolté des centaines d'articles. Néanmoins, la vaste majorité d'entre eux était écartée après une évaluation rapide car ils ne décrivent pas suffisamment précisément des tentatives de renversement de plateforme : le cas empirique est seulement mentionné dans le papier (Eisenmann, Parker et Van Alstyne, 2011), le papier n'utilise pas la notion de plateforme (Kay, 2013), le cas empirique ne sert qu'à illustrer un construit théorique et donc de fait le matériel empirique est limité (Cennamo et Santalo, 2013). Suite à cette évaluation, nous disposions d'un ensemble de cinquante-cinq papiers décrivant empiriquement des affrontements stratégiques entre un leader de plateforme et un challenger. De plus, nous avons également choisi de considérer six livres relatant l'histoire longue de certains leaders de plateforme afin de voir s'ils décrivaient également de tels affrontements stratégiques. Quatre d'entre eux sont écrits par des chercheurs académiques (Cusumano et Selby, 1998 ; Gawer et Cusumano, 2002, Evans, Hagiu et Schmalensee, 2006 ; Cusumano, Gawer et Yoffie, 2019) et deux par des praticiens (Bunnell 2000 ; Keating 2012).

Nous sommes ensuite passé à une phase de sélection fine des articles. Dans un premier temps, nous nous sommes demandés si les descriptions que nous avons sous les yeux étaient bien des cas de tentatives de renversement de plateforme. Pour qu'un papier, ou un livre se qualifie dans notre échantillon, il fallait qu'il y ait au moins une citation explicite dans le papier qui montre qu'un challenger s'était fixé l'objectif de renverser la plateforme. Par ce biais, nous évitions que la caractérisation du cas comme une tentative de renversement de plateforme vienne de notre propre analyse. Dans le tableau 1 de la page suivante, nous présentons six cas de notre échantillon ainsi que la citation explicitant la tentative de renversement de plateforme⁴⁸.

--- Insérer Tableau 6 ---

⁴⁸ Le tableau ne présente les citations que pour six des vingt-sept cas. Pour l'ensemble des citations, merci de se référer à l'annexe VII

Nous avons ensuite cherché à savoir si la description empirique des cas de renversement de plateforme était suffisamment riche pour permettre l'analyse. En effet, sur chaque cas, nous cherchions à savoir s'il a eu ou non expansion fonctionnelle et généralité technique. Il fallait donc que la description des cas inclus une description de l'espace fonctionnelle et de l'état de la technique. Pour les ouvrages, cela ne posait en général pas de problème : leur longueur permet aux auteurs de décrire ces dimensions. En revanche, peu de papiers académiques permettaient d'y accéder. L'inclusion ou non d'un article dans notre échantillon s'est décidé collectivement, après présentation, pour chaque cas, des citations⁴⁹ se rapportant à des dimensions fonctionnelles et technique.

Ce processus d'analyse nous a permis de constituer un échantillon de vingt-sept cas de tentatives de renversement de plateforme. Afin de mettre en évidence la variété de nos cas, nous précisons, dans le tableau 2 ci-après, le secteur d'activité ainsi que le type de plateforme dans chaque cas. Pour déterminer le type de plateforme, nous reprenons la typologie proposée par Gawer, Cusumano et Yoffie (2019) qui distinguent les plateformes de transaction (échange de biens et de services permis par la plateforme), les plateformes d'innovation (la plateforme est un écosystème d'innovation) et les plateformes hybrides (la plateforme est à la fois une plateforme de transaction et une plateforme d'innovation) Nous précisons également dans chaque cas le nom du leader de plateforme et de son rival ainsi que leurs technologies respectives :

--- Insérer Tableau 7 ---

Notre échantillon comprend vingt-deux cas issus des livres et cinq cas issus de papiers académique. Cette distribution est probablement due à la difficulté de rendre compte d'une tentative de renversement de plateforme avec une précision suffisante dans le cadre d'un article académique. Dans notre échantillon, les secteurs les plus représentés sont les secteurs qui historiquement ont été organisés par des écosystèmes de plateforme : l'informatique (PC), la téléphonie (Portable), les infrastructures de communication (Communication), la navigation internet (Internet) et les jeux vidéos (jeux vidéos). Notre échantillon comprend néanmoins une plateforme de e-commerce, une plateforme bancaire et une plateforme de l'industrie du cinéma. Enfin, notre échantillon comprend une majorité de plateforme d'innovation même si les plateformes de transaction et hybride sont présentes. Nous reviendrons en discussion sur l'impact que cette structure d'échantillon peut avoir sur nos résultats.

⁴⁹ De même, un certain nombre de ces citations vont être présentées dans les tableaux 3 et 4. Pour l'ensemble des citations, nous renvoyons à l'annexe VII

Tableau 6 : Citations des cas empiriques démontrant une tentative de renversement de plateforme

Source	Leader de Plateforme vs. Rival	Citation justifiant l’inclusion du cas empirique dans l’échantillon
(Annabelle Gawer and Cusumano 2002)	Microsoft vs. Netscape	<i>“Customers can launch software applications from Web servers that interact with [Netscape] rather than with Windows, making the browser a competing platform”</i> (p.93)
(Evans, Hagi, and Schmalensee 2006)	Microsoft vs. IBM	<i>“IBM released OS/2 2.0 in 1992 with the slogan ‘a better DOS than DOS, and a better Windows than Windows’”</i> (p.94)
(Cusumano, Gawer, and Yoffie 2019)	eBay vs. Alibaba	<i>“To respond to the challenge posed by eBay, Alibaba took the American firm head-on, launching a rival C2C marketplace called Taobao”</i> (p.69)
(Den Hartigh et al. 2016)	Apple vs. IBM	<i>“From that moment [Apple II released] onwards, various rival platforms would fight [IBM] for dominance in the personal computer industry”</i> (p.4)
(West and Wood 2013)	Microsoft vs. Symbian Ltd	<i>“A few months later, Microsoft’s CEO Bill Gates termed [Symbian] ‘serious competition’”</i> (p.32)
(Keating 2013)	Netflix vs. BlockBuster Online	<i>“[Blockbuster Online CEO said]: they were not Blockbuster crushing a smaller company; they were a start-up trying to catch a technologically superior and far more experienced competitors”</i> (p.108)

Tableau 7 : Echantillon des vingt-sept cas de tentatives de renversement de plateforme

N°	Source	Leader de plateforme (Tech) vs. Rival (Tech)	Secteur	Type de plateforme
1	Gawer et Cusumano (2002)	IBM (Small Computer System Interface) vs. Intel (USB)	PC	Innovation
2		IBM (The PC Architecture) vs. Intel (PCI)	PC	Innovation
3		IBM (Bios) vs. Microsoft (DOS)	PC	Innovation
4		Microsoft (Internet Explorer) vs. Netscape (Navigator)	Internet	Transaction
5		Palm (Palm OS) vs. Handspring (Visors and SpringBoard)	Portables	Innovation
6		Cisco (Routers) vs. Crescendo (Switches)	Communication	Innovation
7	Gawer et Cusumano (2002) ; Bunnell (2002)	Cisco (Routers) vs. StrataCom (Frame Relay technology)	Communication	Innovation
8		Cisco (IOS) vs. NIA (Open specifications technology)	Communication	Innovation
9	Evans, Hagi et Schmalensee (2006)	Palm (Palm OS) vs. Microsoft (Pocket PC OS)	Portables	Innovation
10		Microsoft (Windows 3.0) vs. IBM (OS/2 2.0)	PC	Innovation
11		US video game makers (VCS) vs. Nintendo (NES)	Jeux Vidéo	Innovation
12		Nintendo (Super NES) vs. Sony (Playstation)	Jeux Vidéo	Innovation
13		Palm (PalmOS) vs. Research in Motion (Blackberry)	Portable	Innovation

N°	Source	Leader de plateforme (Tech) vs. Rival (Tech)	Secteur	Type de plateforme
14	West et Wood (2013)	Microsoft (Windows CE) vs. Symbian Ltd. (Symbian OS)	Portable	Innovation
15		Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Apple (iPhone)	Portable	Hybrid Company
16		Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Google (Android)	Portable	Hybrid Company
17	Cusumano, Gawer et Yoffie (2019)	eBay (EachNet) vs. Alibaba (Taobao)	E-commerce	Transaction
18		Microsoft (Internet Explorer) vs. Mozilla (Firefox)	Internet	Transaction
19		Mozilla (Firefox) vs. Google (Google Chrome)	Internet	Transaction
20	Cusumano et Selby (1995)	Microsoft (Word) vs. Novell (WordPerfect)	PC	Innovation
21		Microsoft (Multiplan then Excel) vs. IBM (Lotus)	PC	Innovation
22	Glimstedt (2020)	Apple (iPod) vs. OEMs (Music Phones)	Portable	Innovation
23		OEMs (Music Phones) vs. Apple (iPhone)	Portable	Hybrid Company
24	Gallagher et Park (2002)	Atari (Pong-like arcades then VCS) vs. Fairchild (Channel F)	Jeux Vidéo	Innovation
25	Den Hartigh et al (2016)	IBM (Mainframes then PCs) vs. Apple (Apple II)	PC	Innovation
26	Keating (2013)	Netflix (DVD then website) vs. (Blockbuster Online)	Film	Transaction
27	Staykova et al (2015)	Danske Bank (MobilePay) vs. Banking Sector (Swipp)	Banque	Transaction

3.2.2 Evaluation des variables sur notre échantillon

Tester statistiquement nos hypothèses, c'est tester les relations entre trois variables : le « renversement de plateforme », « l'expansion fonctionnelle » et « la généricité technique ». Nous considérons que ces variables sont binaires.

Evaluation de R, la variable de renversement de plateforme : Nous notons R la variable liée au renversement de plateforme. $R = 1$ si la plateforme est renversée, dans le cas contraire $R = 0$. Déterminer la fonction R pour chaque cas est très facile : il nous suffisait de trouver dans chaque cas une citation concernant le résultat de la confrontation des deux acteurs.

Evaluation de F, la variable d'expansion fonctionnelle : Nous notons F la variable liée à l'expansion fonctionnelle. $F = 1$ si le rival d'une plateforme propose une nouvelle fonction, $F = 0$ dans le cas contraire. Evaluer la valeur de F pour chaque cas demande une analyse plus fine que dans le cas de la variable R : comment déterminer si les fonctions qui sont décrites dans le cas sont bien des signes d'une expansion fonctionnelle, c'est à dire qu'elles ne sont ni des optimisations ni une combinaison de fonction existante. La lecture des cas et une discussion avec les reviewer nous ont conduit à retenir trois critères. Nous avons considéré qu'il y avait expansion fonctionnelle si nous trouvions une citation dans le cas montrant soit que (i) le challenger avait réussi à résoudre un problème que le leader de plateforme présentait de longue date soit que (ii) le challenger ajoutait une fonction sans modifier celles déjà existante soit que (iii) il offrait des possibilités d'action nouvelle au sein de l'écosystème. La figure ci-après issue du papier Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020), présente des citations montrant l'extension fonctionnelle et appartenant à chacune des trois catégories.

--Insérer figure 38 --

Evaluation de G, la variable de généricité technique : Enfin, nous notons G la variable liée à généricité technique : $G = 1$ si le leader de plateforme propose une technologie générique et $G = 0$ si le rival propose une technologie générique. Remarquons que G ne prend pas en compte les situations où (i) les deux acteurs ont une technologie générique (ii) aucun des deux acteurs n'a de technologie générique. Ces cas n'étant pas présent dans notre échantillon, nous avons simplifié la variable de généricité. La variable de généricité est celle qui a été le plus difficile à évaluer. Notre discussion avec les reviewers nous a conduit à retenir trois critères. Nous considérons (i) que le leader de plateforme augmente la généricité de sa technologie si nous trouvons une citation qui montre qu'il reconfigure le cœur technique de sa plateforme. Nous considérons qu'un acteur propose une technologie générique si (ii) nous trouvons une citation montrant que la technologie sur laquelle le cœur technique de la plateforme est basé change. Enfin, nous considérons qu'un acteur propose une technologie générique si (iii) nous trouvons une citation montrant que les limites de la plateforme évoluent (par exemple, la plateforme cannibalise un acteur). La figure ci-après, issue du papier Thomas, Le Masson, Weil et Legrand (2020), présente des citations concernant la généricité technique dans ces trois catégories :

--- Insérer Figure 39 ---

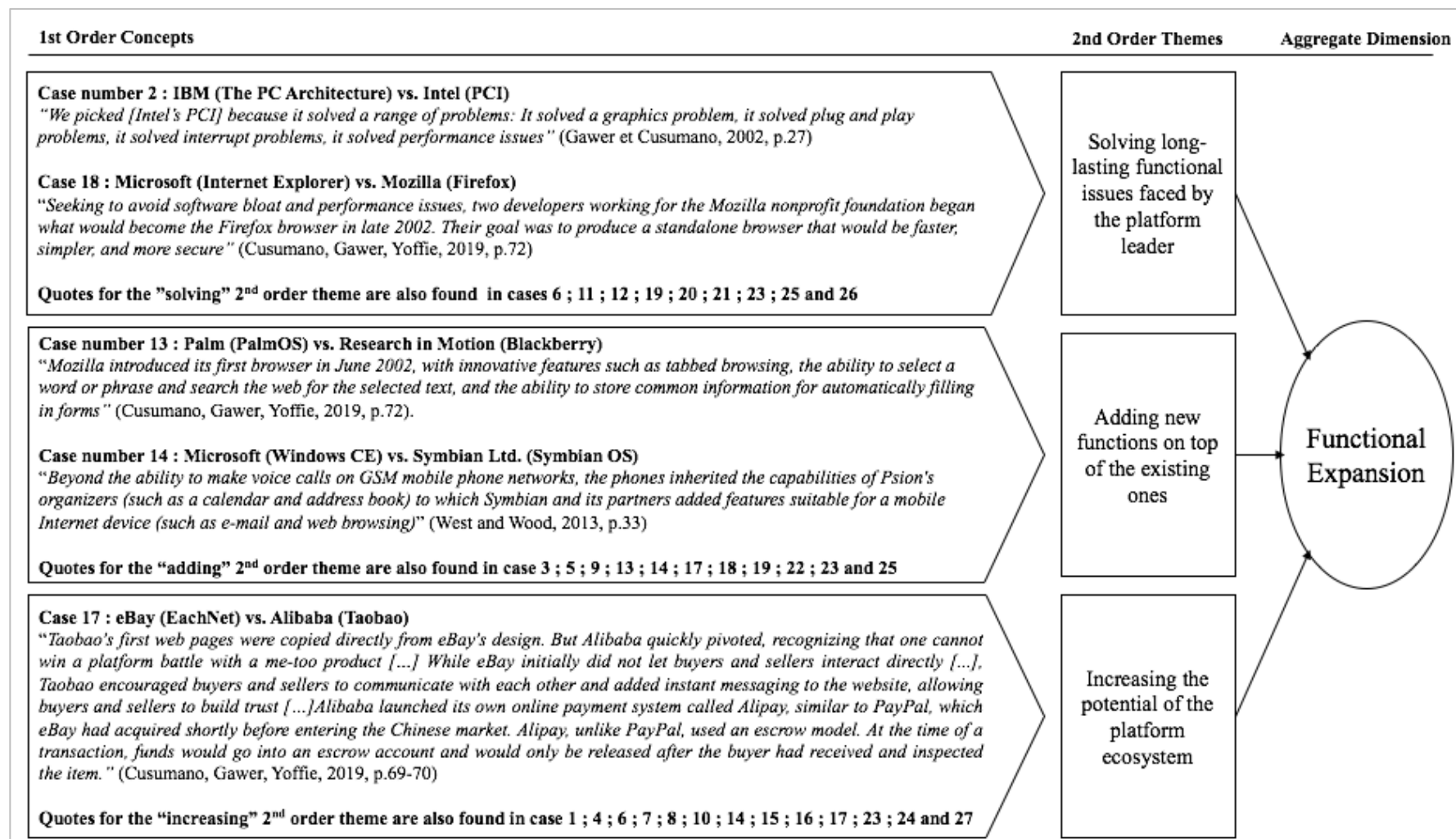


Figure 34 : diagramme "à la Giogia" issu du papier Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020)
 la figure présente cinq citations pour l'expansion fonctionnelle
 L'annexe VII présente l'ensemble des citations liées à l'expansion fonctionnelle

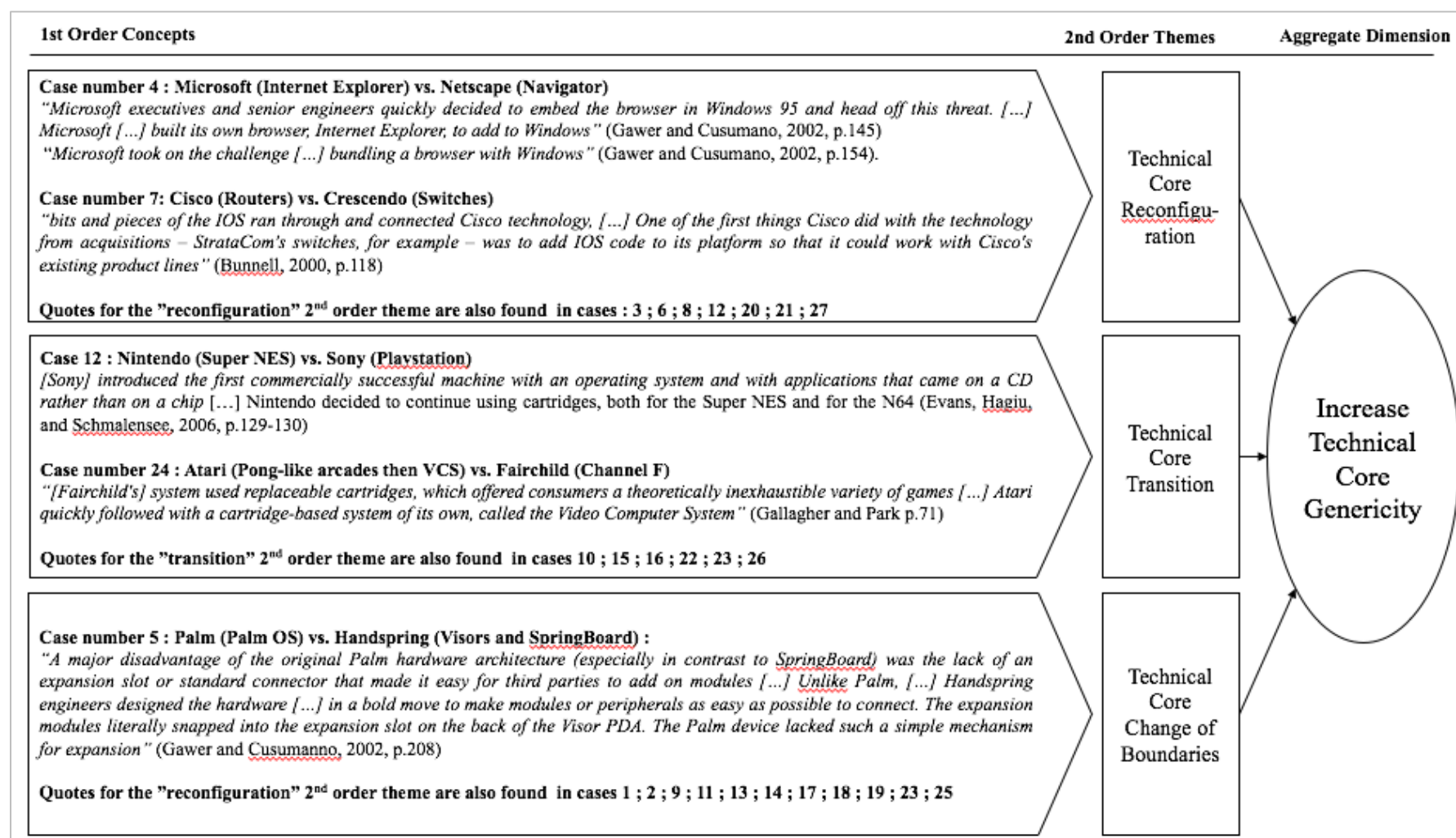


Figure 35 : diagramme "à la Giogia" issu du papier Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020)
 la figure présente cinq citations pour la généricité technique
 L'annexeVIII présente l'ensemble des citations liées à la généricité technique

3.2.3 Test statistique

Nous disposons à présent d'un échantillon de cas de tentatives de renversement de plateforme ainsi que de l'approche pour les analyser. Finalisons la présentation de notre méthodologie en détaillant le test statistique que nous allons conduire.

Dans un premier temps, rappelons deux hypothèses issues de la modélisation en matrice de Suh :

Hypothèse 1 : Toute tentative de renversement de plateforme est construite sur une expansion fonctionnelle de la part du rival du leader de plateforme

Hypothèse 2 : L'acteur qui sort vainqueur d'une tentative de renversement de plateforme est celui dont la technologie est la plus générique

Pour tester ces hypothèses, nous allons classiquement les évaluer par rapport à une hypothèse nulle. L'hypothèse 1 formule que toute tentative de renversement de plateforme est construite sur une expansion fonctionnelle de la part du rival du leader de plateforme : sous l'hypothèse 1 la variable F et le fait pour un cas d'appartenir à un échantillon sont dépendantes. Pour tester cette hypothèse statistiquement, nous confronterons donc les hypothèses suivantes :

H_0^1 : Le fait d'appartenir à l'échantillon est indépendant de la variable F

H_1^1 : Le fait d'appartenir à l'échantillon et la variable F ne sont pas indépendants

L'hypothèse 2 formule que l'acteur qui sort vainqueur d'une tentative de renversement de plateforme est celui dont la technologie est la plus générique. L'hypothèse 2 formule donc une dépendance forte entre la variable G et la variable R. Pour tester cette hypothèse statistiquement, nous confronterons donc les hypothèses suivantes :

H_0^2 : Indépendance des variables G et R

H_1^2 : Les variables G et R ne sont pas indépendantes

3.3 Résultats : validation des prédictions du raisonnement de conception de milieu

3.3.1 Codage des différents cas

Le tableau ci-dessous reprend les différents cas ainsi que la valeur des variables F, G et R de chaque cas

Tableau 8 : Valeur des variables F, G et R sur chacun des cas

N°	Leader de plateforme (Tech) vs. Rival (Tech)	F	G	R
1	IBM (Small Computer System Interface) vs. Intel (USB)	1	0	1

Partie III – Processus, Outils et Organisation des membranes de l'inconnu

2	IBM (The PC Architecture) vs. Intel (PCI)	1	0	1	
3	IBM (Bios) vs. Microsoft (DOS)	1	0	1	
4	Microsoft (Internet Explorer) vs. Netscape (Navigator)	1	1	0	
5	Palm (Palm OS) vs. Handspring (Visors and SpringBoard)	1	0	1	
6	Cisco (Routers) vs. Crescendo (Switches)	1	1	0	
7	Cisco (Routers) vs. StrataCom (Frame Relay technology)	1	1	0	
8	Cisco (IOS) vs. NIA (Open specifications technology)	1	1	0	
9	Palm (Palm OS) vs. Microsoft (Pocket PC OS)	1	1	0	
10	Microsoft (Windows 3.0) vs. IBM (OS/2 2.0)	1	1	0	
11	US video game makers (VCS) vs. Nintendo (NES)	1	0	1	
12	Nintendo (Super NES) vs. Sony (Playstation)	1	0	1	
13	Palm (PalmOS) vs. Research in Motion (Blackberry)	1	0	1	
14	Microsoft (Windows CE) vs. Symbian Ltd. (Symbian OS)	1	0	1	
15	Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Apple (iPhone)	1	0	1	
16	Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Google (Android)	1	0	1	
17	eBay (EachNet) vs. Alibaba (Taobao)	1	0	1	
18	Microsoft (Internet Explorer) vs. Mozilla (Firefox)	1	0	1	
19	Mozilla (Firefox) vs. Google (Google Chrome)	1	0	1	
20	Microsoft (Word) vs. Novell (WordPerfect)	1	1	0	
21	Microsoft (Multiplan then Excel) vs. IBM (Lotus)	1	1	0	
22	Apple (iPod) vs. OEMs (Music Phones)	1	0	1	
23	OEMs (Music Phones) vs. Apple (iPhone)	1	0	1	
24	Atari (Pong-like arcades then VCS) vs. Fairchild (Channel F)	1	1	0	
25	IBM (Mainframes then PCs) vs. Apple (Apple II)	1	1	0	
26	Netflix (DvD then website) vs. (Blockbuster Online)	1	1	0	
27	Danske Bank (MobilePay) vs. Banking Sector (Swipp)	1	1	0	
		Total / 27	27 / 27	12 / 27	15 / 27

Soulignons à ce stade que notre protocole permet de repérer des tentatives de renversement de plateforme qui ont échoué : notre échantillon de vingt-sept cas en comporte en effet douze dans lesquels le leader de plateforme parvient à résister à une tentative de renversement.

3.3.2 Test de la première hypothèse

Le tableau Individu / Variable de la première hypothèse est le suivant :

Tableau 9 : Tableau Individu / Variable de la première hypothèse

	Nombre de cas	Total
F = 0	0	0
F = 1	27	27
Total	27	27

L'hypothèse nulle H_0^1 énonce une indépendance entre la variable F et le fait d'appartenir à l'échantillon. Sous cette hypothèse, F devrait suivre une loi binomiale de paramètre $p = 0,5$. Nous fixons un intervalle de confiance de 0,1%. La probabilité que F suive une loi binomiale à la vue de notre tirage est de 7×10^{-9} . Nous rejetons donc l'hypothèse H_0^1 .

Nous admettons donc l'hypothèse H_1^1 : il existe une dépendance entre les tentatives de renversement de plateforme et l'expansion fonctionnelle. Nous en concluons que toutes tentative de renversement de plateforme est construite sur une expansion fonctionnelle

3.3.3 Test de la deuxième hypothèse

Le tableau Individu / Variable de la deuxième hypothèse est le suivant :

Tableau 10 : Tableau Individu / Variable de la deuxième hypothèse

	R = 0	R = 1	Total
G = 0	0	15	15
G = 1	12	0	12
Total	12	15	27

L'hypothèse nulle H_0^2 énonce une indépendance entre les variables R et G. Sous cette hypothèse, on devrait observer une équipartition entre les quatre secteurs du tableau (R=0 et G=0 ; R=1 et G=0 ; G=1 et R=0 ; G=1 et R=1). Les effectifs théoriques étant supérieur à 5 (Cochran, 1954), nous pouvons tester cette hypothèse via un test du χ_2 : nous choisissons un intervalle de confiance de 0,1%. En

calculant la variable de décision, nous obtenons une distance de 27 ce qui est supérieur à la distance de la table qui est de 6,63. Nous rejetons donc l'hypothèse H_0^2 .

Nous admettons donc l'hypothèse H_1^2 : nous en concluons une forte dépendance entre la généralité de la technologie et l'issue d'un renversement de plateforme. Nous en concluons que l'acteur qui sort vainqueur d'une tentative de renversement de plateforme est celui dont la technologie est la plus générique.

3.3.4 Synthèse : confirmation des prédictions du raisonnement de conception de milieu

3.3.4.1 Résultats concernant le renversement de plateforme

La validation statistique permet de transformer nos prédictions en résultats :

Résultats sur les dynamiques de renversement de plateforme

R-1 : Un acteur souhaitant renverser une plateforme doit proposer une expansion fonctionnelle grâce à une technologie générique

R-2 : Pour résister à une tentative de renversement, un leader de plateforme doit étendre la généralité de son cœur technique à la nouvelle fonction proposée par son rival

R-(1+2) : L'acteur qui sort vainqueur d'une tentative de renversement de plateforme est celui qui a proposé **une expansion fonctionnelle grâce à une technologie générique**

3.3.4.2 Résultats concernant la membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme

La validation statistique montre la validité du modèle de membrane de l'inconnu basé sur l'expansion fonctionnelle et la généralité technique :

Résultat sur le raisonnement de conception de milieu

Modèle de membranes de l'inconnu adaptées à la conception de milieu dans des écosystèmes de plateforme : **expansion fonctionnelle + généralité technique**

En d'autres termes, cela signifie qu'être un bon concepteur de milieux dans un écosystème de plateforme, c'est être bon dans la gestion de l'expansion fonctionnelle (savoir générer de nouvelles fonctions) et être vigilant à la généralité technique (le cœur technique utilisé est-il facilement adaptable, peut-il être étendu ...)

3.4 Discussion : étude de la conception d'indépendance comme une approche de recherche

Les résultats de notre recherche peuvent être discutés dans la perspective de la littérature sur les plateformes aussi bien que dans la perspective de cette thèse.

3.4.1 Discussion des dynamiques plateformes

En identifiant l'expansion fonctionnelle et la généralité technique comme des conditions nécessaires au renversement de plateforme, nous apportons une contribution importante à la

littérature. Les efforts de recherche sur les plateformes avait déjà identifié de nombreux mécanismes à même d'affaiblir un leader de plateforme comme le manque de confiance au sein de l'écosystème (Perrons, 2009), la mauvaise gestion de l'évolution technique du cœur de plateforme (Gawer, 2014 ; Ozalp, Cennamo et Gawer, 2018), l'appropriation prédatrice de la valeur par le leader de plateforme (Cennamo et Santalo, 2013 ; Gawer et Henderson, 2007) ou encore la mauvaise gestion des incitations pour participer à l'écosystème (Evans, 2009). Il existe donc un courant de la littérature qui étudie les erreurs que les leaders de plateformes ne doivent pas commettre sous peine de voir leur écosystème s'effondrer de lui-même. Notre contribution est d'identifier un mécanisme à même d'affaiblir un leader de plateforme même si celui-ci ne commet pas d'erreur dans la gestion de son écosystème. En effet, même un système de plateforme bien géré n'est pas à l'abri d'une expansion fonctionnelle à laquelle le cœur de plateforme ne peut pas s'adapter. De plus, nous identifions des stratégies nouvelles, tant pour un leader de plateforme (gérer la généricité de son cœur de plateforme) que pour de potentiels rivaux (proposer une extension fonctionnelle grâce à une technologie générique).

Plusieurs éléments permettent de montrer que cette contribution originale est en cohérence avec un ensemble de travaux du champ de recherche sur les plateformes.

Premièrement, la littérature soupçonne depuis longtemps l'existence de stratégies spécifiques pouvant permettre à un acteur stratégiquement moins important d'affaiblir un leader de plateforme (Suarez et Kirtley, 2012, Gawer, 2014). De plus, les modélisations récentes du cycle de vie des écosystèmes de plateforme prennent leur distance avec l'idée d'une stabilité parfaite d'un leader de plateforme et proposent des cadres d'analyse dans lesquels une plateforme mature peut s'effondrer (Reeves et al, 2019).

Deuxièmement, la littérature a déjà identifié que l'expansion fonctionnelle joue un rôle critique dans les dynamiques de compétition de plateformes. Les leaders de plateformes ont ainsi été décrits comme soumis au dilemme de l'innovateur (Gawer et Cusumano, 2014) : un leader de plateforme risque de ne pas prêter attention à l'émergence de fonctions nouvelles qui ne serviraient pas sa base de consommateur. La littérature a également montré que la recherche de nouvelles fonctions peut être la base d'une compétition entre leader de plateformes (Gomes et al, 2016). Enfin, la capacité d'un leader de plateforme à proposer de nouvelles fonctions est au cœur du travail de Eisenmann, Parker et Van Alstyne (2011) sur les stratégies d'enveloppement. Une stratégie d'enveloppement consiste, pour une plateforme installée à proposer gratuitement les fonctions d'une autre plateforme installée en plus de ses propres fonctions. Le résultat théorique est que les utilisateurs de la plateforme enveloppée se détournent d'elle et migrent vers la plateforme qui présente un espace fonctionnel plus large. La notion d'enveloppement explique donc ainsi comment une plateforme peut réussir à déstabiliser une autre plateforme. Proposer une expansion fonctionnelle grâce à une technologie générique est une stratégie qui précise et généralise la notion d'enveloppement. Notre modèle précise la notion d'enveloppement car il identifie l'action critique pour une telle stratégie : il faut que le leader de plateforme soit capable d'étendre la généricité de son cœur technique. Notre modèle généralise la notion d'enveloppement car il identifie des conditions dans lesquels un module peut conduire une stratégie d'enveloppement vis-à-vis d'une plateforme installée.

Troisièmement, la littérature a également identifié que la généralité du cœur technique était une variable critique pour comprendre les logiques de compétitions dans un écosystème de plateforme. De manière générale, dans les systèmes complexes, l'architecture du système fait depuis longtemps partie des variables mobilisées pour analyser les logiques de compétitions (Garud et Kumaraswamy, 1993). Dans la littérature sur les plateformes, la structure du cœur technique a été analysé comme un levier permettant de favoriser l'émergence d'innovations (Boudreau, 2012). L'adaptabilité de ce cœur technique est une donnée critique : si un cœur technique est trop rigide, le leader de plateforme a le choix entre conserver le système tel quel avec le risque de se faire surpasser (Gawer et Cusumano, 2014) ou changer complètement de cœur technique avec le risque de perturber de manière démesurée l'écosystème qu'il anime (Ozalp, Cennamo et Gawer, 2018). La littérature, même si elle utilise des termes différents, a donc déjà repéré l'importance du potentiel de généralité d'un cœur technique de plateforme. Notre modèle permet de définir la notion de généralité du cœur technique – c'est à dire la capacité de s'adapter à de nouvelles fonctions qui ne sont pas une optimisation ou une combinaison de fonctions existantes – et montre que la capacité d'un leader de plateforme à gérer la généralité de son cœur technique est critique pour résister à une tentative de renversement de plateforme.

Enfin, soulignons que la manière dont nous avons acquis nos résultats est également en cohérence avec un mouvement récent dans la littérature qui tend à étudier les plateformes en mobilisant simultanément des modèles issus des sciences de l'ingénieur et des modèles issus de l'économie. Dans la section 2.1.2.2 de ce chapitre, nous soulignons que le modèle issu de la matrice de Suh combine les deux grands cadres théoriques avec lesquels les plateformes sont étudiées. La matrice permet en effet de rendre compte à la fois des logiques de modularité issues de la littérature d'ingénierie et des logiques d'effets de réseaux issues de la littérature économique. Notre résultat combine également ces deux cadres théoriques : l'expansion fonctionnelle est en effet plutôt une variable qui résulte d'une analyse économique (El Quaoumi 2016) alors que la généralité technique renvoie plutôt à l'ingénierie des systèmes (Kokshagina, 2012). Combiner les modèles de ces deux approches sur le sujet des plateformes est une démarche plutôt rare (Gawer, 2014) mais qui a démontré sa pertinence : Gawer (2014) l'utilise pour proposer un cadre analytique qui rend compte de l'évolution des écosystèmes de plateforme et Cusumano, Gawer et Yoffie (2019) montrent que les plateformes les plus emblématiques sont celles qui parviennent à tirer profit des enseignements des deux littératures. Notre démarche s'inscrit donc dans une logique de recherche récente qui cherche à faire progresser les connaissances sur les plateformes en combinant les enseignements de deux cadres analytiques historiques qui ont servi à décrire les dynamiques de plateformes.

3.4.2 Intérêt de la notion de membrane de l'inconnu pour des problématique stratégiques

Dans ce chapitre, nous avons réussi à identifier une membrane de l'inconnu adapté à un écosystème de plateforme. De plus, nous avons validé empiriquement la pertinence des actions recommandées au sein de cette membrane de l'inconnu.

Dans le cadre de cette thèse, cela suggère que la notion de membrane de l'inconnu est pertinente au-delà de la question de la commercialisation. Ainsi, des questions plus générales portant sur la relation entre l'entreprise et son environnement pourraient bénéficier de cette notion. Ce travail reste bien évidemment encore à conduire et donne ainsi des perspectives d'ouverture pour cette thèse. Nous concluons que la notion de membrane de l'inconnu apparaît intéressante pour un raisonnement sur les stratégies. En d'autres termes, ces résultats suggèrent que la notion de membrane de l'inconnu pourrait être mobilisée dans des cas plus généraux de rapports de l'entreprise à son environnement.

Pour donner une idée des points sur lesquels cette notion pourrait être utile, retraçons le raisonnement suivi dans ce chapitre comme si l'on avait utilisé directement le raisonnement de conception de milieu pour l'étude des plateformes. En amont de l'analyse, nous avons (o) repéré que les plateformes pouvaient s'interpréter comme des milieux. Nous avons ensuite (i) proposé un modèle des milieux conçus par les leaders de plateforme en modélisant les interdépendances critiques de ces écosystèmes. De plus, (ii) nous avons modélisé les membranes de l'inconnu adaptées au contexte des écosystèmes de plateforme en montrant comment il était possible de passer d'un de ces milieux à l'autre. Enfin, nous avons (iii) validé ce modèle de membrane de l'inconnu en montrant la pertinence des stratégies qui en étaient issues.

