



**HAL**  
open science

# La preuve de concept comme outil de développement des capacités de générativité collective : modélisation, expérimentation et conditions de performance

Caroline Jobin

## ► To cite this version:

Caroline Jobin. La preuve de concept comme outil de développement des capacités de générativité collective : modélisation, expérimentation et conditions de performance. Gestion et management. Université Paris sciences et lettres, 2022. Français. NNT : 2022UPSLM012 . tel-03738429

**HAL Id: tel-03738429**

**<https://pastel.hal.science/tel-03738429v1>**

Submitted on 26 Jul 2022

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

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



**THÈSE DE DOCTORAT**  
**DE L'UNIVERSITÉ PSL**

Préparée à Mines Paris - PSL

**La preuve de concept comme outil de développement  
des capacités de générativité collective : modélisation,  
expérimentation et conditions de performance**

Soutenue par

**Caroline JOBIN**

Le 24 mars 2022

École doctorale n° 543

**Sciences de la Décision, des  
Organisations, de la Société  
et de l'Échange**

Spécialité

**Sciences de gestion**

**Composition du jury :**

Bérangère, SZOSTAK Professeure des universités, ISM-IAE de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines	<i>Présidente</i>
Sihem, BEN MAHMOUD-JOUINI Professeure associée, HEC Paris	<i>Rapporteuse</i>
Jean-François, BOUJUT Professeur, INP Grenoble	<i>Rapporteur</i>
Cynthia, FLEURY-PERKINS Professeure, CNAM	<i>Examinatrice</i>
Pascal, LE MASSON Professeur, Mines Paris - PSL	<i>Directeur de thèse</i>
Sophie, HOOGE Professeure, Mines Paris - PSL	<i>Co-directrice de thèse</i>



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



*Écrivez court et vous serez lu.  
Écrivez clairement et vous serez compris.  
Écrivez imagé et vous resterez en mémoire.*

Joseph Pulitzer



# Remerciements

---

Ce manuscrit témoigne de l'aboutissement de trois années et demie de thèse, que j'ai vécue comme une aventure particulièrement enrichissante sur de nombreux plans : scientifique, intellectuel, social, personnel... Ces prochaines lignes visent à exprimer mes remerciements à l'égard des personnes et des collectifs qui ont contribué à cette aventure.

Je remercie chaleureusement mes directeurs de thèse — Pascal Le Masson et Sophie Hooge — d'avoir été des guides précieux. Merci, Pascal, de ton exigence scientifique, de ta patience et ta disponibilité à toute épreuve, mais aussi de tes encouragements et félicitations systématiques. Merci, Sophie, de ton enthousiasme à l'égard de mes tentatives d'apprentie enseignante-chercheuse, de ton oreille attentive à mes questionnements en tout genre et de nos échanges m'aidant à me poser les bonnes questions, ainsi que de ton soutien indéfectible. J'exprime également ma profonde reconnaissance envers Cynthia Fleury-Perkins sans qui cette thèse n'aurait pu voir le jour. Merci, Cynthia, de m'avoir sensibilisée à une approche holistique de la santé et de m'avoir ouvert des voies originales de valorisation de mes travaux.

Je remercie les membres du jury — Sihem Ben Mahmoud-Jouini, Jean-François Boujut, Bérangère Szostak, Cynthia Fleury-Perkins — pour les échanges scientifiques riches et stimulants ainsi que leurs félicitations, à titre personnel, lors de la soutenance. Ces remerciements sont à redoubler pour Sihem Ben Mahmoud-Jouini et Jean-François Boujut pour leurs commentaires lors de la pré-soutenance qui ont largement contribué à améliorer la qualité de mon manuscrit.

Cette thèse s'est largement nourrie de la solidarité et de l'émulation que j'ai trouvées au sein de la Chaire théorie et méthodes de la conception innovante, et plus globalement du Centre de gestion scientifique et de l'Institut interdisciplinaire de l'innovation. Je pense notamment aux doctorants et post-doctorants — Agathe, Alix, Anaëlle, Antoine, Charlotte, Chipten, Chloé, Daniel, Estelle, Helen, Honorine, Isabelle, Louise, Nafissa, Jérémy, John, Justine, Laure-Anne, Mariam, Mario, Maxime, Quentin, Rafael et Raphaëlle — qui m'ont apporté un soutien inestimable au quotidien ainsi que dans la dernière ligne droite de la rédaction du manuscrit et de la préparation de la soutenance. Merci, Chipten, pour ta relecture éclairée et éclairante du manuscrit. Je tiens à exprimer une mention spéciale à Raphaëlle Barbier en qui j'ai trouvé un binôme pour partager mes réflexions intellectuelles, mais aussi partager mes émotions, mes envies, mes doutes ... en marchant dans le jardin du Luxembourg, à la montagne ou pendant des heures au téléphone. Je pense également aux enseignants-chercheurs seniors — Franck Aggeri, Frédéric Kletz, Armand Hatchuel, Brice Laurent, Kevin Levillain, Christophe Midler, Étienne Minvielle, Blanche Ségrestin, Benoit Weil et Philippe Lefebvre — qui m'ont grandement aidé à développer mes travaux grâce à leurs présentations et commentaires constructifs. Merci, Frédéric, de m'avoir ouvert les portes de ton bureau et bien plus, pour continuer ma découverte du fabuleux monde de la santé. Je pense enfin à Céline, Marie-Michelle et Stéphanie qui m'ont accompagnée dans mes démarches administratives diverses et variées.

Cette thèse n'aurait pu être semblable sans le soutien des Sismo et plus particulièrement des deux cofondateurs — Antoine Fenoglio et Frédéric Lecourt —. Je suis reconnaissante envers toute l'équipe sismique quant à l'intérêt et la curiosité que vous avez portés sur mes travaux. Merci, Aurélie, de ton implication dans la thèse, et ce, même après ton départ des Sismo avec la relecture d'une partie du manuscrit. Merci, Margot et Johan, de votre pédagogie m'ayant permis de monter en compétences en design et de nos échanges dans le cadre ou en marge du projet Urgences. Merci, Diana de ton accompagnement dans mes progrès en communication. Je remercie également les membres de la Chaire de philosophie à l'hôpital et de la Chaire humanités et santé pour nos échanges lors des séminaires.

Cette thèse a été l'occasion de découvrir l'enseignement devant/avec une classe. Je remercie Lydie Pham de l'Université Gustave Eiffel et Christel Becker de l'Université Paris Cité de m'avoir fait confiance et offert des espaces d'expérimentation. Je salue et remercie Yannick Ponton de m'avoir appris des rudiments de pédagogie et d'encadrement d'étudiants.

Enfin, j'exprime ma gratitude envers ma famille. Je remercie mon père de m'avoir rappelé, à sa manière, des valeurs importantes de la vie durant/malgré la thèse. Je remercie ma mère de son soutien, depuis les premières heures, dans mes choix d'orientation et d'être un modèle de rigueur créative et de créativité rigoureuse. Ces derniers mots de remerciements vont à ma sœur qui m'a encouragée à me lancer dans la thèse et m'a préalablement ouvert la voie de l'ingénierie.

# Table des matières

---

Remerciements .....	v
Liste des figures .....	ix
Liste des tables.....	x
Liste des encadrés.....	x
Avant-propos .....	xi

## **PARTIE 1 : CHAPEAU DE LA THÈSE**

<b>Chapitre 1. Introduction générale.....</b>	<b>3</b>
1.1 Motivations empiriques de la thèse.....	3
1.2 Motivations théoriques de la thèse .....	7
1.3 Problématique de recherche de la thèse.....	8
1.4 Contexte de la recherche.....	8
1.5 Plan & Synopsis de la thèse .....	11
<b>Chapitre 2. Cadrage théorique &amp; questions de recherche.....</b>	<b>13</b>
2.1 Couplage entre connaissances et relations dans la preuve de concept.....	13
2.2 Modélisation des effets cognitifs de la preuve de concept.....	16
2.3 Impacts de la preuve de concept sur les collectifs.....	23
<b>Chapitre 3. Méthodologie de recherche.....</b>	<b>27</b>
3.1 Mon cheminement avant la thèse.....	27
3.2 Une recherche-intervention de trente-huit mois avec les Sismo .....	28
3.3 Méthodologie des articles .....	38
<b>Chapitre 4. Synthèse des articles.....</b>	<b>49</b>
4.1 Synthèse de l'article 1 .....	49
4.2 Synthèse de l'article 2 .....	51
4.4 Synthèse de l'article 3 .....	54
<b>Chapitre 5. Discussion &amp; conclusion générale .....</b>	<b>57</b>
5.1 Discussion des résultats de la thèse .....	57
5.2 Implications des résultats de la thèse .....	66
5.3 Conclusion générale .....	68
Références.....	73

## PARTIE B : ARTICLES DE LA THÈSE

<b>Chapitre 6. Article 1.....</b>	<b>85</b>
6.1 Introduction .....	85
6.2 Research Hypotheses and Methodology.....	86
6.3 Genesis of 'Proof-of-Concept' in U.S. Aerospace and Aeronautic Ecosystem: an Historical Perspective.....	87
6.4 Transfers of 'Proof-of-Concept' In Other Ecosystems: A Cross-Domain Analytical Study.....	96
6.5 Discussion and Conclusion .....	102
References .....	104
<b>Chapitre 7. Article 2.....</b>	<b>109</b>
7.1 Introduction .....	109
7.2 Literature Review and Experimentation Design Modelling.....	110
7.3 Methodology .....	112
7.4 Three Proof Models and Associated Illustrations .....	112
7.5 Conclusion and Discussion .....	119
References .....	121
<b>Chapitre 8. Article 3.....</b>	<b>123</b>
8.1 Introduction .....	123
8.2 État de l'art et questions de recherche.....	124
8.3 Matériels et méthodes.....	128
8.4 Résultats.....	135
8.5 Discussion et conclusion .....	144
Bibliographie .....	147
<b>Annexes.....</b>	<b>151</b>
Annexe 1 : Rapport final du projet Urgences remis à la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie .....	<b>151</b>
Annexe 2 : Présentation de la soutenance de thèse du 24 mars 2022 accompagnée de notes explicatives.....	<b>179</b>
<b>Table des matières détaillée .....</b>	<b>202</b>