Le raisonnement que nous venons de décrire par les étapes (o), (i), (ii) et (iii) est générique : il peut s'appliquer à toute situation dans laquelle un acteur cherche à concevoir un milieu. Ces étapes peuvent donc potentiellement constituer une stratégie de recherche pour l'étude d'autres situations de conception de milieu.

Si l'on voulait mener une telle stratégie, il nous semble que l'un des enjeux majeurs est la capacité de la gestion à s'approprier des outils de modélisation qui, à l'instar de la matrice de Suh, sont capables de représenter les indépendances critiques. De tels objets existent comme les matroïdes (Neel et Neudauer, 2009) ou les topos (Kostecki, 2011). Ils ont déjà été mobilisés en science de la conception (Le Masson, Hatchuel, Kokshakina et Weil, 2017 ; Hatchuel, Le Masson, Weil, Carvajal-Perez, 2019), et constituent probablement des outils pertinents pour des recherches futures sur les membranes de l'inconnu.

Synthèse du chapitre VII

Dans ce chapitre, nous discutons de la pertinence de la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la seule commercialisation des innovations. Pour cela, nous nous sommes intéressés au cas des stratégies mises en place dans un écosystème de plateforme.

Plus précisément, nous avons étudié le phénomène empirique de renversement de plateforme. Nous définissons (Thomas, Le Masson, Weil, Legrand, 2020) un renversement de plateforme comme une situation dans laquelle un leader de plateforme installé perd le contrôle architectural de son écosystème au profit d'un acteur moins puissant stratégiquement. Nous montrons que le renversement de plateforme un phénomène empirique avec de nombreuses occurrences historiques mais qui néanmoins apparaît difficile à expliquer à partir des théories disponibles. En effet, les notions de modularité et d'effet de réseau prédisent plutôt que la stabilité d'un leader de plateforme installé ne peut être remise en cause que par un autre leader de plateforme.

La notion de membrane de l'inconnu permet de proposer une explication au renversement de plateforme. En effet, elle suggère qu'un acteur doté d'une forte capacité de conception de milieu serait à même de renverser un leader de plateforme installé. Le renversement de plateforme apparaît donc comme un terrain expérimental propice pour discuter de l'intérêt de la notion de membrane de l'inconnu ce que nous faisons en deux temps.

Premièrement, nous montrons qu'il est possible d'identifier théoriquement une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme. Pour cela, nous proposons un modèle des milieux dans les écosystèmes de plateforme (Legrand, Thomas, Le Masson, Weil, 2017). Sur la base de ce modèle, nous prédisons qu'un nouvel entrant peut espérer détrôner une plateforme s'il est capable de proposer une expansion fonctionnelle (c'est à dire une fonction que le plateforme leader ne propose pas) à l'aide d'une technologie générique (c'est à dire une technologie qui permet d'adresser toutes les fonctions précédentes de la plateforme). **Nous en déduisons que l'expansion fonctionnelle associée à la généricité technique caractérisent les membranes de l'inconnu adaptées pour un écosystème de plateforme.**

Deuxièmement, nous validons expérimentalement à partir de cas de tentatives de renversement de plateformes que la généricité technique alliée à l'expansion fonctionnelle est une stratégie qui permet de renverser un leader installé.

Nous en concluons que **la membrane de l'inconnu est une notion qui peut s'avérer intéressante au-delà de la commercialisation d'une innovation.**

Conclusion Générale

Conclusion générale

1 Synthèse des principaux résultats de l'étude

Dans cette thèse consacrée à la commercialisation des innovations, nous avons exploré deux grandes questions de recherche. Premièrement, nous avons montré que la commercialisation de certaines innovations oblige l'entreprise à renouveler profondément sa relation avec son environnement. Nous nous sommes alors interrogés sur la nature de l'action menée par l'entreprise dans de telles situations (QR-1). Une fois la nature de l'action identifiée, nous nous sommes demandés comment l'entreprise mène cette action en explorant le processus, les outils et les organisations adaptées (QR-2). Ci-dessous, nous synthétisons les résultats concernant ces deux questions de recherche.

1.1 Caractérisation de la commercialisation d'une innovation comme un processus de conception de milieu

La motivation de cette thèse est liée à un problème empirique rencontré par le groupe Urgo lors de la commercialisation de ses innovations. En effet, le groupe constate que pour certaines innovations, les efforts marketing classiques qu'il a l'habitude de déployer ne suffisent pas à assurer le succès.

Notre revue de littérature met en évidence que la commercialisation de certaines innovations nécessite l'invention de nouvelles activités marketing et commerciales. Elle souligne également que de telles commercialisations sont extrêmement difficiles à mener.

La littérature en innovation de business model permet d'expliquer théoriquement ces difficultés. En effet, elle suggère que, lorsqu'une entreprise invente de nouvelles activités commerciales, elle distingue dans son environnement les éléments avec lesquels elle va interagir (son écosystème) et les éléments avec lesquels elle n'interagira pas. L'invention de nouvelles activités commerciales est difficile car il s'agit d'un processus dans lequel l'entreprise construit un nouveau rapport avec ce qui est à l'extérieur d'elle-même. Cela nous a amené à nous interroger sur la nature de l'action que l'entreprise conduit lors de la commercialisation d'une innovation.

1.1.1 Nature de l'action lors de la commercialisation d'une innovation : la conception d'un milieu

Pour comprendre les rapports qu'une entreprise entretient vis-à-vis de son environnement lors de la commercialisation d'une innovation, nous avons conduit un effort de recherche portant sur la figure historique des commis-voyageurs.

Nos résultats suggèrent que, lors d'une commercialisation, les entreprises entretiennent deux types de relation avec leurs écosystèmes : l'endogénéisation et l'indépendantisation. L'endogénéisation consiste à utiliser des actions commerciales pour qu'un élément de l'écosystème adopte une configuration favorable à l'entreprise. L'indépendantisation consiste à mettre en place des

actions commerciales pour rendre le succès des produits indépendant d'un élément de l'écosystème. De plus, nos résultats suggèrent que l'entreprise choisit la nature de la relation avec son écosystème de manière à rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments de l'environnement qui n'appartiennent pas à l'écosystème.

Ainsi, lors de la commercialisation d'une innovation, l'entreprise construit (i) un écosystème, (ii) un ensemble de relations avec cet écosystème afin d'obtenir (iii) l'indépendance du succès avec l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème. Pour désigner simultanément les éléments (i) + (ii) + (iii) nous avons choisi d'utiliser le terme de « milieu » ce qui nous a conduit à formuler le résultat suivant :

Nature de l'action de commercialisation d'une innovation

R-1 : La commercialisation d'une innovation est un processus de conception de milieu.

Le milieu désigne simultanément (i) l'ensemble des relations entre une entreprise et son écosystème, (ii) la nature de ces relations et (iii) le fait que ces relations permettent de rendre le succès indépendant de l'ensemble des éléments n'appartenant pas à l'écosystème.

La figure ci-dessous représente les relations lors d'une commercialisation entre d'un côté les activités commerciales d'une entreprise (espace \mathcal{A}) et de l'autre l'environnement de l'entreprise (espace \mathcal{E}). Dans cette figure, le milieu apparaît comme l'ensemble (i) des flèches doubles ; (ii) de leur couleur et (iii) des flèches simples.

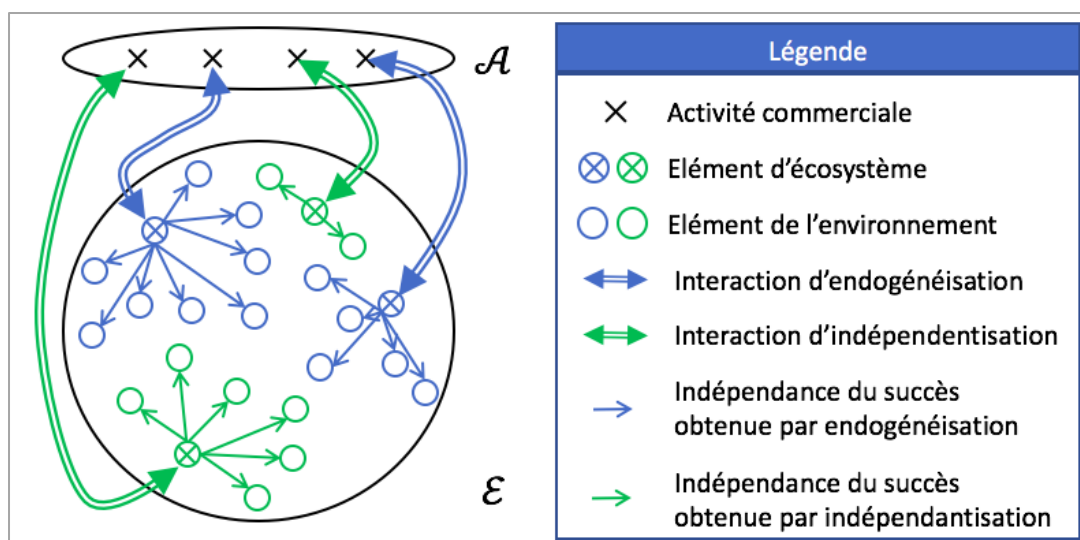


Figure 36 : Représentation du milieu

1.1.2 La notion de milieu : un cadre analytique pertinent pour des situations de gestion au-delà de la seule commercialisation des innovations

Nos résultats sur les commis-voyageurs nous ont amené à introduire la notion de milieu, peu utilisée en gestion. Dans la thèse, nous nous sommes donc interrogés sur la pertinence d'utiliser cette

notion pour caractériser la commercialisation d'une innovation. En particulier, nous nous sommes demandé ce que la notion de milieu apportait par rapport à celle d'écosystème, très utilisée en gestion.

Pour cela, nous nous sommes tournés vers deux grandes figures de l'étude des systèmes naturels : Crawford Stanley Holling (1930-2019) et Jakob von Uexküll (1864-1944), spécialistes respectifs de la notion d'écosystème et de la notion de milieu.

Uexküll (1934) définit le milieu d'un animal comme l'ensemble des signes actanciels (les actions de l'animal) ainsi que l'ensemble des signes perceptifs (ce que l'animal perçoit de son écosystème) qui permettent à l'animal de survivre. En d'autres termes, pour Uexküll, le milieu désigne la perception de l'écosystème qui assure la survie de l'animal que l'on considère. La notion de milieu désigne donc simultanément l'ensemble des relations que l'animal entretient avec l'écosystème dans lequel il vit, la nature de ces relations et le fait que ces relations assurent sa survie. La correspondance nous a paru suffisamment intéressante pour justifier l'adoption du terme de milieu.

De plus, l'analyse comparée des travaux d'Holling et d'Uexküll nous montre que les notions d'écosystème et de milieu explorent une même réalité mais à partir de deux points de vue différents. En adoptant un point de vue écosystémique, le chercheur se place en surplomb du système qu'il étudie et cherche à déterminer les interdépendances critiques qui expliquent les dynamiques observées. A l'inverse, la notion de milieu traduit la tentative du chercheur d'adopter le point de vue d'un élément de l'écosystème. Cette position nous a semblé plus proche de notre propre position de recherche-intervention sur la commercialisation d'une innovation.

Nous avons donc conclu à l'intérêt d'utiliser la notion de milieu pour caractériser la commercialisation d'une innovation.

1.2 Modélisation et expérimentation d'un raisonnement de conception de milieux

Après avoir identifié que l'objectif de la commercialisation d'une innovation était de concevoir un milieu, nous avons abordé la question de la manière dont les entreprises pouvaient s'organiser pour mener cette conception à bien. Nous avons dans un premier temps caractérisé l'espace d'action lié à la conception de milieu avant de proposer des processus, des outils et des organisations adaptés à cette conception.

1.2.1 Caractérisation de l'espace d'action associé à la conception de milieu comme une membrane de l'inconnu

Afin de caractériser l'espace d'action dans lequel les entreprises peuvent concevoir un milieu, nous avons explicité un raisonnement adapté à la conception de milieu. Pour cela, nous avons fait une incursion dans le monde de la robotique. Nous avons en effet montré que le problème de l'hexapode (dans lequel on demande à un robot d'adapter son comportement de manière autonome pour surmonter une panne inconnue) est un cas particulier de conception de milieu. Nous avons présenté le principe de résolution de ce problème basé sur l'algorithme MAP-Elites. Nous avons ensuite identifié l'espace d'action de conception de milieu pour le problème de l'hexapode. Nous avons alors mobilisé

la théorie C-K pour comprendre quelles étaient les relations entre cet espace d'action en robotique et l'action de conception de milieu pour la commercialisation d'une innovation.

Cette analyse nous a permis d'identifier trois éléments clés d'un espace d'action de conception de milieu pour la commercialisation. Premièrement, (i) l'entreprise doit être capable de décrire un ensemble varié d'effets qu'elle est capable de susciter dans son environnement ainsi que d'imaginer les activités commerciales qui lui permettent de générer ces effets. En d'autres termes, cela renvoie à la compétence qu'aurait un commercial-virtuose capable de susciter une palette variée de réactions au sein de son environnement. Deuxièmement, (ii) l'entreprise doit être capable d'explicitier la contribution au succès de l'ensemble de ses activités commerciales lorsqu'un effet précis dans l'environnement est généré. Cette compétence serait celle d'un responsable marketing stratège, capable de trouver, sous la contrainte de provoquer un effet précis dans l'environnement, les activités commerciales qui maximisent le succès de l'entreprise. Troisièmement (iii), l'entreprise doit être régulièrement capable d'évaluer la qualité des dimensions avec lesquelles elle rend compte des effets induits par ses activités commerciales dans l'environnement et au besoin de les modifier. A partir d'une correspondance entre les points (i), (ii) et (iii) et le monde de la biologie⁵⁰, nous avons proposé de caractériser l'espace d'action de conception de milieu comme une membrane de l'inconnu :

Caractérisation de l'espace d'action de conception de milieu

R-2.1 : L'espace d'action dans lequel l'entreprise conçoit un milieu est une membrane de l'inconnu dans laquelle (i) l'entreprise considère son environnement au travers du prisme des effets qu'elle est capable de générer dans celui-ci (ii) l'entreprise conçoit et évalue la performance d'activités commerciales qui génèrent des effets variés ; (iii) l'entreprise peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement

La figure ci-dessous donne une représentation de la membrane de l'inconnu comme espace d'action de conception de milieu :

⁵⁰ En biologie, la membrane d'une cellule présente les trois propriétés suivantes. (i) Elle filtre les informations (énergie, nutriments...) en provenance de l'extérieur pour ne laisser passer que celles qui ont un rapport avec l'activité interne de la cellule. (ii) Elle délimite un espace dans lequel se déroule le métabolisme de la cellule. (iii) Elle a une épaisseur, c'est à dire que la membrane peut être modifiée par le métabolisme interne de la cellule vivante

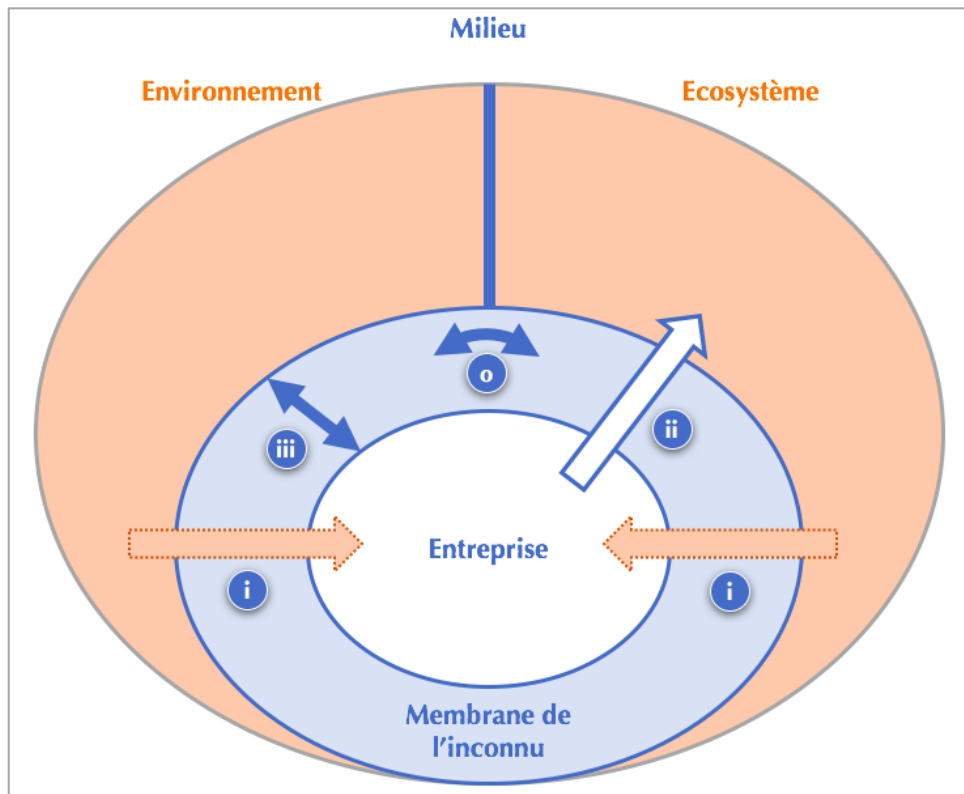


Figure 37 : La membrane de l'inconnu est un espace d'action dans lequel l'entreprise : (o) conçoit un milieu ; (i) considère son environnement au travers du prisme des effets qu'elle est capable de générer dans celui-ci ; (ii) élabore ses activités commerciales (iii) peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement

1.2.2 Processus de conception de milieu pour la commercialisation des innovations et condition organisationnelle associée.

L'analyse du raisonnement de conception de milieu suggère que les tests empiriques à conduire dans une membrane de l'inconnu sont d'une nature particulière. En effet, ils portent sur la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets générés par ses actions commerciales dans l'environnement.

Le cas de la commercialisation d'UrgoTouch nous a permis de valider cette prédiction. En effet, nous avons étudié les expérimentations menées par les équipes d'UrgoTouch avec en tête deux hypothèses :

Hypothèse 1 : *les expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch avaient pour but de tester la qualité des dimensions avec lesquelles l'entreprise rendait compte des effets de ses activités commerciales.*

Hypothèse 2 : *les expérimentations mises en place lors de la commercialisation d'UrgoTouch avaient pour but de tester la performance des activités commerciales.*

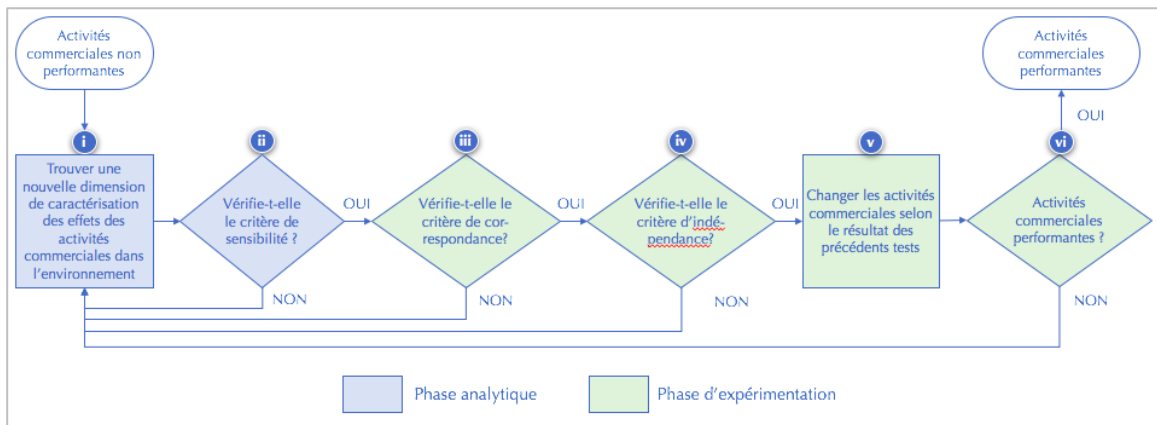
Nous montrons que les protocoles d'expérimentations mis en place par l'équipe d'UrgoTouch apparaissent cohérents avec la première hypothèse et non avec la deuxième. Nous en avons conclu le résultat suivant :

Nature des tests empiriques à conduire dans une membrane de l'inconnu

R-2.2 : Dans une membrane de l'inconnu, l'entreprise teste la qualité des dimensions avec lesquelles elle rend compte des effets de ses activités commerciales

En référence à l'algorithme MAP-Elites étudiée dans la thèse, nous désignons « les dimensions avec lesquelles elle rend compte des effets de ses activités commerciales » par le terme de Φ_2 .

En analysant comment l'équipe d'UrigoTouch avait opérationnalisé les tests portant sur Φ_2 , nous avons proposé le processus de conception de milieu suivant :



Reprise figure X : Processus de conception de milieu suggéré par notre analyse du cas UrigoTouch

Nous avons également explicité comment chaque phase d'expérimentation de ce processus avait été conduite en pratique dans le cas de la commercialisation d'UrigoTouch.

1.2.3 Outils, méthodes et organisation de la conception de milieu

Nous avons ensuite mené une recherche-intervention en accompagnant les équipes d'Urigo dans la commercialisation d'UrigoMia, un rééducateur périnéal innovant. Nous avons ainsi prototypé le fonctionnement d'une membrane de l'inconnu.

Durant cette recherche-intervention, nous avons conçu, testé et validé un outil adapté à la membrane de l'inconnu, ce qui nous a conduit à formuler le résultat suivant :

Outils adaptés à une membrane de l'inconnu

R-2.3 : Dans une membrane de l'inconnu, il est utile de mettre en place des outils qui (i) distinguent clairement les activités commerciales de leurs effets dans l'environnement et qui (ii) permettent de repérer des couples (activités commerciales / effets) surprenants.

Durant cette recherche intervention, nous avons également montré qu'une approche de la commercialisation fondée sur des tests de qualité d'une métrique Φ_2 était praticable par une organisation. En effet, nous avons réussi à identifier plusieurs métriques Φ_2 , à les évaluer selon le critère de sensibilité, et à proposer des protocoles de test de ces métriques. De plus, nous avons montré qu'une approche basée sur la qualité des métriques Φ_2 apparaît comme une logique d'action cohérente aux acteurs qui la conduisent.

Les propositions d'expérimentation que nous avons proposées se sont heurtées à des résistances organisationnelles que nous avons analysées. Cela nous a conduit à formuler le résultat suivant :

Une condition organisationnelle nécessaire à la conception de milieu

R-2.4 : Le partage de l'insuffisance de la dimension avec laquelle l'entreprise rend compte des effets de ses actions commerciales dans l'environnement (autrement dit **le partage de la faible qualité de Φ_2**) est une condition organisationnelle préalable à la conception de milieu.

Si ce partage n'est pas fait dans l'organisation, les tests de qualité de métriques n'apparaissent pas légitimes.

1.2.4 Intérêt de la notion de membrane de l'inconnu au-delà de la commercialisation des innovations

Dans le dernier chapitre de notre thèse, nous avons mobilisé la notion de membrane de l'inconnu pour étudier les stratégies compétitives mises en place dans les écosystèmes de plateforme. Nous avons dans un premier temps montré que nous pouvions définir une membrane de l'inconnu adaptée aux écosystèmes de plateforme que nous avons validé empiriquement. Nous en avons donc conclu le résultat suivant :

Domaine de validité de la notion de membrane de l'inconnu

R-2.5 : La notion de membrane de l'inconnu présente un intérêt au-delà de la commercialisation des innovations.

2 Quelques limites de l'étude menée dans cette thèse

Les efforts de recherche menés dans cette thèse (analyse des commis-voyageurs, analyse du problème de l'hexapode, analyse d'UrgoTouch et recherche intervention sur UrgoMia) présentent tous des limites méthodologiques propres. A ce stade de la thèse, nous discutons de deux limites qui portent sur le raisonnement général mené dans cette thèse. Elles sont liées respectivement au matériel de recherche auquel nous avons eu accès et à notre démarche de recherche-intervention.

Le matériel de recherche auquel nous avons eu accès présente en effet certaines limites. Premièrement, notre étude sur les membranes de l'inconnu s'est cantonnée à l'étude du secteur de la santé dont on sait qu'il est à la fois complexe et très réglementé. Il serait judicieux de mener des études similaires dans d'autres secteurs industriels, en particulier pour voir si, dans des secteurs où la commercialisation paraît plus facile (la grande distribution par exemple), le cadre analytique proposé sur les membranes de l'inconnu et la conception de milieu conserve sa pertinence. Deuxièmement, même au sein du secteur de la santé, on peut remarquer que les deux commercialisations que nous avons étudiées (UrgoTouch et UrgoMia) sont des commercialisations dans lesquelles les équipes d'Urgo « découvraient » un nouveau professionnel de santé (respectivement les chirurgiens esthétiques et les sages-femmes). Il nous paraît intéressant de voir si la notion de membrane de l'inconnu peut aider les équipes d'Urgo à commercialiser des innovations auprès de personnels de santé qu'elles connaissent bien comme les infirmiers. On anticipe que, dans de telles situations, le

travail à mener au sein des membranes de l'inconnu sera plus difficile. En effet, les représentations des acteurs sur leur environnement seront beaucoup plus ancrées et donc le partage de la faible qualité des métriques Φ_2 sera plus difficile à mener. Enfin, notons que notre conclusion sur l'intérêt de la notion de milieu en dehors de la commercialisation s'est basée sur une analyse de cas passés. Il nous semblerait intéressant d'expérimenter dans l'action ce que la notion de membrane de l'inconnu apporte pour des acteurs participant à un écosystème de plateforme.

L'étude menée dans cette thèse peut s'interpréter globalement comme un effort de recherche-intervention au sein de l'entreprise Uργο. Or l'objectif d'une recherche intervention comprend également les impacts de cette recherche au sein d'Uργο. Pour le moment, les effets liés à ma thèse sont peu perceptibles⁵¹ : si l'accompagnement que j'ai mené auprès de différentes équipes d'Uργο sur la base de la notion de membrane de l'inconnu a rencontré un réel intérêt, il n'en demeure pas moins que des questions subsistent quant à la possibilité pratique pour les équipes de mobiliser, de manière autonome, les notions présentées dans cette thèse. Ainsi, des efforts de recherche supplémentaires sont probablement nécessaires afin que les équipes d'Uργο puissent se les approprier.

3 Les pistes de recherche

Si les notions de conception de milieux et de membrane de l'inconnu nous ont permis d'aborder la question de la commercialisation des innovations, elles nous semblent également être porteuse de pistes de recherche nouvelles et fécondes. Afin de synthétiser les pistes de recherche ouvertes par ces notions, nous allons discuter successivement quatre concepts scientifiques : (i) un marketing sans la notion de marché (ii) des leaders de plateforme responsables (iii) un apprentissage organisationnel efficace sans optimisation et (iv) une résilience générative. Il nous semble en effet que chacun de ces concepts est à la fois original et emblématique d'un ensemble de pistes de recherche ouvertes au travers de cette thèse.

3.1 Un marketing sans la notion de marché

Dans cette thèse, nous montrons que les compétences en marketing sont indispensables dans une membrane de l'inconnu. présentons le marketing comme une activité de conception ayant pour objectif de concevoir des milieux. Il nous semble que cette perspective permet d'envisager une science du marketing qui se passerait de la notion de marché.

Notons d'abord que la notion de marché fait naître une contradiction dans le champ du marketing de l'innovation. D'un côté, le marketing de l'innovation peut se présenter comme une science qui génère des connaissances fiables sur le marché que l'innovation est sensé adresser. D'un autre côté, par définition, le marché d'une innovation non commercialisée n'existe pas encore. Le marketing de

⁵¹ Sauf auprès de Guirec Le Lous, mon tuteur de thèse en entreprise, qui s'est approprié et utilise certains modèles conceptuels issus de mes travaux

l'innovation se retrouve donc dans une position délicate : il prétend produire des connaissances fiables sur un objet qui n'existe pas.

En considérant le marketing comme une activité de conception de milieux la thèse surmonte cette aporie logique. En effet, les connaissances nécessaires dans une membrane de l'inconnu portent, non pas sur le marché, mais sur les effets que les activités commerciales génèrent dans l'environnement de l'entreprise. Or une connaissance sur ces effets peut être développée indépendamment de l'innovation à commercialiser. Lorsque qu'une organisation mène un raisonnement de conception de milieu pour commercialiser une innovation, elle conduit donc un raisonnement marketing rigoureux et efficace sans recourir à des hypothèses sur un marché qui n'existe pas.

La notion de membrane de l'inconnu propose donc des bases théoriques qui permettent d'envisager une science du marketing qui ne recourrait pas à la notion de marché. Cette ambition, sans doute un peu folle, n'est pas nouvelle : certains auteurs appellent à des évolutions de la discipline en ce sens (Laufer, 2010 ; Marion 2009). Un premier pas modeste pour creuser cette piste pourrait être de réinterpréter les différents outils du marketing en fonction de leur rôle dans la conception de milieux. Cela permettrait de développer des analyses originales quant aux limites des outils actuels et aux moyens d'y remédier.

3.2 Des leaders de plateformes responsables

Dans cette thèse, nous démontrons qu'un challenger peut renverser un leader de plateforme établi s'il parvient à proposer une expansion fonctionnelle – c'est à dire une nouvelle fonction qui ne soit ni une optimisation ni une combinaison de fonctions anciennes – grâce à une technologie générique – c'est à dire une technologie qui permet de réaliser l'ensemble des fonctions du leader de plateforme installé ainsi que la nouvelle fonction. Il nous semble que ce résultat est susceptible d'ouvrir des pistes de recherche sur l'émergence de leaders de plateformes responsables.

Soulignons d'abord que l'expression « plateforme responsable » apparaît dans le débat public comme un oxymore tant les critiques formulées à l'encontre des leaders de plateforme sont nombreuses. Airbnb est ainsi accusé de faire monter les loyers des villes touristiques et de favoriser un tourisme de masse non durable, Uber apparaît comme une entreprise qui exploite les failles du droit du travail et Netflix est de plus en plus mis à l'index pour son refus de contribuer au système de financement de l'industrie du cinéma français.

Notons qu'une lecture naïve du modèle que nous proposons peut laisser penser que, progressivement, les leaders de plateforme non responsables vont être renversés. En effet, imaginons une situation dans laquelle un leader de plateforme réalise un ensemble de fonctions F mais est irresponsable sur une dimension D . Notre modèle prédit que, si un challenger parvient à développer une technologie qui permet de réaliser l'ensemble de fonctions $F+D$, alors soit le leader de plateforme n'évolue pas et il se fait renverser, soit il modifie sa technologie afin qu'il soit responsable sur la dimension D . Ainsi, le modèle semble indiquer que la pression concurrentielle va conduire naturellement à l'émergence de plateformes responsables.

Néanmoins, une autre lecture de notre modèle est possible et mène à une conclusion moins satisfaisante. Imaginons maintenant qu'un leader de plateforme, irresponsable sur la dimension D, soit conscient de l'importance de l'expansion fonctionnelle et de la généricité technique dans les dynamiques d'évolution des écosystèmes de plateformes. Il pourrait alors établir des stratégies pour se maintenir en place malgré son irresponsabilité sur la dimension D. Un exemple d'une telle stratégie pourrait être d'utiliser l'expansion fonctionnelle comme un leurre : le leader de plateforme pourrait multiplier les nouvelles fonctions dans le but d'épuiser des concurrents potentiels. Ainsi, la mainmise d'un leader de plateforme sur l'expansion fonctionnelle lui permettrait de rester en place malgré l'irresponsabilité dont il fait preuve. De manière plus générale, cette réflexion fait ressortir l'idée que l'expansion fonctionnelle est un phénomène qui peut être gérée et pose donc la question de sa bonne gestion.

Pour travailler la question des leaders de plateformes responsables, plusieurs pistes de recherche peuvent être poursuivies à la suite de cette thèse. Dans un premier temps, des efforts supplémentaires sont nécessaires pour comprendre comment les notions de généricité et d'expansion fonctionnelle peuvent aider les acteurs d'un écosystème de plateforme à faire évoluer ce dernier. Comment un leader de plateforme gère-t-il le degré de généricité de sa plateforme ? Comment organiser une exploration des expansions fonctionnelles possibles à partir d'une plateforme donnée ? Comment enfin, des challengers peuvent se saisir des notions d'expansion fonctionnelle et de généricité pour concurrencer des plateformes en place ? Deuxièmement, la thèse invite à de nouvelles pistes de recherche en sciences politiques et en droit sur la régulation des plateformes. Ces disciplines, inspirés par la science économique et la notion de monopole ainsi que par le procès de Microsoft dans les années 1990, abordent la question de la régulation principalement avec des concepts comme la distorsion de concurrence ou l'abus de position dominante. Notre travail indique un autre point de vigilance possible : la gestion de l'expansion fonctionnelle. On peut en effet imaginer une situation dans laquelle il existe plusieurs plateformes concurrentes mais où une seule dispose des capacités de conception qui lui permettent de gérer l'expansion fonctionnelle et de contrôler ainsi à son profit la dynamique écosystémique. Des travaux de recherche pourraient donc être menés pour déterminer comment le régulateur pourrait devenir également un des gestionnaires de cette expansion fonctionnelle au travers de questions de recherche comme : Comment la commande publique peut-elle être organisée afin de faire émerger des leaders de plateforme responsables ? Comment reconnaître et encourager des expansions fonctionnelles qui rendent les leaders de plateforme plus responsables ? Quelles sont les technologies associées à de telles expansions fonctionnelles ?

3.3 Un apprentissage organisationnel au-delà de l'optimisation

Classiquement, dans la littérature, les processus d'apprentissage sont modélisés comme des mises en œuvre de raisonnements d'optimisation par une organisation. Cette représentation est un héritage historique des travaux d'Herbert Simon qui a cherché à mettre en lumière les contraintes qui

empêchent les organisations de suivre les raisonnements d'optimisation les plus efficaces théoriquement. La représentation de l'apprentissage comme un processus de recherche d'un point de fonctionnement optimal est très présente dans les modèles auxquels les sciences de gestion se réfèrent pour rendre compte de ce phénomène (Levinthal, 1997 ; Baumann et al, 2019 ; Reetz et MacAulay, 2020)

Néanmoins, le travail conduit dans cette thèse montre que les apprentissages critiques à mener dans les membranes de l'inconnu porte sur les dimensions avec lesquelles les entreprises analysent leur environnement. Autrement dit, la logique d'optimisation dans les membranes de l'inconnu doit être complétée par une logique d'apprentissage sur la manière dont l'entreprise se représente son environnement.

Cette évolution de la représentation scientifique de l'apprentissage est déjà engagée pour partie dans la littérature. Csaszar et Levinthal (2016) soulignent ainsi l'importance de la représentation que les acteurs ont du problème dans la conduite d'un raisonnement d'optimisation, et Reetz et MacAuley (2020) appellent à prendre en compte les raisonnements d'abduction que les acteurs peuvent conduire dans des situations d'apprentissage.

La thèse invite donc à envisager un renouvellement des modèles de représentation de l'apprentissage dans une organisation. Cela ouvre la porte à des pistes de recherche tant sur le plan théorique qu'empirique. Théoriquement, la thèse invite à poursuivre l'effort de recherche entamé, à la fois pour mettre en lumière les limites d'une rationalité d'apprentissage purement optimisatrice et pour proposer des modèles alternatifs d'apprentissage comme MAP-Elites. Empiriquement, la thèse invite à une investigation fine de la rationalité que les acteurs déploient pour mener un apprentissage dans des situations complexes. Le champ de l'innovation de business model apparaît évidemment comme un terrain favorable d'investigation pour de telles recherches.

3.4 Une résilience générative

Nous avons montré dans l'annexe VI que MAP-Elites s'interprète comme un algorithme qui permet de rendre un robot résilient aux variations de son environnement. En d'autres termes, la thèse a été l'occasion de développer un raisonnement – le raisonnement de conception de milieux – dont l'une des propriétés est de produire une forme de résilience. Montrons en quoi cette forme de résilience porte plusieurs ruptures conceptuelles avec l'acception classique de ce terme.

Dans les sciences de l'écologie, la résilience est conceptualisée comme la capacité d'un écosystème à retrouver un fonctionnement nominal après avoir subi un choc externe (Holling 1973). La forme de résilience que permet le raisonnement de conception de milieux est différente : il ne s'agit pas de revenir à un état antérieur (dans MAP-Elites, le robot ne surmonte pas la panne qui l'affecte en se réparant) mais de générer des comportements nouveaux entre un objet et son environnement (le robot adopte un nouveau comportement). Le raisonnement de conception de milieu permet de penser une résilience qui ne vise pas seulement la préservation des interdépendances existantes mais permet également l'invention de nouvelles structures viables. Ainsi, il nous semble que la thèse propose des bases théoriques d'une forme de résilience générative.

Cette résilience générative présente l'avantage de dessiner les contours d'un rôle actif de l'être humain pour rendre les écosystèmes plus résilients. Dans l'acception classique de la résilience, l'écosystème retrouve un état d'équilibre stable par lui-même. Cette perspective a tendance à positionner l'acteur humain à l'extérieur de l'écosystème : il est considéré soit comme un observateur externe qui évalue le degré de résilience de l'écosystème, soit comme la source de la perturbation à laquelle l'écosystème fait face (pression anthropique). Dans cette perspective, la place d'un acteur humain qui serait gestionnaire et responsable de la résilience d'un écosystème est donc difficile à penser. A contrario, le raisonnement de conception de milieux permet d'imaginer des formes de résilience dans lesquelles un collectif humain intervient. En effet, rappelons que les milieux sont conçus par un acteur qui évolue au sein de l'environnement : dans MAP-Elites, le robot utilise des connaissances concernant les interactions qu'il a avec l'environnement afin d'adapter son comportement. Cette perspective permet de caractériser la nature originale des connaissances que devrait développer un collectif humain qui souhaiterait améliorer la résilience des écosystèmes. Il ne s'agit pas de connaître l'ensemble des interdépendances présentes dans l'écosystème qui sont de toute façon trop complexes pour être toutes connues, mais de comprendre la structure des milieux existant au sein de l'écosystème. Le collectif humain pourrait alors chercher à inventer de nouveaux milieux qui iraient dans le sens d'une plus grande résilience.

Ces différentes ruptures conceptuelles sur la notion de résilience ne sont évidemment pas suffisantes pour constituer à elles seules un programme de recherche. Néanmoins, elles nous apparaissent de bons points d'entrée pour entamer la discussion avec les sciences de l'écologie et voir en quoi la conception de milieux pourrait être une ressource intellectuelle pertinente pour mener des recherches dans ce champ.

Annexe 0 – Liste des publications associées à la thèse

Legrand, Julien, Maxime Thomas, Pascal Le Masson, and Benoit Weil. 2017. 'Rise and Fall of Platform : Systematic Analysis of Platform Dynamics Thanks to Axiomatic Design'. *Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED17) 7 Design Theory and Research Methodology*.

Thomas, Maxime, Pascal Le Masson, and Benoit Weil. 2017. 'Why Is BMI so Poorly Innovative Uncovering the Critical Role of Collective Design'. In *24th Innovation And Product Development Management Conference*. Reykjavik.

———. 2019. 'Modeling Market to Commercialize Innovation: How the Forgotten Historical Figure of Salesman Helps Us Learn on How Firms Design Market Models'. In *R&D Management Conference – The Innovation Challenge: Bridging Research, Industry and Society*. Paris.

Thomas, Maxime, Pascal Le Masson, Benoit Weil, and Julien Legrand. 2018. 'Platform Overthrow the Critical Role of Functional Extension and Generic Technology'. In *R&D Management Conference – R&Designing Innovation: Transformational Challenges for Organizations and Society*. Milan.

———. 2020. 'The Future of Digital Platforms: Conditions of Platform Overthrow'. *Creativity and Innovation Management*, December, caim.12422. doi:10.1111/caim.12422.

Annexe I – Le protocole d’analyse des papiers de commis-voyageur permet de distinguer des activités commerciales spécifiques dans chaque cas

Dans le chapitre III, nous conduisons une analyse comparée de papier historique concernant les commis-voyageurs. Nous précisons que le protocole d’analyse adopté nous permet d’identifier des activités commerciales distinctes et spécifiques dans chaque papier. Cette annexe présente le matériel empirique qui permet de soutenir cette affirmation.

1 Identifications des activités communes aux commis-voyageurs dans les différents cas

En comparant nos différents cas on remarque que de nombreux paramètres d’action mentionnés dans les papiers sont communs à tous les cas. Chaque papier détaille en effet les choix fait par les maisons concernant les grandes dimensions des commis-voyageurs : où sont envoyés les commis-voyageurs, comment sont-ils payés, quel travail doivent-ils effectuer, comment prouvent-ils auprès des clients qu’ils sont bien envoyés par la maison dont ils se réclament ? En comparant les différents cas, il apparaît que sur ces grandes dimensions du commis voyageur, les maisons font des choix semblables.

Toutes les maisons prescrivent aux commis-voyageurs les zones géographiques qu’ils doivent visiter. Jean-Rémy Moët dans le cas n°5 décide des tournées de ses commis : « *Moët parvint à empêcher un voyage en Russie, [...]. Il s’opposa également avec succès à un passage en Angleterre* » (Musset, 2012, p.107). Dans le cas n°2 du chocolat, on apprend que « *at the begining of the 1880s, rayons, or clearly defined geographic regions, were assigned to each [agent]* »⁵² (Rossfeld, 2008, p.741). Chacun des papiers montre bien que c’est la maison qui décide de l’itinéraire ou de la zone géographique couverte par son commis.

Pour toutes les maisons, la rémunération du commis est un mélange de salaire fixe et de commissions. Le cas n°1 des pépinières indique ainsi que « *itinerant nursery agents often worked on commission but were also paid expenses and a mounthly salary*⁵³ » (Lyon-Jenness, 2004, p.403). Dans le cas n°3 sur le chocolat suisse, les modalités de rémunération sont similaires puisqu’elles comprennent « *a fixed salary, traveling expenses, and a commision that depended on sales, a feature*

⁵² Au début des années 1880, des rayons, c’est-à-dire des aires géographiques précises, ont été assignées à chaque commis-voyageur

⁵³ Les agents itinérants des pépinières travaillaient généralement à la commission mais recevaient également un salaire mensuel et voyaient leurs frais généraux remboursés

*that was introduced at the beginning of the 1890s*⁵⁴ » (Rossfeld, 2008, p.750). Chacun des papiers détaille la structure similaire de la rémunération des commis. Les maisons prenant à leur charge les frais de déplacement, les papiers insistent sur la pression que les maisons mettent sur les commis pour réduire ces frais. Ainsi dans le cas n°6 sur les soyeux lyonnais, une lettre reproduite dans l'article est explicite quant au reproche de dépenses faite à un commis : « *[Le propriétaire] est venu faire des plaintes au magasin à votre égard, nous ayant dit qu'on l'avait assuré que vous étiez monté sur un grand ton de dépense et que vous voyagez toujours en seigneur* » (Bayard, 2012, p.76). L'ensemble des propriétaires des maisons semblent être à l'image du propriétaire de la maison Shucar du cas n°2, qui écrit que les rôles principaux du commis-voyageurs sont « *to increase sales and reduce traveling expenses !* »⁵⁵ (Rossfeld, 2008, p.749). On retrouve des considérations similaires dans les autres cas.

Les tâches attribuées aux commis sont similaires d'une maison à l'autre. Les maisons demandent aux commis de tenir les créances de leurs clients à jour (Musset, 2012, p.108, Bayard, 2012, p.72). Elles s'appuient sur eux pour négocier les modalités de paiement (Scott, 2008, p.771) et pour recouvrer les créances de leurs clients (Rossfeld, 2008, p.748). Les maisons demandent également aux commis de récupérer des avis sur leurs produits (Vabre, 2012, p.144 Rossfeld, 2008, p.748, Bayard, 2012, p.71).

Chaque maison fournit à ses commis des documents prouvant qu'ils la représentent. Il peut s'agir de lettre de recommandation (Musset, 2012, p.106, Bayard, 2012, p.66), de certificats (Lyon-Jenness, 2004, p.404) d'une licence cantonale (Rossfeld, 2008, p.744) voir même du produit en lui-même comme dans le cas n°3 des aspirateurs (Scott, 2008, p.778).

Au travers de ces paramètres d'action communs, nous retrouvons les grandes dimensions liées aux commis-voyageurs ce qui n'est pas surprenant compte tenu des papiers que nous étudions.

2 Identification des paramètres d'action spécifiques à chaque cas

La comparaison de nos différents cas révèle que dans chaque cas, les maisons ont mis en place des paramètres d'action spécifique, c'est-à-dire des paramètres d'action que l'on ne retrouve pas dans les autres cas.

Dans le cas n°1 des pépinières, l'auteur indique que « *official agents usually received horticultural training*⁵⁶ » (Lyon-Jenness, 2004, p.403) et que les propriétaires de pépinières – comme James Vick - développaient des efforts particuliers sur leur catalogues : « *James Vick emerged as a leader in catalog marketing. By the early 1870s, his lavishly illustrated catalogs provided information on plants in their native habitats, the origin of plant names, and specific directions for cultivating each variety listed, often totaling more than two hundred pages of horticultural information yearly* » (Lyon-Jenness, 2004, p.398). Dans les termes de notre modèle, le paramètre d'action $A_1 =$

⁵⁴ un salaire fixe, les défraiements des frais de voyages et une commission qui dépendait des ventes, cette modalité ayant été introduite au début des années 1890.

⁵⁵ Augmenter les ventes et réduire le coût des voyages !

⁵⁶ Les commis officiels suivaient généralement une formation en horticulture

Formation des commis au produit prend la valeur $a_i = intensive$ alors que seuls les cas n°2 et n°3 mentionnent des formations plutôt expéditives et que les autres cas n'en mentionnent pas. Le paramètre d'action $A_2 = Catalogue$ prend lui aussi une valeur particulière $a_2 = riche en illustration et en conseils de jardinage$ que l'on ne retrouve dans aucun autre cas.

Dans le cas n°4, l'auteur indique que « *les représentants sont, bien sûr, les fers de lance de l'entreprise pour une prise en main des marchés naissants. Elle se réalise par le biais de l'attribution d'un territoire à chacun d'eux* » (Vabre, 2012, p.145) et insiste tout au long de son étude sur l'attention de la direction portée au maintien du même représentant sur le temps long sur un même territoire (Vabre, 2012, p.134, p.137, p.141). Dans les termes de notre modèle, le paramètre d'action $A_3 = stabilité du représentant sur sa zone$ a pour valeur $a_3 = haute$. Dans les cas n°2, n°3, n°5 et n°6, on observe plutôt une instabilité chronique des commis voyageurs qui n'affecte pas la réussite des maisons.

Enfin dans le cas n°6, l'auteur insiste sur le fait que le voyage des commis-voyageurs est complètement prescrit par les maisons : « *De véritables feuilles de route sont délivrées aux voyageurs fixant leur itinéraire – « route à suivre sans aucun changement : de Lille par la diligence à Gand, Amiens, Rotterdam, Leide, La Haye, Amsterdam, Utrecht, Nimègue, Bois-le Duc, Clèves, Cologne, Aix-la-Chapelle, Liège, Louvain, Bruxelles. Aller le plus vite possible sans repasser deux fois dans la même ville. Arriver à Lyon le 15 ou le 20 juillet » – le temps qu'ils doivent accorder à chacune de leurs étapes [...] le logement, [...] les moyens de transport à utiliser [et] la manière de s'occuper des bagages* » (Bayard, 2012, p.65). Dans ce cas, le paramètre d'action $A_i = itinéraire$ est complètement dirigé depuis les maisons. Dans nos autres cas, les maisons se contentent souvent de définir une zone géographique, quelques fois l'ordre des villes à visiter pour gagner un peu de temps mais n'organisent jamais aussi précisément l'itinéraire de leur commis qui sont en général autonomes sur ce point-là.

De nombreux autres paramètres d'action spécifiques sont présents dans les papiers. Ces paramètres sont particulièrement intéressants pour adresser notre question de recherche. Rappelons que nous cherchons des propriétés, portant sur les A_i et les E_k qui rendent envisageable l'action de concevoir des A_i tels que $\forall E_k, \partial S / \partial E_k = 0$. S'il existe des paramètres d'action spécifiques, c'est que les paramètres d'action communs n'étaient pas suffisants pour assurer le succès. Chaque maison a conçu des paramètres d'action spécifiques pour s'adapter au contexte particulier dans lequel elle évoluait. Dans les termes de notre modèle, les paramètres d'action spécifiques sont des A_i conçus par les maisons pour s'adapter aux E_k particuliers auxquels elles faisaient face. En les analysant, nous pouvons en déduire des propriétés qui permettent de rendre envisageable l'action de concevoir des A_i tels que $\forall E_k, \partial S / \partial E_k = 0$.

Annexe II – Définition formelle de la notion de milieu

Dans le chapitre III, nous montrons que la distinction entre l’environnement d’une entreprise et son écosystème n’est pas suffisante à elle seule pour expliquer pourquoi les éléments de l’environnement d’une entreprise n’influent pas sur son succès. Nous proposons d’ajouter à la notion d’écosystème la logique d’action qui permet cette propriété. Enfin, nous nommons l’ensemble écosystème + logique d’action le milieu de l’entreprise. Dans cette annexe, nous proposons de donner une définition formelle du milieu dans le cas de la commercialisation.

1 Rappel des éléments nécessaire à la définition formelle du milieu

Nous rappelons brièvement ci-dessous le modèle de succès de la commercialisation d’une innovation :

$$\begin{aligned} (A_1, \dots, A_n, E_1, \dots, E_m) &\rightarrow S \\ (a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m) &\xrightarrow{S} S(a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m) \end{aligned}$$

Dans ce cadre analytique :

- L’ensemble (A_1, \dots, A_n) désigne les paramètres d’action d’une entreprise.
- L’ensemble (a_1, \dots, a_n) désigne la valeur que chaque action commerciale de l’entreprise va prendre.
- L’ensemble (E_1, \dots, E_m) désigne les paramètres d’environnement de l’entreprise, c’est à dire ceux sur lesquels elle n’a pas de prise.
- L’ensemble (e_1, \dots, e_m) désigne la valeur des paramètres d’environnement d’une entreprise.
- La notation $\partial S / \partial A_i = 0$ signifie que le paramètre d’action A_i n’a pas d’effet sur le succès de l’innovation. De même, $\partial S / \partial E_k = 0$ signifie que le paramètre d’environnement E_k n’a pas d’effet sur le succès de l’innovation.

2 Définition formelle de la notion de « milieu »

Nous posons ainsi la définition suivante :

Définition formelle d'un milieu

Soit une fonction S de succès, définie sur $\mathcal{A} \times \mathcal{E}$ avec \mathcal{A} l'ensemble des paramètres d'action et \mathcal{E} l'ensemble des paramètres d'environnement.

$\mathcal{M} \subset \mathcal{E}$ est un milieu si :

$$\exists \mathcal{A}' \subset \mathcal{A}, \exists b \in \mathcal{A}' \times \mathcal{E}, \forall E_k \notin \mathcal{M}, \exists E_m \in \mathcal{M},$$

$$(1) \quad \forall a \in \mathcal{A}' \times \mathcal{E}, \frac{\partial S}{\partial E_m}(a) = 0 \Rightarrow \frac{\partial S}{\partial E_k}(a) = 0$$

OU

$$(2) \quad \forall a \in \mathcal{A}' \times \mathcal{E} \text{ tel que } E_m(a) = E_m(b), \frac{\partial S}{\partial E_k}(a) = 0$$

Dans cette définition, $a = (a_1, \dots, a_p, e_1, \dots, e_q)$, $E_m(a) = e_m$ c'est-à-dire la composante du vecteur a qui se rapporte à E_m .

Commentons cette définition. Premièrement un milieu \mathcal{M} vérifie la propriété $\mathcal{M} \subset \mathcal{E}$. Un milieu est donc un ensemble de paramètres d'environnement. Deuxièmement, si nous lisons cette définition sans s'embarrasser des ensembles de définition des fonctions ni du détail des modalités (1) et (2), on a : $\forall E_k \notin \mathcal{M}, \exists E_m \in \mathcal{M}$ tel que $\partial S / \partial E_k = 0$. Pour tout paramètre d'environnement E_k qui n'est pas dans le milieu, alors il existe un paramètre d'environnement E_m qui est dans le milieu et qui peut « contrôler » l'indépendance du succès au paramètre d'environnement E_k . Troisièmement, la définition d'un milieu se contente de supposer l'existence d'un ensemble de paramètres d'action \mathcal{A}' et de demander que les propriétés d'un milieu soit valable pour toute valeur de paramètre d'action de \mathcal{A}' . L'existence d'un milieu est donc une propriété interne à l'espace \mathcal{E} . Quatrièmement, les équations (1) et (2) ne sont que des précisions concernant la modalité par laquelle un paramètre E_m du milieu contrôle la dépendance du succès au paramètre hors milieu E_k . Si la dépendance est contrôlée par (1) alors le paramètre du milieu E_m suit la propriété P3 concernant E_k . Si la dépendance est contrôlée par (2) alors le paramètre du milieu E_m suit la propriété P4 concernant E_k . Enfin, remarquons que chaque milieu \mathcal{M} possède un espace de définition \mathcal{A}' dans l'ensemble des paramètres d'action et un centre b dans l'ensemble $\mathcal{A} \times \mathcal{E}$.

Par la notion de milieu nous désignons donc bien un ensemble de paramètres d'environnement critique qui peuvent à leur tour contrôler la totalité des paramètres d'environnement.

Définissons maintenant formellement ce que l'on peut appeler un milieu actionnable, c'est-à-dire un milieu tel qu'il est possible de trouver des paramètres d'action qui agissent correctement dessus. Pour cela, nous avons besoin de définir deux ensembles, pour tout E_m appartenant à un milieu \mathcal{M} d'espace de définition \mathcal{A}' et de centre b on note :

$$P_3(E_m) = \left\{ E_k \notin \mathcal{M}, \forall a \in \mathcal{A}' \times \mathcal{E}, \frac{\partial S}{\partial E_m}(a) = 0 \Rightarrow \frac{\partial S}{\partial E_k}(a) = 0 \right\}$$

$$P_4(E_m) = \left\{ E_k \notin \mathcal{M}, \forall a \in \mathcal{A}' \times \mathcal{E} \text{ tel que } E_m(a) = E_m(b), \frac{\partial S}{\partial E_k}(a) = 0 \right\}$$

Pour un paramètre E_m d'un milieu, $P_3(E_m)$ (respectivement $P_4(E_m)$) est l'ensemble des paramètres d'environnement qu'il contrôle au travers de P3 (respectivement P4).

Grâce à ces deux ensembles, définissons maintenant formellement un milieu actionnable.

Définition d'un milieu actionnable

Soit un milieu \mathcal{M} d'espace de définition \mathcal{A}' et de centre b on note.

\mathcal{M} est actionnable si :

$$(3) \quad \exists A_i \in \mathcal{A}', \exists a_i, \forall E_m \subset \mathcal{M} \text{ tel que } P_3(E_m) \neq \emptyset, \frac{\partial S}{\partial E_m}(a_i) = 0$$

ET

$$(4) \quad \exists A_i \in \mathcal{A}', \exists a_i, \forall E_m \subset \mathcal{M}, \forall E_k \in P_4(E_m), P_{a_i}(E_m = E_m(b)) > P_{\bar{a}_i}(E_m = E_m(b))$$

La condition (3) (respectivement (4)) décrit le fait que chaque paramètre de milieu contrôlant des paramètres hors milieu au travers de la propriété P3 puisse être endogénéisé (respectivement indépendantisé) par des paramètres d'action. Grâce à cette définition la propriété suivante est vérifiée :

Propriété fondamentale d'un milieu actionnable

Soit une fonction S de succès, définie sur $\mathcal{A} \times \mathcal{E}$ et \mathcal{M} un milieu actionnable composé de m paramètres d'environnement. Alors il existe un ensemble $\mathcal{A}' \subset \mathcal{A}$ de paramètres d'environnement qui contrôlent la dépendance au succès de tous les paramètres de \mathcal{E} et la taille de \mathcal{A}' est de l'ordre de grandeur de m .

La démonstration de cette propriété est un jeu d'écriture qui consiste à remonter le fil des définitions que nous venons de poser.

Annexe III – Le problème de l’hexapode comme un cas particulier de conception de milieu

Dans le chapitre V, nous affirmons que le problème de l’hexapode est un cas particulier de conception de milieu. Dans cette annexe, nous démontrons formellement cette propriété du problème de l’hexapode

Nous supposons que le lecteur de cette annexe connaît déjà le problème de l’hexapode, c’est à dire qu’il a lu la section 2.2.1 du chapitre V.

1 Approche de la démonstration

Pour démontrer que le problème de l’hexapode est un cas particulier de conception de milieu, nous allons montrer qu’il peut se modéliser comme la modélisation classique d’un problème de conception de milieu.

Pour rappel, une entité est confrontée à un problème de conception de milieu si le problème qu’elle rencontre est de la forme :

$$\begin{aligned} (A_1, \dots, A_n, E_1, \dots, E_m) &\rightarrow \mathcal{S} \\ (a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m) &\xrightarrow{\mathcal{S}} S(a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m) \end{aligned}$$

et que son objectif est de trouver une valeur satisfaisante de $S(a_1, \dots, a_n, e_1, \dots, e_m)$ sachant que :

- L’ensemble (A_1, \dots, A_n) désigne des paramètres d’action de l’entité : l’entité peut fixer la valeur que prennent les (a_1, \dots, a_n)
- L’ensemble (E_1, \dots, E_m) désigne les paramètres d’environnement de l’entité : l’entité ne peut pas fixer la valeur que prennent les (e_1, \dots, e_m)
- Les paramètres (E_1, \dots, E_m) sont partiellement inconnus de l’entité

2 Modélisation du problème de l’hexapode

Nous proposons ci-dessous une modélisation du problème de l’hexapode

Pour évaluer si le robot marche, Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) mesurent la vitesse linéaire moyenne du robot selon l’axe y (axe que suit le robot quand il va tout droit). Dans l’étude, cette vitesse linéaire moyenne selon l’axe y , est nommée Φ_1 . On note donc Φ_1 l’ensemble des vitesses linéaires possibles du robot sur l’axe des y ($\Phi_1 = \mathbb{R}$) et on note $\varphi_1 \in \Phi_1$ une valeur particulière de cette vitesse pendant un essai.

Les mouvements du robot dépendent des séquences de commandes envoyées aux servomoteurs. En analysant le fonctionnement du robot, on montre qu’à tout instant, le contrôleur central envoie 36 séquences de commandes aux moteurs. L’ensemble des séquences de commandes possibles, que l’on nomme \mathcal{X} , est donc tel que $\mathcal{X} = (X_1, \dots, X_{36})$. Chaque X_i est un ensemble de séquences de commandes, et l’on note $x_i \in X_i$ la séquence de commandes i . Avec ces notations, un essai du robot est le tirage d’un vecteur (x_1, \dots, x_{36}) .

Il est clair que la fonction objectif Φ_1 dépend très largement des séquences de commandes moteurs (x_1, \dots, x_{36}) . Néanmoins, ce ne sont pas les seuls paramètres qui influencent la vitesse du robot. En effet, le sol sur lequel le robot marche, ainsi que les pannes que le robot subit influencent également cette vitesse. On note donc \mathcal{E} l’ensemble des paramètres qui influencent la vitesse linéaire du robot et qui ne sont pas les séquences de commandes. On en déduit que Φ_1 est une fonction des séquences de commandes moteurs et d’un élément $e \in \mathcal{E}$. On a donc $\varphi_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e)$.

Dans le problème de l’hexapode, deux éléments de \mathcal{E} nous intéressent particulièrement : la situation initiale (robot sans panne dans l’environnement de l’expérimentation) que l’on note cette situation $e_0 \in \mathcal{E}$ et la situation de panne (robot altéré dans l’environnement de l’expérimentation) que l’on note $p \in \mathcal{E}$. Notons que tant pour e_0 que pour p , l’environnement de l’expérimentation est standard : un sol plat, lisse et avec un coefficient de frottement classique.

Avec ces notations, le problème de l’hexapode se modélise de la façon suivante : l’objectif est d’obtenir, en ne jouant que sur le vecteur (x_1, \dots, x_{36}) , une valeur satisfaisante pour $\varphi_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$ sachant que p est inconnue. Pour surmonter cette difficulté, les auteurs proposent une approche qui tire parti de la connaissance sur le robot sans panne, c’est à dire de la connaissance de la fonction $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0)$. La figure ci-dessous reprend ces notations :

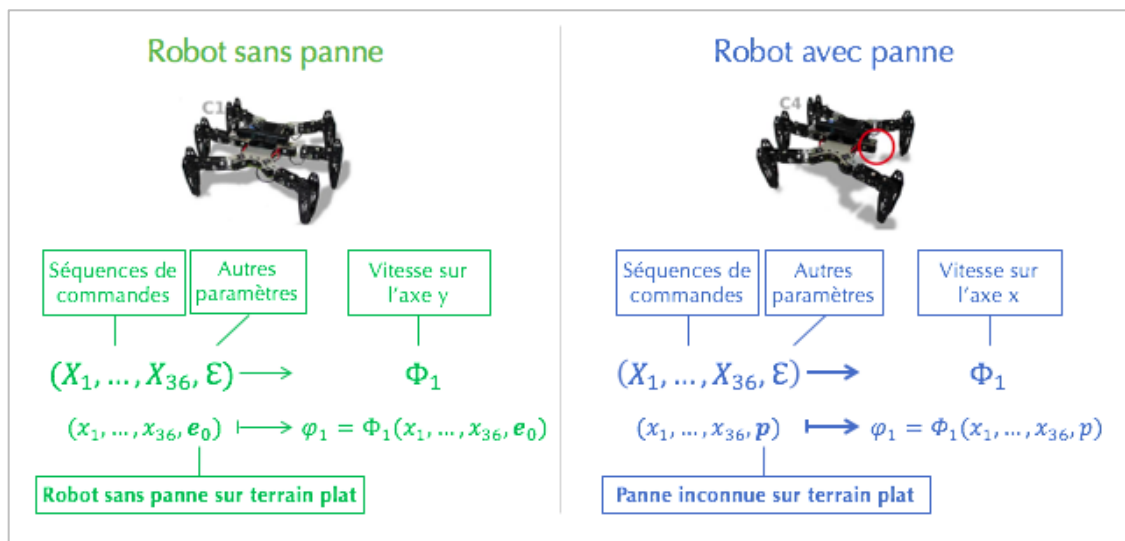


Figure 38 : Modélisation du problème de l’hexapode

3 Synthèse

Le problème de l’hexapode se modélise donc bien comme un problème de conception de milieu dans lequel les paramètres d’action sont les séquences de commandes (X_1, \dots, X_{36}) et les paramètres d’environnement sont l’état du robot (e_0 robot sans panne et p robot avec panne).

Annexe IV – Analyse du fonctionnement de MAP-Elites : le rôle critique de Φ_2

Dans cette annexe, nous proposons de montrer l'importance de la métrique Φ_2 à partir de l'analyse du fonctionnement de l'algorithme et en le replaçant dans une généalogie des algorithmes génétiques. Cette annexe peut être considérée comme une démonstration parallèle à celle que nous menons au chapitre V, section 2.3.

Nous supposons que le lecteur de cette annexe est déjà familiarisé avec le problème de l'hexapode et avec sa modélisation présentée en annexe III

Pour montrer le rôle critique que joue la métrique Φ_2 dans le fonctionnement de MAP-Elites, nous allons souligner que Φ_2 est l'élément qui permet à MAP-Elites de présenter de meilleures performances que l'ensemble des algorithmes génétiques (Mouret et Doncieux, 2015)

1 Les ancêtres de MAP-Elites : les algorithmes génétiques et le novelty search

MAP-Elites appartient à la grande famille des algorithmes génétiques. Comme l'algorithme « novelty search », son plus proche ancêtre, MAP-Elites présente la particularité de chercher à générer non pas une solution mais de multiples solutions toutes différentes les unes des autres. Afin de bien comprendre la rupture que l'introduction de la métrique Φ_2 représente pour le champ des algorithmes génétiques, nous présentons d'abord le fonctionnement général d'un algorithme génétique puis le fonctionnement des algorithmes de « novelty-search ».

1.1 Fonctionnement général d'un algorithme génétique

La dénomination « algorithme génétique » fait référence au rôle que jouent les gènes dans la théorie de l'évolution de Darwin. La théorie de l'évolution présente les conséquences de la logique de sélection naturelle, dans laquelle seuls les animaux les mieux adaptés survivent et sont alors en mesure de se reproduire. Ils transmettent leurs gènes à leurs descendants qui sont à leur tour sélectionnés. Répété de nombreuses fois, ce processus de variation / sélection permet d'obtenir un groupe d'individus présentant des caractéristiques génétiques utiles à la survie dans un environnement donné.

Les algorithmes génétiques opérationnalisent cette logique de variation / sélection au travers des étapes suivantes. (o) Initialisation : le point de départ de l'algorithme est une population d'individus générés au hasard. Un individu est défini par un ensemble de gènes. (i) Evaluation : la performance de chaque individu – c'est-à-dire de chaque ensemble de gènes – est évalué selon le critère que l'on cherche à maximiser. (ii) Sélection : l'algorithme conserve en mémoire les individus performant (iii) Croisement : à partir des gènes des individus sélectionnés, l'algorithme effectue des croisements au hasard dans ces gènes ce qui génère une nouvelle population. Pour un petit nombre de gènes, l'algorithme introduit également des variations aléatoires.

Un algorithme génétique consiste à itérer de nombreuses fois les étapes (i), (ii) et (iii). La figure ci-dessous représente la logique générale d'un algorithme génétique :

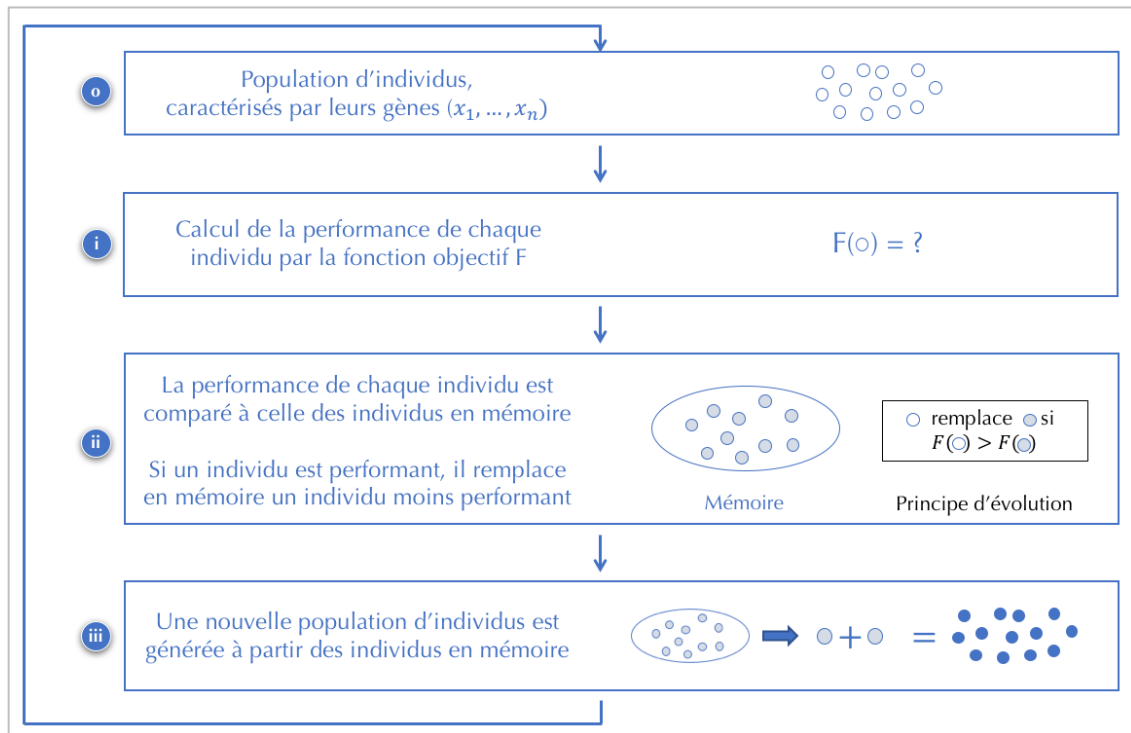


Figure 39 : Algorithme Génétique
(o) Initialisation ; (i) Évaluation ; (ii) Sélection ; (iii) Croisement

Notons que, dans la nature, le processus de variation / sélection est sans mémoire : une fois qu'un animal meurt, son patrimoine génétique n'est plus disponible. Les algorithmes génétiques ne sont pas soumis à cette contrainte. La figure ci-dessus montre que lors de l'étape (ii) de l'itération n , la mémoire contient l'ensemble des individus performant de la génération précédente $n - 1$ ainsi que de toutes les générations précédentes. Chaque itération est l'occasion de compléter la mémoire de l'algorithme avec des individus de plus en plus performants. On note également que seuls les individus contenus dans la mémoire lors de l'itération n participent à la génération de la population suivante.

Les algorithmes génétiques ont démontré leur efficacité pour résoudre de nombreux problèmes sur lesquels les algorithmes classiques étaient en buté. En particulier, un algorithme génétique peut fonctionner même sur des problèmes dans lequel les conditions de continuité sur les fonctions ne sont pas réunies.

Néanmoins, comme de nombreux algorithmes, les algorithmes génétiques peuvent se retrouver bloqués dans un optimum local. Il se peut en effet que la mémoire soit constituée majoritairement d'individus similaires. Lors de la génération de la nouvelle population, les nouveaux individus générés à partir d'une mémoire homogène présenteront les mêmes caractéristiques que ceux en mémoire : l'algorithme converge alors et n'explore plus des zones de l'espace de recherche où des individus plus performants existent potentiellement.