# Liste des figures

---

Figure 1 : Croquis représentant des preuves de concept et preuves de concept génératives.....	6
Figure 2 : Évolution de la focale du design chez les Sismo (Illustration des Sismo).....	10
Figure 3 : Carré Magique © (Illustration des Sismo).....	10
Figure 4 : Synopsis de la thèse.....	12
Figure 5 : Échelle TRL (DGA, 2009, p. 299).....	15
Figure 6 : Modélisation de la théorie C-K (Cabanes, 2017, p. 46).....	21
Figure 8 : Modèle général de la conception d'une preuve expérimentale.....	23
Figure 9 : Démarche projet des Sismo en octobre 2018 (Illustration des Sismo).....	30
Figure 10 : Cartographie des principales parties prenantes du POC urgences.....	44
Figure 11 : Référentiel C-K sur le projet Urgences.....	65
Figure 12: Historical perspective overview.....	96
Figure 13: Google NGRAM graph of 'proof of concept' (Literature between 1950 and 2008 from the corpus 'English (2012)').....	96
Figure 14: Cross-domain analytical study overview.....	102
Figure 15: The dual proof function of proof of concept.....	103
Figure 16: General framework of experimentation design based on C-K theory.....	111
Figure 17 : Justification des concepts retenus et écartés par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo (Extrait du rapport final remis à la CNSA).....	143

# Liste des tables

---

Table 1 : Vision des interactions entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans différents champs de littérature .....	18
Table 2 : Notions-clés de la théorie des tests statistiques.....	20
Table 3 : Liste des publications produites et communications par ordre chronologique .....	36
Table 4 : Présentation du matériel de recherche de l'article 1 .....	39
Table 5 : Présentation du matériel de recherche de l'article 2.....	42
Table 6 : Descriptif synthétique de l'appel à projets de la CNSA « Handicap et perte d'autonomie : innovation sociale par le design » (données issues de Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, 2019).....	43
Table 7 : Planning du projet d'amélioration de l'expérience usager des urgences hospitalières.....	45
Table 8 : Présentation du matériel de recherche de l'article 3 .....	48
Table 9 : Abrégé de l'article 1 .....	50
Table 10 : Abrégé de l'article 2.....	52
Table 11 : Abrégé de l'article 3.....	55
Table 12 : Présentation des trois espèces de mécanismes entre preuve de connu et preuve d'inconnu.....	59
Table 13: Analysis of the first stakeholders who embrace the terminology of 'proof-of-concept' in academic literature (before 1980).....	91
Table 14: Synthesis of NASA's uses of TRLs (adapted from Straub et al., 2015).....	94
Table 15: Key characteristics of the three proof models.....	120
Table 16 : Concepts scénarisés.....	131
Table 17 : Description des entretiens semi-directifs .....	134
Table 18 : Cadre d'analyse.....	135
Table 19 : Synthèse des résultats.....	145

# Liste des encadrés

---

Encadré 1 : Définition de « preuve de connu » et « preuve d'inconnu » .....	17
Encadré 2 : Mon rôle dans le projet Urgences.....	46
Encadré 3 : Informations clés de l'article 1.....	49
Encadré 4 : Informations clés de l'article 2.....	51
Encadré 5 : Informations clés de l'article 3.....	54
Encadré 6 : Grandes phases et étapes du projet Urgences .....	132

# Avant-propos

---

Ce manuscrit de thèse prend la forme d'une thèse par articles/publications. Il est composé de deux parties. La partie A ou « chapeau de la thèse » regroupe les chapitres introductifs de la thèse. Cette partie A a été construite de telle sorte qu'elle soit à la fois « autoportante », c'est-à-dire que sa lecture puisse se faire de manière linéaire, sans nécessité d'allers-retours entre ce chapeau et les articles. Bien que les parties A et B ont été pensées pour être complémentaires, certaines redondances sont cependant à prévoir. Du fait de cette structure de manuscrit de thèse, le niveau de détail attendu par le lecteur dans cette première partie, qui déroule le fil rouge de cette thèse, ne doit pas être celui d'une thèse par monographie. Le lecteur pourra très certainement trouver dans les articles ou la partie Annexe la matière plus développée, le niveau de détail qui l'intéresse. Certains renvois pourront être proposés, à cette fin, afin de guider le lecteur dans une découverte plus approfondie.



# PARTIE A

---

## CHAPEAU DE LA THÈSE



# Chapitre 1. Introduction générale

---

En tant que sciences humaines et sociales, les sciences de gestion, ainsi que les disciplines connexes qui se nourrissent mutuellement, n'ont eu de cesse de se préoccuper de la façon dont les collectifs se constituent pour générer de nouvelles propositions pour « habiter notre monde » (Alexander, 1977 ; Chaire de philosophie à l'hôpital, 2021a ; Tronto et al., 2009) et « faire société » (Bollé De Bal, 2003 ; Laousse & Hooge, 2018 ; Michel, 1988). Inscrits dans cette approche pluridisciplinaire, nous contribuons à la lignée des travaux en management de l'innovation qui se sont intéressés aux processus (gestion de projet, créativité, intelligence collective ...) qui soutiennent les fondements de l'éthique du care (Fleury, 2019) dans leur capacité à instrumenter « un moyen de restaurer de la puissance d'agir, de promouvoir d'autres allures de vie, ou tout au moins de maintenir des conditions de vie décentes » (Brugère, 2017). Dans la thèse, nous nous intéressons au cas particulier de la preuve de concept pour développer cette générativité collective, dans le contexte singulier des projets de design de service.

Le chapitre introductif met d'abord en avant les motivations empiriques et théoriques de la thèse. Puis, nous formulons la problématique de recherche et présentons le contexte de recherche. Enfin, nous exposons le plan et le synopsis de ce manuscrit de thèse.

## 1.1 Motivations empiriques de la thèse

### 1.1.1 Un engouement généralisé pour les preuves de concept par les praticiens de l'innovation : POC is the New Black?<sup>1</sup>

L'utilisation de plus en plus courante de la preuve de concept (ou *proof of concept* en anglais, d'où l'abréviation courante POC) dans les processus d'innovation en fait aujourd'hui une démarche « à la mode » (Gay & Szostak, 2017, p. 137) ou « tendance » (Midler, 2019). Cette tendance se manifeste au sein, ou à l'interface, d'organisations de tous types (organisations privées, publiques ou parapubliques, ministérielles, non gouvernementales ...), de toutes tailles et de tous domaines d'activité (aéronautique/spatial/défense, sécurité/informatique, pharmaceutique/biomédical, banque, innovation, design ...) (Comité Richelieu & Le médiateur des entreprises, 2019). Que ce soit sous l'appellation de « preuve de concept », « TRL3 », ou plus largement d'« expérimentation », les appels à POC sont devenus monnaie courante. Par exemple, en 2015, l'association de loi 1901 OuiShare et le collectif de designers berlinois Open State ont lancé un appel à prototypes avec pour ambition de faire la preuve de concept qu'une société durable peut être construite par des citoyens pionniers lors d'un camp d'innovation appelé

---

<sup>1</sup> Traduction : « La preuve de concept, c'est tendance ? »

« POC 21 », en écho à la COP 21. En 2018, la loi de financement de la Sécurité sociale a introduit l'« Article 51 », un dispositif réglementaire permettant aux établissements de santé (publics ou privés), professionnels de santé libéraux, associations, aux entrepreneurs, etc. d'expérimenter de nouvelles organisations en santé venant déroger à des règles de droit commun, notamment de financement. Également en 2018 – date de lancement de cette thèse –, le Comité d'organisation de *Lille Métropole 2020, Capitale mondiale du Design* a encouragé les acteurs locaux (entreprises, collectivités territoriales, centres de recherche et universités, centres culturels, associations de citoyens) à s'engager dans la réalisation de POC avec le mantra « Let's POC together! ». La métropole européenne de Lille avait pour ambition de devenir un laboratoire d'expérimentations à grande échelle de réinvention de son territoire, face aux nouveaux enjeux sociétaux, économiques et environnementaux, grâce à l'acculturation durable des acteurs du territoire au design. À titre de derniers exemples illustratifs de cet engouement généralisé, en 2021, le Conseil européen de la recherche a lancé un nouvel appel à POC « ERC-PoC-2022 » et l'État français a quant à lui lancé un appel à propositions de « prématuration (TRL3) » pour soutenir financièrement des projets d'innovation et accélérer leur transfert vers le monde socio-économique. Pourquoi un tel engouement pour la preuve de concept ? Certainement parce que les communautés d'innovation et de R&D lui prêtent des vertus cognitives (« marche-pied vers l'innovation », « étape d'apprentissage déterminante »), organisationnelles (peu coûteuse en ressources financières et en temps, cadre plutôt agile) et sociales (« objet souple dans les relations commerciales ») (*ibid.*, 2019). Ces vertus ont très certainement contribué à sa démocratisation, qui est telle que cette notion est entrée dans le langage courant des praticiens de l'innovation et dans les dictionnaires spécialisés (par exemple, voir Denis-Rémis & Bertrand, 2017).

### 1.1.2 Un engouement qui est de plus en plus marqué par des critiques

Bien que la preuve de concept ait la cote (ou justement parce qu'elle a la cote), la pratique se confronte à des limites et des critiques à son égard.

Un premier volet de critiques porte sur la trop grande souplesse, l'ambiguïté de la notion qui peut conduire à des *quiproquos* et malentendus entre les « acheteurs » et « vendeurs » de POC (Comité Richelieu & Le médiateur des entreprises, 2019). Il est compréhensible que la preuve de concept, généralement décrite comme une « démonstration expérimentale courte et concrète permettant de valider qu'un concept ou une idée n'est pas qu'une simple vue de l'esprit » (Denis-Rémis & Bertrand, 2017), n'ait pas la même interprétation dans le domaine de la sécurité informatique que dans le domaine pharmaceutique. En revanche, cette polysémie est d'autant plus étonnante et dangereuse, comme le souligne une journaliste des Échos<sup>2</sup>, qu'elle s'incarne dans une filière aussi réglementée que celle de la conception de médicament où « les différents acteurs de ce processus (chercheurs, industriels, autorités

---

<sup>2</sup> Ducruet, C. (2007, décembre). *La preuve de concept, cheville ouvrière du médicament. Les Échos*. Consultée sur <https://www.lesechos.fr/2007/12/la-preuve-de-concept-cheville-ouvriere-du-medicament-548607>

de santé, représentants des patients...) ne mettent pas le même contenu derrière ce terme ». Cette problématique n'est pas le simple fait de cette filière ou industrie. Elle a, par exemple, également été soulignée par le chef de la cellule innovation ouverte de l'agence de l'innovation de défense<sup>3</sup> qui invite à préciser les propriétés attendues de cette démonstration expérimentale en termes de niveaux de maturité technique, marché et utilisateur. Un deuxième volet de critiques souligne les faiblesses méthodologiques du protocole expérimental de certaines preuves de concept, avec pour conséquence des résultats non concluants ou des prises de décisions erronées (Banerjee et al., 2017 ; Conseil d'État, 2019). Enfin, un dernier volet de critiques attire l'attention sur l'inégale répartition, voire plus fortement l'accaparement, de la valeur générée par la preuve de concept par un nombre restreint d'acteurs (Laurent, 2019 ; Laurent & Tironi, 2015). En résumé, ces critiques appellent à mieux cerner et améliorer les logiques d'apprentissage collectif dans lesquelles la preuve de concept s'inscrit, à la fois en termes de rationalité et d'organisations associées.

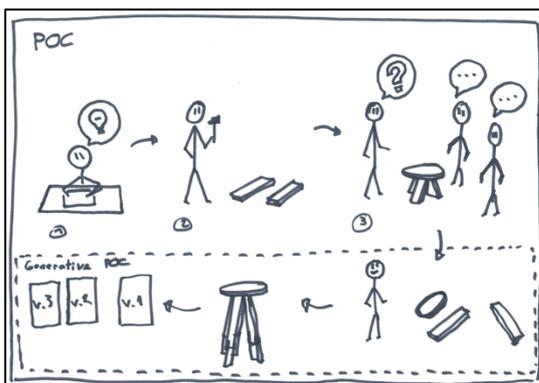
### **1.1.3 Une initiative d'augmentation de la générativité des preuves de concept portée par l'agence de design les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital**

L'agence de design les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital, que nous présentons en détail plus loin, porte comme ambition depuis 2018 d'augmenter la générativité collective produite à l'occasion des preuves de concept. En juillet 2019, j'ai organisé un atelier auprès des Sismo pour montrer que la définition qui était alors communément utilisée dans l'agence : « un POC est une étape d'expérimentation grandeur nature permettant de confronter ses idées à la réalité en testant l'appétence des utilisateurs concernés » pouvait être traduite de différentes manières. Par ailleurs, cet atelier avait pour but d'explicitier en quoi leur pratique des POC était plus riche que ce que cette définition laissait à penser, c'est-à-dire que cette pratique était déjà dans une certaine mesure générative, et pourrait l'être davantage. Dans cette intention, j'ai demandé aux participants de représenter dans un premier temps, une « preuve de concept », et dans un second temps, une « preuve de concept générative » avec un moyen d'expression qui leur est familier : le dessin. Quatre des croquis réalisés pendant l'atelier sont présentés dans la Figure 1 et discutés ci-dessous. Ils ont été sélectionnés car ils illustrent et mettent en lumière les problématiques soulevées dans la partie précédente. Le croquis (a) a été réalisé par un designer de produit quelques jours après son arrivée chez les Sismo. Il représente le POC comme l'action de présenter un objet, fruit de la matérialisation d'une idée, à d'autres personnes pour leur demander ce qu'elles en pensent. La générativité qu'il représente est le processus qui consiste à générer, de manière itérative, de nouvelles versions de cet objet. La preuve de concept générative qu'il représente fait écho à certains principes sous-jacents au fameux manifeste pour le développement agile des logiciels (Beck et al., 2001). Le croquis (b) a été réalisé par un architecte qui avait été chef de projet sur plusieurs POC réalisés par les Sismo. Il

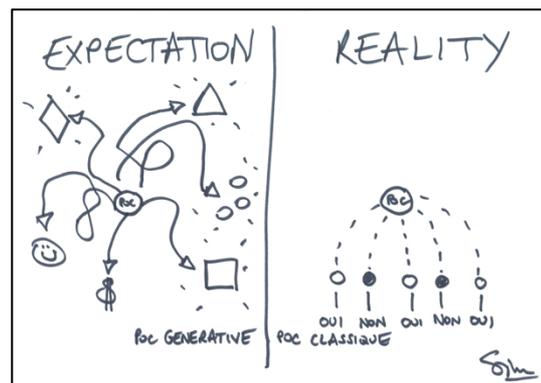
---

<sup>3</sup> Sirapian, M. (2020, février). *Pour en finir avec les "POC"*. *Medium*. Consultée sur <https://massisirapian.medium.com/pour-en-finir-avec-les-poc-c675221fd194>

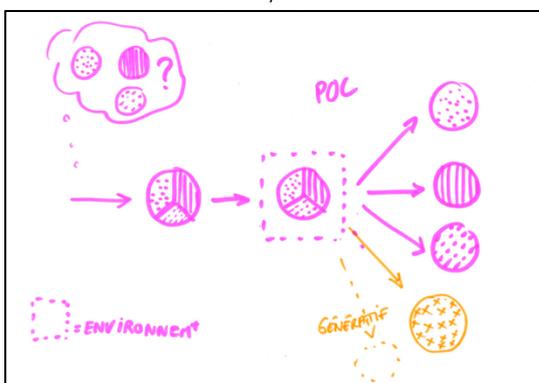
représente le POC comme un moyen de répondre par l'affirmative ou la négative à une liste donnée de points. Il présente la preuve de concept générative comme un processus relevant d'une démarche plus hasardeuse, conduisant à une plus grande diversité de résultats. Avec les annotations « attente » et « réalité », il souligne sa frustration de ne pas pouvoir atteindre cette générativité. D'après les commentaires de l'auteur, cette générativité est bridée par les clients qui souhaitent des résultats binaires « plus prévisibles », idéalement à l'appui de données quantitatives, soit une démarche considérée comme « plus rassurante » alors que le POC est un moment de stress pour ces mêmes clients. Le croquis (c) a été réalisé par une designer de service qui avait eu l'occasion d'être cheffe de projet sur un POC Sismo. Elle représente le POC comme un processus permettant d'éprouver différents scénarios en les confrontant à un environnement spécifique. Elle représente la générativité comme l'émergence de nouveaux scénarios ou de nouveaux environnements d'intérêt. Le croquis (d) a été réalisé par une designer de service qui avait été cheffe de projet sur plusieurs POC Sismo. Elle représente le POC comme la mise à l'épreuve d'une idée dans un milieu, à l'occasion de laquelle les acteurs vont pouvoir prendre la parole. Selon elle, le POC est génératif dans la mesure où il permet de transformer l'idée de départ (qui va ensuite être travaillée pour devenir un objet final) et provoquer la réaction d'un autre acteur. La générativité du POC pourrait, selon elle, être augmentée en permettant de fédérer davantage le collectif, d'en attirer d'autres et de se rendre compte que l'idée ne correspond pas à une innovation durable.



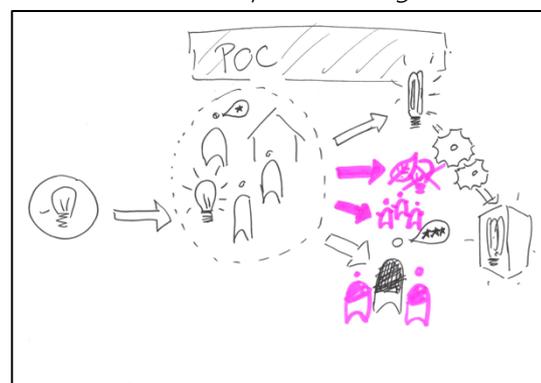
(a) Croquis de Christopher Santerre  
Générativité représentée en bas



(b) Croquis de Simon Mallo  
Générativité représentée à gauche



(c) Croquis de Margot Lenorais  
Générativité représentée en orange



(d) Croquis de Clémence Martin-Beaumont  
Générativité représentée à droite et générativité augmentée représentée en fuchsia

Figure 1: Croquis représentant des preuves de concept et preuves de concept génératives

Cet atelier a ainsi montré que la représentation que les Sismo se faisaient d'une preuve de concept était influencée par leur formation initiale. Il a également contribué à expliciter des formes que peuvent prendre des « preuves de concept plus génératives », mais aussi quelques difficultés associées.

Par ailleurs, Cynthia Fleury-Perkins, titulaire de la Chaire de philosophie à l'hôpital et Antoine Fenoglio co-fondateur des Sismo, ont également explicité en 2019 des formes que pourraient prendre des preuves de concept plus génératives. Ce pourrait être « des expérimentations ayant pour but principal de rendre capacitaires les acteurs concernés et de produire, dans la mesure du possible, des externalités positives (des impacts positifs extrafinanciers) » et « de particulièrement impliquer les acteurs les plus vulnérables ou de traiter en priorité les situations les plus critiques (humaines, environnementales, économiques) d'un système à améliorer » (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). Ces propos viennent enrichir le croquis (d) en qualifiant le profil des acteurs et du milieu à impliquer. Cependant, ces acteurs vulnérables sont-ils si faciles à identifier sachant qu'ils ont bien souvent été invisibilisés ? Comment soutenir leur implication quand bien même la société tend à les marginaliser (Mulvale et al., 2019) ? De quel type d'implication parle-t-on ? En quoi cette implication va permettre de « leur redonner aptitude et souveraineté dans ce qu'ils sont » (Fleury, 2019, p. 7) ? Inversement, le croquis (d) vient enrichir les propos de Cynthia Fleury-Perkins et d'Antoine Fenoglio, notamment ceux qui ont trait aux externalités positives. En effet, le croquis vient qualifier les différentes formes qu'elles pourraient prendre. Mais, pour qui ces externalités sont-elles positives ? Doit-on considérer ces « externalités positives » comme d'heureuses surprises ou, au contraire, est-il de la responsabilité du concepteur du POC de les provoquer, au même titre qu'il se doit de limiter les « externalités négatives » ?

Ces éléments soulignent les difficultés empiriques auxquelles se confronte la pratique, aujourd'hui intensive, des preuves de concept. Par ailleurs, ces dernières soulèvent des problématiques théoriques majeures.