1.2 Algorithme génétique novelty search : garder en mémoire des gènes variés pour éviter de rester bloquer dans un optimum local

Pour éviter de rester bloquer dans un optimum local, l'intuition suggère qu'il faut être capable, au cours du processus d'itération, de maintenir une certaine diversité de gènes en mémoire. L'approche « novelty search » opérationnalise cette idée en proposant d'utiliser la nouveauté comme critère de sélection. Concrètement, lors de l'étape (ii), un individu ne sera pas sélectionné selon sa performance mais selon un critère qui évalue l'originalité de l'individu par rapport aux autres individus déjà stockés en mémoire. En reprenant la figure 43, un algorithme génétique utilisant une approche novelty search se représente de la façon suivante :

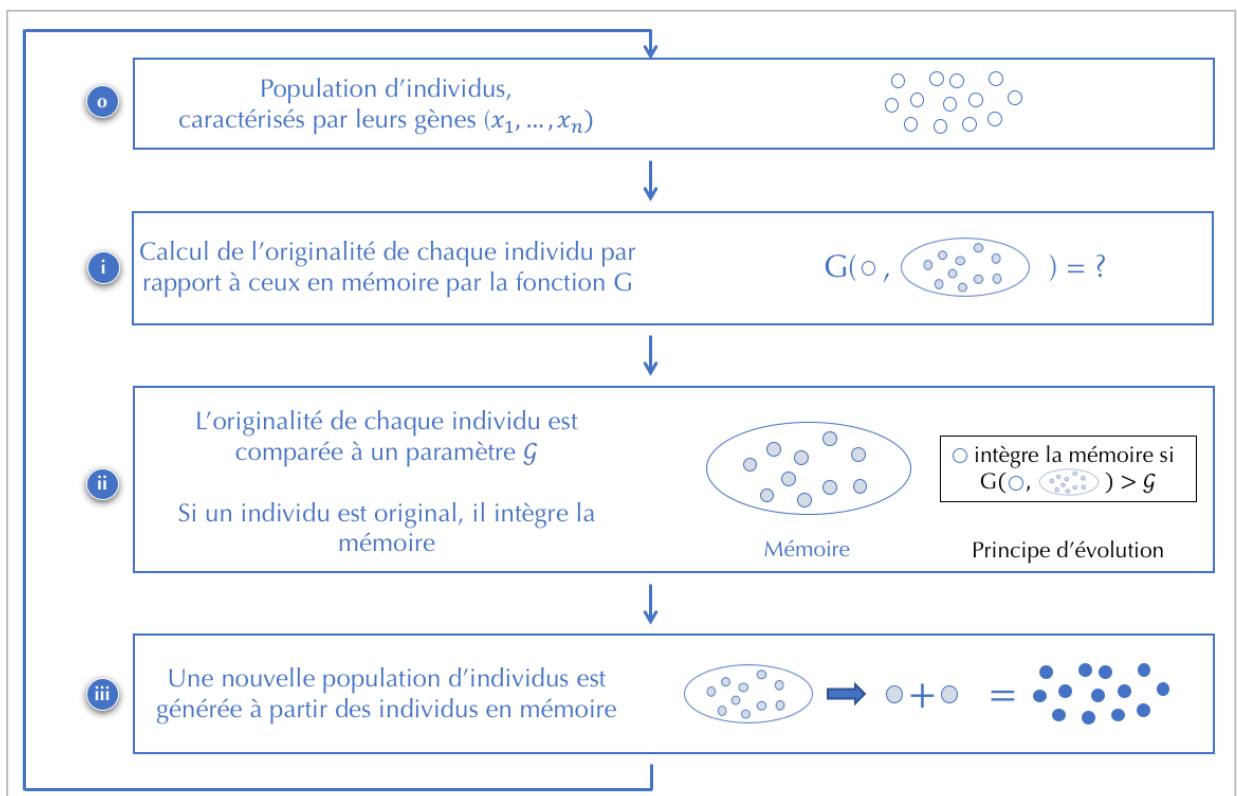


Figure 40 : Algorithme Génétique avec une approche novelty search
(o) Initialisation ; (i) Evaluation ; (ii) Sélection ; (iii) Croisement

La différence avec la figure précédente est presque cosmétique : la fonction F est remplacée par une fonction G qui évalue la nouveauté. Au fur et à mesure des itérations, la mémoire se remplit d'individus qui sont très différents les uns des autres. C'est une approche contre-intuitive : l'algorithme, qui est sensé identifier un individu très performant, ne fait pas intervenir la fonction de performance F durant ses itérations⁵⁷ ! Une telle approche par la nouveauté permet-elle quand même de garder en mémoire des individus performants ? La réponse est clairement oui : des études qui ne sélectionnent que sur un critère de nouveauté mobilise parviennent avec cette approche à résoudre

⁵⁷ La fonction F n'apparaît qu'à la fin de l'algorithme, au moment où l'on évalue les solutions gardées en mémoire

des problèmes de labyrinthes sur lesquels butent les algorithmes génétiques classiques (Lehman et Kenneth, 2008 ; Risi et al, 2009). La figure ci-dessous, extraite de l'expérience de Lehman et Kenneth (2008) donne l'intuition de ce qui se passe : en privilégiant la nouveauté, l'approche « novelty search » conserve en mémoire des individus peu performants mais dont le patrimoine génétique est utile pour les itérations suivantes. Un algorithme ne mobilisant pas l'approche « novelty search » ne garde en mémoire que les points performants et se retrouve piégé dans un optimum local :

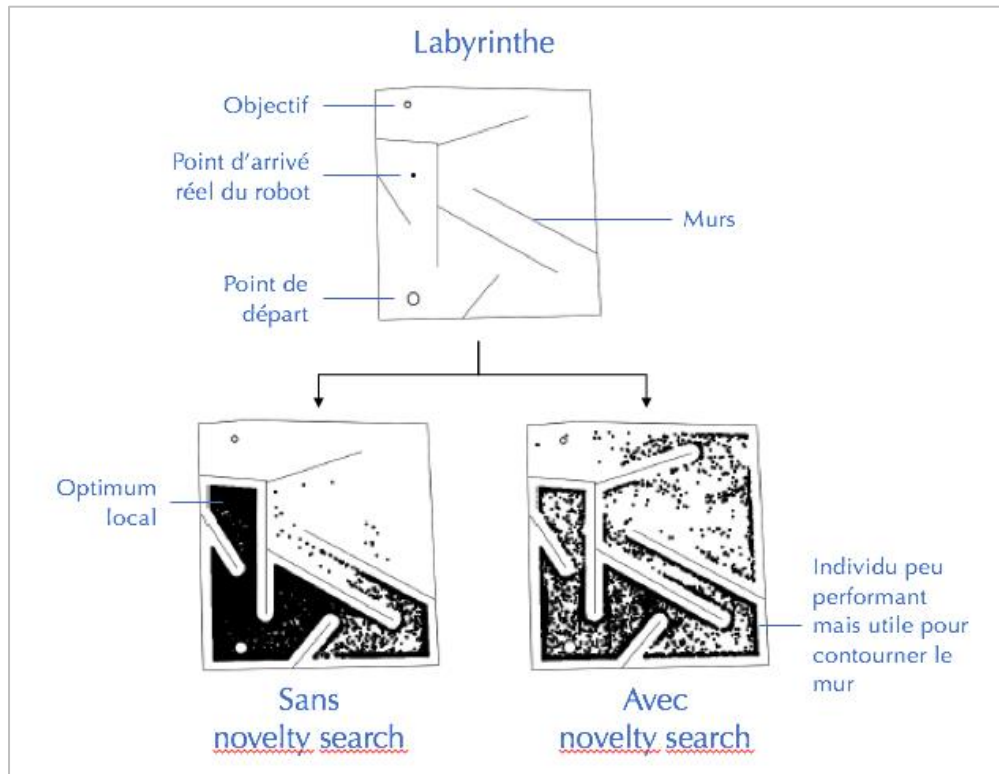


Figure 41 : Comparaison de l'approche novelty search dans le cas d'un labyrinthe complexe

Notons que Lehman et Kenneth (2008) représentent une approche extrême du novelty search car ils ne sélectionnent les individus en mémoire que sur le critère de la nouveauté. La recherche a néanmoins montré qu'une sélection basée sur un mélange entre la performance et la nouveauté – mélange d'une fonction F et G – est également possible voir plus efficace (Mouret, 2011).

Remarquons que dans un algorithme de novelty search, la nouveauté n'est pas « dirigeable » : on évalue la nouveauté par rapport à un ensemble de points déjà présents dans la mémoire. C'est sur cette dimension que va se construire la rupture de l'algorithme MAP-Elites avec le « novelty search » : nous allons en effet voir que si MAP-Elites conserve l'idée qu'il faut explorer des comportements nouveaux pour trouver des points de fonctionnement performants, l'introduction de la métrique Φ_2 permet de diriger la dimension de nouveauté sur laquelle on souhaite explorer.

2 MAP-Elites est un algorithme génétique dont la mémoire est structurée par la métrique de comportement Φ_2

L'algorithme MAP-Elites est un algorithme génétique : il fonctionne donc sur le même principe global présenté dans la section 1.1 de cette annexe. Néanmoins, en recourant à la métrique de comportement Φ_2 , l'algorithme MAP-Elites structure la mémoire de manière à conserver au cours des itérations des gènes qui permettent l'émergence de comportements nouveaux et performants.

2.1 Phase amont de l'algorithme : caractériser la performance selon une métrique Φ_1 et la nouveauté selon une métrique Φ_2

En amont de l'algorithme, deux choix critiques sont réalisés concernant les deux comportements du robot qui seront évalués.

On définit le comportement objectif du robot : $\varphi_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_n)$. C'est au travers de cette fonction que l'algorithme évaluera la performance d'une séquence de commande (x_1, \dots, x_n) .

On définit également un deuxième comportement à évaluer : $\varphi_2 = \Phi_2(x_1, \dots, x_n)$. Cette fonction servira à s'assurer de la diversité des gènes en mémoire.

A partir de la fonction Φ_2 , on structure la mémoire de l'algorithme : on discrétise l'espace $Im(\Phi_2)$ pour former des secteurs dans la mémoire. La figure ci-dessous représente cette étape dans le problème de l'hexapode :

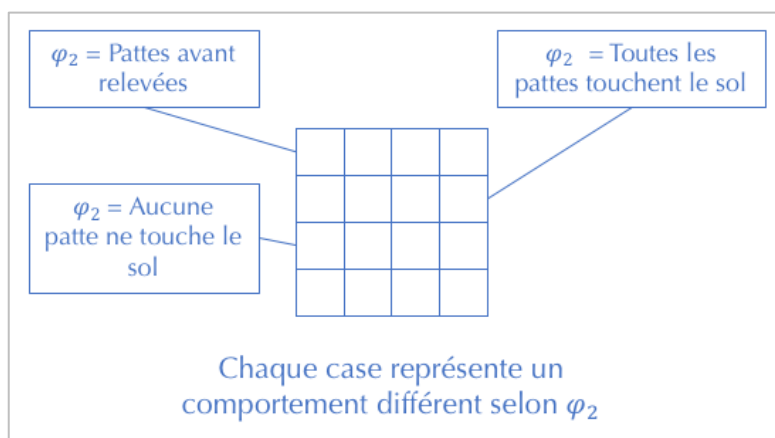


Figure 42: Illustration de la carte des élites en 2 dimensions et avec 16 comportements possibles, trois comportements sont donnés à titre d'exemple

Chaque case de la mémoire correspond à un comportement particulier selon la métrique Φ_2 . A partir de cette mémoire structurée, MAP-Elites mobilise alors la logique classique des algorithmes génétiques.

2.2 Déroulé de l'algorithme MAP-Elites

2.2.1 Génération de la carte des élites

La première étape de l'algorithme MAP-Elites est de construire une carte des élites, cette construction se réalise à partir de la structuration de la mémoire présentée précédemment en suivant les étapes d'un algorithme génétique classique.

(o) Initialisation : on génère au hasard une population de séquences de commandes (x_1, \dots, x_n) . (i) Evaluation : la modélisation du robot permet de calculer pour chaque séquence de commandes la valeur de φ_1 et la valeur de φ_2 . (ii) Mise à jour de la mémoire : chaque séquence de commande est comparée à celles présentes dans la carte. La séquence de commande est gardée en mémoire dans la carte si, pour le comportement φ_2 qu'elle présente, elle est plus performante que la séquence de commande en mémoire. Dans le cas contraire, elle est oubliée. (iii) Croisement : une nouvelle population de séquences de commandes est générée en croisant les séquences de commandes retenues dans la carte. L'algorithme répète alors la séquence (i) ; (ii) et (iii) comme l'illustre la figure ci-dessous :

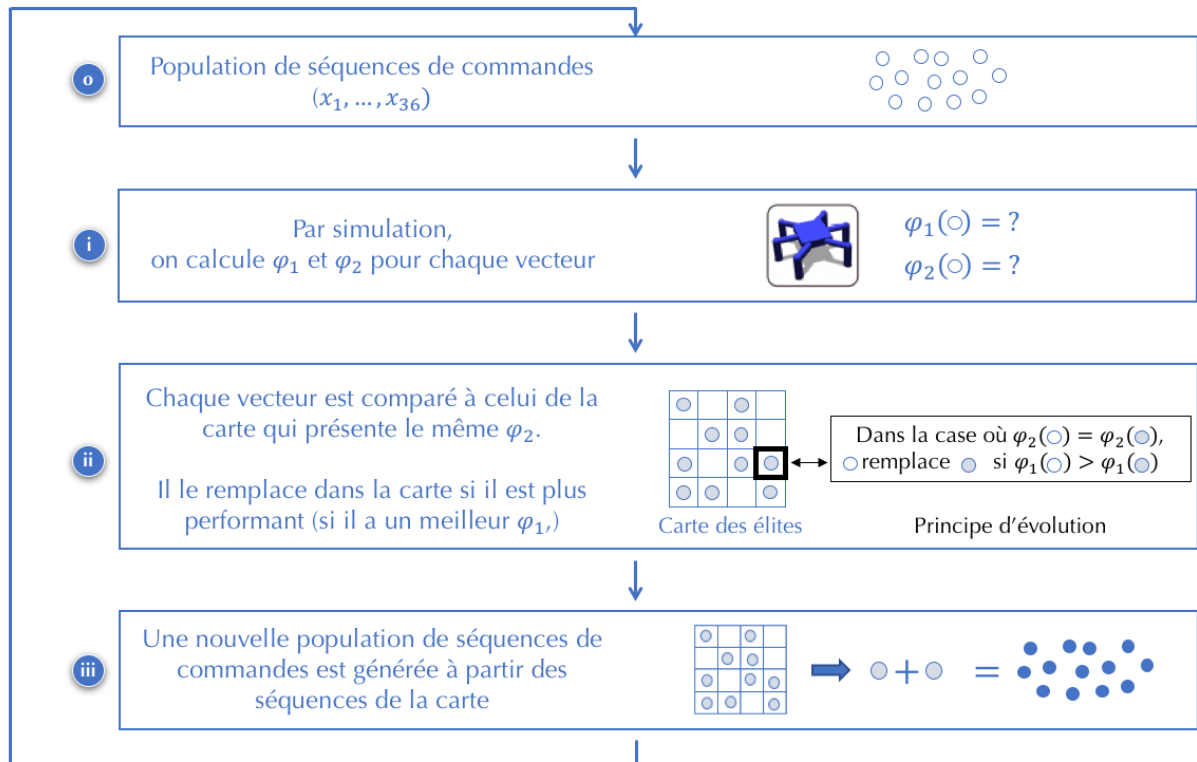


Figure 43 : Algorithme de génération de la carte des élites
(o) Initialisation ; (i) Evaluation ; (ii) Mise à jour de la carte ; (iii) Croisement

A chaque itération de l'algorithme, la mémoire évolue. Pour une valeur donnée de φ_2 , trois cas se présentent : soit l'algorithme trouve une élite qui réalise φ_2 alors qu'il n'y en avait pas avant ; soit l'algorithme trouve une élite qui réalise φ_2 avec une meilleure performance en φ_1 ; soit l'élite associée à φ_2 n'est pas modifiée. La carte des élites suit donc l'évolution présentée dans la figure ci-dessous :

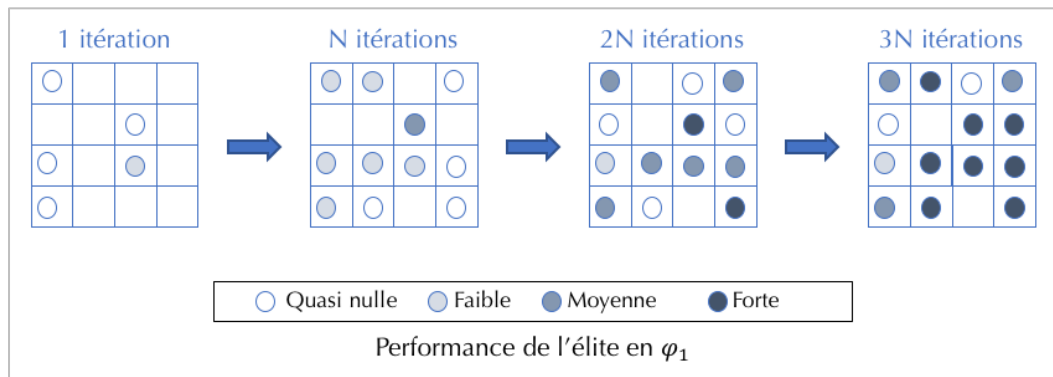


Figure 44: Evolution de la carte des élites au cours des itérations.

Comme dans les algorithmes de « novelty search », MAP-Elites évalue la diversité des individus sur la base de leur comportement φ_2 et non sur la base de leurs gènes (x_1, \dots, x_n) . On peut néanmoins remarquer que MAP-Elites aborde la diversité de manière systématique : l’algorithme cherche à remplir l’ensemble des cases de la carte des élites. Dans « novelty search », la nouveauté est évaluée par comparaison avec les individus en mémoire : l’originalité est toujours relative aux individus tirés précédemment. On peut donc s’attendre à des biais d’exploration de la nouveauté plus important dans le « novelty search » que dans MAP-Elites, ce que les résultats empiriques confirment (Mouret et Clune, 2015).

2.2.2 Parcours de la carte des élites

La deuxième étape de l’algorithme consiste à parcourir la carte des élites. Une fois la carte des élites établie, chaque élite a une performance attendue associée à un degré d’incertitude car la performance est obtenue par simulation. Lorsque le robot tombe en panne, il teste progressivement différents points et met à jour à la fois la carte de performance et la carte des incertitudes comme le montre la figure ci-dessous :

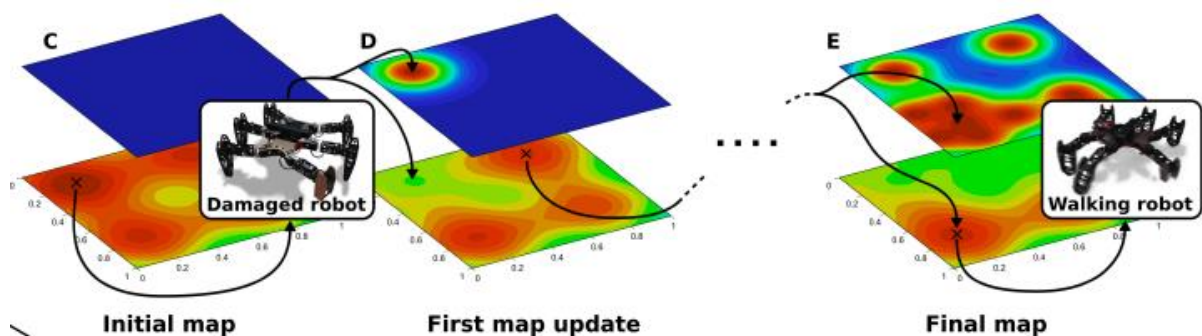


Figure 45 : Parcours de la carte des élites par le robot. Cette figure est issue de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015)

Dans la figure ci-dessus, la carte de la performance (la carte des élites) est représentée par le plan inférieur et la certitude associée par le plan supérieur.

Premier essai du robot (étape C) : Le robot vient de tomber en panne. Tous les comportements ayant la même incertitude (le plan supérieur est uni), le robot implémente la séquence de commandes

présentant la meilleure performance (point le plus rouge du plan inférieur. La performance de cette séquence de commandes se révèle très faible.

Deuxième essai du robot (étape D) : Le robot met à jour ses cartes, il est maintenant sûr que le point testé précédemment est peu performant. Il modifie donc sa carte de certitude (cercles concentriques allant du rouge au vert dans le plan supérieur) et déduit que les points proches dans la carte du point testé sont également peu performants (tout le voisinage du point testé dans le plan inférieur est devenu vert). Il teste alors un autre point, éloigné dans la carte dont il attend une bonne performance.

Nème essais pour le robot (étape E) : le robot a mis régulièrement à jour sa carte des certitudes et des performances. On remarque que le robot a beaucoup testé aux alentours du point maximal : quand le robot endommagé trouve une performance correcte, cela donne de l'intérêt à la zone.

3 Synthèse – le rôle critique de la métrique Φ_2 dans l'algorithme MAP-Elites

La métrique Φ_2 est donc l'élément qui permet à MAP-Elites de présenter une meilleure performance par rapport aux algorithmes de « novelty search ». En détaillant une généalogie des algorithmes génétiques, nous avons pu expliquer cette meilleure performance : Φ_2 permet de maintenir une diversité des solutions en mémoires dans l'algorithme. Cela nous indique donc que Φ_2 est un des éléments critiques de MAP-Elites.

Plus particulièrement, cela nous indique que la définition de Φ_2 est une action qui influe sur l'interaction du robot en panne avec son environnement, c'est donc une action de conception de milieu.

Annexe V – Critères de qualité d’une métrique Φ_2

Dans le chapitre V, nous présentons de manière littéraire des critères de qualité d’une métrique Φ_2 dans un algorithme MAP-Elites.

Dans cette annexe, nous proposons une formalisation de ces critères de qualité. Nous supposons le lecteur familier du problème de l’hexapode, de nos notations (cf annexe III) et du fonctionnement de MAP-Elites (cf annexe IV)

Nous présentons donc ici trois critères pour évaluer la qualité d’une métrique Φ_2 - les critères de sensibilité, d’indépendance et de correspondance – ce que nous envisageons comme un premier pas vers une conception plus systématique de métriques de type Φ_2 ⁵⁸.

4 Critère de sensibilité : Φ_2 doit pousser à une exploration large de l’ensemble des séquences de commandes

L’un des points critiques de l’algorithme est de réussir à identifier un maximum de types de marche à partir du robot sans panne. La nage nous aide à comprendre ce point : plus l’on maîtrise de types de nage et plus on est à même de s’adapter à des situations variées. Dans l’algorithme, c’est la métrique Φ_2 qui a pour rôle d’assurer la variété des élites. Voyons si nous pouvons traduire ce rôle en critère de qualité d’une telle métrique.

Notons que dès que l’on définit une métrique Φ_2 , on définit du même coup le nombre de types de marche que l’on peut repérer. Prenons par exemple $\Phi_2 = \textit{orientation selon l'axe } z$. On pourrait alors distinguer deux comportements : (i) le robot avance de front ($\varphi_2 \in [-90^\circ; +90^\circ]$) et (ii) le robot avance de dos $\varphi_2 \in [+90^\circ; -90^\circ]$. Mais on pourrait aussi avec la même fonction Φ_2 augmenter indéfiniment le nombre de comportements : chaque mesure d’angle pouvant potentiellement être un comportement, nous en disposons d’une infinité. La question que l’on se pose n’est donc pas de savoir si on peut augmenter le nombre de types de marche – c’est toujours possible – mais quelle est la distinction entre comportements qui est la plus utile à l’algorithme.

Commençons par un exemple repoussoir. Supposons pour le problème de l’hexapode que $\Phi_2 = \textit{consommation énergétique des pattes avant}$. Une telle métrique permet bien de distinguer de nombreuses séquences de commandes : celles qui ne mobilisent pas les pattes avant, celles qui les mobilisent un peu, celles qui les mobilisent beaucoup... Néanmoins, la carte que l’on obtiendra avec cette métrique sera probablement peu variée. En effet, les élites de la carte différeront selon le degré de sollicitation des pattes avant mais la diversité des comportements sur les autres pattes n’est pas assurée. Par exemple, la carte pourrait n’être composée que d’élites qui mobilisent beaucoup les

⁵⁸ Nous avons eu l’opportunité d’échanger avec Jean-Baptiste Mouret sur ces trois critères. Nous le remercions vivement pour cet échange et indiquons, en note de bas de page ses commentaires concernant les critères proposés.

pattes arrières. Auquel cas, tous les comportements avec une faible mobilisation des pattes arrières ne seraient pas disponibles pour un robot en panne. Dans un tel exemple, la génération de comportements variés sur les pattes arrière et sur les pattes centrales est laissée au hasard de l'algorithme. En ayant choisi une métrique Φ_2 indépendante des paramètres d'action liés aux pattes arrière et centrale, on n'assure pas la diversité des comportements sur ces paramètres.

Généralisons cet exemple : supposons qu'une métrique Φ_2 soit indépendante d'un paramètre d'action x_i , c'est-à-dire que $\partial\Phi_2/\partial x_i = 0$ en tout point, alors l'algorithme ne contrôle plus la variété de comportement rendus possible par le paramètre x_i . Autrement dit, la métrique Φ_2 est l'instrument d'observation qui permet à l'algorithme de repérer dans des comportements originaux dans l'espace \mathcal{X} des séquences de commandes. Si Φ_2 est insensible à un paramètre d'action x_i , l'algorithme ne repère pas dans l'espace \mathcal{X} la variété de comportement produite par les variations du paramètre x_i . Autrement dit, nous cherchons des métriques qui soient sensibles à l'ensemble des paramètres d'action, d'où le premier critère de qualité d'un Φ_2 :

Critère de sensibilité⁵⁹ :

La qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande que le nombre de paramètres d'action auquel la métrique est sensible est grand. Formellement, plus l'ensemble E est grand et plus la qualité de la métrique Φ_2 est grande.

$$E = \left\{ X_i \subset \mathcal{X} \text{ tels que } \exists (x_1, \dots, x_{36}) \text{ tel que } \frac{\partial\Phi_2}{\partial X_i}(x_1, \dots, x_{36}) \neq 0 \right\}$$

Être sensible à tous les paramètres d'action, c'est pour une métrique Φ_2 être capable de rendre compte de l'ensemble des variations des paramètres d'action. Dans l'encadré ci-dessous nous prenons l'exemple de certaines métriques utilisées comme des Φ_2 dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) et montrons qu'elles vérifient bien le critère de sensibilité.

Encadré 7 – Le critère de sensibilité sur les métriques Φ_2 du problème de l'hexapode

Dans leur article Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) utilisent douze métriques Φ_2 différentes : le pourcentage de temps de pose des pattes au sol ; l'orientation selon l'axe z ; le déplacement selon l'axe y ; la consommation totale d'énergie ; la consommation relative d'énergie ; la déviation, la force totale de réaction du sol ; la force relative de réaction du sol ; les trois angles que forment l'extrémité des pattes avec le sol et enfin la métrique hasard.

⁵⁹ Le critère de sensibilité a donné lieu à un nombre important de remarques de la part de Jean-Baptiste Mouret. Il met en garde contre l'idée que l'objectif serait de maximiser la sensibilité de Φ_2 : en effet les structures d'un problème peuvent être telles que certaines zones de l'espace X_i apportent des solutions inutiles. On n'observe donc pas en pratique une nécessité de maximiser la sensibilité de la métrique. Néanmoins, il partage l'idée qu'aucun paramètre de l'espace X_i ne doit être exclu d'office par la métrique (c'est à dire que la métrique n'y soit pas sensible), ce qui est proposé par ce critère. Les échanges avec Jean-Baptiste Mouret indiquent donc probablement que ce critère peut être amélioré, notamment avec l'idée d'une sensibilité qui serait « guidée ». La notion de membrane de l'inconnu que nous proposons à la fin de cette partie ira également dans ce sens.

Toutes ces métriques vérifient le critère de sensibilité que nous venons d'énoncer même s'il serait un peu fastidieux de le prouver dans chaque cas. Nous allons donc seulement donner les éléments de démonstration pour trois de ces métriques.

Vérifier le critère de sensibilité pour une métrique Φ_2 , c'est se doter d'un vecteur $(x_1, \dots, x_i, \dots, x_{36})$ de paramètres d'action et vérifier que toute perturbation ∂x_i est visible au travers de Φ_2 , c'est-à-dire que $\partial \Phi_2 / \partial x_i \neq 0$. Donc, on se demandera si toute variation minimale dans la séquence de commandes est bien visible au travers de chaque métrique.

$\Phi_2 =$ Pourcentage de temps de pose des pattes au sol : Cette métrique calcule le temps de pose moyen de chaque patte au sol. A une séquence de commande (x_1, \dots, x_{36}) et un environnement e , elle associe un vecteur de dimension six $(\varphi_{21}, \varphi_{22}, \varphi_{23}, \varphi_{24}, \varphi_{25}, \varphi_{26})$ dans lequel φ_{2i} est le pourcentage de temps de pause de la patte i au sol.

Toute perturbation d'une séquence de commande a une influence sur au moins une patte i donc toute perturbation d'une séquence de commande a une influence sur la valeur de φ_{2i} et donc sur $(\varphi_{21}, \varphi_{22}, \varphi_{23}, \varphi_{24}, \varphi_{25}, \varphi_{26})$. La métrique vérifie donc le critère de sensibilité.

$\Phi_2 =$ Consommation totale d'énergie : Cette métrique calcule l'énergie totale consommée par toutes les pattes au cours du mouvement. A une séquence de commande (x_1, \dots, x_{36}) et un environnement e , elle associe un vecteur de dimension six $(\varphi_{21}, \varphi_{22}, \varphi_{23}, \varphi_{24}, \varphi_{25}, \varphi_{26})$ dans lequel φ_{2i} est l'énergie consommée par la patte i au cours du mouvement.

En prenant la même démonstration que ci-dessus, on en déduit que la métrique vérifie le critère de sensibilité

$\Phi_2 =$ Déviation : Cette métrique capture la déviation selon l'axe x, y et z entre le point d'arrivée réel du robot et le point d'arrivée fictif que le robot aurait atteint s'il avait marché à la même vitesse en ligne droite. A une séquence de commande (x_1, \dots, x_{36}) et un environnement e , elle associe un vecteur de dimension trois $(\varphi_{21}, \varphi_{22}, \varphi_{23})$ dans lequel φ_{2i} est un écart.

Montrer que cette métrique vérifie le critère de sensibilité, c'est montrer qu'une perturbation sur une séquence de commande perturbe bien la marche du robot et en particulier son point d'arrivée ce qui est évident.

5 Critère d'indépendance : pour toute valeur de φ_2 , il doit être possible d'améliorer la performance selon Φ_1

Dans la première étape de l'algorithme, l'objectif est de générer des élites. Autrement dit, une fois que l'on s'est doté d'une métrique Φ_2 , l'algorithme recherche, pour chaque $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ une séquence de commandes (x_1, \dots, x_{36}) telle que la valeur $\varphi_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0)$ soit la plus élevée possible avec la contrainte $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$. Sans entrer dans le détail technique qui permet à MAP-Elites d'effectuer cette optimisation, on peut souligner qu'elle n'est possible que si, sous la

contrainte $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$, il est encore possible d'optimiser $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0)$. Ce constat nous permet de formuler un deuxième critère, que nous nommons critère d'indépendance :

Critère d'indépendance⁶⁰ :

La qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande que Φ_1 peut-être optimisée pour un grand nombre de valeurs $\varphi_2 \in Im(\Phi_2)$.

Φ_1 peut-être optimisée pour une valeur φ_2 si étant donné un point (x_1, \dots, x_{36}) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$, il existe un point (x'_1, \dots, x'_{36}) tel que $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0) < \Phi_1(x'_1, \dots, x'_{36}, e_0)$ et que $\Phi_2(x'_1, \dots, x'_{36}, e_0) = \varphi_2$.

A priori, ce critère n'est pas très contraignant : la quasi-totalité des métriques de comportement Φ_2 que l'on imagine spontanément sur le robot vérifient ce critère. Par exemple, si $\Phi_2 =$ *consommation totale d'énergie* on imagine assez facilement qu'il existe des séquences de commandes à basse énergie - $\varphi_2 =$ *faible consommation* - très performantes et d'autres qui le sont moins. De la même manière, on pourrait montrer que toutes les métriques utilisées par Cully, Clune Tarapore et Mouret (2015) vérifient ce critère.

Il existe néanmoins un ensemble de métriques de comportement qui ne vérifie pas le critère d'indépendance : les fonctionnelles de Φ_1 , c'est à dire les métriques de la forme $f(\Phi_1)$ avec f une fonction. En effet, vérifier le critère d'indépendance avec $\Phi_2 = f(\Phi_1)$, c'est fixer une φ_1 et se demander si l'on peut l'optimiser ce qui est impossible. Ce critère désigne donc la nature de l'indépendance souhaitée entre la métrique Φ_1 et la métrique Φ_2 - aucune relation fonctionnelle – et nous le nommons donc le critère d'indépendance. Remarquons que ce critère est complémentaire du second : les fonctionnelles de Φ_1 vérifient le critère de sensibilité.

Pour illustrer l'importance de ce critère, prenons un exemple dans lequel Φ_2 serait égal à Φ_1 et dans lequel la carte ne contiendrait que trois élites. On obtiendrait les élites suivantes : la meilleure séquence de commandes de l'ensemble des séquences de commandes de faible performance, la meilleure séquence de commandes de l'ensemble des séquences de commandes de performance moyenne et la meilleure séquence de commandes de l'ensemble des séquences de commandes très performantes. Autrement dit, il n'existe aucun contrôle sur la variété des élites de la carte.

⁶⁰ Pour Jean-Baptiste Mouret, il est empiriquement clair qu'il existe un lien entre la performance de l'algorithme et la colinéarité des vecteurs Φ_1 et Φ_2 . Il indique par exemple que si l'on prend $\Phi_1 = \Phi_2$ alors l'algorithme converge mais plus lentement. Il préconise ainsi de rechercher des métriques orthogonales.

6 Critère de correspondance : augmenter la probabilité d'existence d'une élite pertinente pour une panne donnée dans la carte des élites

Le critère de sensibilité et le critère d'indépendance renvoient au rôle que joue Φ_2 dans la première étape de l'algorithme. Nous proposons dans cette section un dernier critère de qualité de la métrique qui renvoie à l'étape 2 de l'algorithme.

Lors de cette étape, l'algorithme parcourt la carte des élites jusqu'à en trouver une dont la performance est acceptable malgré la panne qui affecte le robot. Pour que cette étape réussisse, il faut et il suffit qu'il existe dans la carte des élites au moins une élite présentant une performance acceptable malgré la panne. A première vue, cette condition ne dépend que du critère de sensibilité : plus les élites de la carte sont variées et plus la probabilité d'existence d'une élite performante malgré la panne est forte. Il existe néanmoins une autre voie permettant de favoriser l'existence d'une telle élite comme nous le montre l'exemple suivant.

Supposons que l'on sache que la panne p du robot soit la perte de la patte i . On connaît la nature de la panne – la perte d'une patte – mais la panne exacte reste inconnue – on ne connaît pas la valeur de i . Montrons pourquoi $\Phi_2 = \%$ de temps de pose des pattes au sol est une métrique particulièrement intéressante dans ce cas précis. Nous faisons l'hypothèse - réaliste - que toute séquence de commandes dans laquelle le robot ne pose pas sa patte i au sol présente la même performance que le robot soit ou non en panne. Autrement dit, si (x_1, \dots, x_{36}) est telle que $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2 = \text{la patte } i \text{ n'est jamais au sol}$ alors on a $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$. Si une valeur de φ_2 présente cette propriété, c'est alors du pain béni : améliorer la performance du robot sans panne sous la contrainte φ_2 – c'est à dire améliorer $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0)$ sachant $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$ – revient très exactement à améliorer la performance du robot en panne – c'est à dire améliorer $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$. Dit autrement, si l'algorithme sait faire marcher le robot sans panne sans qu'il utilise sa patte i , alors il saura le faire marcher en cas de perte de cette patte i . On voit donc que certaines conditions entre Φ_2 et p favorisent la présence d'élites pertinentes dans la carte des élites.

Généralisons cet exemple : supposons que Φ_2 soit telle qu'il existe une valeur $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ telle que pour tout (x_1, \dots, x_{36}) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$, alors $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$. Donc, en particulier, si $(x_1^{\max}, \dots, x_{36}^{\max})$ est l'élite associée à φ_2 , on a $\Phi_1(x_1^{\max}, \dots, x_{36}^{\max}, e_0) = \Phi_1(x_1^{\max}, \dots, x_{36}^{\max}, p)$. Il existe dans la carte des élites au moins une élite dont la performance sur le robot en panne est la même que la performance du robot sans panne. La propriété que présente Φ_2 augmente les probabilités d'avoir dans la carte des élites une séquence de commandes satisfaisante. On en déduit notre troisième critère :

Critère de correspondance⁶¹ :

La qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande si, étant donné e_0 un environnement du robot sans panne et p une panne, il existe de nombreuses valeurs $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ telles que, pour tout (x_1, \dots, x_{36}) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \varphi_2$, alors $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$.

Si une métrique Φ_2 vérifie ce critère, il existe alors une correspondance entre le robot sans panne et le robot en panne - $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$ - nous nommons donc ce critère le critère de correspondance.

⁶¹ Pour Jean-Baptiste Mouret, il est très clair que le fait qu'il existe une élite de la carte qui soit performante pour le nouvel environnement est une condition nécessaire à la convergence de l'algorithme. Ceci étant posé, le critère de correspondance apparaît donc bien comme une propriété certainement restrictive mais néanmoins suffisante.

Annexe VI – Perspective de conception de milieu : résilience et algorithme MAP-Elites

Dans cette annexe, nous supposons que le lecteur est formé à MAP-Elites et familiarisé avec nos notations (lecture recommandée des annexes II, IV et V).

Nous menons dans cette annexe une discussion montrant que la perspective de conception de milieu permet de montrer que MAP-Elites est un algorithme qui peut s'interpréter comme rendant un robot résilient face à un environnement inconnu. Nous présentons quelques pistes de recherche en robotique qui nous semble aller dans ce sens.

1 MAP-Elites : un algorithme qui rend un robot résilient aux variations de son environnement

Le premier élément d'analyse permet de montrer que, au-delà de la résolution de pannes, MAP-Elites peut servir à programmer des robots résilients, c'est à dire des robots capables de s'adapter aux environnements dans lesquels ils évoluent. Le deuxième élément d'analyse permet de formuler des stratégies utiles à un expérimentateur qui utiliserait MAP-Elites dans une perspective de résilience.

1.1 Utiliser MAP-Elites pour rendre un robot résilient nécessite une conception rigoureuse des métriques de comportement Φ_2

1.1.1 Changer de perspective sur MAP-Elites : au-delà de la résolution de panne, un algorithme qui rend un robot résilient aux variations de son environnement

Dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015), MAP-Elites est présenté comme un algorithme qui permet à un robot d'adapter son comportement pour surmonter une panne. Néanmoins, le modèle paramètres d'action / paramètres d'environnement permet d'envisager un changement de perspective sur MAP-Elites. En effet, dans ce modèle, MAP-Elites s'interprète comme un algorithme qui rend un robot résilient à des variations d'environnement.

Rappelons, au travers de la figure ci-dessous, comment le modèle paramètre d'action / paramètre d'environnement rend compte du problème de l'hexapode :

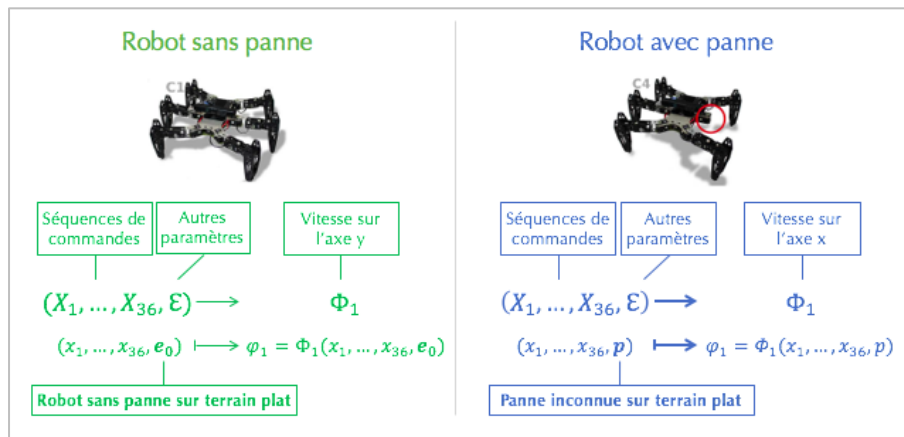


Figure 46 : Modélisation, dans une perspective de conception de milieux, du problème de l'hexapode

On rappelle la signification des notations suivantes pour le problème de l'hexapode :

- la fonction objectif est notée Φ_1 , une valeur particulière de Φ_1 est notée φ_1
- l'ensemble des paramètres d'action est noté (X_1, \dots, X_{36}) , une valeur particulière de ces paramètres – c'est à dire une séquence de commandes - est notée (x_1, \dots, x_{36}) .
- l'ensemble des paramètres d'environnement est noté \mathcal{E} et $e \in \mathcal{E}$ une valeur particulière du paramètre d'environnement⁶².
- par définition, Φ_1 ne dépend que de (x_1, \dots, x_{36}) et e , on note donc $\varphi_1 = \Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, e)$.
- Par définition, une panne p est un paramètre d'environnement ($p \in \mathcal{E}$)

MAP-Elites est présenté comme un algorithme qui permet de résoudre le problème suivant : étant donnée p une panne inconnue, trouver une séquence de commande (x_1, \dots, x_{36}) telle que la valeur $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$ soit satisfaisante. MAP-Elites est donc présenté comme un algorithme permettant de surmonter des pannes.

Remarquons que dans le modèle paramètre d'action / paramètre d'environnement, une panne p s'interprète comme un paramètre d'environnement. Décrire une panne comme un paramètre d'environnement c'est adopter une perspective particulière : on ne décrit plus la panne comme un changement sur le robot mais comme un changement dans l'environnement du robot. Formellement, néanmoins, les deux perspectives sont équivalentes : dire « le robot a subi une panne p » est équivalent à dire « le robot n'a pas subi de panne mais évolue dans un environnement dans lequel il se comporte exactement comme s'il avait subi une panne p ». Dans le cas où la source de la panne provient de l'environnement, l'équivalence des deux perspectives est évidente : dire qu'une des pattes du robot est bloquée est équivalent à dire que le robot se déplace dans un environnement dans lequel

⁶² Dans le chapitre précédent, nous avons implicitement modélisé \mathcal{E} comme un ensemble de dimension 1 (un seul paramètre d'environnement) : le robot était soit en panne (le paramètre d'environnement prenait la valeur p) soit en état de marche (le paramètre d'environnement prenait la valeur e_0). La dimension de l'ensemble des paramètres d'environnement n'ayant pas d'influence sur la démonstration que nous menons, nous continuons à faire porter la variété des configurations de l'environnement par un seul paramètre : $e \in \mathcal{E}$.

un grain de sable bloque l'articulation d'une de ses pattes. Le modèle paramètre d'action / paramètre d'environnement suggère donc de considérer une panne comme une variation particulière de l'environnement dans lequel évolue le robot.

Ce changement de perspective sur la panne entraîne un changement de perspective sur l'ensemble de l'algorithme MAP-Elites. Nous pouvons en effet considérer que MAP-Elites résout le problème suivant : étant donné un environnement inconnu p , trouver une séquence de commande (x_1, \dots, x_{36}) telle que la valeur $\Phi_1(x_1, \dots, x_{36}, p)$ soit satisfaisante. MAP-Elites peut donc s'interpréter comme un algorithme qui permet à un robot de s'adapter à certaines variations de l'environnement dans lequel il évolue !

Présenter MAP-Elites comme un algorithme qui permet à un robot de surmonter des pannes de manière autonome est donc réducteur. Le modèle paramètres d'action / paramètres d'environnement montre que MAP-Elites est un algorithme qui permet à un robot de s'adapter de manière autonome à l'environnement dans lequel il évolue. MAP-Elites peut donc être présenté comme un algorithme qui rend un robot résilient à certaines variations de son environnement⁶³.

1.1.2 L'ensemble des variations de l'environnement auquel MAP-Elites rend résilient dépend de la métrique Φ_2

Le modèle paramètres d'action / paramètres d'environnement permet de montrer que MAP-Elites rend le robot résilient à certains changements de son environnement. Néanmoins il ne fournit aucune précision sur le niveau de résilience que l'algorithme permet d'obtenir. Prenons l'exemple de la panne $p = \text{une patte avant est brisée}$. Nous savons que grâce à MAP-Elites, le robot parvient à surmonter cette panne. MAP-Elites rend donc le robot résilient à tous les environnements dans lesquels une patte avant se briserait. Par exemple parce que le robot chuterait sur cette patte, soit parce qu'une chute de pierres endommagerait la patte ou encore soit parce que le robot se ferait attaquer. Réussir à faire surmonter la panne p au robot, c'est le rendre résilient à une longue liste d'environnements. Néanmoins, il existe de très nombreux autres paramètres de l'environnement qui peuvent varier : la température, le degré d'humidité, la pression, l'état du sol, son inclinaison... Savoir s'adapter à la panne p rend-t-il le robot résilient à des variations sur ces paramètres ? Quel est le niveau de résilience d'un robot qui surmonte la panne p ? Peut-on l'améliorer ? Autrement dit, de quels leviers d'action sur MAP-Elites dispose-t-on pour rendre le robot le plus résilient possible ?

Rappelons que dans MAP-Elites, la capacité du robot à s'adapter dépend directement de la carte des élites : plus les comportements de la carte sont divers et performants et plus le robot s'adapte à des environnements variés. Modifier la carte des élites, c'est donc modifier le niveau de résilience du robot. Or, dans le chapitre précédent (chapitre VI), nous identifions un élément qui influence la carte

⁶³ C'est une perspective sur MAP-Elites que Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) adoptent déjà en partie : ils conduisent en effet une expérimentation dans laquelle ils montrent que la métrique « pourcentage de temps des pattes au sol » permet d'obtenir des résultats satisfaisants quand on incline le sol sur lequel marche le robot

des élites : Φ_2 , la métrique de comportement⁶⁴. Explorons alors les liens entre la métrique Φ_2 et le niveau de résilience du robot.

1.1.2.1 L'ensemble des pannes que le robot peut surmonter dans le problème de l'hexapode

Commençons par étudier les liens entre le choix d'une métrique Φ_2 et l'ensemble des pannes que le robot peut surmonter. Définissons l'ensemble $\mathcal{P}_{\Phi_2} \subset \mathcal{E}$ comme l'ensemble des pannes p qu'un algorithme MAP-Elites parvient à surmonter avec une métrique Φ_2 donnée. La question que nous posons est donc : comment le choix de Φ_2 influence-t-il l'espace \mathcal{P}_{Φ_2} ?

Reprenons l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) pour voir les éléments de réponse qu'il apporte à cette question. Dans leur article, les auteurs démontrent empiriquement qu'en prenant $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$, MAP-Elites parvient à surmonter les cinq pannes de la figure ci-dessous :



Figure 47: Ensemble des pannes testées ; certaines pattes du robot sont cassées (cas 2, 4 et 5), montée à l'envers (cas 3) ou remplacée par un autre dispositif (cas 6).

En prenant $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$, MAP-Elites parvient à faire marcher un robot dont les pattes sont cassées (C2, C4 et C5), dont une patte est montée à l'envers (C3) ou dont une patte est remplacée par un autre dispositif (C6). Remarquons que la Φ_2 porte sur le comportement des pattes et que toutes les pannes sont des altérations des pattes.

Les auteurs montrent par simulation, qu'outre la métrique (o) le pourcentage de temps de pose des pattes au sol, onze autres métriques Φ_2 permettent de surmonter ces cinq pannes : (i) l'orientation selon l'axe z ; (ii) le déplacement selon l'axe y ; (iii) la consommation totale d'énergie ; (iv) la consommation relative d'énergie ; (v) la déviation, (vi) la force totale de réaction du sol ; (vii) la force relative de réaction du sol ; (viii, ix et x) les trois angles que forment l'extrémité des pattes avec le sol et (xi) la métrique hasard (tirage au hasard dans les métrique précédentes). Nous renvoyons au papier de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) pour le détail de ces métriques. Les auteurs montrent donc que l'ensemble des douze métriques précédentes permettent de résoudre C2, C3, C4 et C5.

Face à de tels résultats, la tentation de généraliser est grande : une lecture rapide de l'article conduit à conclure que toute métrique de comportement permet au robot de s'adapter à toutes les pannes c'est à dire, pour tout couple de métriques $(\Phi_2; \Phi'_2)$ alors $\mathcal{P}_{\Phi_2} = \mathcal{P}_{\Phi'_2} = \mathcal{E}$. Néanmoins, une analyse fine des résultats des auteurs tempère cette envie de généralisation. Les simulations des

⁶⁴ Nous avons aussi identifié que l'environnement de référence e_0 influence la génération de la carte des élites. Comme l'analyse que nous avons faite de MAP-Elites dans cette thèse ne porte pas sur e_0 , nous n'avons pas d'éléments sur le lien entre e_0 et le niveau de résilience du robot.

auteurs montrent en effet que, pour certaines conditions expérimentales proches des conditions réelles, la performance moyenne du robot ayant utilisé la métrique (o) est meilleure que l'ensemble des autres métriques. En particulier, la performance moyenne de la métrique (i) est significativement moins bonne que la métrique (o). Le passage à la limite de ce résultat suggère qu'il existe des pannes p' que la métrique (o) parvient à résoudre alors que la métrique (i) n'y parvient pas. Autrement dit, les résultats des auteurs suggèrent que chaque métrique ne permet de résoudre qu'un ensemble de pannes spécifique – pour tout Φ_2 , $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{E}$ - qui diffère d'une métrique à l'autre - si $\Phi_2 \neq \Phi'_2$ alors $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{P}_{\Phi'_2}$.

1.1.2.2 Une panne p' que MAP-Elites ne peut pas résoudre

Prenons un exemple pour démontrer ce que les résultats des auteurs suggèrent. Montrons qu'il existe une panne p' que la métrique $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$ ne sait pas résoudre et proposons une métrique Φ'_2 plus adaptée à p' . Supposons qu'il existe une panne p' suivante : le contrôleur envoie de manière aléatoire la séquence de commandes destinée à la patte i à la patte j . Toute les pattes reçoivent donc une séquence de commandes mais pas forcément celle qui leur était destinée. La variété de comportements que génère la métrique $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$ permet-elle de surmonter la panne p' ? N'ayant conduit aucune expérience, nous ne pouvons apporter une réponse définitive à cette question mais nous nous attendons qu'une telle métrique Φ_2 ne permette pas de surmonter p' ⁶⁵. En effet, pour que MAP-Elites surmonte p' il faut qu'il existe une élite dans la carte telle que la distribution aléatoire des séquences de commandes selon les pattes ne modifie pas significativement sa performance. Si l'on exclue le hasard (il est toujours possible que par hasard, une élite compliquée ait comme propriété d'être insensible à une distribution aléatoire des séquences de commandes selon les pattes), une telle élite est une élite dans laquelle les séquences de commandes sont identiques d'une patte à l'autre. Or, il n'est pas certain qu'une telle élite soit présente dans la carte. En effet, la diversité des comportements générée par Φ_2 concerne le temps de pose des pattes au sol : on a donc des élites dans lesquelles les pattes avant ne sont pas posées au sol, des élites pour lesquelles les pattes touchent le sol régulièrement et des élites pour lesquelles aucune patte ne touche le sol. Bien que l'on ait aussi des élites pour lesquelles les pattes touchent le sol dans les mêmes proportions, cela ne signifie pas que les séquences de commandes soient similaires sur toutes les pattes. L'existence d'une élite robuste à p' n'est donc pas assurée par l'algorithme. Nous anticipons que pour $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$, MAP-Elites aura du mal à surmonter la panne p' , c'est à dire que $p' \notin \mathcal{P}_{\Phi_2}$ et donc que $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{E}$.

On peut néanmoins trouver une métrique Φ'_2 permettant de surmonter p' . Par exemple, si Φ'_2 mesure l'écart moyen de comportement d'une patte par rapport à la moyenne de l'ensemble des

⁶⁵ Bien que n'ayant pas pu faire l'expérience, nous avons soumis à Jean-Baptiste Mouret, un des inventeurs de MAP-Elites, cet exemple. Il partage nos conclusions sur le fond : la panne p' proposé est en mesure de diminuer les performances de l'algorithme. De manière générale, Jean-Baptiste Mouret partage avec nous l'idée que si l'on se dote d'une métrique Φ_2 , il est possible d'imaginer des pannes qui vont détériorer la performance de l'algorithme.

pattes, alors, on aura une élite de la carte pour laquelle toutes les pattes se comportent de la même façon : la carte permettra de résoudre p' . Donc $p' \in \mathcal{P}_{\Phi'_2}$ pour $\Phi'_2 =$ *écart angulaire de chaque patte*. Nous en concluons que si $\Phi_2 \neq \Phi'_2$ alors $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{P}_{\Phi'_2}$ ⁶⁶.

1.1.2.3 La métrique Φ_2 influence les environnements auxquels MAP-Elites rend le robot résilient

Nous venons de montrer que l'ensemble des pannes que MAP-Elites permet de surmonter dépend de la métrique Φ_2 utilisée par l'algorithme. Considérons maintenant MAP-Elites comme un algorithme qui rend un robot résilient aux changements de son environnement. On peut alors généraliser le résultat précédent et montrer que l'ensemble des environnements auxquels MAP-Elites rend résilient dépend de la métrique Φ_2 utilisée par l'algorithme.

Par exemple, supposons que le robot se trouve sur un sol gelé. Nous pouvons nous demander si, parmi les douze métriques qu'utilisent Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015), certaines sont plus susceptibles que d'autres de rendre le robot résilient à ce nouvel environnement. Autrement dit, une métrique Φ_2 donnée génère-t-elle une élite qui permettra d'avancer sur un sol gelé ?

Avancer sur un sol gelé, c'est réussir à transmettre des efforts au sol sans dérapage : pour cela, le robot doit réussir à maintenir les efforts qu'il transmet au sol dans un petit cône de frottement. On anticipe donc que des métriques comme (vi) la force totale de réaction du sol ; (vii) la force relative de réaction du sol sont des métriques qui vont générer des élites utiles pour avancer sur un sol gelé. Grâce à ces deux métriques il y aura, dans la carte des élites, une élite pour laquelle la force de réaction du sol pour chaque patte sera faible, réduisant le risque de dérapage. Grâce à des arguments relevant de la physique du solide, on peut soutenir que ces deux métriques génèrent des séquences de commandes pertinentes pour marcher sur un sol gelé. A l'opposé, si l'on examine la métrique (i) l'orientation selon l'axe z, on peut légitimement se demander si elle est pertinente pour un sol gelé. On voit en effet mal pourquoi savoir faire avancer un robot de face, de biais ou de dos aide pour le faire avancer sur un sol gelé.

Soulignons que le critère « la métrique Φ_2 génère au moins une élite adaptée au nouvel environnement » est un critère assez faible pour évaluer la pertinence d'une métrique. Dans l'exemple du sol gelé, nous pouvons affiner l'analyse et nous demander si certaines métriques ne sont pas susceptibles de générer de nombreuses élites pertinentes. Il nous semble que les métriques (vi, vii) mais également les métriques (viii, ix et x) qui portent sur les angles que les pattes forment avec le sol peuvent générer des élites originales et pertinentes. On peut légitimement penser qu'avec le bon jeu d'angle – métriques (viii, ix et x) le robot pourrait glisser sur la glace en se servant des pattes avant comme un stabilisateur et des pattes arrière pour se propulser par des petits sauts orientés vers le haut (pour ne pas glisser) ou alors qu'en alternant sa répartition de poids d'abord à gauche puis à droite – métrique (vi et vii) - le robot pourrait avancer sur la glace comme un patineur. Ainsi, nous

⁶⁶ Nous avons également soumis cet exemple à Jean-Baptiste Mouret, il partage l'idée que Φ'_2 est théoriquement mieux adapté à p' que ne l'est Φ_2 . Néanmoins, il conseille également de tester empiriquement cette affirmation, MAP-Elites pouvant toujours trouver une solution surprenante.

illustrons que l'originalité des comportements qu'une métrique génère peut être « bien orientée » en fonction de l'environnement par rapport auquel le robot doit devenir résilient.

Le recours à des exemples suggère donc que, étant donné une modification de l'environnement, certaines métriques Φ_2 permettent au robot de s'adapter alors que d'autres non. Si nous élargissons la définition de \mathcal{P}_{Φ_2} en le définissant comme l'ensemble des environnements auxquels l'algorithme MAP-Elites rend le robot résilient s'il utilise la métrique Φ_2 , nos exemples généralisent le résultat précédent et montrent que si $\Phi_2 \neq \Phi'_2$ alors $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{P}_{\Phi'_2}$.

1.1.3 Conclusion : concevoir rigoureusement les métriques de comportement Φ_2 pour utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience

Nous venons de montrer que le niveau de résilience obtenu par MAP-Elites dépend de la métrique Φ_2 utilisée. Pour utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience, il est donc critique de disposer d'une stratégie pour construire la métrique Φ_2 que l'algorithme va utiliser.

1.2 Stratégies de génération de métriques Φ_2

Pour utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience, nous devons renforcer la rigueur avec laquelle les métriques Φ_2 sont conçues par les expérimentateurs roboticiens. Afin d'apporter une contribution pertinente à ce champ de recherche, analysons dans un premier temps l'état de l'art sur les enjeux que la conception de métriques Φ_2 pose.

1.2.1 Revue de littérature : un besoin de méthodes de conception de métriques Φ_2

MAP-Elites étant un algorithme relativement récent (Mouret et Doncieux, 2015), il n'existe pas, à notre connaissance, de papier de recherche qui adresse spécifiquement la question du lien entre la conception de métriques Φ_2 et la performance de l'algorithme⁶⁷. Néanmoins, MAP-Elites n'est pas le seul algorithme à utiliser des métriques de type Φ_2 , c'est à dire des métriques dont la fonction est de générer un ensemble de solutions variées. La littérature en robotique a en effet classé MAP-Elites dans l'ensemble des algorithmes dit de « diversité qualitative⁶⁸ » (Pugh et al 2015) : contrairement à une approche d'optimisation qui ne chercherait qu'un optimum unique, un algorithme de diversité qualitative cherche un ensemble de solutions variées et performantes. Pour s'assurer de la variété de leurs solutions, les algorithmes de « diversité qualitative » utilisent des « métriques de comportement » (voir encadré 8) autrement dit des métriques qui jouent le rôle que joue Φ_2 pour MAP-Elites. Nous allons donc conduire une revue de littérature sur les algorithmes de diversité qualitative en abordant la question suivante : quels sont les enjeux que la conception de métriques de comportement posent ?

Encadré 8 – Algorithmes génétiques, mesures de la variété et métriques de comportement

⁶⁷ Lors de notre échange avec Jean-Baptiste Mouret, il nous a précisé que le papier (Bossens et al, 2020) explore en partie cette question. Nous n'avons pas eu le temps d'analyser ce papier pour la rédaction du manuscrit. Nous conduirons cette analyse lors de la soutenance.

⁶⁸ Notre traduction de « quality diversity » algorithms

Comment s'assurer qu'un algorithme génétique explore des solutions variées dans un espace de recherche donné ? Dans la littérature, il existe deux grandes voies conceptuelles pour répondre à cette question (Silva et al, 2016). Pour les présenter simplement, supposons que l'espace de recherche soit un ensemble de vecteurs de la forme (x_1, \dots, x_n) .

La première voie consiste à assurer la variété des solutions explorées au niveau des vecteurs (x_1, \dots, x_n) : on peut par exemple s'assurer que l'algorithme, au cours de son exploration de l'espace de recherche, fait bien varier pour tout i la valeur de x_i . Par analogie avec la biologie, on parle alors d'une diversité établie dans l'espace des génotypes.

La deuxième voie consiste à définir une fonction $f(x_1, \dots, x_n)$, nommée métrique de comportement, et à assurer la diversité au niveau de $Im(f)$ (Mouret et Doncieux, 2012). On peut par exemple inciter l'algorithme à explorer des valeurs originales de $f(x_1, \dots, x_n)$. MAP-Elites appartient à cette deuxième voie conceptuelle avec Φ_2 pour métrique de comportement.

Soulignons que les métriques de comportement permettent de « diriger la variété » : dans la première voie conceptuelle, on cherche à s'assurer d'une exploration uniforme de l'espace de recherche, dans la deuxième, on peut focaliser l'exploration sur des comportements qui semblent adaptés au problème que l'on essaye de résoudre, d'où une « variété dirigée ».

La littérature dédiée aux algorithmes de diversité qualitative indique que la conception de métriques de comportement est comme un enjeu critique. La littérature identifie en effet la métrique de comportement comme une variable qui impacte la performance de l'algorithme ; Kistemaker et Whiteson (2011) montrent ainsi que la capacité d'un robot à sortir d'un labyrinthe est modifiée en fonction de la métrique de comportement utilisée et Pugh et al (2015) soulignent que, selon la métrique mobilisée, un algorithme génère des solutions plus ou moins variées ce qui, in fine, joue sur sa performance.

A la lecture de la littérature, la seule génération de métriques de comportement apparaît déjà comme un enjeu (Silva et al, 2016) : pour un expérimentateur, trouver des métriques de comportement – pertinentes ou non - pour un problème donné n'est pas un exercice évident. La littérature rend d'ailleurs compte de nombreux efforts pour que cette étape soit plus facile à mener par l'expérimentateur. Certains auteurs proposent ainsi d'utiliser des métriques génériques, c'est à dire des métriques suffisamment générales pour être mobilisées quel que soit le problème posé (Gomez 2009, Doncieux et Mouret 2010, Gomes et Christensen 2013). Par exemple, Doncieux et Mouret (2010) appliquent une transformée de Fourier discrète sur les signaux de l'ensemble des capteurs d'un robot et utilisent les premiers coefficients de cette transformée pour obtenir une métrique de comportement. D'après Gomes et al, (2014), les métriques génériques sont toujours définies à partir des signaux émis par les capteurs et les effecteurs d'un robot : une métrique générique peut donc être définie sans que l'expérimentateur ait besoin de connaître la structure du problème que le robot doit résoudre. Plus récemment, certains auteurs ont proposé des algorithmes d'apprentissage artificiel qui permettent au robot d'apprendre lui-même quelle est la métrique de

comportement la plus adaptée pour le problème qu'il rencontre (Meyerson, Lehman, Miikkulainen, 2016 ; Cully 2019). Dans de telles approches, le rôle de l'expérimentateur pour générer une métrique est presque nul (Cully, 2019). Nos lectures suggèrent donc que l'un des enjeux de la conception de métriques de comportement est l'étape de génération de ces métriques.

La littérature sur les algorithmes de diversité qualitative suggère qu'il est possible d'aider les expérimentateurs à concevoir des métriques de comportement en explicitant les raisons de la performance d'une métrique de comportement donnée. Ce n'est pas un problème trivial : même les meilleurs experts n'arrivent pas toujours à expliquer pourquoi une métrique se révèle plus performante qu'une autre (Kistemaker et Whiteson, 2011). La littérature note d'ailleurs que les expérimentateurs experts proposent généralement des métriques simples ce qui facilite l'analyse de leurs performances (Gomes et al, 2014). Prenons l'exemple d'une étude dont l'ambition est d'explicitement les raisons de la performance de métriques de comportement : Pugh et al (2015). Dans cette étude, les auteurs introduisent la notion « d'alignement » entre la métrique de comportement et la métrique de performance : une métrique de comportement est alignée avec une métrique de performance si les points qui présentent un comportement similaire présentent une performance similaire. Ils testent ensuite quatre métriques de comportement - certaines très alignées avec la métrique de performance d'autres non - pour quatre algorithmes de diversité qualitative. Les auteurs montrent que pour un algorithme donné, l'alignement des métriques joue sur la performance de l'algorithme. Ils montrent ainsi que MAP-Elites est plus performant s'il utilise des métriques non-alignées. Ils montrent également que la relation entre alignement des métriques et performance de l'algorithme n'est pas la même pour tous les algorithmes de diversité qualitative : l'algorithme Novelty Search, un autre algorithme de diversité qualitative, est lui plus performant quand il utilise des métriques alignées. A la suite des auteurs, on peut conclure qu'un expérimentateur cherchant des métriques de comportement MAP-Elites doit plutôt rechercher des métriques non alignées avec la métrique de performance. En explicitant les propriétés que doit présenter une métrique pour être efficace, la littérature facilite le travail de conception de métrique de comportement de l'expérimentateur.

A la lecture de la littérature, il nous semble que deux pistes se dégagent pour rendre plus robuste la conception de nouvelles métriques de comportement par un expérimentateur. Premièrement, aider l'expérimentateur à générer des métriques de comportement, c'est à dire à avoir de nouvelles idées de métriques. Deuxièmement, clarifier le lien entre les propriétés des métriques et leurs performances.

1.2.2 Générer des métriques Φ_2 à l'aide des critères de sensibilité et d'indépendance

La revue de littérature montre qu'en explicitant le lien entre les propriétés d'une métrique de comportement et sa performance, il devient plus facile pour un expérimentateur de concevoir des métriques pertinentes. Or, c'est exactement ce que font les critères de sensibilité et d'indépendance du chapitre précédent : ils explicitent un lien entre une propriété de Φ_2 et sa performance. Montrons alors comment un expérimentateur peut mobiliser ces deux critères pour générer de nouvelles métriques.

1.2.2.1 Stratégie de génération de Φ_2 à partir du critère de sensibilité : agréger les comportements de sous-systèmes comprenant l'ensemble des effecteurs d'un robot

Le critère de sensibilité indique que la qualité d'une métrique Φ_2 pour MAP-Elites est d'autant plus grande que le nombre de paramètres d'action auxquels la métrique est sensible est grand. Rappelons la logique sous-jacente à ce critère. Le but de Φ_2 est d'identifier des comportements variés : si Φ_2 est insensible à un paramètre d'action X_i - c'est à dire si $\frac{\partial \Phi_2}{\partial X_i} = 0$ - alors Φ_2 ne pourra pas rendre compte des comportements originaux que la variation du paramètre X_i apporte. Le critère de sensibilité incite donc à générer des métriques Φ_2 sensibles à l'ensemble des paramètres d'action. Avec cet objectif en tête, nous pouvons proposer à un expérimentateur souhaitant définir une métrique Φ_2 la stratégie suivante :

Stratégie de génération de métriques Φ_2 à partir du critère de sensibilité

(A) Lister les effecteurs du robot

(B) Identifier n sous-systèmes sur le robot tels que chaque effecteur appartienne à un unique sous-système

(C) Pour chaque sous-système $i \in \llbracket 1, n \rrbracket$, déterminer une fonction Φ_2^i sensible à chaque effecteur du sous-système : la valeur de la fonction Φ_2^i est modifiée par chaque changement d'état de chaque effecteur du sous-système i .

(D) Agréger les métriques des différents sous-système en posant $\Phi_2 = (\Phi_2^1, \dots, \Phi_2^n)$

La stratégie proposée est une stratégie d'agrégation : l'expérimentateur ne cherche pas directement à définir un comportement sur le robot, il agrège des métriques de comportements générées sur des sous-systèmes. Cela pourrait apparaître comme une complication du problème initial : on cherchait une métrique de comportement Φ_2 et l'on se retrouve à en chercher n (une par sous-système). Néanmoins, si lors de l'étape (i) l'expérimentateur définit, comme nous allons le faire, des sous-systèmes de nature homogène, il n'y aura qu'une seule métrique à trouver. De plus, trouver des métriques sur des sous-systèmes est plus simple que de les trouver directement sur le robot.

Appliquons cette stratégie au problème de l'hexapode. (A) L'ensemble des effecteurs du robot sont ses dix-huit moteurs. (B) On définit chaque patte du robot comme un sous-système : chaque moteur agit bien sur une et une seule patte. Donc, si l'on définit une métrique de comportement sur une patte (C) alors, en les agrégeant, on obtient une métrique pour le robot (D)

Cette stratégie permet de retrouver certaines métriques utilisées dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015). Si on définit le comportement d'une patte comme (i) son pourcentage de temps de pose au sol, (ii) l'énergie qu'elle consomme durant le mouvement (iii) l'effort qu'elle transmet au sol ou encore (iv) l'angle qu'elle forme avec le sol, en agrégeant les six pattes on retrouve des métriques que nous avons déjà évoquées : (i) le pourcentage de temps de pose des pattes au sol ; (ii) la consommation d'énergie (totale ou relative) ; (iii) la force de réaction du sol (totale ou relative) et (iv) les trois angles que l'extrémité des pattes forme avec le sol.

Cette stratégie permet également de générer de nouvelles métriques. On peut en effet caractériser le comportement d'une patte par la hauteur de son extrémité par rapport au sol, par un écart angulaire par rapport à une position de référence, par le moment qu'elle génère au centre de gravité du robot, par son énergie potentielle élastique ou bien encore par la puissance mécanique transmise dans sa liaison avec le corps du robot. En agrégeant ces comportements sur les six pattes, on obtient de nouvelles métriques Φ_2 : la hauteur moyenne des pattes du robot, l'écart angulaire moyen, le moment moyen au centre de gravité du robot, l'énergie potentielle élastique moyenne ou bien encore la puissance moyenne transmise. On peut augmenter le nombre de métriques générées en les hybridant. On évalue alors le comportement de chaque patte avec une métrique spécifique : par exemple pour les pattes avant et arrière on regarde l'énergie consommée et pour les pattes centrales on regarde le moment qu'elles génèrent.

En suivant la stratégie que nous venons de présenter, un expérimentateur apparaît capable de générer des métriques de comportement variées. Ces métriques vérifient par construction le critère de sensibilité : comme Φ_2 agrège des métriques sensibles à tous les effecteurs, Φ_2 est sensible à tous les effecteurs, c'est à dire à tous les paramètres d'action du robot. En suivant la stratégie proposée, il est également facile pour l'expérimentateur de vérifier que la métrique Φ_2 vérifie le critère d'indépendance : il lui faut s'assurer que le comportement avec lequel il évalue les pattes n'est pas aligné (au sens de Pugh et al 2015) avec Φ_1 . Les métriques générées vérifiant les critères de sensibilité et d'indépendance, nous anticipons qu'elles se révéleront plutôt performantes si elles sont utilisées pour MAP-Elites.

1.2.2.2 Stratégie de génération de Φ_2 à partir du critère d'indépendance : caractériser le comportement du robot par des métriques orthogonales à Φ_1

Le critère d'indépendance indique que la qualité d'une métrique Φ_2 est d'autant plus grande que la fonction objectif Φ_1 peut-être optimisée pour un grand nombre de valeurs $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$. Autrement dit, la qualité de Φ_2 dépend de la nature de la dépendance entre Φ_1 et Φ_2 : il faut qu'en fixant une valeur particulière à fonction Φ_2 , on n'empêche pas de faire varier Φ_1 .

A partir de ce critère, nous pouvons proposer une deuxième stratégie pour un expérimentateur souhaitant définir une métrique Φ_2 :

Stratégie de génération de métrique Φ_2 à partir du critère d'indépendance

(A) Etablir la nature physique de la métrique de performance Φ_1

(B) Chercher des métriques Φ_2 de même nature que Φ_1 qui s'expriment sur des dimensions physiques indépendantes de celles sur laquelle s'exprime Φ_1 ou dont l'échantillonnage temporel diffère de celui de Φ_1

Cette stratégie, dont l'énoncé est un peu ésotérique, apparaît beaucoup plus claire au travers de l'exemple de l'hexapode. Dans ce problème, Φ_1 est la vitesse moyenne du robot selon l'axe y : la nature physique de Φ_1 est d'être une vitesse (A). Dans un référentiel galiléen, cinq vitesses sont

indépendantes de Φ_1 : les vitesses linéaires sur l'axe des x et l'axe des z et les vitesses angulaires sur les trois axes. Du point de vue temporel un autre échantillonnage est possible : mesurer des vitesses instantanées. La stratégie que nous venons de poser indique donc (B) qu'il faut chercher des métriques similaires de par leur nature à Φ_1 – nous allons donc rechercher des vitesses, des positions, des accélérations – mais qui s'expriment sur des dimensions physiques orthogonales à Φ_1 – des vitesses angulaires, des mesures instantanées, des vitesses sur l'axe des x, l'axe des z...

Grâce à cette stratégie, on retrouve certaines mesures présentes dans le papier de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) : l'orientation du robot, le déplacement du robot, la déviation du robot. Prenons l'exemple de la métrique d'orientation : il s'agit d'un vecteur dimensions qui compte le nombre d'intervalles de temps où le corps du robot a une orientation angulaire positive ou négative sur les trois angles durant l'essai. Le vecteur est de dimension six : l'orientation peut être positive ou négative sur les trois angles. Il s'agit donc d'une métrique de vitesse angulaire instantanée.

Cette stratégie génère également de nouvelles métriques pour le robot : (i) la vitesse angulaire du robot : compter le nombre d'intervalles de temps durant lesquels la vitesse angulaire du robot est positive ou négative sur chaque angle (vecteur de dimension six) (ii) les à-coups du robot : compter sur les axe x, y et z l'écart moyen entre l'accélération réelle et l'accélération qu'aurait eu le robot s'il avait avancé à vitesse constante (vecteur de dimension trois) (iii) les vitesses extrémales : différence entre la vitesse la plus haute et la plus basse atteinte au cours du mouvement (vecteur de dimension 6, trois vitesses linéaires et trois vitesses angulaires)

Le critère d'indépendance permet donc à un expérimentateur de générer des métriques de comportement Φ_2 variées. Par construction, ces métriques respectent le critère d'indépendance. Il y a, de plus, de fortes chances pour qu'elles respectent également le critère de sensibilité. En effet, les métriques Φ_2 auxquelles l'expérimentateur aboutit sont de la même nature que Φ_1 . Or Φ_1 est par définition sensible à l'ensemble des paramètres d'action du robot. Donc, sauf dans des cas pathologiques, Φ_2 sera sensible aux paramètres d'action. On s'attend donc à ce que les métriques générées par cette stratégie soient performantes si elles sont utilisées dans MAP-Elites.

1.3 Rendre un robot résilient grâce à MAP-Elites : utiliser plusieurs métriques Φ_2 générées par le critère de correspondance

Nous savons maintenant comment générer de nombreuses métriques Φ_2 . La question qui demeure en suspens est : comment bien utiliser cette capacité de conception de métriques Φ_2 si l'on souhaite utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience ?

1.3.1 Idée générale : augmenter la résilience du robot en augmentant le nombre de métriques mobilisées par MAP-Elites

Reprenons la perspective dans laquelle MAP-Elites est un algorithme qui permet à un robot d'être résilient face aux variations de son environnement. Dans cette perspective, \mathcal{E} désigne l'ensemble des environnements qu'un robot peut rencontrer et \mathcal{P}_{Φ_2} désigne l'ensemble des environnements auxquels

MAP-Elites rend le robot résilient s'il utilise la métrique Φ_2 . Nous avons montré que pour $\Phi_2 \neq \Phi'_2$ on a $\mathcal{P}_{\Phi_2} \neq \mathcal{P}_{\Phi'_2}$.

Dès lors, pour augmenter le niveau de résilience d'un robot, une des pistes possibles est d'utiliser plusieurs métriques de comportement $(\Phi_2^1, \dots, \Phi_2^n)$ telles que l'union $\mathcal{P}_{\Phi_2^1} \cup \mathcal{P}_{\Phi_2^2} \cup \dots \cup \mathcal{P}_{\Phi_2^n}$ pave au maximum \mathcal{E} . Autrement dit, il s'agit d'adapter MAP-Elites pour que l'algorithme utilise simultanément plusieurs métriques de comportement.

Pugh, Soros et Stanley (2016) suggèrent, en conclusion de leur article, qu'il est possible d'adapter MAP-Elites pour qu'il utilise simultanément plusieurs métriques Φ_2 . Nous ferons donc l'hypothèse que cela ne pose pas de problème technique majeur. Soulignons que pour MAP-Elites, utiliser n métriques Φ_2 , c'est générer et parcourir n cartes des élites mais cela ne signifie pas nécessairement faire tourner n fois l'algorithme. En effet, des synergies peuvent apparaître : (i) lors de l'étape de génération des cartes, l'algorithme aurait en mémoire une plus grande variété de comportements et pourrait donc générer de meilleures élites et (ii) lors de l'étape du parcours des cartes, l'algorithme pourrait - en testant les élites communes aux différentes cartes – parcourir simultanément les n cartes.

Si techniquement, utiliser plusieurs métriques Φ_2 ne semble pas poser de problème pour MAP-Elites, il demeure néanmoins une inconnue : comment générer les métriques de comportement $(\Phi_2^1, \dots, \Phi_2^n)$ telles que l'union $\mathcal{P}_{\Phi_2^1} \cup \mathcal{P}_{\Phi_2^2} \cup \dots \cup \mathcal{P}_{\Phi_2^n}$ pave au maximum \mathcal{E} l'ensemble des environnements ? Comment faire pour que la variété des Φ_2 renforce la résilience du robot ?