## 1.2 Motivations théoriques de la thèse

Au-delà des « vendeurs de POC » (entrepreneurs, intrapreneurs, cabinets de conseil, agences de design, chercheurs, etc.) et des « acheteurs de POC » (agences gouvernementales, comités de direction, investisseurs, etc.), une preuve de concept doit souvent mettre en branle tout un écosystème – voire parfois contribuer à le faire émerger – pour soutenir la conception et la mise à disposition de nouvelles propositions (Ben Mahmoud-Jouini & Charue-Duboc, 2017). Or l'action collective de transition et de transformation qu'appellent les grands défis contemporains suppose la capacité à explorer des inconnus toujours plus complexes et vastes. N'est-ce pas là une des raisons possibles du succès du POC, qui ne serait que le « symptôme » d'un régime d'innovation se devant de fédérer des collectifs d'exploration (Segrestin, 2003) comprenant des acteurs aux expertises et légitimités hétérogènes, souvent issus d'institutions variées (Le Masson & Weil, 2014) ? Bien que de plus en plus d'initiatives s'appuyant sur des principes de co-conception, de conception collaborative ou de conception participative voient le jour (Dubois, 2015 ; Laousse & Hooge, 2018), ce type d'action collective s'avère particulièrement complexe : l'identité des objets et des collectifs sont rarement prédéterminés et doivent être conçue collectivement

et de manière simultanée (Gillier, 2010 ; Segrestin, 2003). Pour faire face à ces enjeux, diverses instrumentations se sont progressivement développées. La littérature en management de l'innovation s'est beaucoup intéressée aux artefacts tels que les objets intermédiaires, objets frontières ou encore prototypes (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020 ; Carlile, 2002 ; Jeantet, 1998 ; Mer et al., 1995 ; Vinck, 2009 ; Yu et al., 2018). Cependant, comme le soulignent certains auteurs (par exemple, Nicolini et al., 2012 ; Seidel & O'Mahony, 2014), cette littérature a eu tendance à attribuer à ces artefacts de nombreux effets positifs sur les collectifs en laissant souvent sous silence des effets négatifs pourtant bien connus comme l'exclusion de certains acteurs (Akrich, 2010). Elle a également laissé à penser que ces effets étaient « endogènes » et « innés », et s'est donc peu intéressée aux acteurs et aux philosophies gestionnaires associées (Hatchuel & Weil, 1992). Ce manque d'intégration de la diversité des situations gestionnaires dans les modèles proposés entraîne rapidement une variété de questionnements : les effets en question peuvent-ils être simultanés ? Sont-ils facilement contrôlables ? Ne risquent-ils pas d'induire des effets de fixation cognitifs et/ou sociaux ou des effets de polarisation pouvant conduire à la fracture du collectif, et donc mettre à mal la dynamique de générativité collective (Agogué, 2013 ; Hooge et al., 2016 ; Jean, 2016 ; Le Du, 2017) ? La thèse va tenter de répondre à ces questionnements dans le cas particulier des preuves de concept.

### 1.3 Problématique de recherche de la thèse

Les motivations empiriques et théoriques soulignées dans les parties précédentes montrent qu'il existe un double intérêt scientifique et sociétal à se questionner sur :

**Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?**

Pour étudier cette problématique générale de recherche, nous formulerons dans le chapitre suivant les trois questions de recherche suivantes :

- Question de recherche n°1 : Qu'est-ce qui est générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept ?
- Question de recherche n°2 : Quels sont les agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu et dans quelles mesures la cohabitation entre preuve de connu et d'inconnu peut-elle être bénéfique ?
- Question de recherche n°3 : Dans quelles mesures et à quelles conditions la preuve de concept peut-elle contribuer à développer des capacités collectives de gestion conceptive ?

### 1.4 Contexte de la recherche

#### 1.4.1 Une thèse dans la continuité des travaux du Centre de gestion scientifique de Mines Paris - PSL

Cette thèse s'inscrit dans la continuité des travaux du Centre de gestion scientifique (CGS) de Mines Paris - PSL, laboratoire intégré au sein de l'unité mixte de recherche « institut interdisciplinaire de l'innovation » (UMR CNRS 9217). Cette équipe de recherche porte une attention particulière à étudier conjointement les modèles de rationalité et les formes d'organisation associées. Il a contribué, à la fin des années 1990 et au début des années 2000, à formaliser une nouvelle manière de modéliser les raisonnements de conception et leur générativité. Ce nouveau formalisme institutionnalisé dans la théorie de la conception ou théorie C-K – dont nous présenterons les principes dans la partie 2 du Chapitre 2 – connaît un essor académique et industriel, nourri par les travaux de la Chaire théorie et méthodes de conception innovante (TMCI) depuis 2009. Cette thèse s'inscrit dans la filiation d'autres thèses de la chaire TMCI, plus particulièrement les travaux de Marine Agogué (2012) sur l'innovation orpheline et la modélisation des effets des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles, de Fabien Jean (2016) sur l'échelle TRL et l'échange génératif de technologies innovantes, de Louis-Etienne Dubois (2015) sur le co-design et le pilotage de la genèse de communautés créatives, et de Laura Le Du (2017) sur le renouvellement et l'expansion des imaginaires en conception et leur générativité sur les processus d'innovation. Cette thèse se nourrit et contribue à la dynamique de trois des cinq axes du programme de recherche de la chaire TMCI : l'axe 1 qui explore les fondements formels des raisonnements génératifs, l'axe 2 qui explore les nouveaux outils et stratégies pour supporter l'action collective dans l'inconnu et l'axe 4 qui les processus de conception et d'innovation soutenables nécessitant des transformations d'ensemble des écosystèmes.

#### **1.4.2 Une thèse CIFRE avec l'agence de design les Sismo**

Cette recherche a été conduite dans le cadre d'une Convention Industrielle de Formation par la Recherche (CIFRE) avec les Sismo du 1<sup>er</sup> octobre 2018 au 30 novembre 2021. Durant cette période, j'ai été salariée de l'agence en tant que chercheuse en design. Cette position m'a offert un accès privilégié à un vivier de données empiriques sur des preuves de concept qu'ils mènent auprès de diverses organisations qu'ils accompagnent : des organisations privées (grands groupes, PME/ETI ...), mais aussi organisations publiques et parapubliques (agences gouvernementales, directions ministérielles et interministérielles ...). Cette intégration au sein de l'agence a également facilité l'expérimentation.

Sismo est un studio de design co-fondé en 1997 à Lyon par Antoine Fenoglio et Frédéric Lecourt, designers industriels et commissaires d'exposition, qui a désormais un lieu d'attache à Paris et en Creuse. Comme l'illustre la Figure 2, les Sismo ont commencé par investir le design mobilier, en prenant parfois la casquette d'éditeur de mobilier et d'objet. Lorsque des entreprises industrielles sont venues frapper à leur porte, ils se sont positionnés, tels des designers italiens, comme des « créateurs industriels », c'est-à-dire des designers innovants sur une ligne de crête entre design de créateurs (milieu de l'art) et design industriel (milieu de l'ingénierie). Les Sismo se sont ensuite entourés de nouveaux talents afin de pouvoir aborder des projets de plus grande envergure, intégrant des dimensions à concevoir dépassant les objets matériels, suivant ainsi les principes du design global. Ce paradigme amène les designers à travailler sur les propriétés de valeur, d'usage et d'esthétisme d'un objet, mais aussi son packaging, sa communication graphique ou encore l'architecture de son lieu de vente. La focale des Sismo a ensuite progressivement

glissé vers le design de service et d'expérience et une démarche de conception pluridisciplinaire centrée sur l'utilisateur. Depuis 2018, cette pratique est orientée par l'éthique du, *care*.

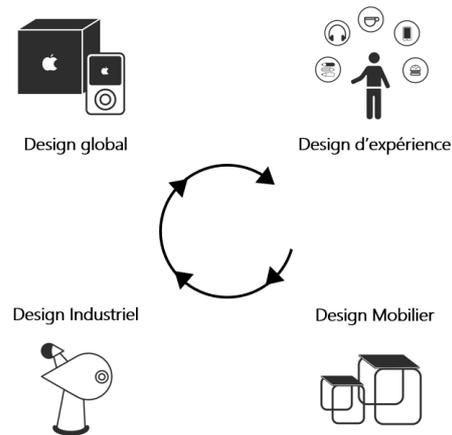


Figure 2 : Évolution de la focale du design chez les Sismo (Illustration des Sismo)

Les Sismo ont acquis une certaine notoriété, aussi bien dans le milieu du design qu'au niveau du grand public, grâce à des prix, articles de presse et expositions qui ont valorisé leurs créations iconiques et outils méthodologiques. Le plus iconique de leurs outils méthodologiques est le Carré Magique © représenté dans la Figure 3. Les Sismo se sont inspirés du carré sémiotique imaginé par Greimas et Rastier en 1968 comme grille d'analyse, par représentation graphique, des différents niveaux de signification d'un langage, pour créer une grille de lecture de ce qu'est le design dans sa diversité de pratiques et d'objectifs.



Figure 3 : Carré Magique © (Illustration des Sismo)

Cet outil, d'abord pensé comme moyen d'échange avec ses clients lors des réunions de cadrage et de point d'étape, est devenu un objet de dialogue avec le grand public lorsque les Sismo ont eu l'opportunité de le transposer pour la conception d'une exposition pour l'inauguration de la Cité internationale de Saint-Étienne en 2009. Par ailleurs, à l'occasion de Lille Métropole 2020, Capitale mondiale du design, les Sismo et Cynthia Fleury-Perkins ont été commissaires de la Maison POC Prendre soin. En son sein, ils ont organisé l'exposition « Climat de soin » qui présentait une cinquantaine de projets, testés en situation réelle et s'attachant à prendre soin des individus, de la société et des milieux naturels.

### **1.4.3 Une thèse en partenariat avec la Chaire de philosophie à l'hôpital**

Cette thèse a été réalisée en partenariat avec la Chaire de philosophie à l'hôpital. Cette Chaire hospitalo-académique, liée à la Chaire humanités et santé du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM), est dirigée par Cynthia Fleury-Perkins, professeure en philosophie et psychanalyste. Elle a été fondée en janvier 2016 à l'Hôtel-Dieu de Paris, par Cynthia Fleury-Perkins et pensée – avec l'appui du philosophe Frédéric Worms alors président du conseil scientifique – comme un lieu ouvert à tous, contribuant à réinventer la relation au soin, à la maladie, à la vie et aux autres. La présidence du conseil scientifique relève aujourd'hui de la responsabilité de Catherine Tourette-Turgis, directrice et fondatrice de l'Université des patients qui accompagne la transformation de l'expérience des patients en expertise au service de la collectivité. La Chaire de philosophie à l'hôpital, qui a désormais son attache principale au sein du Groupe hospitalier universitaire Paris - Psychiatrie & neurosciences, soutient une dynamique d'ouverture d'antennes au cœur de la diversité des réalités hospitalières territoriales (Clermont-Ferrand et Prémontré pour la France, Bamako au Mali et Panzi en République démocratique du Congo).

La Chaire porte un programme d'enseignement et de recherche, de formation et de diplomation, mais aussi d'expérimentation et de déploiement (auquel les Sismo sont associés) supportant la réinvention de nos modèles d'organisation, de production et de consommation. Les cinq grandes thématiques qui structurent ce programme sont les suivants : philosophie clinique et savoirs expérientiels ; résilience et clinique du développement ; santé connectée et intelligence artificielle ; design capacitaire ; et nature et patrimoine en santé. Cette thèse s'inscrit dans la dynamique de la thématique « design capacitaire » qui s'intéresse à la manière dont « le design peut se révéler être un vecteur précieux pour rendre le monde plus habitable, en s'appuyant sur l'efficacité des approches qui partent du terrain, de l'expérience et des capacités des individus » (Chaire de philosophie à l'hôpital, 2021b).

## **1.5 Plan & Synopsis de la thèse**

La partie A de ce manuscrit de thèse est composée de cinq chapitres. L'introduction générale (Chapitre 1) avait pour objectif de présenter la raison d'être, l'intérêt et l'actualité de la problématique de recherche de cette thèse. Le Chapitre 2 explicite le cadrage théorique et nos questions de recherche. Le Chapitre 3 présente la méthodologie de recherche, tant au niveau du travail global de thèse que de manière discrète pour chaque « plongée » que représentent les trois articles. Le Chapitre 4 offre une synthèse de ces articles. Le Chapitre 5 propose une discussion des résultats de la thèse, plusieurs implications des travaux sur la gestion des preuves de concept et une conclusion présentant quelques perspectives de recherche.

La partie B présente en intégralité les trois articles principaux sur lesquels s'appuie cette thèse. Ces articles, dont je suis l'auteure principale, ont été soumis et acceptés à des conférences avec comité de lecture. Ils répondent donc bien aux exigences de l'École Doctorale. Ils sont présentés dans leur version finale, qui a été acceptée à la conférence. Seules des coquilles et erreurs affiliées pouvant nuire à la compréhension du propos ont été corrigées. Par ailleurs, leur mise en page a été réalisée selon les mêmes codes que la partie A par souci d'uniformisation et de facilité de lecture. La Figure 4 présente le synopsis de la thèse.

<b>PARTIE A : CHAPEAU DE LA THÈSE</b>		
<b>Chapitre 1. Introduction générale</b>		
<b>Problématique</b> : Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?		
<b>Chapitre 2. Cadrage théorique &amp; questions de recherche</b>		
<b>QR1</b> : Qu'est-ce qui est générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept ?	<b>QR2</b> : Quels sont les agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu et dans quelles mesures la cohabitation entre preuve de connu et d'inconnu peut-elle être bénéfique ?	<b>QR3</b> : Dans quelles mesures et à quelles conditions la preuve de concept peut-elle contribuer à développer des capacités collectives de gestion conceptive ?
<b>Chapitre 3. Méthodologie de recherche</b>		
<b>M1</b> : Analyse généalogique de la preuve de concept	<b>M2</b> : Modélisation de l'agencement entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans la preuve de concept	<b>M3</b> : Étude de terrain longitudinale d'une preuve de concept portant une ambition explicite de générativité
<b>Chapitre 4. Synthèse des résultats</b>		
<b>R1.1</b> : Le POC est un outil de gestion de l'exploration collective de l'inconnu.	<b>R2.1</b> : Il existe trois arrangements entre preuve de connu et preuve d'inconnu.	<b>R3.1</b> : Le POC permet de développer certaines capacités de conception collective.
<b>R1.2</b> : Le POC porte une double logique de preuve de connu et de preuve d'inconnu.	<b>R2.2</b> : Plus une preuve est de qualité, plus elle fera émerger simultanément l'autre.	<b>R3.2</b> : La puissance générative d'un POC est conditionnée et reste limitée.
<b>Chapitre 5. Discussion &amp; conclusion générale</b>		
<b>PARTIE B : ARTICLES DE LA THÈSE</b>		
<b>Chapitre 6. Article 1</b> <i>What does the proof-of-concept (POC) really prove? A historical perspective and a cross-domain analytical study</i>	<b>Chapitre 7. Article 2</b> <i>The Logics of Double Proof in Proof of Concept – A Design Theory-based Model of Experimentation in the Unknown</i>	<b>Chapitre 8. Article 3</b> <i>La preuve de concept : un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ?</i>

Figure 4 : Synopsis de la thèse

# Chapitre 2. Cadrage théorique & questions de recherche

---

Dans ce deuxième chapitre, nous présentons la littérature qui nous est utile pour le cadrage théorique de la thèse et introduire nos trois questions de recherche. Pour un état de l'art plus détaillé, le lecteur pourra se référer à ceux réalisés dans les articles (Chapitres 6, 7 et 8). Dans un premier temps, nous nous intéressons à la spécificité du couplage entre les connaissances et les relations dans la preuve de concept. Puis, nous instruisons le besoin de modélisation des effets cognitifs de la preuve de concept. Enfin, nous approfondissons les impacts de la preuve de concept sur les collectifs.

## 2.1 Couplage entre connaissances et relations dans la preuve de concept

D'après le « principe de non-séparabilité entre connaissances et relations » sur lequel s'appuie notre analyse de l'action collective, il existe un lien fondamental entre les formes des relations et la nature des connaissances produites lors d'activités collectives de conception (Hatchuel, 1999). Comment la production ou révision de connaissances et de relations sont-elles liées dans la preuve de concept ? Pour étudier un tel couplage, nous commencerons, suivant la recommandation de Hatchuel (*Ibid.*), par l'étude de l'environnement dans lequel ce dispositif a été élaboré. Nous positionnons ensuite la preuve de concept dans la littérature sur les objets intermédiaires et frontières puis explicitons en quoi la preuve de concept est un objet complexe à transmettre.

### 2.1.1 Couplage originel entre savoirs et relations dans la preuve de concept

Alors que nous cherchions à reconstituer la genèse de la preuve de concept, l'enquête s'est avérée plus complexe et surprenante que prévu. Des auteurs se sont prêtés à l'exercice de reconstituer l'histoire de la notion de preuve de concept. Sans grand succès, ils déclarent humblement que « la démarche d'une preuve de concept est sans doute apparue dans le domaine de l'informatique afin de tester très en amont la fiabilité d'une nouvelle conception » (Denis-Rémis & Bertrand, 2017, p. 90). Les mêmes auteurs soulignent également que « l'idée passe rapidement en marketing puis dans le domaine de l'entrepreneuriat » (*ibid.*). La seizième édition de *Marketing Management*, un ouvrage de référence se revendiquant le plus complet et le plus à jour du domaine, mentionne au détour d'un paragraphe dédié au test d'un concept (marketing) le « Proof of Concept (PoC) » et l'associe à la démarche Design Thinking (Kotler et al., 2019, p. 434). Nous n'en trouvons cependant la mention ni dans le fameux ouvrage de Tim Brown (2009) ni dans le « Handbook of Design Thinking » (Mueller-Roterberg, 2018). Le constat est le même du côté du « Handbook of Research on Corporate Entrepreneurship » (Zahra et al., 2016) ou du « Handbook of New Product Development » (Loch & Kavadias, 2008) : le concept de POC apparaît donc

inusité dans ces deux champs également. Si ces ouvrages ne nous aident pas directement dans notre travail de généalogie, ils y contribuent indirectement en mentionnant le prototypage rapide et le test de prototype. La littérature en management de l'innovation, quant à elle, mobilise largement le concept de POC. D'après Benraouane & Harrington (2020), la preuve de concept – présentée comme un synonyme de « validation de concept » – passe par la production et le test d'un « minimum viable product (MVP) », une « version limitée du produit final » en référence au best-seller de Ries (2011). Cette preuve de concept aide à réduire « le degré initial d'incertitude en vous permettant de tester vos hypothèses [...] concernant le client, le produit, le marché, le calendrier, la concurrence, etc. » et « comprendre quelles améliorations vous voudriez apporter ». Dans le manuel posant les fondamentaux du management de l'innovation coordonné par Gay et Szostak (2017), Fabbri (2017, p. 137) précise que le POC n'est « pas nouveau dans les pratiques d'innovation des firmes, notamment industrielles et informatiques » et vient donc étayer l'hypothèse de Denis-Rémis et Bertrand (2017).

Lors de nos recherches, nous avons trouvé une communauté qui se réfère explicitement au concept : « Pour les entreprises familières des « niveaux de maturité technologique » (TRL ou technology readiness level), le POC se situe à un niveau intermédiaire de TRL. » (Comité Richelieu & Le médiateur des entreprises, 2019, p. 7). Suivant la piste fournie par cette référence explicite au TRL, nous avons remonté la trace de la preuve de concept jusqu'aux années 1970 au département « Office of Aeronautics and Space Technology » de la NASA, l'agence spatiale états-unienne (Héder, 2017 ; Jean, 2016). Dans un article de revue, Stanley Sadin, principal inventeur de l'échelle TRL et ses collègues présentent la problématique à laquelle faisait face la NASA : « Les perceptions différentes des chercheurs et des planificateurs de mission entre la maturité désirée et prouvée étaient souvent la cause d'un passage de relais ou d'un transfert technologique annulé de l'ART [amont, R&T] vers les utilisateurs SRT [aval, programmes]. » (Sadin et al., 1989). Le POC semble ainsi être né de la volonté d'élaborer un « modèle d'interaction » qui permette à deux collectifs, qui mènent des activités de conception de manière séquentielle, de codifier le « régime d'acquisition et de production de connaissances » par les niveaux de maturité technologique (Hatchuel, 1999).

### 2.1.2 Positionnement de la preuve de concept dans la littérature sur les objets intermédiaires et frontières

Présenté comme tel, le POC fait fortement écho à la littérature sur les objets intermédiaires et les objets frontières nés des travaux sur les réseaux sociotechniques (Akrich et al., 1988 ; Vinck, 1992). La littérature sur les objets intermédiaires a centré son étude sur les dynamiques des savoirs et, *a contrario*, la littérature sur les objets frontières sur les dynamiques sur les relations. En effet, dans la définition d'un objet frontière ; un objet « suffisamment flexible pour s'adapter aux besoins et aux nécessités spécifiques des divers groupes qui les utilisent et qui sont suffisamment robustes pour maintenir une identité commune » (Star & Griesemer, 1989), nous retrouvons le principe recherché dans la création de l'échelle TRL entre les collectifs de l'ART et de la SRT à la NASA. Également, le POC ou TRL 3 – sachant que l'échelle TRL va désormais communément du niveau 1 à 9 (cf. Figure 5) – est un « objet intermédiaire » dans le sens où il est une représentation à la fois d'un produit et d'une étape d'un processus de conception (Boujut &

Blanco, 2003) et cristallise « un savoir collectif négocié et stabilisé en même temps qu'il est le véhicule d'une connaissance qui reste à expliciter » (Vinck, 2009).