1.3.2 Une boucle de récurrence pour générer de nouvelles métriques qui renforcent la résilience du robot

Théoriquement, il existe une boucle de récurrence simple pour renforcer la résilience du robot. Pour la présenter, supposons que l'on connaisse une métrique Φ_2 et que l'on cherche une métrique Φ'_2 telle que si MAP-Elites utilise simultanément Φ_2 et Φ'_2 , il rende le robot résilient à un ensemble d'environnement plus large que s'il utilisait seulement Φ_2 .

Par définition, la métrique Φ'_2 que l'on recherche doit être telle que $\mathcal{P}_{\Phi_2} \cup \mathcal{P}_{\Phi'_2} > \mathcal{P}_{\Phi_2}$. Or, pour que cette propriété soit vérifiée, il faut et il suffit qu'il existe $e \in \mathcal{E}$ tel que $e \in \mathcal{P}_{\Phi'_2}$ et que $e \notin \mathcal{P}_{\Phi_2}$. Donc, pour trouver Φ'_2 , on peut : (i) trouver un environnement e auquel Φ_2 ne rend pas résilient et (ii) trouver une métrique de comportement qui rende résilient à e .

Sous l'hypothèse qu'utiliser simultanément plusieurs métriques ne pose pas de problème technique, cette logique se généralise et l'on peut définir la boucle de récurrence suivante :

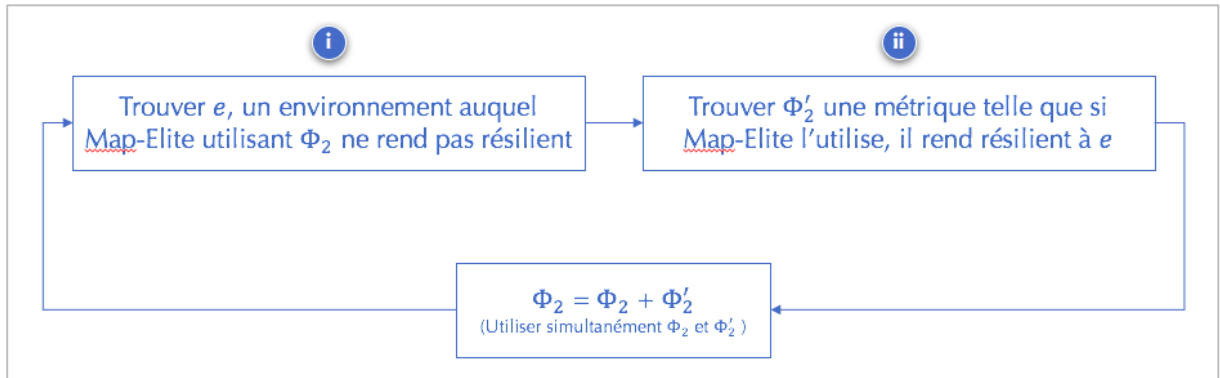


Figure 48 : Boucle de récurrence créant systématiquement des métriques qui renforcent la résilience du robot

Si théoriquement cette boucle fonctionne, encore faut-il pouvoir la réaliser en pratique. Or empiriquement, les deux étapes de cette boucle sont, a priori, problématiques :

(i) En confrontant le robot à de nombreux environnements, on finirait par trouver un environnement auquel Φ_2 ne rend pas résilient. Néanmoins cette approche empirique est coûteuse en termes de nombres d'essais et présente un risque d'endommagement du robot. Dès lors, peut-on trouver l'environnement recherché par une approche analytique ?

(ii) Grâce aux sections précédentes, nous disposons de stratégies pour générer des métriques de comportement. Néanmoins, comment l'expérimentateur, quand il génère une métrique, peut-il savoir si elle permet d'être résilient face à l'environnement e ? Là encore, une approche empirique est possible en testant les métriques générées face à l'environnement e mais reste tout aussi coûteuse que l'étape précédente. Une approche analytique permettant de générer Φ'_2 serait donc un atout pour qu'un expérimentateur puisse se saisir de la boucle de récurrence.

1.3.3 Le critère de correspondance rend possible en pratique la boucle de récurrence proposée

Montrons que le critère de correspondance présenté au chapitre VI permet de proposer des approches analytiques adaptées à la boucle de récurrence que nous venons de proposer.

Supposons que les paramètres d'action soient de la forme (x_1, \dots, x_n) . Le critère de correspondance indique qu'étant donné un environnement de référence e_0 et un environnement e différent de l'environnement de référence, la qualité d'une métrique Φ_2 sera d'autant plus grande qu'il existe de nombreuses valeurs $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ telles que, pour tout (x_1, \dots, x_n) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_n, e_0) = \varphi_2$, alors $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_n, e)$. Montrons comment avec ce critère un expérimentateur peut suivre les deux étapes de la boucle de récurrence.

1.3.3.1 Utiliser le critère de correspondance pour trouver un environnement auquel une métrique Φ_2 donnée ne rend pas résilient

Supposons que l'expérimentateur en soit à la première étape de la boucle de récurrence : il connaît une métrique Φ_2 et cherche un environnement e auquel cette métrique ne rend pas résilient.

Nous proposons que l'expérimentateur suive une approche réciproque à celle qui sous-tend le critère de correspondance. Pour rappel, l'objectif du critère de correspondance est d'augmenter la

probabilité qu'il existe dans la carte des élites au moins une élite adaptée à un environnement e . L'égalité, pour tout (x_1, \dots, x_n) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_n, e_0) = \varphi_2$, entre $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e_0)$ et $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e)$ augmente cette probabilité. Notre expérimentateur lui, cherche un environnement e pour lequel la probabilité qu'il existe au moins une élite adaptée à e soit très faible. Pour cela, il peut adopter une approche réciproque au critère de correspondance, c'est à dire chercher e tel que pour chaque élite (x_1, \dots, x_n) dans la carte, $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e_0) \gg \Phi_1(x_1, \dots, x_n, e)$. Montrons au travers d'un exemple, comment cette approche peut aider un expérimentateur.

Nous supposons que $\Phi_2 = \text{pourcentage de temps de pose des pattes au sol}$ et que e_0 est le robot sans panne marchant sur un sol plat. La question à laquelle l'expérimentateur cherche à répondre est donc : quel est l'environnement e pour lequel, quel que soit le temps de pose des pattes du robot au sol, un robot sachant marcher rapidement dans l'environnement e_0 ne saura plus marcher dans e ? Autrement dit, l'expérimentateur peut chercher des situations dans lesquelles le robot n'avance plus et pour lesquelles il n'est d'aucune utilité de connaître de nombreux comportement en fonction du temps de pose des pattes au sol. Plusieurs situations peuvent venir en tête : (i) l'adhérence entre les pattes et le sol est faible, (ii) la position initiale du robot est sur le dos, (iii) le robot est attaché à un point fixe, (iv) le sol sur lequel le robot marche se déforme sous le poids du robot, etc... Cela génère de nombreux environnements auxquels Φ_2 - il faudrait le prouver empiriquement - ne rend pas résilient : (i) marcher sur la glace, (ii) marcher sur une pente trop forte dans laquelle le robot bascule, (iii) le robot est attaché par un fil à un point fixe, (iv) le robot marche sur un drap tendu, etc...

Pour résumer, l'expérimentateur recherche des environnements dans lesquels il est inutile pour avancer de connaître une variété de comportement selon la métrique Φ_2 . Grâce au critère de correspondance, un expérimentateur peut donc mener l'étape (i) de la boucle de récurrence.

1.3.3.2 Utiliser le critère de correspondance pour trouver une métrique Φ_2 qui rend le robot résilient à un environnement e donné

Supposons qu'un expérimentateur en soit à la seconde étape de la boucle de récurrence : il cherche une métrique Φ_2 qui rend cette fois le robot résilient à un environnement, e donné.

L'approche que nous proposons est une utilisation directe du critère de correspondance : l'expérimentateur va chercher une métrique Φ_2 pour laquelle il sait qu'il existe plusieurs valeurs $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ telles que, pour tout (x_1, \dots, x_n) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_n, e_0) = \varphi_2$, alors $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_n, e)$. Autrement dit, il va chercher un comportement φ_2 pour lequel il sait que le passage de e_0 à e est sans importance du point de vue de la performance. Prenons trois exemples qui démontrent la possibilité de mener une telle l'approche.

Exemple 1 : Supposons que $e = \text{sol gelé}$. Pour que le robot avance sur un sol gelé, il ne faut pas qu'il dérape, c'est à dire que les efforts transmis au sol sortent du cône de frottement. On va donc chercher une métrique Φ_2 qui admet dans $\text{Im}(\Phi_2)$ la valeur $\varphi_2 = \text{angle entre la perpendiculaire au sol et les efforts du robot sur le sol est très faible}$. En suivant la stratégie de génération de métriques à l'aide du critère de sensibilité, l'expérimentateur

peut trouver une métrique Φ_2 portant sur la direction angulaire des efforts transmis par les pattes au sol.

Exemple 2 : Supposons que $e = \text{distribution aléatoire des commandes des pattes}$. Pour que le robot puisse marcher malgré cette panne, il suffit que les commandes de chaque patte soient les mêmes. On va donc chercher une métrique Φ_2 qui admet dans $Im(\Phi_2)$ la valeur $\varphi_2 = \text{les mouvements de chaque patte sont identiques}$. En suivant la stratégie de génération de métriques à l'aide du critère de sensibilité, l'expérimentateur peut envisager une métrique Φ_2 sur l'écart angulaire des pattes par rapport à la moyenne des positions.

Exemple 3 : Supposons que $e = \text{le corps du robot est attaché à un fil de 5cm}$. Le fil rompt si, quand il est tendu, on lui applique une force de 20 Newton. On va donc chercher Φ_2 telle que $\varphi_2 = \text{le robot génère une poussée horizontale de 20N une fois qu'il a parcouru 5cm}$ appartienne à $Im(\Phi_2)$. En appliquant la stratégie de génération de métriques à l'aide du critère d'indépendance, l'expérimentateur peut envisager une métrique Φ_2 sur l'accélération générée par le robot au cours de son mouvement.

Ainsi, en utilisant la logique du critère de correspondance, un expérimentateur peut être en mesure de proposer des métriques de performance qui rendent un robot résilient à un environnement e donné, c'est à dire de mener la deuxième étape de la boucle de récurrence.

1.4 Synthèse : Pistes de recherche sur les robots résilients ouvertes par la perspective de conception de milieux

La perspective de la conception de milieux suggère plusieurs pistes de recherche en robotique visant à utiliser MAP-Elites pour rendre un robot résilient à l'environnement dans lequel il évolue.

1.4.1 Synthèse de l'apport de la conception de milieux au champ de recherche sur les robots résilients

La perspective de conception de milieux permet plusieurs contributions à la littérature de robotique sur le thème de la résilience que nous synthétisons ici.

L'approche de conception de milieux nous permet de changer de perspective sur MAP-Elites. Considérer que MAP-Elites est un algorithme qui permet de surmonter les pannes d'un robot est réducteur : le modèle paramètres d'action / paramètres d'environnement montre que MAP-Elites est un algorithme qui permet à un robot de s'adapter de manière autonome aux variations de son environnement. Autrement dit, MAP-Elites est un algorithme qui permet de rendre un robot résilient à l'environnement dans lequel il évolue.

L'approche de la conception de milieux nous permet de montrer qu'utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience nécessite de développer une approche de conception rigoureuse des métriques de comportement Φ_2 utilisées par l'algorithme. De plus, la conception de milieux fournit des éléments du raisonnement d'une telle conception : le critère de sensibilité et le critère

d'indépendance qui, tous deux, permettent de développer des stratégies pour qu'un expérimentateur soit capable de générer de nombreuses métriques Φ_2 .

Pour augmenter le niveau de résilience que MAP-Elites permet à un robot d'atteindre, une des voies possibles est d'adapter MAP-Elites et d'utiliser simultanément plusieurs métriques de type Φ_2 . Dans ce cas de figure, nous avons montré que l'un des problèmes restants était la capacité à générer des métriques qui augmentent toujours le niveau de résilience. Nous avons proposé une approche par récurrence qui permet théoriquement que chaque nouvelle métrique de type Φ_2 générée renforce la résilience du robot. L'approche de conception de milieux nous a permis de montrer que cette boucle pouvait être mise en pratique par un expérimentateur qui s'appuierait sur le critère de correspondance.

Grace à l'approche de conception de milieux nous pouvons donc dessiner, tant théoriquement qu'empiriquement, une voie pour utiliser MAP-Elites comme un algorithme qui rend un robot résilient à l'environnement dans lequel il évolue.

1.4.2 Les pistes de recherche ouvertes par la perspective de conception de milieux

Pour pouvoir utiliser MAP-Elites dans une perspective de résilience, de nombreux efforts de recherche sont encore nécessaires.

Nous avons mené notre démonstration principalement sur des bases théoriques et à partir d'exemples fictifs simplifiés. Un effort de recherche intéressant serait de valider empiriquement les diverses étapes de notre raisonnement. Trois tests empiriques majeurs nous semblent indispensables pour confirmer que le raisonnement que nous avons tenu est valide. Premièrement, nous défendons l'idée que les métriques Φ_2 proposées dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) ne permettent pas de rendre le robot résilient à tous les environnements qu'il rencontre. Il faudrait donc tester comment l'algorithme MAP-Elites s'en sort si l'on fait marcher le robot sur un sol gelé ou sur un drap tendu : notre hypothèse est que les performances de l'algorithme – tant sur le nombre d'essais que sur la vitesse finale du robot – seront mauvaises avec les douze métriques de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015). Deuxièmement, nous avons proposé trois critères de qualité de métrique que l'on pourrait tester en s'inspirant de l'approche développée par Pugh et al (2015). Enfin, troisièmement, une des conditions théoriques pour que la boucle de récurrence fonctionne est que MAP-Elites puisse être adapté pour fonctionner avec plusieurs métriques.

Au-delà de la validation du raisonnement suivi dans cette thèse, le travail que nous avons conduit dessine un programme de recherche original sur MAP-Elites dans lequel nous pouvons distinguer trois axes :

- Premier axe, l'analyse empirique systématique de différentes métriques Φ_2 : nous avons souvent comparé les métriques Φ_2 deux à deux pour montrer que l'une était plus efficace que l'autre. Des analyses systématiques de la performance de différentes métriques seraient les bienvenues. On pourrait également essayer d'expliquer les dispersions que l'on

observe dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015) quand les auteurs comparent leurs douze métriques.

- Deuxième axe : le raffinement des critères. Les critères de performance que nous avons exposés nous apparaissent pouvoir être enrichis et formulés de manière plus robuste. Par exemple, le critère de sensibilité indique que « la qualité d'une métrique est d'autant plus grande que le nombre de paramètres d'action auquel la métrique est sensible est grand ». Il nous semble qu'une formulation plus fine du critère pourrait être « la qualité d'une métrique est d'autant plus grande que le nombre de paramètres d'action auquel la métrique est sensible est grand et que le nombre de points de l'espace de recherche auquel la métrique est sensible à un paramètre d'action donné est grand ». Autrement dit, la qualité de la métrique Φ_2 augmente si, pour un paramètre d'action X_i donné, le nombre de points (x_1, \dots, x_n) où $\frac{\partial \Phi_2}{\partial X_i}(x_1, \dots, x_{36}) \neq 0$ augmente. Une attention particulière peut aussi être portée au critère de correspondance. En effet, ce critère est une condition suffisante : il suffit qu'« il existe $\varphi_2 \in \text{Im}(\Phi_2)$ telle que, pour tout (x_1, \dots, x_n) tel que $\Phi_2(x_1, \dots, x_n, e_0) = \varphi_2$, $\Phi_1(x_1, \dots, x_n, e_0) = \Phi_1(x_1, \dots, x_n, e)$ » pour que l'on augmente les chances d'existence dans la carte d'une élite pertinente. Il n'est pas du tout certain que ce soit la seule condition qui permette d'augmenter la probabilité d'existence d'une telle élite et il serait donc analytiquement intéressant de chercher d'autres propriétés de ce type. Enfin, les trois critères que nous avons établis sont des propriétés qui permettent à la métrique Φ_2 de générer une carte des élites pertinentes. Nous n'avons en revanche pas de critère sur Φ_2 qui ferait que le parcours de la carte des élites est efficace : on pourrait donc probablement formuler un quatrième critère qui porterait sur le contraste des comportements obtenus quand on passe d'une valeur de Φ_2 à une autre
- Troisième axe : une approche mathématique formelle. Il nous semble que l'approche théorique et analytique que nous avons menée sur MAP-Elites demanderait à être rendue plus robuste et élargie. Pour cela, des recherches en mathématique sur MAP-Elites semblent nécessaires et pourraient avoir pour objet de transformer certaines de nos hypothèses en théorèmes.

L'intérêt de poursuivre ces différents développements est limité dans une thèse de gestion. Nous renvoyons donc ces questionnements à des recherches futures mobilisant la perspective de conception de milieux pour étudier le comportement de l'algorithme MAP-Elites. Néanmoins, la diversité des pistes de recherche mentionnées nous semble témoigner de ce que nous voulons démontrer : la qualité des apports de la perspective de conception de milieux pour une recherche en robotique sur MAP-Elites.

Annexe VII : Analyse des cas de tentatives renversement de plateforme

L'enjeu de cette annexe est de présenter le matériel empirique mobilisé lors de l'analyse des cas de tentatives de renversement de plateforme (chapitre X). Une tentative de renversement de plateforme est une situation dans laquelle un acteur occupant une position stratégique a priori peu intéressante tente de prendre le contrôle architectural d'un écosystème de plateforme au détriment du leader de plateforme installé.

La méthodologie que nous suivons est la suivante : nous rassemblons un échantillon de vingt-sept cas de tentatives de renversement de plateforme que nous analysons au travers de trois variables : l'expansion fonctionnelle, la généricité technique et le résultat de la tentative de renversement. Pour déterminer la valeur de ces variables dans chaque cas, nous nous appuyons sur les citations issues des articles et des livres académiques qui détaillent nos vingt-sept cas. Ce sont ces citations que nous présentons dans le tableau ci-dessous.

L'expansion fonctionnelle - variable que nous notons F – désigne le fait que le rival du leader de plateforme propose une nouvelle fonction qui ne soit ni une optimisation, ni une combinaison des fonctions existantes. Dans le cas où le dans le rival propose une telle fonction, $F = 1$; dans le cas contraire $F = 0$.

La généricité technique désigne la capacité d'un cœur technique à adresser des fonctions nombreuses et variées. $G = 1$ si la technologie du leader de plateforme est capable de s'adapter à la nouvelle fonction proposée par le challenger. $G = 0$ si la technologie du rival du leader de plateforme est capable d'adresser les anciennes fonctions de la plateforme ainsi que de nouvelles fonctions.

Le résultat de la tentative de renversement de plateforme est une variable que l'on note R. Si le leader de plateforme est renversé, alors $R = 1$; dans le cas contraire, si le leader de plateforme résiste à la tentative de renversement, alors $R = 0$.

Du tableau ci-dessous, nous tirons deux enseignements majeurs : premièrement F est toujours égale à 1, autrement dit toute tentative de renversement de plateforme est basée sur une expansion fonctionnelle. De plus on observe toujours $G = 1$ quand $R = 0$ ou $G = 0$ quand $R = 1$. En d'autres termes, la généricité du cœur technique permet de prévoir le résultat de la tentative de renversement de plateforme.

N°	Leader (Tech) vs. Rival (Tech)	F	Citations pour F	G	Citations pour G	R	Citations pour R
1	IBM (Small Computer System Interface) vs. Intel (USB)	1	<i>"USB breaks the old one-to-one correspondence between the number of devices that could be plugged into it" (p.42)</i>	0	<ul style="list-style-type: none"> • <i>"Intel expected [USB] to accommodate many peripherals" (p.42)</i> • <i>"The whole reason we did [USB] was because we wanted to stimulate lots of other things getting plugged in" (p.43)</i> 	1	<i>"Today, almost all PCs shipped in the world have a USB interface" (p.43)</i>
2	IBM (The PC Architecture) vs. Intel (PCI: Peripheral Component Interconnect)	1	<i>"We picked [Intel's PCI] because it solved a range of problems: It solved a graphics problem, it solved plug and play problems, it solved interrupt problems, it solved performance issues" (p.27)</i>	0	<ul style="list-style-type: none"> • <i>"[PCI] was coincidental with IBM proving either lack of interest or ineptitude in moving the PC platform forward" (p.26)</i> • <i>"The development of these chip sets [of IBM] or computer platform was getting much more complex. So, it was getting increasingly difficult for the larger OEMs to keep up" (p.29)</i> • <i>"The PCI bus [of Intel] was an internal interface whose definition potentially affected all the companies that designed and manufactured other parts of the computer attached to the bus" (p.29)</i> • <i>"You've got 500 vendors out there in the industry that are providing an add-in board for various functions that plug into PCI" (p.31)</i> 	1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>"The initiative was a resounding success" (p.31)</i> • <i>"Thanks to PCI, Intel grabbed the position of platform leader" (p.31)</i>
3	IBM (BIOS) vs. Microsoft (DOS)	1	<i>"New versions [of DOS] added various features, special programs, and networking functions to the original DOS core" (p.138)</i>	0	<i>"Microsoft [...] legally cloned the IBM BIOS code in 1983" (p.138)</i>	1	<i>"Microsoft quickly emerged as the most powerful provider of software products and programming standards for IBM-compatible PCs" (p.138)</i>

4	Microsoft (Windows/Internet Explorer) vs. Netscape (Navigator)	1	<p>“[Netscape browser] was a new and highly promising, complementary application to Windows as well as other operating systems such as UNIX and Macintosh” (p.144)</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> • “Microsoft executives and senior engineers quickly decided to embed the browser in Windows 95 and head off this threat” (p.145) • “Microsoft took on the challenge of the Internet as an alternative computing platform by bundling a browser with Windows” (p.154) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • “Navigator's share of the browser market dropped from a peak of 90 percent or so in 1995 to about 15 percent in 2000”(p.154)
5	Palm (Palm OS) vs. Handspring (Visors and SpringBoard)	1	<ul style="list-style-type: none"> • “This expansion slot allowed owners of the Handspring Visor Deluxe to attach other hardware modules to make their PDA a pager, mobile phone or voice recorder” (p.166) • “The color unit [...] was another feature of the [...] Handspring models” (p.167) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • “A major disadvantage of the original Palm hardware architecture (especially in contrast to SpringBoard) was the lack of an expansion slot or standard connector that made it easy for third parties to add on modules” (p.208) • “Unlike Palm, [...], Handspring engineers designed the hardware [...] in a bold move to make modules or peripherals as easy as possible to connect. The expansion modules literally snapped into the expansion slot on the back of the Visor PDA. The Palm device lacked such a simple mechanism for expansion when Handspring introduced this innovation” (p.206) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • “Handspring had taken the lead in defining price points for PDAs as well as hardware design” (p.208) • “Although Handspring was helping to build broader acceptance of Palm OS as a standard platform, the company seemed to be doing more than Palm to drive forward this PDA architecture and functionality”(p.208)
6	Cisco (Routers) vs. Crescendo (Switches)	1	<ul style="list-style-type: none"> • “Customers could build sophisticated networks by using the advanced switching hardware [...], rather than building lots of smaller clusters of networked computers connected by Internet routers” (p.168) • [The switchers were] not as good as dedicated routers but [were] faster” p.168) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • “When Cisco executives realized they were losing sales to Crescendo, they acquired the company”(p.168) • “The Crescendo acquisition also made it possible for Cisco to offer customers a broader array of state-of-the-art networking products and let them choose exactly which combinations of equipment they wanted” (p.168) 	0	<p>“When Cisco executives realized they were losing sales to Crescendo, they acquired the company”(p.168)</p>

7	Cisco (Routers and switches) vs. StrataCom (ATM switches with frame relay technology)	1	<ul style="list-style-type: none"> ATM switches could connect traditional phone networks to modern data networks (p.173) 	1	<ul style="list-style-type: none"> Cisco redefined its Internet networking platform as containing either or both non-ATM routers and ATM technologies (p.174) One of the first things Cisco did with the technology from acquisitions – StrataCom's switches, for example – was to add IOS code to its platform so that it could work with Cisco's existing product lines (p.118) 	0	<ul style="list-style-type: none"> Cisco followed its usual strategy of acquiring the market leaders, including StrataCom(p.174)
8	Cisco (IOS) vs. NIA (Common set of open specifications)	1	The NIA's agenda was to promote a common set of open specifications for building integrated networks [and] ensure robust interoperability (p.87)	1	The IOS began as an abstract concept to describe the various network services that Cisco's source code handled, including routing protocols. [...]By 1997, it had become the unifying foundation of the product lines – the sum and substance that pervaded most Cisco products and ensured their compatibility with other Cisco parts (Bunell 2000 p 118)	0	<ul style="list-style-type: none"> The NIA didn't quite succeed as planned. By the end of 1997, only a year-and-a-half old, it was already floundering (p.134) Cisco had succeeded in becoming the one-stop provider of end-to-end network solutions (p.134)
9	Palm (Palm OS) vs. Windows (Pocket PC)	1	Pocket PC sported an upgraded version of Windows Media Player, a new Internet browser, and improved e-mail software	1	<ul style="list-style-type: none"> In 2001, there were almost 200,000 registered developers of software applications, who had produced more than 13,000 commercial applications for Palm OS. The existence of a large variety of applications was integral to fueling further sales of Palm OS PDAs (p.171) [Palm] hosts a software store on its web site that helps promote the sale of third-party applications 	0	<ul style="list-style-type: none"> Still, Palm's lead remained more than comfortable (p.175) At the time, Palm OS had about 190,000 developers providing 13,000 commercial applications, whereas Pocket PC had only 1,600 developers (p.175)
10	Microsoft (Windows 3.0) vs. IBM (OS/2 2.0)	1	It [IBM OS/2] was the first PC operating system to run on 32-bit microprocessors, which could support more ambitious applications (p.XXX)	1	"The incompatibility of Windows and OS/2 APIs also made it harder for developers to write simultaneously for OS/2 and Windows. Forced to choose, most chose Windows" (p.94)	0	<ul style="list-style-type: none"> Version 2.0 [of IBM OS/2] and its successors never effectively challenged Windows (p.94)

11	US video game makers (VCS) vs. Nintendo (NES)	1	<i>[Nintendo] concluded that to succeed, it had to control the quality of games sold for its platform</i>	0	<ul style="list-style-type: none"> • Each NES cartridge contained an authentication chip that was necessary to provide access to the console circuits (p.125) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • [Nintendo] reignited the industry (p.125) • Nintendo captured a larger share of the U.S video game console market – reaching 90 percent in 1987 (p.125)
12	Nintendo (Super NES / N64) vs. Sony (Playstation)	1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>[Reading game software from CD-ROMs made] possible a significant improvement in game complexity and could be easily obtained if game makers needed to increase production</i> (p.130) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Nintendo decided to continue using cartridges, both for the Super NES and for the N64(p.130) • [Sony] introduced the first [...] machine with an operating system and with applications that came on a CD rather than on a chip (p.129) • The software platform for the Playstation [was] optimized to make the most of the console hardware capability(p.130) • It was also designed to read game software from CD-ROMs, just as PCs did (p.130) • [Sony's success is due to] its unprecedented array of development tools and software libraries that made it easier to write games(p.130) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Even the launch of Nintendo's N64 [...] was not enough to stop [Playstation] • Between 1996 and 2000, Playstation's market share never dropped below 33 percent
13	Palm (Palm OS) vs. Research in Motion (Blackberry)	1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>[BlackBerry's] killer feature has been that email is "pushed" onto the device as soon as it arrives at the server</i> (p.176) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Users of PDAs have had to contact their server to see whether they had email (p.176) • There are versions of BES for most major email servers such as Microsoft Exchange, Lotus Domino, and Novell Groupwise (p.177) 	1	<i>The rising popularity of the device has attracted many third-party application software providers, which have turned the BlackBerry into a true two-sided platform</i> (p.177)
14	Microsoft (Windows CE) vs. Symbian Ltd. (Symbian OS platform)	1	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A cellular phone that was also a programmable mobile computing device</i> (p.29) • <i>Symbian [...] added features suitable for a mobile Internet device (such as e-mail and web browsing)</i> (p.33) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Unlike the Windows mobile phone platform, these custom user interfaces (UIs) allowed each handset vendor to offer distinctive products (p.35) • [Symbian Ltd.] had the largest supply of third-party application software (p.29) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • [Symbian Ltd.] created the smartphone category and enjoyed rapid success as it sponsored the most popular smartphone platform from 2002 to 2010 (p.29) • Led by Nokia, the Symbian platform passed both to achieve a majority of global mobile device sales (p.47)

15	Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Apple (iPhone)	1	<ul style="list-style-type: none"> • [iPhone]'s success was attributed to[...] finger-touch input, a desktop-capable web browser, and then a direct distribution mechanism for third-party software application. (p.53) • [The iPhone Apple Store] offered an unprecedented feature for a computing platform: a built-in way to directly sell and install all third-party applications (p.54) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Symbian and its partners had anticipated key elements of the dominant design before Apple but failed to execute on bringing them to market or to combine them into a single product (p.53) • Symbian took 15 months to launch its own app store and was not allowed to sell directly to users. Instead, Symbian provided wholesale distribution via Nokia's Ovi store and the operators' stores, neither of which proved as well-implemented or popular as Apple or Google's app stores. (p.55) • The most successful and compatible smartphone browsers were based on the open source WebKit, [...] used by both the iPhone and Android platforms (p.54) 	1 <ul style="list-style-type: none"> • A little more than three years later [the introduction of iPhone], Symbian Ltd. ceased to exist as a legal entity, and its technology was officially orphaned by Nokia, its only remaining customer (p.53) • The original 2007 iPhone found immediate success in North America (p.53)
16	Symbian Ltd. (Smartphone + OS) vs. Google (Android)	1	<p>These characteristics [see above] were copied by a series of Android phones (p.53)</p>	0	<p>Symbian and its partners had anticipated key elements of the dominant design before Apple but failed to execute on bringing them to market or to combine them into a single product (p.53)</p>	1 <p>By 2009, Android had achieved what the Symbian platform ultimately failed to do: provide an open platform shared by a wide range of handset makers and be controlled by none of them (p.56)</p>
17	eBay (EachNet) vs. Alibaba (Taobao)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Taobao did not emphasize the auction model but rather direct sales at a time when only a small fraction of Chinese consumers had credit cards, (p.69-71) • Alipay also formed partnerships with leading banks and the China Post so that customers without a debit or credit card could fund their Alipay accounts with cash at one of its 66,000 offices (p.69-71) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • eBay relied on PayPal, which initially acted like it did in the United States: it was designed as a payment system, very much like a bank.(p.69-71) • Taobao encouraged buyers and sellers to communicate with each other and added instant messaging to the website, allowing buyers and sellers to build trust (p.69-71) • Alibaba launched its own online payment system called Alipay, similar to PayPal, which eBay had acquired shortly before entering the Chinese market. Alipay, unlike PayPal, used an escrow model. At the time of a transaction, funds would go into an escrow account and only be released after the buyer had received and inspected the item (p.69-71) 	1 <ul style="list-style-type: none"> • Why did eBay, the first mover fail? (p.69-71) • Taobao had surpassed eBay on a variety of measures by 2005 (p.69)

18	<p>Microsoft (Internet Explorer) vs. Mozilla (Firefox)</p>	1	<p>Mozilla introduced its first browser in June 2002, with innovative features such as tabbed browsing, the ability to select a word or phrase and search the web for the selected text, and the ability to store common information for automatically filling in forms (p.72)</p>	0	<ul style="list-style-type: none"> • With no serious competitor, Microsoft stopped development of Internet Explorer (IE). New versions appear from time to time, but it has been years since IE offered groundbreaking new features • One issue was that Microsoft had integrated IE into the operating system, enabling the browser to execute Windows code. This integration made it possible to create Web-based applications with richer features. The downside was that doing so created abundant opportunities for hackers to execute viruses and other forms of malware on users' machines, resulting in a security nightmare for IT organizations. (p.72) • All of its competitors – Firefox, Navigator, and Opera—had more features, were more secure, and were available on more different operating systems (p.73) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • After its release, Firefox quickly began to eat into Internet Explorer's market share. One source reported that Firefox had 4.5% of the browser market by the end of November 2004, while Internet Explorer's share had dropped 5 percentage points to 89%. • Microsoft admitted that it had failed to adequately shepherd its browser (p73) • Despite its release in 2006, Firefox continued to gain ground, accounting for about 32% of web traffic by the end of 2009, while IE's share fell to 56%
19	<p>Microsoft and Mozilla (Internet Explorer and Firefox) vs. Google (Google Chrome)</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> • When Google released the first version, it boasted that it had developed a new JavaScript engine that could execute JavaScript code ten times faster than competing browsers • Chrome was also the first to integrate the search function into the main address bar • Chrome's rapid development cycle [...] – meant that new features and fixes were available sooner 	0	<ul style="list-style-type: none"> • By assuming it had won, by dismissing the threats from competitors and by failing to innovate, Microsoft created an opening for Firefox and then Google to exploit • Chrome was also developed with a multiprocess architecture, when meant that each browser tab or plug-in ran as a separate process so that if a web page or application crashed, it would not bring down the entire browser (p.73) • In addition, Chrome was sandboxed, meaning that code executed in the browser could not access the underlying OS, reducing security threats of the kind that had so plagued Internet Explorer (p.73) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Chrome rapidly took the market share from both Firefox and IE in the years after its launch (p.73)

20	<p>Microsoft (Word) vs. Novell (WordPerfect)</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> The PC version of Word did not receive as much attention from Microsoft as the more advanced graphical applications, and it soon fell far behind WordPerfect in sales for DOS machines (p.140) 	1	<ul style="list-style-type: none"> Not every Microsoft application product has a generic portability layer like that in Excel. Word does not, for example. Word 6.0 used the Windows API to approximate a generic layer (p.239) The new versions of [...] Word [...] contain several innovative features that have proved attractive to customers and helped the product (p.151) Word also has the ability to read and convert files from a huge number of competing products (p.151) [Word] contains built-in tools that simplify and automate common tasks and, to some extent, anticipate what the user is trying to do. Word's AutoCorrect will automatically correct spelling errors of typographical mistakes (p.151) Microsoft has gradually been trying to replace individual desktop applications with application "suites" such as Office (p.140). [Office] works in combination with the Windows operating system and interface, and it employs technologies such as OLE, dynamic link libraries (DLLs), and other design approaches. The result is that Office [...] allows its component applications to share features and data in ways that were inconceivable on PCs just a few years ago (p.152) [Competitors] delayed introducing graphical versions of their products. Their DOS versions worked with Windows but were not as easy to use or as powerful in features (p.169) "At the time that Windows came out, our competitors in applications paused. And in doing that, it took them a long time to come out with their first Windows version that many people would have deemed adequate" (p.169) 	0	<p>Later versions of Word would compete directly with and then surpass WordPerfect in sales for Windows machines and eventually for total word-processor sales (p.169)</p>
----	--	---	--	---	--	---	---

21	<p>Microsoft (Multiplan then Excel) vs. IBM (Lotus)</p>	1	<ul style="list-style-type: none"> • This delay allowed Lotus to overtake Multiplan with its 1-2-3 spreadsheet in 1983 (p.139) 	1 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Excel's architecture uses a generic layer for portability (p.238). Excel's generic portability layer is an important technical strategy for the product's architecture. This facilitates the usage of major portions of the application code on different hardware and operating system platforms. In a sense, the generic portability layer is like a miniature "operating system" that specifically serves as an interface between the Excel application feature and basic operating system software, such as Windows or OS/2 (p.239)</i> • <i>The final product [Excel] combined the best aspect of Multiplan with good features both from Lotus 1-2-3 and another competing product, Framework. Microsoft then translated the new program over to Macintosh (p.139)</i> • <i>[Office] works in combination with the Windows operating system and interface, and it employs technologies such as OLE, dynamic link libraries (DLLs), and other design approaches. The result is that Office [...] allows its component applications to share features and data in ways that were inconceivable on PCs just a few years ago (p.152).</i> • <i>Millions of users have also switched to Word and Excel [...] because Microsoft has bundled (as well as technically integrated) these into Office (p.162)</i> • <i>[Competitors] delayed introducing graphical versions of their products. Their DOS versions worked with Windows but were not as easy to use or as powerful in features (p.169)</i> • <i>"At the time that Windows came out, our competitors in applications paused. And in doing that, it took them a long time to come out with their first Windows version that many people would have deemed adequate (p.169)</i> 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Lotus went on to take 80 percent of the U.S. spreadsheet market and remain the leading PC software company in annual sales until Microsoft regained the top spot in 1988
----	---	---	--	---	---	---

22	Apple (iPod) vs. OEMs (Music Phones)	1	<ul style="list-style-type: none"> • Samsung launched the first mobile phone with an integrated MP3-player (p.18) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • [Apple was] the only company that had yet to take a leap towards the Digital Swiss Army Knife • Samsung launched the first mobile phone with an integrated MP3-player (p.18) • Samsung was not alone in conceiving the combination of wireless phones and MP3 as the basis for what was about to be called “music phones” (p.19) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • Apple’s relative loss of market share to the wireless phone OEMs was simply devastating (p.19) • Apple’s grip on the market loosened quickly. Two years later – by 2006 – iPods dominance was wiped out, and Apple was just one of eight competitors
23	OEMs (Music phones or other phones) vs. Apple (iPhone)	1	<ul style="list-style-type: none"> • The original iPhone admittedly had its fair share of shortcomings (the gsm phone did not impress; it lacked 3G, MMS support, copy and paste, etc.). Its multitouch display and full web browser were, however, immediate game-changers (p.22) • New York Times applauded the new user-interface: “Finally, you can enlarge a Web page — or an e-mail message, or a photo — by spreading your thumb and forefinger on the glass. The image grows as though it’s on a sheet of latex” (p.22) • Apple’s new product appeared as this beautifully designed phone, with an outstanding user-interface and two major selling points: a fully fledged Internet browser (Safari) and 	0	<ul style="list-style-type: none"> • In [the technologists working for competitors’] view, running a PC operating system on a phone would have drained the battery in no time at all. The fact that Apple’s engineers actually succeeded in pulling it off became a source of sheer admiration (p.22) • Thus, a key decision was to ‘port’ Apple’s Unix-based operating system (OSx) for the Mac to the mobile device. Other mobile devices, such as Apple’s own iPod, Nokia’s Symbian, Palm OS or Microsoft’s Windows CE (related to desktop Windows PCs in name only), had been running a far simpler OS environment, supporting few differentiating services and providing weak support for real Internet browsing. In practice, this decision placed high demands on the hardware (p.32) • Apple’s software developers faced a titanic development project because multitouch and other advanced software features required what the competitor in the wireless phone business had yet to achieve: shrink and rewrite a fully fledged, Unix-based PC operating system to fit in the much more limited hardware of a mobiles phone (p.21) • The decision to power the hardware platform with the most powerful processor technology offering the most 	1	<ul style="list-style-type: none"> • The iPhone seems to have restored people’s faith in Apple as an organization capable of developing hardware in great demand. Apple moved three million units within a few days (p.22)

			<p>music-enabling software (iTunes) (p.23)</p> <ul style="list-style-type: none"> • While having added new features to the iPod slowly (support from games were not offered until 2005), Apple decided to accelerate the process of widening [the iPhone] platform scope 		<p>promising path forward for energy-efficient CPUs for wireless devices available by licensing ARM cores was never up for reconsideration The decision to lock the project to the wireless networking technologies offering a credible pathway to highest wireless broadband performance (LTE) also remained a given precondition</p> <ul style="list-style-type: none"> • The relatively generic Samsung-manufactured ARM-processor Apple used in the original iPhone in 2007 was far more powerful than the processors Apple used in the first iPod (p.34) 		
24	Atari (Pong-like arcades then VCS) vs. Fairchild and Magnavox (Channel F and Odyssey)	1	<ul style="list-style-type: none"> • [Fairchild's] system used replaceable cartridges, which offered consumers a theoretically inexhaustible variety of games (p.71) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • [Fairchild's] system used replaceable cartridges, which offered consumers a theoretically inexhaustible variety of games (Gallagher and Park, p.71) • Atari quickly followed with a cartridge-based system of its own (p.71) • Designers had unknowingly created a console [VCS] whose hidden potential was quickly discovered by programmers who created games far outperforming what the console was originally conceived to do (p.121) 	0	<ul style="list-style-type: none"> • Atari had an 80-percent share of the gaming market • Fairchild, also reeling from a tremendous drop in digital watch prices, exited the market (p.71)
25	IBM (Mainframes et PCs)	1	<ul style="list-style-type: none"> • The Apple II was the first computer that was "... a completed system which is 	1	<ul style="list-style-type: none"> • IBM allied with two main partners: Intel, a small company that produced the 8080 processor, and Microsoft, which was virtually unknown at this time 	0	<ul style="list-style-type: none"> • In 1986, the IBM platform reached market dominance and won the battle

	<p>vs. Apple (Apple II)</p>	<p>purchased off the retail shelf, taken home, plugged in and used” (p.8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apple, with its integrated, high-quality computers, decided to target different customer segments than personal computer hobbyists and enthusiasts. Its complementary software VisiCalc (a “killer app”), was a serious business tool for companies that wanted to check their balance sheets and perform financial calculations. Later, it focused on specific niches of professional users, such as graphical designers and text editors(p.8) 	<p>and created the operating system. The IBM PC was rather quickly developed as an architecture with interchangeable components. This created an open platform to which producers from all over the world could supply components and within which manufacturers from all over the world could assemble their own PC-compatible clones (p.8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • IBM announced the availability of a variety of software programs: word processing, accounting, games, and Lotus 1-2-3, a spreadsheet that took advantage of the IBM PC architecture and outperformed the Apple platform's VisiCalc (p.8) • IBM opted for diversity and flexibility in its platform by initially allowing various operating systems and processors (p.8) • The open structure that characterized both the hardware and software of the IBM platform facilitated partners from all over the world to enter the network (p.8) 	<p>over Apple and over other competing platforms (p.8)</p> <ul style="list-style-type: none"> • The number of software applications for IBM PC-compatible personal computers soon outnumbered the software applications for Apple's computers(p.8)
<p>26</p>	<p>Netflix (Netflix) vs. Blockbuster (Blockbuster Online)</p>	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hybrid model: "Netflix subscribers could be persuaded to switch to Blockbuster Online for the added benefit of being able to rent at least once a month at a Blockbuster store" (p.173) and "The hybrid program, dubbed Total Access, addressed every problem [that Blockbuster had]" (p.175) • Matching Netflix site features: "In the coming three years, Coleman [head of technical staff at Blockbuster Online] and his programmers 	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • The "Instant streaming" feature, [...] was, like most Netflix software, a work of art that fit seamlessly into the web site's suite of features (p.183) • "The Cinematch algorithm acted as a guide leading subscribers down fascinating and unexpected paths through the huge catalog [...] The fact that the voyage of discovery captivated subscribers was gravy in the early years, but in the throes of Netflix's war with Blockbuster, it had the potential to be a game changer. [...] Cinematch represented the world's best collaborative filtering system (p.186) • "The [Netflix Prize] would go to the first team to improve Cinematch's predictive power by 10% (p.187) 	<p>0</p> <ul style="list-style-type: none"> • "Now let's talk about your arch-rival Blockbuster" I said "Who?" he asked, feigning ignorance. "Our arch-rival is Redbox. Blockbuster is heading down" (p.228)

			<p>would completely rewrite the code supporting each system to accommodate growth and to evolve the site to match Netflix metrics by metric and feature by feature and to eventually surpass its performance" (p.106)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faster delivery: "Evangelist [Blockbuster Online CEO] kept his warehouses open on weekends and persuaded the post office to scan incoming Blockbuster Online envelopes with company-provided scanners, so that customer's next DVD would clear for delivery as soon as they were checked in at the post office [...] new subscribers cited the in-store rentals and faster delivery times as decisive in their choice of Blockbuster Online" (p.171-172) 		<ul style="list-style-type: none"> • The contest resulted in a recommendation system so sophisticated that it could read people's movies tastes from behavioral clues and no longer needed much input from the ratings system - especially when it was paired with a video streaming application [...] The Cinematch algorithm represents the marriage of marketing and technology that conferred such extraordinary success on Netflix. [...] and allowed it to smoothly shift the movie rental paradigm to streaming, where so many others had failed (p.196-197) • Netflix implanted its streaming software in more than two hundred types of Internet and video-enabled devices over the ensuing years (p.225) • The [Total Access] program wasn't exactly the integrated service Evangelist had envisioned, but it obviated a full-scale integration of the two systems and produced the hybrid offer that studies said it could beat Netflix 		
27	Danske Bank (MobilePay) vs. Banking sector (Swipp)	1	<ul style="list-style-type: none"> • [Swipp] The solution was integrated with the mobile banking app of each of the participating banks (p.325) 	1	<ul style="list-style-type: none"> • The app could be used not only by Danske Bank customers but also by account holders in any other bank in Denmark. In fact, around 60% of MobilePay's users were customers of other banks. The popular app was developed for iPhone, Android and Windows phones. MobilePay also incorporated features to make the solution go viral. So, for example, users were able to send money to somebody who had not 	0	<ul style="list-style-type: none"> • There is a huge discrepancy between the size and the same-side network effects exhibited by the two platforms. There are more than 1,300,000 users for Danske Bank and approximately 450,000 for Swipp. Both of them attracted almost the same number of merchants though: 1,950 for MobilePay and 1,500 for Swipp (p.328)

			<p>downloaded the app but to claim the money the receiver had to sign up (p.324)</p> <ul style="list-style-type: none"> • In the case of Danske Bank, ensuring the continuing development of the platform was crucial, especially after the launch of the competitive service Swipp. Having secured the one-side, after five months, Danske Bank launched a pilot to allow consumers to use MobilePay at selected food stalls, coffee shops, and taxis. The shop owners were equipped with a smartphone with a MobilePay app. [...] After the successful pilot, the MobilePay solution for business was launched eight months after the initial launch (p.324) • This observation implies that the platform needs to continue expanding in order to gain more competitive advantage by adding a third side and turning into a truly multisided platform. The firstmover had already decided to increase its value proposition by enabling MobilePay as a payment method for in-app purchases in the merchant’s solution. During the time this article was under development, this move was not replicated by the early follower Swipp (p328) • Swipp is an account-based P2P solution incorporated in the various mobile banking apps as a separate feature (p325) • The firstmover had already decided to increase its value proposition by enabling MobilePay as a payment method for in-app purchases in the merchant’s solution. During the time this article was under development, this move was not replicated by the early follower Swipp (p328) • This sense of urgency led to separate launches within the Swipp network, as every participating bank launched as fast as possible without coordination 	<ul style="list-style-type: none"> • We investigate the entry and growth strategies of three alternative digital payment platforms that were launched in the Danish market in a time span of just eight months. [...] The three similar solutions have managed to achieve an adoption rate of approximately 40% of the adult population with one solution [MobilePay] much bigger than the other two combined (p.320)
--	--	--	---	--

				<p><i>with coalition partners or a common marketing campaign (p.325)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>To use Swipp, a user has to be a customer of one of the banks participating in the development of Swipp. Thus, customers of Danske Bank, which does not participate in the sector solution, cannot use Swipp. However, as indicated at swipp.dk, customers of Danske Bank can use Swipp if they register on the website. This feature, however, has not been communicated to the customers who remain largely unaware of it (p325)</i> 	
--	--	--	--	--	--



Bibliographie

- Aarikka-Stenroos, L., & Lehtimäki, T. (2013). Building up a firm ' s commercialisation competence : From product concept to the first reference. *International Journal of technology Marketing*, 8(2), 177-196.
- Aarikka-Stenroos, L., & Lehtimäki, T. (2014). Commercializing a radical innovation : Probing the way to the market. *Industrial Marketing Management*, 43(8), 1372-1384. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.08.004>
- Adams, R., Bessant, J., & Phelps, R. (2006). Innovation management measurement : A review. *International Journal of Anagement Reviews*, 8(1), 21-47.
- Akrich, M. (1989). La construction d'un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques. *Anthropologie et Sociétés*, 13(2), 31-54. <https://doi.org/10.7202/015076ar>
- Akrich, M., Callon, M., & Latour, B. (1988). A quoi tient le succès des innovations ? 1 : L'art de l'intéressement. *Gérer et Comprendre, Annales des Mines*, 11, 4-17.
- Amit, R., & Zott, C. (2001). Value creation in E-business. *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 493-520. <https://doi.org/10.1002/smj.187>
- Andries, P., Debackere, K., & van Looy, B. (2013). Simultaneous Experimentation as a Learning Strategy : Business Model Development Under Uncertainty: New Ventures' Business Model Development Under Uncertainty. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 7(4), 288-310. <https://doi.org/10.1002/sej.1170>
- Arend, R. J. (2013). The business model : Present and future—beyond a skeumorph. *Strategic Organization*, 11(4), 390-402. <https://doi.org/10.1177/1476127013499636>
- Armstrong, M. (2006). Competition in two-sided markets. *The RAND Journal of Economics*, 37(3), 668-691. <https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00037.x>
- Baden-Fuller, C., & Morgan, M. S. (2010). Business models as models. *Long Range Planning*, 43(2-3), 156-171. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.005>
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2006). Modularity in the Design of Complex Engineering Systems. In D. Braha, A. A. Minai, & Y. Bar-Yam (Éds.), *Complex Engineered Systems* (p. 175-205). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/3-540-32834-3_9
- Baldwin, C. Y., & Woodard, C. J. (2009). The Architecture of Platforms : A Unified View. In A. Gawer, *Platforms, Markets and Innovation* (p. 32). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781849803311.00008>
- Barrière, J.-P. (2012). Entre salariat et indépendance : Le statut hybride du représentant de commerce en France de la fin du XIXème siècle au milieu du XXème siècle. *Entreprises et Histories*, 66(1), 164-176. <https://doi.org/10.3917/rphi.123.0371>
- Barth, I. (2006). L'histoire intellectuelle du marketing : Du savoir-faire à la discipline scientifique. *Market Management*, 6(2), 76. <https://doi.org/10.3917/mama.032.0076>
- Bartolomei, A., Lemerrier, C., & Marzagalli, S. (2012). Les commis voyageurs, acteurs et témoins de la grande transformation. *Entreprises et Histoire*, 66, 7-21.

-
- Bass, F. M. (1969). A New Product Growth for Model Consumer Durables. *Management Science*, 15(4), 215-227.
- Baumann, O., Schmidt, J., & Stieglitz, N. (2019). Effective Search in Rugged Performance Landscapes : A Review and Outlook. *Journal of Management*, 45(1), 285-318. <https://doi.org/10.1177/0149206318808594>
- Bayard, F. (2012). Voyager plus pour vendre plus. Les commis voyageurs lyonnais au XVIII e siècle. *Entreprises et Histoire*, 66(1), 62-78. <https://doi.org/10.3917/eh.066.0062>
- Beard, C., & Easingwood, C. (1996). New product launch : Marketing action and launch tactics for high-technology products. *Industrial Marketing Management*, 25(2), 87-103. [https://doi.org/10.1016/0019-8501\(95\)00037-2](https://doi.org/10.1016/0019-8501(95)00037-2)
- Berends, H., Smits, A., Reymen, I., & Podoyntsyna, K. (2016). Learning while (re)configuring : Business model innovation processes in established firms. *Strategic Organization*, 14(3), 181-219. <https://doi.org/10.1177/1476127016632758>
- Berghoff, H. (2001). Marketing Diversity : The Making of a Global Consumer Product—Hohner ' s Harmonicas, 1857-1930. *Enterprise & Society*, 2(2), 338-372.
- Beuk, F., Malter, A. J., Spanjol, J., & Cocco, J. (2014). Financial incentives and salesperson time orientation in new product launch : A longitudinal study. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 647-663. <https://doi.org/10.1111/jpim.12157>
- Bocken, N., Boons, F., & Baldassarre, B. (2019). Sustainable business model experimentation by understanding ecologies of business models. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1498-1512. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.159>
- Bojovic, N., Genet, C., & Sabatier, V. (2018). Learning, signaling, and convincing : The role of experimentation in the business modeling process. *Long Range Planning*, 51(1), 141-157. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.09.001>
- Bok, D. C. (2003). *Universities in the marketplace : The commercialization of higher education*. Princeton Univ. Press.
- Borden, N. H. (1984). The Concept of the Marketing Mix'. *Journal of Advertising Research*, 7.
- Boudreau, K. (2010). Open Platform Strategies and Innovation : Granting Access vs. Devolving Control. *Management Science*, 56(10), 1849-1872. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1100.1215>
- Boudreau, K. J. (2012). Let a Thousand Flowers Bloom? An Early Look at Large Numbers of Software App Developers and Patterns of Innovation. *Organization Science*, 23(5), 1409-1427. <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0678>
- Boullier, D. (1989). Du bon usage d'une critique du modèle diffusionniste : Discussion-prétexte des concepts de Everett M. Rogers. *Réseaux*, 7(36), 31-51. <https://doi.org/10.3406/reso.1989.1351>
- Bourgeat, P., & Merunka, D. (2000). Les méthodes d'évaluation du potentiel des nouveaux produits. In *De l'idée au marché : Innovation et lancement de produits* (p. 156-182). Vuibert.
- Boutroy, E., Soule, B., & Vignal, B. (2014). Analyse sociotechnique d'une innovation sportive :

-
- Le cas du kitesurf. *Innovations*, 43(1), 163. <https://doi.org/10.3917/inno.043.0163>
- Brenk, S., Lüttgens, D., Diener, K., & Piller, F. (2019). Learning from failures in business model innovation : Solving decision-making logic conflicts through intrapreneurial effectuation. *Journal of Business Economics*, 89(8-9), 1097-1147. <https://doi.org/10.1007/s11573-019-00954-1>
- Bunnell, D. (2000). *Making the Cisco connection : The story behind the real Internet superpower*. John Wiley & Sons.
- Caillaud, B., & Jullien, B. (2003). Chicken & Egg : Competition among Intermediation Service Providers. *The RAND Journal of Economics*, 34(2), 309. <https://doi.org/10.2307/1593720>
- Calantone, R. J., & Di Benedetto, C. A. (2007). Clustering product launches by price and launch strategy. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 22(1), 4-19. <https://doi.org/10.1108/08858620710722789>
- Calantone, R. J., & Di Benedetto, C. A. (2012). The role of lean launch execution and launch timing on new product performance. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 40(4), 526-538. <https://doi.org/10.1007/s11747-011-0258-1>
- Callon, M. (2017). *L'emprise des marchés : Comprendre leur fonctionnement pour pouvoir les changer*. La Découverte.
- Callon, M., & Latour, B. (1986). Les paradoxes de la modernité. Comment concevoir les innovations? *Prospective et Santé*, 36, 13-25.
- Callon, M., Lhomme, R., & Fleury, J. (1999). Pour une sociologie de la traduction en innovation. *Recherche & Formation*, 31(1), 113-126. <https://doi.org/10.3406/refor.1999.1574>
- Callon, M., Rip, A., & Law, J. (1986). *Mapping the Dynamics of Science and Technology* (Palgrave MacMillan UK).
- Carraresi, L., & Bröring. (2021). How does business model redesign foster resilience in emerging circular value chains? *Journal of Cleaner Production*, 14.
- Cavalcante, S., Kesting, P., & Ulhøi, J. (2011). Business model dynamics and innovation : (Re)establishing the missing linkages. *Management Decision*, 49(8), 1327-1342. <https://doi.org/10.1108/002517411111163142>
- Cennamo, C., & Santalo, J. (2013). Platform competition : Strategic trade-offs in platform markets. *Strategic Management Journal*, 34(11), 1331-1350. <https://doi.org/10.1002/smj.2066>
- Chesbrough, H. (2010). Business Model Innovation : Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43(2-3), 354-363. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.010>
- Chesbrough, H., & Rosenbloom, R. (2002). The Role of the Business Model in Capturing Value from Innovation : Evidence from Xerox Corporation ' s Technology Spinoff Companies. *Industrial and Corporate Change*, 5(4).
- Chevalier. (1997). *La tournée française d'un représentant choletais en mouchoirs (1849) dans Actes du colloque International « Le Mouchoir dans Tous Ses Etats » : Cholet, Musee du Textile*. Assoc. des Amis du Musee du Textile Choletais.
- Chiesa, V., & Frattini, F. (2011). Commercializing Technological Innovation : Learning from

-
- Failures in High-Tech Markets. *Journal of Product Innovation Management*, 28, 437-454. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00818.x>
- Clarke, A. J. (2014). *Tupperware : The Promise of Plastic in 1950s America*. Random House Publisher Services. <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5337861>
- Cochoy, F. (1999). *Une histoire du marketing. Discipliner l'économie de marché*.
- Cooper, R. G. (1988). The new product process : A decision guide for management. *Journal of Marketing Management*, 3(3), 238-255. <https://doi.org/10.1080/0267257X.1988.9964044>
- Cooper, R. G. (1994). Perspective : Third-generation new product processes. *Journal of Product Innovation Management*, 11, 3-14.
- Cooper, R. G. (2014). What's Next? : After Stage-Gate. *Research-Technology Management*, 57(1), 20-31. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016). The Agile-Stage-Gate Hybrid Model : A Promising New Approach and a New Research Opportunity: THE AGILE-STAGE-GATE HYBRID MODEL. *Journal of Product Innovation Management*, 33(5), 513-526. <https://doi.org/10.1111/jpim.12314>
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation : A Systematic Review of the Literature: A Framework of Organizational Innovation. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154-1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
- Czaszar, F. A., & Levinthal, D. A. (2016). Mental representation and the discovery of new strategies : Mental Representation and the Discovery of New Strategies. *Strategic Management Journal*, 37(10), 2031-2049. <https://doi.org/10.1002/smj.2440>
- Cully, A. (2019). Autonomous skill discovery with quality-diversity and unsupervised descriptors. *Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference*, 81-89. <https://doi.org/10.1145/3321707.3321804>
- Cully, A., Clune, J., Tarapore, D., & Mouret, J.-B. (2015). Robots that can adapt like animals. *Nature*, 521(7553), 503-507. <https://doi.org/10.1038/nature14422>
- Cumming, B. S. (1998). Innovation overview and future challenges. *European Journal of Innovation Management*, 1(1), 21-29. <https://doi.org/10.1108/14601069810368485>
- Cusin, J. (2006). *L'apprentissage par l'échec commercial*. <http://www.cairn.info/revue-vie-et-sciences-de-l-entreprise-2008-1-page-33.htm>
- Cusumano, M. A. (2011). The platform leader's dilemma. *Communications of the ACM*, 54(10), 21. <https://doi.org/10.1145/2001269.2001279>
- Cusumano, M. A., Gawer, A., & Yoffie, D. B. (2019). *The business of platforms : Strategy in the age of digital competition, innovation, and power* (First edition). Harper Business, an imprint of HarperCollinsPublishers.
- Cusumano, M. A., & Selby, R. W. (1998). *Microsoft secrets : How the world's most powerful software company creates technology, shapes markets, and manages people*. Touchstone Book.

-
- Dahlén, M., Thorbjørnsen, H., & Sjödin, H. (2011). A Taste of « Nextopia ». *Journal of Advertising*, 40(4), 33-44. <https://doi.org/10.2753/JOA0091-3367400403>
- Dangelico, R. M., & Vocellelli, D. (2017). “Green Marketing” : An analysis of definitions, strategy steps, and tools through a systematic review of the literature. *Journal of Cleaner Production*, 17.
- Darnton, R. (2018). *Un tour de France littéraire : Le monde du livre à la veille de la Révolution*.
- Datta, A., Mukherjee, D., & Jessup, L. (2015). Understanding commercialization of technological innovation : Taking stock and moving forward. *R and D Management*, 45(3), 215-249. <https://doi.org/10.1111/radm.12068>
- David, A. (1999). *Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion*. 23.
- Davis, J. S. (1988). New product success & failure : Three case studies. *Industrial Marketing Management*, 17(2), 103-109. [https://doi.org/10.1016/0019-8501\(88\)90012-0](https://doi.org/10.1016/0019-8501(88)90012-0)
- Dean, J. (1950). Problems of Product-Line Pricing. *Journal of Marketing*, 14(4), 518-528. <https://doi.org/10.1177/002224295001400402>
- Demil, B., & Lecocq, X. (2010). Business Model Evolution : In Search of Dynamic Consistency. *Long Range Planning*, 43(2-3), 227-246. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.004>
- Demil, B., & Lecocq, X. (2015). Crafting an Innovative Business Model in an Established Company : The Role of Artifacts. In C. Baden-Fuller & V. Mangematin (Éds.), *Advances in Strategic Management* (Vol. 33, p. 31-58). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0742-332220150000033003>
- Demil, B., Lecocq, X., & Warnier, V. (2018). « Business model thinking », business ecosystems and platforms : The new perspective on the environment of the organization. *Management (France)*, 21(4), 1213-1228.
- Den Hartigh, E., Ortt, J. R., Van de Kaa, G., & Stolwijk, C. C. M. (2016). Platform control during battles for market dominance : The case of Apple versus IBM in the early personal computer industry. *Technovation*, 48-49, 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2015.12.001>
- Deszca, G., Munro, H., & Noori, H. (1999). Developing breakthrough products : Challenges and options for market assessment. *Journal of Operations Management*, 17(6), 613-630. [https://doi.org/10.1016/S0272-6963\(99\)00017-0](https://doi.org/10.1016/S0272-6963(99)00017-0)
- Dewitte, A., Billows, S., & Lecocq, X. (2018). Turning regulation into business opportunities : A brief history of French food mass retailing (1949–2015). *Business History*, 60(7), 1004-1025. <https://doi.org/10.1080/00076791.2017.1384465>
- Di Benedetto, C. A. (1999). Identifying the key succes factors in new product launch. *Journal of Product Innovation Management*, 16, 530-544.
- Dias, C. S. L., & Ferreira, J. J. (2019). What we (do not) know about research in the strategic management of technological innovation? *Innovation*, 21(3), 398-420. <https://doi.org/10.1080/14479338.2019.1569464>
- Doganova, L., & Eyquem-Renault, M. (2009). What do business models do?. Innovation devices in technology entrepreneurship. *Research Policy*, 38(10), 1559-1570.

<https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.08.002>

- Doncieux, S., & Mouret, J.-B. (2010). Behavioral diversity measures for Evolutionary Robotics. *IEEE Congress on Evolutionary Computation*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/CEC.2010.5586100>
- Dumoulin, L., & Saurugger, S. (2010). Les policy transfer studies : Analyse critique et perspectives. *Critique internationale*, n° 48(3), 9. <https://doi.org/10.3917/cii.048.0009>
- Economides, N., & Katsamakas, E. (2006). Two-Sided Competition of Proprietary vs. Open Source Technology Platforms and the Implications for the Software Industry. *Management Science*, 52(7), 1057-1071.
- Eisenmann, T., Parker, G., & Van Alstyne, M. (2011). Platform Envelopment. *Strategic Management Journal*, 32(12), 1270-1285.
- El Qaoumi, K. (2016). *L'expansion fonctionnelle, nouvelle mesure de l'innovation. Analyse empirique et modélisation post-lancastérienne de la transformation des biens de consommation*. Mines ParisTech - PSL.
- El Qaoumi, K., Le Masson, P., Weil, B., & Ün, A. (2018). Testing evolutionary theory of household consumption behavior in the case of novelty—A product characteristics approach. *Journal of Evolutionary Economics*, 28(2), 437-460. <https://doi.org/10.1007/s00191-017-0521-9>
- Emmeche, C. (2001). Does a robot have an Umwelt ? Reflections on the qualitative biosemiotics of Jakob von Uexküll. *Semiotica*, 134(1), 653-693.
- Enkel, E., & Mezger, F. (2013). Imitation Processes and Their Application for Business Model Innovation : *International Journal of Innovation Management*, 17(01), 1340005. <https://doi.org/10.1142/S1363919613400057>
- Eocman, Jeho, & Jongseok. (2006). Reconsideration of the Winner-Take-All Hypothesis : Complex Networks and Local Bias. *Management Science*, 52(12), 1838-1848. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1060.0571>
- Ernst, H., Hoyer, W. D., & Rübсаamen, C. (2010). Sales, Marketing, and Research-and-Development Cooperation Across New Product Development Stages : Implications for Success. *Journal of Marketing*, 74, 14.
- Evans, D. S. (2009). How Catalysts Ignite : The Economics of Platform-Based Start-Ups. In A. Gawer (Éd.), *Platforms, Markets and Innovation*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781849803311.00011>
- Evans, D. S., Hagiu, A., & Schmalensee, R. (2006). *Invisible engines : How software platforms drive innovation and transform industries*. MIT Press.
- Evans, D. S., & Schmalensee, R. (2010). Failure to Launch : Critical Mass in Platform Businesses. *Review of Network Economics*, 9(4). <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1256>
- Felin, T., Gambardella, A., Stern, S., & Zenger, T. (2019). Lean startup and the business model : Experimentation revisited. *Long Range Planning*, 101889. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2019.06.002>
- Fraenkel, S., Haftor, D. M., & Pashkevich, N. (2016). Salesforce management factors for successful new product launch. *Journal of Business Research*, 69(11), 5053-5058.

<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.079>

- French, M., & Popp, A. (2008). " Ambassadors of Commerce " : The Commercial Traveler in British Culture , 1800-1939. *The Business History Review*, 82(4), 789-814.
- Friedman, W. A. (2008). Editor's Note. *The Business History Review*, 82(4).
- Friedman, W. A. (2012). Salesmen in comparative perspective. *Entreprises et histoire*, 66(1), 212-216.
- Furnari, S. (2015). A Cognitive Mapping Approach to Business Models : Representing Causal Structures and Mechanisms. In C. Baden-Fuller & V. Mangematin (Éds.), *Advances in Strategic Management* (Vol. 33, p. 207-239). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S0742-332220150000033025>
- Gallagher, S. & Seung Ho Park. (2002). Innovation and competition in standard-based industries : A historical analysis of the US home video game market. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1), 67-82. <https://doi.org/10.1109/17.985749>
- Gans, J. S., & Stern, S. (2003). The product market and the market for "ideas" : Commercialization strategies for technology entrepreneurs. *Research Policy*, 18.
- Gapihan, O., & Le Mestre, S. (2008). *Méthodes de conception et compétence des consommateurs : Le cas des produits de la grande consommation* (p. 50) [Rapport de l'option Ingénierie de la Conception]. Mines de Paris.
- Garcia-Swartz, D. D., & Garcia-Vicente, F. (2015). Network effects on the iPhone platform : An empirical examination. *Telecommunications Policy*, 39(10), 877-895. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2015.07.011>
- Garud, R., Jain, S., & Tuertscher, P. (2008). Incomplete by Design and Designing for Incompleteness. *Organization Studies*, 29(3), 351-371. <https://doi.org/10.1177/0170840607088018>
- Garud, R., & Kumaraswamy, A. (1993). Changing competitive dynamics in network industries : An exploration of sun microsystems' open systems strategy. *Strategic Management Journal*, 14(5), 351-369. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140504>
- Gatignon, H., Gotteland, D., & Haon, C. (2016). *Making Innovation Last : Volume 2*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1007/978-1-137-57264-6>
- Gatignon, H., Lecocq, X., Pauwels, K., & Sorescu, A. (2017). A marketing perspective on business models. *AMS Review*, 7(3-4), 85-89. <https://doi.org/10.1007/s13162-017-0108-5>
- Gawer, A. (2014). Bridging differing perspectives on technological platforms : Toward an integrative framework. *Research Policy*, 43(7), 1239-1249. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.006>
- Gawer, A. (2015). What Drives Shifts in Platform Boundaries? An Organizational Perspective. *Academy of Management Proceedings*, 2015(1), 13765. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2015.13765abstract>
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2002). *Platform Leadership : How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation*. Harvard Business School Press.
- Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2014). Industry Platforms and Ecosystem Innovation. *Journal of*

-
- Product Innovation Management*, 31(3), 417-433. <https://doi.org/10.1111/jpim.12105>
- Gawer, A., & Henderson, R. (2007). Platform Owner Entry and Innovation in Complementary Markets : Evidence from Intel. *Journal of Economics & Management Strategy*, 16(1), 1-34.
- Gayot, G. (1998). *Les draps de Sedan : 1646-1870*. Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales avec la collaboration de Terre ardennaises.
- Gilain, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2019). The Hidden Feat Behind Development Cost Escalation—How Engineering Design Enables Functional Expansion in the Aerospace Industry. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 3011-3020. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.308>
- Girin, J. (1989). *L'opportunisme méthodique dans les recherches sur la gestion des organisations*. Journée d'étude la recherche-action en action et en question, Ecole Centrale de Paris.
- Glimstedt, H. (2020). The iPhone and its antecedents : Re-thinking entry and the evolution of platform strategies at Apple Inc. *Entreprises et histoire*, n°98(1), 120. <https://doi.org/10.3917/eh.098.0120>
- Gobeli, D. H., & Brown, D. J. (1993). Improving the Process of Product Innovation. *Research-Technology Management*, 36(2), 38-44. <https://doi.org/10.1080/08956308.1993.11670889>
- Goetz, B. (2009). *L'araignée, le lézard et la tique : Deleuze et Heidegger lecteurs de Uexküll*. 16.
- Gomes, J., & Christensen, A. L. (2013). Generic behaviour similarity measures for evolutionary swarm robotics. *Proceeding of the Fifteenth Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation Conference - GECCO '13*, 199. <https://doi.org/10.1145/2463372.2463398>
- Gomes, J., Mariano, P., & Christensen, A. (2014). Systematic Derivation of Behaviour Characterisations in Evolutionary Robotics. *Artificial Life 14: Proceedings of the Fourteenth International Conference on the Synthesis and Simulation of Living Systems*, 212-219. <https://doi.org/10.7551/978-0-262-32621-6-ch036>
- Gomes, L. A. de V., Facin, A. L. F., Salerno, M. S., & Ikenami, R. K. (2016). Unpacking the innovation ecosystem construct : Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.11.009>
- Gomez, F. J. (2009). Sustaining diversity using behavioral information distance. *Proceedings of the 11th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation - GECCO '09*, 113. <https://doi.org/10.1145/1569901.1569918>
- Good, V., & Calantone, R. J. (2019). When to outsource the sales force for new products. *Industrial Marketing Management*, February. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2019.02.010>
- Gordon, A. (2008). Selling the American Way : The Singer Sales System in Japan , 1900-1938. *The business History Review*, 82(4), 671-699.
- Guiltinan, J. (1999). *Launch strategy, launch tactics and demand outcomes*. 16, 509-529.
- Hart, S., & Tzokas, N. (2010). *Markets New product launch ``mix '' in growth and mature*

-
- product markets*. 7(5), 389-405.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2012). *Cours théorie de la conception axiomatique*.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., & Carvajal-Perez, D. (2019). Innovative Design Within Tradition—Injecting Topos Structures in C-K Theory to Model Culinary Creation Heritage. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 1543-1552. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.160>
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2003). A New Approach of Innovative Design : An Introduction to C-K Theory. *Proceedings of the International Conference On Engineering Design ICED*, 15.
- Hennig-Thurau, T., Henning, V., Sattler, H., Eggers, F., & Houston, M. B. (2007). The Last Picture Show? Timing and Order of Movie Distribution Channels. *Journal of Marketing*, 71(4), 63-83. <https://doi.org/10.1509/jmkg.71.4.063>
- Hinterhuber, A., & Liozu, S. M. (2014). Is innovation in pricing your next source of competitive advantage? *Business Horizons*, 57(3), 413-423. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.01.002>
- Holley, I. B. (1987). A Detroit Dream of Mass-Produced Fighter Aircraft : The XP-75 Fiasco. *Technology and Culture*, 28(3), 578. <https://doi.org/10.2307/3104988>
- Holling, C. S. (1959). Some Characteristics of simple types of predation and parasitism. *The Canadian Entomologist*.
- Holling, C. S. (1966). The Functional Response of Invertebrate Predators to Prey Density. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 98(S48), 5-86. <https://doi.org/10.4039/entm9848fv>
- Holling, C. S. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.04.110173.000245>
- Holling, C. S. (1986). The resilience of terrestrial ecosystems : Local Surprise and global change. In W. C. Clark & R. E. Munn (Éds.), *Sustainable development of the biosphere* (Cambridge University Press).
- Holling, C. S. (1996). Surprise for Science, Resilience for Ecosystems, and Incentives for People. *Ecological Applications*, 6(3), 733-735. <https://doi.org/10.2307/2269475>
- Homburg, C., Alavi, S., Rajab, T., & Wieseke, J. (2017). The contingent roles of R&D–sales versus R&D–marketing cooperation in new-product development of business-to-business firms. *International Journal of Research in Marketing*, 34(1), 212-230. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2016.05.008>
- Hultink, E. J., & Atuahene-Gima, K. (2000). Effect of sales force adoption on new product selling performance. *Journal of Product Innovation Management*, 17(6), 435-450. [https://doi.org/10.1016/S0737-6782\(00\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0737-6782(00)00058-8)
- Hultink, E. J., Griffin, A., Hart, S., & Robben, H. S. J. (1997). Industrial New Product Launch Strategies and Product Development Performance. *Journal of Product Innovation Management*, 14, 243-257.
- Hultink, E. J., Griffin, A., Robben, H. S. J., & Hart, S. (1998). In search of generic launch strategies for new products. *International Journal of Research in Marketing*, 15, 269-285.