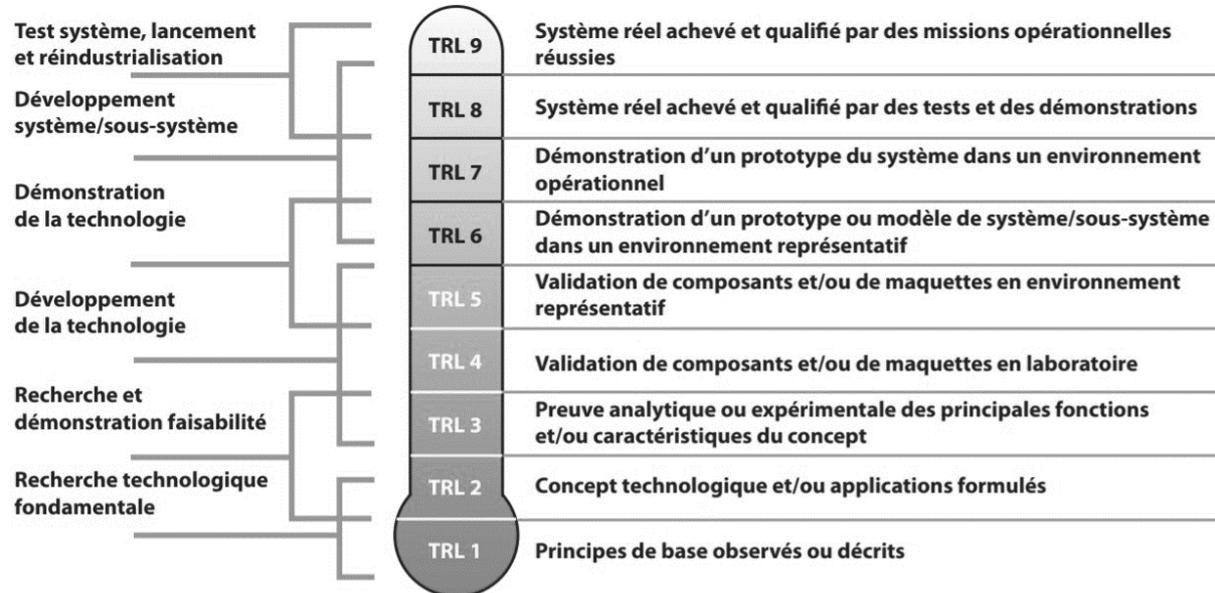


Figure 5 : Échelle TRL (DGA, 2009, p. 299)

Le POC incarne un « objet intermédiaire fermé » dans sa capacité à créer de l'irréversibilité dans les processus de conception en tant que marqueur de changement de TRL (Vinck, 2009). Il s'apparente également à un « objet intermédiaire ouvert » car le POC se fonde sur des connaissances toujours en cours de construction (Jeantet, 1998 ; Vinck, 2009) et à un « objet épistémique » (Rheinberger, 1997, p. 28). Les objets épistémiques sont des objets qui ne sont « pas des choses aux qualités fixes, mais plutôt des projections ouvertes orientées vers quelque chose qui n'existe pas encore, ou vers ce que nous ne savons pas encore avec certitude » (Miettinen & Virkkunen, 2005). Ainsi, cette littérature nous aide à mieux cerner les problématiques auquel cherche à répondre la preuve de concept et en quoi elle se veut une preuve « incomplète » (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020 ; Kleinsmann & Bhömer, 2020 ; Lim et al., 2008).

### 2.1.3 La preuve de concept : un objet complexe à transmettre

Comme le soulignent Hatchuel et Weil (2009), dans certains cas des « concepts intermédiaires » peuvent être vendus comme tels : « le concepteur d'un film peut s'arrêter après avoir écrit l'histoire et la vendre à un cinéaste qui l'adaptera à ses propres vues... ». Dans le cas de la NASA dans les années 1970, l'enjeu était qu'un premier collectif (A), chargé d'activités de « advanced research technology », transmette des « demi-produits » ou « demi-technologies » à un second collectif (S), chargé des activités de « supporting research technology », mais « encore faut-il que ces présolutions soient valables dans la [nouvelle] situation donnée et que les concepteurs puissent aisément identifier la part déjà validée et celle qui reste à vérifier » (Weil, 1999, p. 238). Plusieurs scénarios peuvent expliquer pourquoi un tel travail peut s'avérer complexe : le collectif A a plus ou moins bien explicité ce qui a été prouvé et les conditions de validité de leur preuve, et il l'a fait suivant une épistémologie et un langage qui lui est propre, qui n'est pas forcément

partagé avec le collectif S ; le collectif A n'a pas pu expliciter entièrement ce qu'il restait à prouver car il n'avait pas connaissance de l'environnement dans lequel le collectif S veut mettre en œuvre le « demi-produit ». Au-delà de situations d'ignorance réciproque, ce sont de véritables malentendus qui risquent d'émerger quand bien même les deux collectifs ne se sont pas contentés de dire qu'ils se transmettaient un POC, mais ont fait l'effort d'expliquer ce qu'ils se transmettaient. Ces situations pathologiques risquent d'être d'autant plus fréquentes et critiques dès lors que l'asymétrie entre les deux collectifs s'accroît, notamment lorsque les deux collectifs n'ont pas la même formation, ne fréquentent pas les mêmes communautés ou ne travaillent pas sur les mêmes objets ou dans la même organisation. Pour réduire cette asymétrie, des approches de conception plus collaboratives entre « clients » et « fournisseurs » (Jouini & Charue-Duboc, 2018 ; Servajean-Hilst & Ben Mahmoud-Jouini, 2019 ; Szostak, 2018) peuvent être particulièrement pertinentes.

L'état de l'art sur le couplage entre savoirs et relations dans la preuve de concept, croisé avec les enjeux présentés dans le Chapitre 1, nous amène à formuler la question suivante. **Qu'est-ce qui est générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept ? (Question de recherche n°1)**

Dans le deuxième volet de ce chapitre, nous approfondissons l'étude des mécanismes de production ou révision de connaissances à l'œuvre dans une preuve de concept (nous écartons volontairement les situations d'asymétrie entre le concepteur de la preuve de concept et son destinataire). Ainsi, pour cette étape, nous ferons l'hypothèse d'un collectif d'acteurs « homogènes ». Dans le troisième volet de chapitre, et plus largement de cette thèse, nous repositionnons la preuve de concept dans un environnement socio-organisationnel complexe.

## 2.2 Modélisation des effets cognitifs de la preuve de concept

Depuis une dizaine d'années, la littérature sur les processus de conception et d'innovation n'a eu de cesse de présenter la réalisation d'une preuve de concept comme une étape clé, voire critique, de validation et d'exploration en lui prêtant de nombreuses vertus cognitives (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020 ; Bendavid & Cassivi, 2012 ; Benraouane & Harrington, 2021 ; Midler, 2019 ; Seidel & O'Mahony, 2014) : démontrer la faisabilité d'un concept, recueillir le retour de clients potentiels, faire émerger de nouvelles connaissances, générer de nouveaux concepts, permettre d'anticiper les phases ultérieures de la conception, provoquer la sérendipité et la surprise, etc. Tous les rôles qui lui sont attribués tendent à en faire un dispositif « couteau suisse », à tel point qu'on en vient à se demander si la preuve de concept peut effectivement être performante selon toutes ses fonctions et si certaines ne seraient pas incompatibles entre elles à l'usage. Ce qui nous intrigue plus particulièrement est la capacité de la preuve de concept à porter à la fois une logique de convergence et de divergence (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020) que nous adressons dans la thèse comme une logique de « preuve de connu » et une logique de « preuve d'inconnu » (voir Encadré 1). Ces deux logiques de preuve sont-elles compatibles ?

Ont-elles lieu de manière simultanée ? Ont-elles des effets antagonistes ou synergiques ? Pour étudier ces questions, il nous faut concevoir un cadre théorique permettant de modéliser les deux logiques.

*Encadré 1 : Définition de « preuve de connu » et « preuve d'inconnu »*

Au sens de la théorie C-K (Hatchuel & Weil, 2009), les « connaissances » sont des propositions connues, des savoirs stabilisés, dans le sens où il est possible de dire si elles sont vraies ou fausses tandis que les « concepts » sont des propositions inconnues, des chimères, dans le sens où il n'est pas possible de leur attribuer de statut logique eu égard aux connaissances accessibles au collectif. **Nous nous appuyons sur ces notions pour définir la « preuve de connu » comme un processus expérimental permettant de générer de nouvelles connaissances et de les valider (i.e. de les reconnaître collectivement comme vraies ou fausses), et la « preuve d'inconnu » comme un processus expérimental permettant de générer de nouveaux concepts et de guider leur exploration (i.e. de nommer collectivement un inconnu interprétable).**

### 2.2.1 Deux visions quant aux interactions entre preuve de connu et d'inconnu

La littérature exprime deux visions différentes des interactions entre les processus de preuve de connu et de preuve d'inconnu. En écho aux travaux de Brix (2019) sur l'ambidextrie organisationnelle, nous qualifions ces visions de *différenciatrice* et d'*intégrative*. D'un côté, la vision différenciatrice revendique que les deux processus de production de connaissances ont des objectifs contradictoires, sont concurrents en termes de ressources de conception. Cette littérature recommande donc de découpler, réaliser de manière indépendante les deux processus en les menant dans des expérimentations différentes, par exemple en alternant entre des séquences d'expérimentations dédiées à la validation et d'autres à l'exploration (de manière séquentielle, cyclique, ou itérative). D'un autre côté, la vision intégrative souligne que les deux processus peuvent coexister dans la même expérimentation. Cette distinction entre la vision différenciatrice et intégrative se rencontre dans plusieurs champs de littérature – prototypage et expérimentation en management de l'innovation, expérimentation scientifique et ambidextrie – comme le montre la Table 1. La littérature « intégrative » laisse entendre que la coexistence au sein d'une preuve de concept entre les processus de preuve de validation et d'exploration est possible. Cependant, elle reste plus discrète sur la manière dont cette coexistence est rendue possible et ne souffre pas des problématiques mises en évidence par la littérature « différenciatrice ». Est-il question de simples mécanismes complémentaires où les deux preuves se juxtaposent (interactions neutres) ou est-il question de mécanismes synergiques où l'un des mécanismes contribue à la réalisation du second (interactions positives) (Cooper & Sommer, 2016 ; Lubatkin et al., 2006) ? Dans ce second cas, est-ce que c'est la logique de la preuve de connu qui contribue à celle de la preuve d'inconnu, ou vice versa, ou les deux ?