-
- Hultink, E. J., & Hart, S. (1998). The world's path to the better mousetrap Myth or reality ? An empirical investigation into the launch strategies of high and low advantage new products. *European Journal of Innovation Management*, 1(3), 106-122.
- Hutchel, A., & Molet, H. (1986). *Rational modelling in understanding and aiding human decision-making : About two case studies*. 9.
- Inoue, Y. (2019). Winner-Takes-All or Co-Evolution among Platform Ecosystems : A Look at the Competitive and Symbiotic Actions of Complementors. *Sustainability*, 11(3), 726. <https://doi.org/10.3390/su11030726>
- Jhang, J. H., Grant, S. J., & Campbell, M. C. (2012). Get It? Got It. Good! Enhancing New Product Acceptance by Facilitating Resolution of Extreme Incongruity. *Journal of Marketing Research*, 49(2), 247-259. <https://doi.org/10.1509/jmr.10.0428>
- Jolly, V. K. (1997). *Commercializing New Technology : Getting from mind to market* (Harvard Business School Press). IMD International.
- Judson, K., Schoenbachler, D. D., Gordon, G. L., Ridnour, R. E., & Weilbaker, D. C. (2006). The new product development process : Let the voice of the salesperson be heard. *Journal of Product & Brand Management*, 15(3), 194-202. <https://doi.org/10.1108/10610420610668630>
- Jung, M., Lee, Y. beck, & Lee, H. (2015). Classifying and prioritizing the success and failure factors of technology commercialization of public R&D in South Korea : Using classification tree analysis. *Journal of Technology Transfer*, 40(5), 877-898. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9376-5>
- Kahn, K. B. (2014). Solving the problems of new product forecasting. *Business Horizons*, 57(5), 607-615. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2014.05.003>
- Kay, N. M. (2013). Rerun the tape of history and QWERTY always wins. *Research Policy*, 42(6-7), 1175-1185. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.03.007>
- Keating, G. (2012). *Netflixed : The epic battle for America's eyeballs*. Portfolio/Penguin.
- Kenney, M., & Pon, B. (2011). Structuring the Smartphone Industry : Is the Mobile Internet OS Platform the Key? *Journal of Industry, Competition and Trade*, 11(3), 239-261. <https://doi.org/10.1007/s10842-011-0105-6>
- Keszey, T., & Biemans, W. (2016). Sales-marketing encroachment effects on innovation. *Journal of Business Research*, 69(9), 3698-3706. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.032>
- Kim, H.-E. (2019). Adulterated Intermediaries : Peddlers, Pharmacists, and the Patent Medicine Industry in Colonial Korea (1910-1945). *Enterprise & Society*, 1-39. <https://doi.org/10.1017/eso.2019.14>
- Kistemaker, S., & Whiteson, S. (2011). Critical factors in the performance of novelty search. *Proceedings of the 13th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation - GECCO '11*, 965. <https://doi.org/10.1145/2001576.2001708>
- Kokshagina, O. (2012). *Risk management in double unknown : Theory, model and organization for the design of generic technologies*.
- Kokshagina, O., Gillier, T., Cogez, P., Le Masson, P., & Weil, B. (2017). Using innovation contests to promote the development of generic technologies. *Technological Forecasting and*

-
- Social Change*, 114, 152-164. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.07.035>
- Kostecki, R. P. (2011). *An Introduction to Topos Theory*. 93.
- Kuester, S., Homburg, C., & Hess, S. C. (2012). Externally directed and internally directed market launch management : The role of organizational factors in influencing new product success. *Journal of Product Innovation Management*, 29, 38-52. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00968.x>
- Kull, K. (2001). Jakob von Uexküll : An introduction. *Semiotica*, 134(1), 1-59.
- Kull, K., & Emmeche, C. (Éds.). (2011). *Towards a semiotic biology : Life is the action of signs*. Imperial College Press ; Distributed by World Scientific.
- La Rocca, A., Moscatelli, P., Perna, A., & Snehota, I. (2016). Customer involvement in new product development in B2B : The role of sales. *Industrial Marketing Management*, 58, 45-57. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.05.014>
- Läpple, D., & Van Rensburg. (2011). Adoption of organic farming : Are there differences between early and late adoption? *Ecological Economics*, 9.
- Le Masson, P., Hatchuel, A., Kokshagina, O., & Weil, B. (2017). Designing techniques for systemic impact : Lessons from C-K theory and matroid structures. *Research in Engineering Design*, 28(3), 275-298. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0241-4>
- Le Nagard-Assayag, E., Manceau, D., & Morin-Delerme, S. (2015). *Le marketing de l'innovation* (3^e éd.). Dunod.
- Lecocq, X., & Demil, B. (2006). Strategizing industry structure : The case of open systems in a low-tech industry. *Strategic Management Journal*, 27(9), 891-898. <https://doi.org/10.1002/smj.544>
- Lecocq, X., Demil, B., & Ventura, J. (2010). Business Models as a Research Program in Strategic Management : An Appraisal based on Lakatos. *M@n@gement*, 13(4), 214-225.
- Lecocq, X., Demil, B., & Warnier, V. (2006). Le business model, un outil d'analyse stratégique. *L'Expansion Management Review*, 123(4), 96-96. <https://doi.org/10.3917/emr.123.0096>
- Lee, Y., & O'Connor, G. C. (2003). *The Impact of Communication Strategy on Launching New Products*. 20, 4-21. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.t01-1-201002>
- Legrand, J., Le Masson, P., Thomas, M., & Weil, B. (2017). Rise and Fall of Platforms : Systematic Analysis of Platform Dynamics Thanks to Axiomatic Design. *21st International Conference On Engineering Design Proceedings*, 11.
- Lehman, J., & Stanley, K. O. (s. d.). *Exploiting Open-Endedness to Solve Problems Through the Search for Novelty*. 8.
- Lehoux, P., Daudelin, G., Williams-Jones, B., Denis, J.-L., & Longo, C. (2014). How do business model and health technology design influence each other? Insights from a longitudinal case study of three academic spin-offs. *Research Policy*, 43(6), 1025-1038. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.02.001>
- Lehtimäki, T., Simula, H., & Salo. (2008). Clarifying the terms launch and commercialization : Reflections from theory and practice. *Proceedings of EMAC-conference*.

-
- Lenfle, S., & Midler, C. (2009). The launch of innovative product-related services : Lessons from automotive telematics. *Research Policy*, 38(1), 156-169. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.10.020>
- Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on Rugged Landscapes. *Management Science*, 43(7), 934-950. <https://doi.org/10.1287/mnsc.43.7.934>
- Loock, M., & Hacklin, F. (2015). Business Modeling as Configuring Heuristics. *Advances in Strategic Management: Business Models and Modeling*, 33, 187-205. <https://doi.org/10.1108/S0742-332220150000033005>
- Loya, M. I. M., & Rawani, A. M. (2016). Strategic framework for commercialisation of fly ash innovations. *Technology Analysis and Strategic Management*, 28(5), 555-567. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1121224>
- Ludwig, D., Jones, D. D., & Holling, C. S. (1978). Qualitative Analysis of Insect Outbreak Systems : The Spruce Budworm and Forest. *The Journal of Animal Ecology*, 47(1), 315. <https://doi.org/10.2307/3939>
- Lynn, G. S., Morone, J. G., & Paulson, A. S. (1996). Marketing and Discontinuous Innovation : The Probe and Learn Process. *California Management Review*, 38.
- Lyon-Jenness, C. (2004). Planting a Seed : The Nineteenth-Century Horticultural Boom in America. *The Business History Review*, 78(3), 381-421.
- Mahajan, V., Muller, E., & Srivastava, R. K. (1990). Determination of Adopter Categories by Using Innovation Diffusion Models. *Journal of Marketing Research*, 27, 37-50.
- Manceau, D. (1996). Les effets des annonces prealables de nouveaux produits sur le marche : Etat des connaissances et propositions theoriques. *Recherche et Applications En Marketing*, 11(3), 39-55. <https://doi.org/10.1177/076737019601100303>
- Marin, S. A. (2012). Le commis voyageur allemand : Une image mythifiée dans la France de 1900. *Entreprises et histoire*, 66(1), 177-177. <https://doi.org/10.3917/eh.066.0177>
- Marion, G. (2006). Le marketing malade de l'orientation client. *L'Expansion Management Review*, N° 122(3), 120. <https://doi.org/10.3917/emr.122.0120>
- Marion, G. (2009). Le Viagra® : Création d'une opportunité et performance d'un marché. *Annales des Mines - Gérer et comprendre*, 95(1), 35. <https://doi.org/10.3917/geco.095.0035>
- Marion, G. (2015). Pourquoi l'entrepreneur doit désapprendre le marketing. *Entreprendre & Innover*, 27(4), 27. <https://doi.org/10.3917/entin.027.0027>
- Markman, G. D., Siegel, D. S., & Wright, M. (2008). Research and Technology Commercialization. *Journal of Management Studies*, 45(8), 1401-1423. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2008.00803.x>
- Martinez, E., Polo, Y., & Flavián, C. (1998). The acceptance and diffusion of new consumer durables : Differences between first and last adopters. *JOURNAL OF CONSUMER MARKETING*, 15(4), 20.
- Martins, L. L., Rindova, V. P., & Greenbaum, B. E. (2015). Unlocking the hidden value of concepts : A cognitive approach to business model innovation. *Strategic Entrepreneurship Journal*. <https://doi.org/10.1002/sej>

-
- Massa, L., Tucci, C. L., & Afuah, A. (2017). A critical assessment of business model research. *Academy of Management Annals*, 11(1), 73-104.
- McDonald, R. M., & Eisenhardt, K. M. (2019). Parallel Play : Startups, Nascent Markets, and Effective Business-model Design. *Administrative Science Quarterly*, 000183921985234. <https://doi.org/10.1177/0001839219852349>
- Mcgrath, R. G. (2010). Business Models : A Discovery Driven Approach. *Long Range Planning*, 43(2-3), 247-261. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.005>
- Mcnally, R. C., Cavusgil, E., & Calantone, R. J. (2010). Product Innovativeness Dimensions and Their Relationships with Product Advantage, Product Financial Performance, and Project Protocol. *Journal of Product Innovation Management*, 991-1006.
- Meade, N., & Islam, T. (2006). Modelling and forecasting the diffusion of innovation – A 25-year review. *International Journal of Forecasting*, 22(3), 519-545. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2006.01.005>
- Meuleau, M. (1993). De la distribution au marketing (1880-1939), une réponse à l'évolution du marché. *Entreprises et histoire*, 3(1), 61. <https://doi.org/10.3917/eh.003.0061>
- Meyerson, E., Lehman, J., & Miikkulainen, R. (2016). Learning Behavior Characterizations for Novelty Search. *Proceedings of the 2016 on Genetic and Evolutionary Computation Conference - GECCO '16*, 149-156. <https://doi.org/10.1145/2908812.2908929>
- Min, S., So, K. K. F., & Jeong, M. (2019). Consumer adoption of the Uber mobile application : Insights from diffusion of innovation theory and technology acceptance model. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 36(7), 770-783. <https://doi.org/10.1080/10548408.2018.1507866>
- Moe, W. W., & Fader, P. S. (2002). Fast-Track : Article Using Advance Purchase Orders to Forecast New Product Sales. *Marketing Science*, 21(3), 347-364. <https://doi.org/10.1287/mksc.21.3.347.138>
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey : A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71(3), 75-86.
- Morris, M., Schindehutte, M., & Allen, J. (2005). The entrepreneur's business model : Toward a unified perspective. *Journal of Business Research*, 58(6), 726-735. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2003.11.001>
- Mouret, J.-B. (2011). Novelty-Based Multiobjectivization. In Stéphane Doncieux, N. Bredèche, & J.-B. Mouret (Éds.), *New Horizons in Evolutionary Robotics* (Vol. 341, p. 139-154). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-18272-3_10
- Mouret, J.-B., & Clune, J. (2015). Illuminating search spaces by mapping elites. *ArXiv:1504.04909 [Cs, q-Bio]*. <http://arxiv.org/abs/1504.04909>
- Mouret, J.-B., & Doncieux, S. (2012). Encouraging Behavioral Diversity in Evolutionary Robotics : An Empirical Study. *Evolutionary Computation*, 20(1), 91-133. https://doi.org/10.1162/EVCO_a_00048
- Musset, B. (2012). L'expérimentation d'une nouvelle pratique commerciale : La maison Moët d'Épernay et ses commis voyageurs (1790-1815). *Entreprises et Histoire*, 1(66), 103-115.

-
- Neel, D., & Neudauer, N. (2009). Matroids you have known. *Mathematics Magazine*, 82(1).
- Nerkar, A., & Shane, S. (2007). Determinants of invention commercialization : An empirical examination of academically sourced inventions. *Strategic Management Journal*, 28(11), 1155-1166. <https://doi.org/10.1002/smj.643>
- O'Connor, G. C., & Lee, Y. (2003). New Product Launch Strategy for Network Effects Products. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 1997. <https://doi.org/10.1177/0092070303253635>
- O'Connor, G. C., & Rice, M. P. (2013). New Market Creation for Breakthrough Innovations : Enabling and Constraining Mechanisms. *Journal of Product Innovation Management*, 30(2), 209-227. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2012.00996.x>
- Olson, E., Walker, O., Ruekert, R., & Bonner, J. (2001). *Patterns of cooperation during new product development among marketing operation and R&D*. 18, 258-271.
- Orlandi, A. (2012). Les précurseurs des voyageurs et représentants de commerce parmi les hommes d'affaires Toscans de la Renaissance (fin 14ème début 15ème). *Entreprises et Histoire*.
- Osterwalder, A. (2004). *Business model ontology*.
- Ozalp, H., Cennamo, C., & Gawer, A. (2018). Disruption in Platform-Based Ecosystems. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1203-1241. <https://doi.org/10.1111/joms.12351>
- Parker, G., & Van Alstyne, M. (2018). Innovation, Openness, and Platform Control. *Management Science*, 64(7), 3015-3032. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2757>
- Peres, R., Muller, E., & Mahajan, V. (2010). Innovation diffusion and new product growth models : A critical review and research directions. *International Journal of Research in Marketing*, 27(2), 91-106. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2009.12.012>
- Perrons, R. K. (2009). The open kimono : How Intel balances trust and power to maintain platform leadership. *Research Policy*, 38(8), 1300-1312. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.06.009>
- Porter, W. W., & Graham, C. R. (2016). Institutional drivers and barriers to faculty adoption of blended learning in higher education : Drivers and barriers to blended learning adoption. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 748-762. <https://doi.org/10.1111/bjet.12269>
- Prebble, D. R., De Waal, G. A., & De Groot, C. (2008). Applying multiple perspectives to the design of a commercialization process. *R and D Management*, 38(3), 311-320. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2008.00517.x>
- Pugh, E. W. (1995). *Building IBM : Shaping an Industry and Its Technology*.
- Pugh, J. K., Soros, L. B., & Stanley, K. O. (2016). Searching for Quality Diversity When Diversity is Unaligned with Quality. In J. Handl, E. Hart, P. R. Lewis, M. López-Ibáñez, G. Ochoa, & B. Paechter (Éds.), *Parallel Problem Solving from Nature – PPSN XIV* (Vol. 9921, p. 880-889). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45823-6_82
- Pugh, J. K., Soros, L. B., Szerlip, P. A., & Stanley, K. O. (2015). Confronting the Challenge of Quality Diversity. *Proceedings of the 2015 on Genetic and Evolutionary Computation*

-
- Conference - GECCO '15, 967-974. <https://doi.org/10.1145/2739480.2754664>
- Rambaud, A., & Richard, J. (2015). The "Triple Depreciation Line" instead of the "Triple Bottom Line" : Towards a genuine integrated reporting. *Critical Perspectives on Accounting*, 33, 92-116. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2015.01.012>
- Rao. (1984). *Pricing Research in Marketing : The State of the Art*. 23.
- Reetz, D. K., & MacAulay, S. (2020). Searching for True Novelty by Embracing Uncertainty. *Academy of Management Proceedings*, 2020(1), 20747. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2020.20747abstract>
- Reeves, M., Lotan, H., Legrand, J., & Jacobides, M. G. (2019). How Business Ecosystems Rise (and Often Fall). *MIT Sloan Management Review*, 8.
- Rindova, V. P., Yeow, A., Martins, L. L., & Faraj, S. (2012). Partnering portfolios, value-creation logics, and growth trajectories : A comparison of Yahoo and Google (1995 to 2007). *Strategic Entrepreneurship Journal*, 6(2), 133-151. <https://doi.org/10.1002/sej.1131>
- Risi, S., Vanderbleek, S. D., Hughes, C. E., & Stanley, K. O. (2009). How novelty search escapes the deceptive trap of learning to learn. *Proceedings of the 11th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation - GECCO '09*, 153. <https://doi.org/10.1145/1569901.1569923>
- Rochet, J.-C., & Tirole, J. (2006). Two-sided markets : A progress report. *The RAND Journal of Economics*, 37(3), 645-667. <https://doi.org/10.1111/j.1756-2171.2006.tb00036.x>
- Rochet, & Tirole, J. (2003). Platform Competition in Two-Sided Markets. *Journal of the European Economic Association*, 1(4), 990-1029. <https://doi.org/10.1162/154247603322493212>
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (3. ed). Free Press [u.a.].
- Rohrbeck, R., Günzel, F., & Uliyanova, A. (2012). *Business Model Innovation : The Role of Experimentation*. 11.
- Rossfeld, R. (2008). Suchard and the emergence of traveling salesmen in Switzerland , 1860 – 1920. *The Business History Review*, 82(4), 735-759.
- Sabatier, V., Mangematin, V., & Rousselle, T. (2010). From Recipe to Dinner : Business Model Portfolios in the European Biopharmaceutical Industry. *Long Range Planning*, 43(2-3), 431-447. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.001>
- Sandberg, B. (2008). *Managing and Marketing Radical*.
- Schmalensee, R. (2011). Why is Platform Pricing Generally Highly Skewed? *Review of Network Economics*, 10(4). <https://doi.org/10.2202/1446-9022.1274>
- Schneckenberg, D., Velamuri, V. K., & Comberg, C. (2018). The Design Logic of New Business Models : Unveiling Cognitive Foundations of Managerial Reasoning. *European Management Review*, 1-21. <https://doi.org/10.1111/emre.12293>
- Schneckenberg, D., Velamuri, V. K., Comberg, C., & Spieth, P. (2017). Business model innovation and decision making : Uncovering mechanisms for coping with uncertainty: Business model innovation and decision making. *R&D Management*, 47(3), 404-419. <https://doi.org/10.1111/radm.12205>
- Scott, P. (2008). Managing Door-to-Door Sales of Vacuum Cleaners in Interwar Britain. *The*

Business History Review, 82(4), 761-788.

- Silk, & Urban. (1978). Pre-test-market evaluation of new packaged goods : A model and measurement methodology. *Journal of Marketing Research*, 15, 171-191.
- Silva, F., Duarte, M., Correia, L., Oliveira, S. M., & Christensen, A. L. (2016). Open Issues in Evolutionary Robotics. *Evolutionary Computation*, 24(2), 205-236. https://doi.org/10.1162/EVCO_a_00172
- Simonse, L. W. L., & Badke-Schaub, P. (2015). Modelling in Business Model Design : Reflections on Three Experimental Cases in Healthy Living. *20th International Conference on Engineering Design (ICED 15)*, July, 1-11.
- Snihur, Y., & Wiklund, J. (2019). Searching for innovation : Product, process, and business model innovations and search behavior in established firms. *Long Range Planning*, 52(3), 305-325. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.05.003>
- Song, M., & Montoya-Weiss, M. (1998). Critical development activities for really new versus incremental products. *Journal of Product Innovation Management*, 15, 124-135.
- Sosna, M., Trevinyo-Rodríguez, R. N., & Velamuri, S. R. (2010). Business Model Innovation through Trial-and-Error Learning : The Naturhouse Case. *Long Range Planning*, 43(2-3), 383-407. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2010.02.003>
- Srinivasan, A., & Venkatraman, N. (2010). Indirect Network Effects and Platform Dominance in the Video Game Industry : A Network Perspective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 57(4), 661-673. <https://doi.org/10.1109/TEM.2009.2037738>
- Staykova, K. S., & Damsgaard, J. (2015). The race to dominate the mobile payments platform : Entry and expansion strategies. *Electronic Commerce Research and Applications*, 14(5), 319-330. <https://doi.org/10.1016/j.eleap.2015.03.004>
- Storbacka, K., & Nenonen, S. (2015). Learning with the market : Facilitating market innovation. *Industrial Marketing Management*, 44, 73-82. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2014.10.009>
- Su, M., & Rao, V. R. (2010). New Product Preannouncement as a Signaling Strategy : An Audience-Specific Review and Analysis*: New Product Preannouncement as a Signaling Strategy. *Journal of Product Innovation Management*, 27(5), 658-672. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00743.x>
- Suarez, F., & Kirtley, J. (2012). Dethroning an Established Platform. *MITSloan Management Review*, 53(4), 9.
- Suh, N. P. (1990). *The principles of design*. Oxford Univ. Pr.
- Swink, M., & Song, M. (2007). Effects of marketing-manufacturing integration on new product development time and competitive advantage. *Journal of Operations Management*, 25(1), 203-217. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.03.001>
- Talke, K., & Hultink, E. J. (2010). Impact of the Corporate Mind-set on New Product Launch Strategy and Market Performance (Katrin Talke, Erik Jan Hultink).pdf. *Framework*, 1989, 220-237.
- Talke, K., & Salomo, S. (2009). Launching technological innovations : The relevance of a

-
- stakeholder perspective. *International Journal of Technology Marketing*, 4(2/3), 248-248. <https://doi.org/10.1504/ijtmkt.2009.026873>
- Täuscher, K., & Abdelkafi, N. (2017). Visual tools for business model innovation : Recommendations from a cognitive perspective. *Creativity and Innovation Management*, 26(2), 160-174. <https://doi.org/10.1111/caim.12208>
- Teece. (2018). Business models and dynamic capabilities. *Long Range Planning*, 51(1), 40-49.
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43(2-3), 172-194. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Thomas, L. W., Autio, E., & Gann, D. M. (2015). Architectural Leverage : Putting Platforms in Context. *The Academy of Management Perspectives*, 3015(1), 47-67.
- Thomas, M., Le Masson, P., Weil, B., & Legrand, J. (2020). The future of digital platforms : Conditions of platform overthrow. *Creativity and Innovation Management*, caim.12422. <https://doi.org/10.1111/caim.12422>
- Thorbjørnsen, H., Ketelaar, P., Van Triet, J., & Dahlén, M. (2015). How Do Teaser Advertisements Boost Word of Mouth about New Products? : For Consumers, the Future Is More Exciting Than the Present. *Journal of Advertising Research*, 55(1), 73-80. <https://doi.org/10.2501/JAR-55-1-073-080>
- Trumbo, C. W., & Harper, R. (2015). Perceived Characteristics of E-cigarettes as an Innovation by Young Adults. *Health Behavior and Policy Review*, 2(2), 154-162. <https://doi.org/10.14485/HBPR.2.2.7>
- Uexküll, J. von. (1934). *Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen*.
- Uexküll, J. von, Martin-Fréville, C., & Lestel, D. (2010). *Milieu animal et milieu humain*. Éd. Payot et Rivages.
- Vabre, S. (2012). Le représentant et le Roquefort de la Société des Caves (1851-1914). *Entreprises et histoire*, 66(1), 131-131. <https://doi.org/10.3917/eh.066.0131>
- van Everdingen, Y. M., Sloot, L. M., van Nierop, E., & Verhoef, P. C. (2011). Towards a Further Understanding of the Antecedents of Retailer New Product Adoption. *Journal of Retailing*, 87(4), 579-597. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2011.09.003>
- Veryzer, R. W. (1998). Discontinuous innovation and the new product development process. *Journal of Product Innovation Management*, 15, 304-321.
- Walters, C., Gunderson, L., & Holling, C. S. (1992). Experimental Policies for Water Management in the Everglades. *Ecological Applications*, 2(2), 189-202. <https://doi.org/10.2307/1941775>
- Weiller, C., & Neely, A. (2013). *Business Model Design in an Ecosystem Context*. 1-21.
- West, J. (2003). How open is open enough? *Research Policy*, 32(7), 1259-1285. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(03\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(03)00052-0)
- West, J., & Wood, D. (2013). Evolving an Open Ecosystem : The Rise and Fall of the Symbian Platform. In R. Adner, J. E. Oxley, & B. S. Silverman (Éds.), *Advances in Strategic Management* (Vol. 30, p. 27-67). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S0742-3322\(2013\)0000030005](https://doi.org/10.1108/S0742-3322(2013)0000030005)

-
- Wirtz, B. W., Pistoia, A., Ullrich, S., & Göttel, V. (2016). Business Models : Origin, Development and Future Research Perspectives. *Long Range Planning*, 49(1), 36-54. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2015.04.001>
- Woisetschläger, D. M., Hanning, D., & Backhaus, C. (2016). Why frontline employees engage as idea collectors : An assessment of underlying motives and critical success factors. *Industrial Marketing Management*, 52, 109-116. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.05.015>
- Yoffie, D. B., Gawer, A., & Cusumano, M. A. (2019). A study of more than 250 platforms reveal why most fail. *Harvard Business Review*.
- Zeng, X., Li, M., Abd El-Hady, D., Alshitari, W., Al-Bogami, A. S., Lu, J., & Amine, K. (2019). Commercialization of Lithium Battery Technologies for Electric Vehicles. *Advanced Energy Materials*, 9(27), 1900161. <https://doi.org/10.1002/aenm.201900161>
- Zhu, F., & Iansiti, M. (2012). Entry into platform-based markets. *Strategic Management Journal*, 33(1), 88-106. <https://doi.org/10.1002/smj.941>
- Zott, C., & Amit, R. (2010). Business Model Design : An Activity System Perspective. *Long Range Planning*, 43(2-3), 216-226. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.004>



Liste des figures

Figure 1 : Vue d'ensemble de la thèse	25
Figure 3 : Démonstration du maniement d'UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin (gauche) et visuel commercial d'UrgoTouch (droite)	37
Figure 4 : Le processus d'innovation d'après Sandberg (2008), notre propre traduction	41
Figure 5 : Présentation de la fondue au chocolat (à gauche) et d'une publicité espagnole (à droite) .	66
Figure 6 : la légende originale indique "the interactions between the business model of an organization, the ecosystem and the environment"	72
Figure 7 : Modèle du succès de la commercialisation d'une innovation	79
Figure 8 : Synthèse de l'apport de la notion d'écosystème à la commercialisation d'une innovation.	81
Figure 9 : Recto-verso représentant un commis-voyageur allemand en 1919 accusé d'espionnage et qualifié de patelin et de cauteleux (Source : Gallica)	90
Figure 10 : Dessin satirique du journal Nebelspalter, 1895 : Commis : « Excusez-moi, me suis-je déjà fais chasser d'ici aujourd'hui ? (Extrait de (Rossfeld 2008), traduction par l'auteur)	91
Figure 11 : à gauche une représentation de la relation entreprise / écosystème issue de la revue de littérature ; à droite, la même représentation suite à la recherche sur les commis-voyageurs.	108
Figure 12: La phase de développement technique est conduite avec l'hypothèse d'un milieu fictif que le cahier des charges défini	125
Figure 13 : Démonstration du maniement d'UrgoTouch par un chirurgien sur un mannequin (gauche) et visuel commercial d'UrgoTouch (droite)	135
Figure 14 : Bandelette de sécurité (gauche) et une illustration de son principe d'utilisation(droite)	135
Figure 15: Hexapode, robot principal dans l'article de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015)	142
Figure 16 : Ensemble des pannes testées ; certaines pattes du robot sont cassées (cas 2, 4 et 5), montées à l'envers (cas 3) ou remplacées par un autre dispositif (cas 6).	143
Figure 17 : Carte des élites avec $\varphi_2 = \text{pourcentage de temps des pattes au sol}$ avec illustration de trois comportements	146
Figure 18 : Parcours de la carte des élites permettant à un robot dont il manque la patte centrale gauche de remarquer en trois essais	147
Figure 19 : Représentation des espaces C et K (en bleu) et des principales étapes du raisonnement de conception (en vert)	154
Figure 20: Modélisation C-K de la résolution d'un problème de l'hexapode où il est nécessaire de changer de métrique de comportement	155

Figure 21 : La membrane de l'inconnu est un espace d'action dans lequel l'entreprise : (o) conçoit un milieu ; (i) considère son environnement au travers du prisme des effets qu'elle est capable de générer dans celui-ci ; (ii) élabore ses activités commerciales (iii) peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement.....	163
Figure 22 : Modèle du processus d'innovation de business model partagé par la littérature et notre raisonnement de conception de milieu	170
Figure 23 : Synthèse de la divergence entre la littérature et notre modèle de raisonnement de conception de milieu et sa conséquence sur les variables d'intérêt dans le cas d'UrgoTouch ..	171
Figure 24 : Principaux documents analysés, présentés chronologiquement.....	174
Figure 25 : Chronologie de la commercialisation d'UrgoTouch	180
Figure 26 : Processus de conception de milieu suggéré par notre analyse du cas UrgoTouch	189
Figure 27 : La sonde périnéale UrgoMia	197
Figure 31 : Matrice de Suh (bleu) et interprétations de la matrice (en vert).....	212
Figure 32: Comparaison de deux systèmes de distribution d'eau par une matrice de Suh.....	213
Figure 33 : Représentation en matrice de Suh d'un écosystème de plateforme (avec un espace fonctionnel de dimension quatre).....	214
Figure 34 : Dynamiques dans un écosystème de plateforme	215
Figure 35 : Modélisation de l'expansion fonctionnelle et de l'expansion technique dans un écosystème de plateforme.....	216
Figure 36 : Perturbation (en vert) dans un écosystème de plateforme (en bleu) Une expansion fonctionnelle (i) portée par une technologie qui adresse toutes les fonctions de la plateforme (ii). Le rond dans la case en haut à droite attire l'attention sur le fait que le leader de plateforme ne peut pas adresser l'expansion fonctionnelle avec son cœur de plateforme actuel (iii)	216
Figure 37 : Les évolutions d'un écosystème de plateforme (i) stabilité de la plateforme, (ii) partage de leadership, (iii) renversement de plateforme	217
Figure 38 : diagramme "à la Giogia" issu du papier Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020) la figure présente cinq citations pour l'expansion fonctionnelle L'annexe VII présente l'ensemble des citations liées à l'expansion fonctionnelle	226
Figure 39 : diagramme "à la Giogia" issu du papier Thomas, Le Masson, Weil, Legrand (2020) la figure présente cinq citations pour la généricité technique L'annexeVIII présente l'ensemble des citations liées à la généricité technique	227
Figure 40 : Représentation du milieu	239
Figure 41 : La membrane de l'inconnu est un espace d'action dans lequel l'entreprise : (o) conçoit un milieu ; (i) considère son environnement au travers du prisme des effets qu'elle est capable de	

généraliser dans celui-ci ; (ii) élabore ses activités commerciales (iii) peut modifier le prisme avec lequel elle considère son environnement.....	242
Figure 42 : Modélisation du problème de l'hexapode	263
Figure 43 : Algorithme Génétique (o)Initialisation ; (i) Evaluation ; (ii) Sélection ; (iii) Croisement ...	265
Figure 44 : Algorithme Génétique avec une approche novelty search (o)Initialisation ; (i) Evaluation ; (ii) Sélection ; (iii) Croisement	266
Figure 45 : Comparaison de l'approche novelty search dans le cas d'un labyrinthe complexe.....	267
Figure 46: Illustration de la carte des élites en 2 dimensions et avec 16 comportements possibles, trois comportements sont donnés à titre d'exemple.....	268
Figure 47 : Algorithme de génération de la carte des élites (o) Initialisation ; (i) Evaluation ; (ii) Mise à jour de la carte ; (iii) Croisement.....	269
Figure 48: Evolution de la carte des élites au cours des itérations.....	270
Figure 49 : Parcours de la carte des élites par le robot. Cette figure est issue de Cully, Clune, Tarapore et Mouret (2015).....	270
Figure 50 : Modélisation, dans une perspective de conception de milieux, du problème de l'hexapode	279
Figure 51: Ensemble des pannes testées ; certaines pattes du robot sont cassées (cas 2, 4 et 5), montée à l'envers (cas 3) ou remplacée par un autre dispositif (cas 6).....	281
Figure 52 : Boucle de récurrence créant systématiquement des métriques qui renforcent la résilience du robot.....	291

Liste des tableaux

Tableau 1: Recension des papiers académiques portant sur les commis-voyageurs	93
Tableau 2 : Ensemble des cas.....	94
Tableau 3 : Synthèse des résultats de l'analyse des commis-voyageurs	103
Tableau 4 : Synthèse des étapes de l'algorithme.....	148
Tableau 5 : Liste des entretiens menés pour le cas UrgoTouch.....	172
Tableau 6 : Citations des cas empiriques démontrant une tentative de renversement de plateforme	222
Tableau 7 : Echantillon des vingt-sept cas de tentatives de renversement de plateforme.....	223
Tableau 8 : Valeur des variables F, G et R sur chacun des cas	228
Tableau 9 : Tableau Individu / Variable de la première hypothèse	230
Tableau 10 : Tableau Individu / Variable de la deuxième hypothèse	230



RÉSUMÉ

Bien qu'unanimentement reconnue comme le moment où se joue le succès d'une innovation, la commercialisation demeure une phase peu étudiée. Souvent présentée comme une simple implémentation, la littérature considère qu'elle ne contribue qu'à la marge à un succès, plus volontiers attribué à l'excellence du développement technique et à la qualité des études marketing. Pourtant les anomalies abondent pour montrer que la commercialisation peut être une cause directe du succès ou de l'échec de l'innovation. De plus, certaines entreprises, comme Uργο, s'illustrent par des taux de succès étonnamment élevés et une forme d'inventivité durant la commercialisation que cette thèse se propose d'analyser.

A partir d'un matériel empirique à la fois historique (étude des commis-voyageur fin XIXème – début XXème) et issu d'une recherche-intervention menée chez Uργο (analyse des succès commerciaux des innovations en santé), la thèse propose une modélisation originale du rapport entre le nouveau produit et son environnement qui révèle un effort de conception considérable à mener lors de la phase de commercialisation d'une innovation : faire en sorte que le succès soit indépendant de l'infinie variété des situations contingentes et ne dépendent donc plus que d'un très petit nombre de paramètres. Ainsi, le premier temps de la thèse montre qu'il existe une forme de conception pour la commercialisation qui porte sur un objet particulièrement déroutant : il ne s'agit ni de concevoir le produit, ni de concevoir la totalité de l'environnement de réception du produit mais de *concevoir un milieu*, c'est-à-dire des indépendances entre l'innovation et l'ensemble de ses environnements futurs, partiellement inconnus.

Dans un second temps, à partir de l'analyse d'un algorithme génétique novateur (MAP-Elites), la thèse permet de caractériser l'espace d'action associé à la conception de milieu comme une membrane de l'inconnu. Les processus adaptés aux membranes de l'inconnu permettent d'expliquer les succès passés d'Uργο et ont été expérimentés pour piloter une commercialisation mettant en jeu une innovation de business model. Plus largement, la thèse démontre la généralité la notion de membrane de l'inconnu en la mobilisant pour identifier des stratégies qui modifient profondément les équilibres compétitifs au sein d'écosystèmes stabilisés comme les plateformes.

MOTS CLES

Commercialisation d'une Innovation ; Milieux (Conception de) ; Membrane de l'Inconnu ; Théories de la Conception ; Innovation de Business Model ; Renversement de Plateforme

ABSTRACT

Surprisingly, the commercialization of an innovation is a phase that is both critical for the innovation success and understudied by scholars. Often presented as an implementation phase, the literature considers that its impact on the innovation success is limited, in particular when compared with phases such as technical design or market studies. However, in numerous cases, the commercialization appears as a direct factor of the innovation' success or failure Furthermore, several companies, like Uργο Group, display low innovation failure rates while performing design activities during the commercialization phase. This thesis focuses on such form of design performed during the commercialization of an innovation.

Based on empirical materials both historical (the study of the travelling salesman of the 19th-century) and coming from an intervention research conducted within Uργο Group (the analysis of former commercialization successes), this thesis elaborates an original model of the relationship between an innovative product and its surrounding environment. This model highlights the considerable design efforts conducted during the commercialization of some innovations: to make the success independent of the variety of situations the innovation can face and therefore, to make the success rely on a small number of parameters.

To do so, the thesis first shows that there are design activities during the commercialization of an innovation and that they focus on designing a peculiar object: the design efforts neither focus on the product, neither on the environment surrounding the product but they aim at designing a "milieu", that is to say the independencies between the innovation and its numerous partially unknown environments.

Second, based on the analysis of a novel algorithm (MAP-Elites), the thesis shows that the reasoning to design "milieux" can be conceptualized as a process of designing a "membrane of the unknown". This process explains the past successes of Uργο Group and was experimented to conduct business model innovation. The thesis also demonstrates the generality of the reasoning to design "milieux" as it accounts for competitive moves in platform ecosystems.

KEY WORDS

Commercialization of an Innovation ; Milieux (Design of...) ; Membrane of the Unknown ; Design Theory ; Business Model Innovation ; Platform Overthrow