Table 1 : Vision des interactions entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans différents champs de littérature

Théorie (preuve de connu/preuve d'inconnu)	Vision différenciatrice entre preuve de connu et d'inconnu	Vision intégrative entre preuve de connu et d'inconnu
<b>Prototypage et expérimentation en management de l'innovation</b> (évaluation/exploration)	Cross (2021, p. 30) ; Jensen et al. (2017) ; Lim et al. (2008) ; Ries (2011)	Ben Mahmoud-Jouini & Midler (2020) ; Blomkvist & Holmlid (2010) ; Buchenau & Suri (2000) ; Brown (2008) ; Löfqvist (2009) ; Ramasesh & Browning (2014) ; Thomke (2014)
<b>Expérimentation scientifique</b> (validation/découverte)	Bernard (1865) ; Reichenbach (1938) ; Simpson (1978)	Lakatos (1978) ; Le Châtelier (1887) ; Mees & Leermakers (1950) ; Perrin (1948)
<b>Ambidextrie</b> (exploitation/exploration)	Gupta et al. (2006) ; March (1991) ; O'Reilly III & Tushman (2013) ; Simsek (2009)	Brix (2018) ; Cao et al. (2009) ; Caniels et al. (2017) ; Gibson & Birkinshaw (2004) ; Gupta et al. (2006) ; Lubatkin et al. (2006)

## 2.2.2 Construction d'un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale

Pour comprendre finement dans quelles mesures les mécanismes de preuve de connu et preuve d'inconnu interagissent dans une preuve de concept, il est nécessaire de se doter d'un cadre conceptuel capable de modéliser ces deux mécanismes de preuve expérimentale (Hacking, 1983). D'une part, la théorie des tests statistiques, née au début du XX<sup>ème</sup> siècle, offre un référentiel pertinent pour modéliser la preuve de connu (Thomke, 2014), et d'autre part, la théorie C-K (*Concept-Knowledge*), née à la toute fin du XX<sup>ème</sup> siècle offre un second référentiel pertinent, cette fois pour modéliser la preuve d'inconnu (Hatchuel & Weil, 2009). Après avoir présenté successivement les principes de ces deux théories, nous proposons un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale – permettant de modéliser à la fois la preuve de connu et la preuve d'inconnu – par hybridation de ces deux théories.

### *La théorie des tests statistiques : un référentiel pertinent pour modéliser la preuve de connu*

La littérature sur les tests statistiques a clarifié un cadre théorique et méthodologique de preuve de connu qui s'est largement diffusé dans les communautés scientifiques (Radder, 2009). Cette logique appelée « statistique inférentielle » (Emmert-Streib & Dehmer, 2019) est née d'une hybridation des approches de « test d'hypothèse » de Jerzy Neyman et d'Egon Pearson (Neyman & Pearson, 1933) – qui repose sur le rejet (ou non) d'une « hypothèse nulle (H0) » au profit d'une « hypothèse alternative (H1) » – et de « test de signification » de Ronald A. Fisher (Fisher, 1955) qui calcule la vraisemblance des données sous l'hypothèse nulle. La statistique inférentielle est particulièrement adaptée à des contextes où l'étude directe ou exhaustive de phénomènes connus n'est pas envisageable, par exemple parce que cela demanderait trop de ressources ou serait trop risqué pour les sujets de l'expérimentation. L'expérimentation ne va donc pas se faire sur la totalité des éléments ou évènements d'intérêts – « population » – mais seulement sur une sous-partie – « échantillon » –. Le principe de la statistique

inférentielle repose sur la production d'une conclusion binaire eu égard à la population en évaluant si l'hypothèse nulle est vraisemblable sur la base des données observées sur l'échantillon, sachant des *risques* que cette conclusion soit erronée (faux-positifs et faux-négatifs). Pour réaliser cette évaluation, il faut déterminer puis calculer une « statistique de test (S) », qui est une fonction qui résume l'information sur l'échantillon qui va être testé. Le test est alors réalisé en postulant que la fonction S (par exemple, la moyenne) suit une loi théorique donnée (par exemple la loi de Gauss) sous l'hypothèse nulle. La définition de la statistique de test est directement liée au type de test ou « modèle statistique » choisi. Le choix du test le plus approprié est souvent guidé par des arbres de décision qui prennent en compte des dimensions comme la nature des variables ou le nombre d'échantillons. Le positionnement de la valeur que prend cette statistique de test calculée sur les bases des données observées ( $S_{obs}$ ) vis-à-vis de la « zone de rejet », elle aussi déterminée par le type de test choisi, va conduire à deux issues possibles : soit l'hypothèse nulle est rejetée, au profit de la ou des hypothèses alternatives, soit l'hypothèse nulle n'est pas rejetée et elle est, par abus de langage, validée.

Il est important de noter que les tests statistiques n'ont pas le pouvoir de « valider des hypothèses » ; ce sont des tests de réfutation ou tests d'anomalie dans la mesure où ils permettent d'invalider l'hypothèse nulle en ligne avec la théorie établie (Aliseda, 2006 ; Fallen, 2012). Sachant que cette confirmation ne peut être directe, elle se fera donc par une succession de non-rejets ou non-infirmités, aboutissant à un certain moment à un consensus au niveau de la communauté qui peut alors décider de modifier ou d'étendre la théorie. Après avoir présenté la logique générale de production et d'accumulation de connaissances des tests statistiques que nous qualifions de preuve de connu, nous exposons en détail les notions qui régissent les autres principaux concepts des tests statistiques (modèle théorique, hypothèses, échantillon et test) dans la Table 2 (Forza, 2016).

Table 2 : Notions clés de la théorie des tests statistiques

Modèle théorique	Échantillon
<p><b>Noms des variables et définitions nominales :</b> Identification, étiquettes et définitions de toutes les variables considérées comme pertinentes ;</p> <p><b>Propositions :</b> Présentation et discussion du rôle des variables (indépendantes, dépendantes, modératrices, médiatrices), des liens importants entre elles et une indication de la nature et de la direction des relations entre ces constructions ;</p> <p><b>Explication :</b> Raison pour laquelle l'expérimentateur s'attend à observer ces relations et, éventuellement, des liens avec d'autres théories à l'intérieur ou à l'extérieur du domaine étudié ;</p> <p><b>Conditions aux limites :</b> Définition des conditions dans lesquelles l'expérimentateur peut s'attendre à ce que ces relations se maintiennent ; celles-ci comprennent l'identification de l'unité d'analyse correspondant au niveau de référence des variables et des énoncés de leurs relations.</p>	<p><b>Représentativité :</b> Capacité de l'échantillon à représenter la population d'intérêt pour permettre à l'expérimentateur de généraliser la compréhension des propriétés aux éléments de la population ;</p> <p><b>Variables de contrôle :</b> Définition des facteurs spécifiques qui affectent les résultats et qui doivent être contrôlés dans la population et l'échantillon ; ces facteurs peuvent être utilisés comme des critères significatifs pour diviser la population en strates homogènes ;</p> <p><b>Type de tirage :</b> Échantillonnage probabiliste : probabilité connue qu'un échantillon soit sélectionné, ce qui assure la représentativité de l'échantillon ; ou échantillonnage non probabiliste : lorsque le temps ou d'autres facteurs sont plus importants que la généralité ;</p> <p><b>Taille :</b> Nombre d'éléments de la population qui répondent aux exigences des procédures statistiques utilisées pour évaluer la qualité de la mesure et tester l'hypothèse.</p>
Hypothèses	Test
<p><b>Définitions opérationnelles :</b> Traduction des variables théoriques en observables et éléments mesurables avec des indicateurs empiriques associés qui ont (de préférence) déjà été développés, utilisés ou testés ;</p> <p><b>Hypothèse nulle et alternative :</b> Proposition exprimée sous la forme d'énoncés testables qui conjecturent des relations entre deux ou plusieurs variables ou des différences entre deux groupes (ou entre plusieurs groupes) en ce qui concerne une ou plusieurs variables ; hypothèse nulle généralement exprimée par une valeur alternative des paramètres, l'absence de relation ou de différence (significative) ; une forte croyance est accordée à l'hypothèse alternative de manière contre-intuitive ;</p> <p><b>Direction :</b> Hypothèses directionnelles : utilisation de termes tels que « positif », « négatif », « plus que », « moins que » et « pareil » pour énoncer la relation entre deux variables ou pour comparer deux groupes ; préférées à des hypothèses non directionnelles : aucune indication du sens de la relation ou de la différence.</p>	<p><b>Niveau de significativité et rejet d'hypothèse :</b> Définition à l'avance d'une valeur pour l'erreur de type I (souvent appelée <math>\alpha</math>) qui est liée au risque de rejet d'une véritable hypothèse nulle (c'est-à-dire que l'enquête a conclu que la relation n'existe pas même si elle existe dans la population : « faux-positif ») ; il y a rejet de l'hypothèse nulle si le niveau de signification observé est inférieur ou égal à la valeur choisie de <math>\alpha</math> et si toutes les autres hypothèses possibles liées à la relation testée peuvent être soutenues ;</p> <p><b>Test statistique approprié et vérification des hypothèses :</b> Tests paramétriques (lorsque le modèle ou la distribution de la vraisemblance est connu) ou test non-paramétriques (lorsque la distribution est indéfinie ou viole l'hypothèse des tests paramétriques) ; responsabilité de l'expérimentateur d'évaluer si les hypothèses du test choisi sont satisfaites ou non et de fournir la preuve que ces vérifications ont été effectuées.</p>

*La théorie C-K, un référentiel pertinent pour modéliser la preuve d'inconnu*

La théorie C-K modélise les raisonnements de conception (cf. Figure 6) en s'appuyant sur la distinction entre deux espaces en expansion : l'espace des connaissances (K pour « Knowledge ») regroupant un ensemble de propositions indépendantes ayant toutes un statut logique, et l'espace des concepts (C) regroupant un ensemble de propositions liées les unes aux autres, et dépourvues de statut logique.

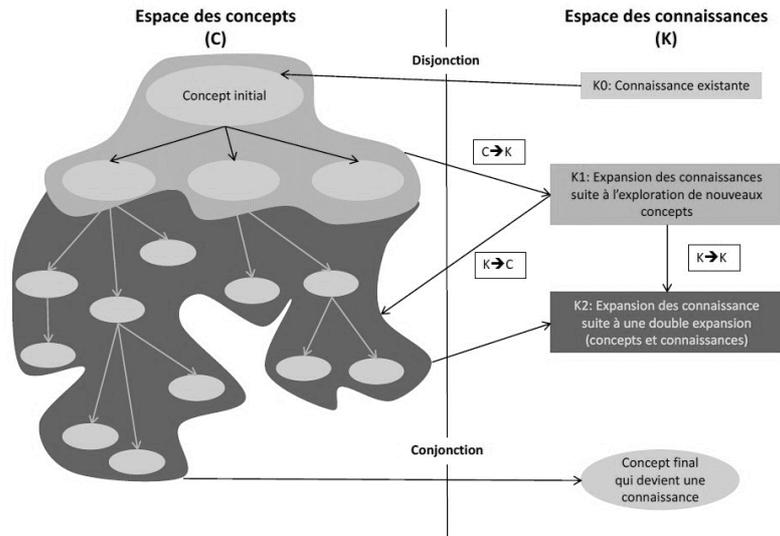


Figure 6 : Modélisation de la théorie C-K (Cabanes, 2017, p. 46)

Le raisonnement de conception débute par une étape de « disjonction » qui consiste à formuler un « concept initial (C0) » à partir des connaissances indépendantes disponibles à un acteur/collectif, mais qui n'est pas réductible à celles-ci. Prenons un exemple classique pour l'illustrer : l'objet « une chaise sans pied » (Hatchuel et al., 2011 ; Hatchuel & Weil, 2003) est un concept car il n'est vraisemblablement pas possible au concepteur de statuer sur l'existence d'un tel objet à partir des seules bases de connaissances usuelles sur les « chaises » et sur les « pieds ». Ce concept fait alors apparaître des lacunes dans les K de l'acteur/du collectif qu'il va explorer (opérateur de C dans K). De nouvelles K, par exemple sur les chaises de camping ou sur les postures assises, vont elles-mêmes inciter à explorer de nouvelles bases de connaissances de proche en proche (opérateur de K dans K), et vont, en retour, contribuer à réaliser des « partitions » du concept initial (opérateur de K dans C). Ces partitions vont venir ajouter de nouvelles propriétés (P) à l'objet à concevoir (X), par exemple, une chaise sans pied « qui soit une assise d'appoint », ou « permettant d'avoir les mains disponibles ». Ces différentes opérations se poursuivent jusqu'à tant que l'ensemble des nouvelles connaissances disponibles permettent de dire si l'un ou plusieurs des sous-concepts (Ci) peut ou non exister. En ce sens, la théorie C-K invite les concepteurs à régulièrement évaluer le statut de leurs sous-concepts dans K ; il n'y a preuve d'inconnu que si ce test conduit à dire que le sous-concept (Ci) n'est ni vrai ni faux dans K et qu'il faut donc poursuivre le processus de conception (Hatchuel & Weil, 2009). Pour conclure l'exemple sur la « chaise sans pied », la société Vitra qui développe et fabrique du mobilier pour le bureau, les lieux publics et l'habitat a présenté à la Milan Design Week de

2010 son concept « chairless ». Elle a ainsi réalisé une conjonction du sous-concept « une chaise sans pied, qui soit une assise d'appoint, permettant d'avoir les mains disponibles ». D'après un article publié sur le site internet Yatzer, une conjonction avait déjà été réalisée par les Indiens Ayoreo, une tribu nomade vivant à la région frontalière entre le Paraguay et la Bolivie, qui utilise régulièrement des sangles d'assise artisanales<sup>4</sup>.

*Proposition d'un cadre conceptuel de la conception d'une preuve expérimentale par hybridation des principes de la théorie des tests statistiques et théorie de la C-K*

Dans la Figure 7, nous proposons un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale capable de modéliser la preuve de connu et la preuve d'inconnu, obtenu par hybridation des principes des deux théories. D'un côté, la théorie des tests statistiques permet d'explicitier les conditions qui amènent à considérer une connaissance vraie ou fausse. La théorie des tests statistiques préstructure également les bases de connaissances, et les grandes étapes de conception affiliées à une preuve expérimentale (colonne de gauche de la Figure 7). De l'autre côté, la théorie C-K permet d'explicitier les connaissances et les activités de conception nécessaires à la réalisation d'un test statistique (Hatchuel & Weil, 2009). Par exemple, les hypothèses, dont on sait qu'elles sont nécessaires pour réaliser un test statistique et dont on connaît les propriétés qu'elles doivent avoir, ne sont pas données et sont d'abord en partie inconnues. Après avoir été formulées, elles deviennent alors des connaissances qui vont ensuite pouvoir être utilisées. Une telle dynamique est illustrée dans la Figure 7 avec un jeu de double flèche entre l'espace C et K.

---

<sup>4</sup> Argyriades, M. (2020, mai). *Chairless by Alejandro Aravena for Vitra*. Yatzer. Consultée le 30/01/2021 sur : <https://www.yatzer.com/Chairless-by-Alejandro-Aravena-for-Vitra>

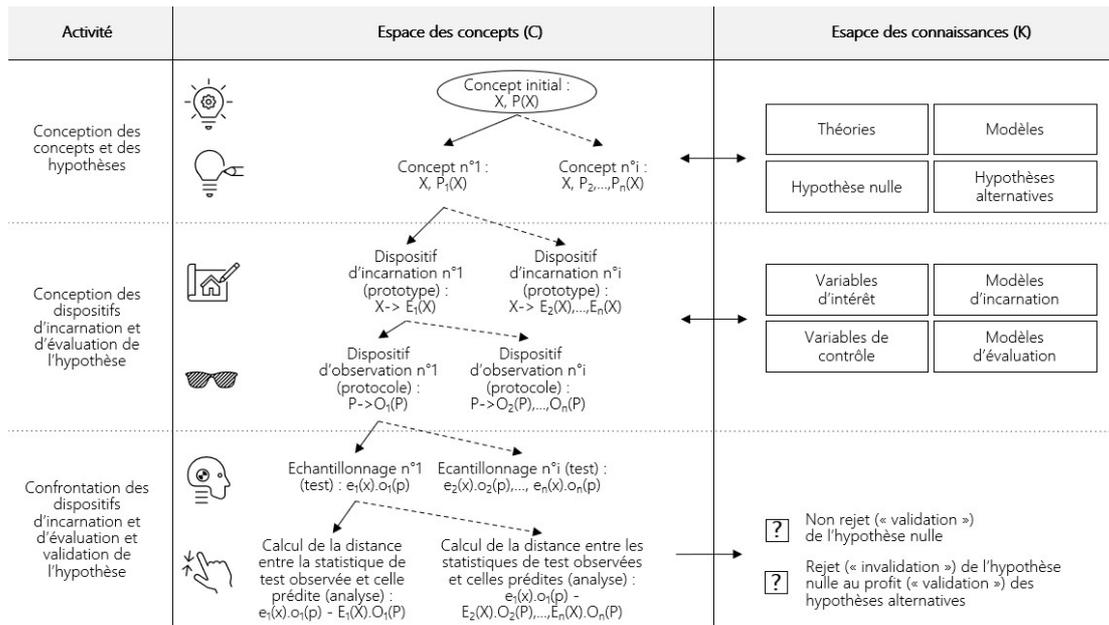


Figure 7 : Modèle général de la conception d'une preuve expérimentale

Maintenant que nous sommes dotés d'un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale capable de modéliser la preuve de connu et la preuve d'inconnu, une question centrale demeure : **Quels sont les agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu et dans quelles mesures la cohabitation entre preuve de connu et d'inconnu peut-elle être bénéfique ? (Question de recherche n°2)**

Comme nous l'avons souligné à la fin de la partie précédente, le cadrage théorique choisi ne traite que de la dimension cognitive du processus d'apprentissage dans une preuve de concept et ne rend pas compte de la vie des acteurs, leur hétérogénéité, leurs relations, etc. C'est justement le point focal de la partie suivante.

## 2.3 Impacts de la preuve de concept sur les collectifs

Alors que la littérature a reconnu que mener des activités de Design thinking pouvait contribuer à la fois à une production innovante et au renforcement des capacités d'innovation d'une organisation (Carlgrén & Ben Mahmoud-Jouini, 2022 ; Sahakian & Ben Mahmoud-Jouini, 2021), quels effets a la preuve de concept sur les collectifs et quelles sont les conditions associées ? Dans un premier temps, nous étudions le cas historique de la mission Apollo 11, puis nous nous intéressons à ce que la littérature en management de l'innovation et l'éthique du *care* ont à nous apprendre sur les modes de la gouvernance d'une preuve de concept qui permettent le renforcement des capacités collectives de conception.

### 2.3.1 Le cas de la mission Apollo 11

Après la réussite de la mission Apollo 11 – le premier alunissage habité – en juillet 1969, c'est l'heure du bilan pour le programme spatial états-unien et les onze années d'activités de la NASA qui ont bénéficié de ressources financières exceptionnelles (jusqu'à 5,5 % du budget de l'État fédéral en 1966). De

nombreux passages du rapport du « Space Task Group », publié en septembre 1969 sont très intéressants au regard des impacts de cette preuve de concept sur les collectifs (Space Task Group, 1969). Tout d'abord, le groupe de travail reconnaît le rôle qu'a eu le programme Apollo dans le développement d'un « prototype d'écosystème » (Ben Mahmoud-Jouini & Charue-Duboc, 2017), et plus particulièrement dans le développement de capacités collectives de gestion conceptive :

« Le programme spatial de la nation a favorisé la croissance d'un précieux réservoir d'ingénieurs, de gestionnaires, d'ouvriers qualifiés et de scientifiques hautement qualifiés et compétents au sein du gouvernement, de l'industrie et des universités. L'exploit culminant d'Apollo 11 est un hommage à leur capacité.

Cette ressource, ainsi que les installations de soutien, la technologie et les entités organisationnelles capables d'effectuer des tâches de gestion complexes, se sont développées et ont mûri au cours des années 1960, en grande partie en réponse à la stimulation d'Apollo, et si elles doivent être maintenues, elles ont besoin d'une nouvelle orientation pour leur avenir. »  
(*ibid.*, p. 5)

Le rapport précise les formes que devrait prendre cette nouvelle orientation. La stratégie proposée recommande le développement de technologies avancées, en ciblant certains champs de recherche et technologiques spécifiques, mais aussi la démarche méthodologique qui n'est pas sans rappeler la preuve de concept :

« En plus des principaux développements de véhicules énumérés ci-dessus, un programme continu d'investigation et d'exploration de nouvelles technologies pouvant servir de base aux systèmes de prochaine génération est un élément essentiel du DoD, de la NASA et d'autres programmes d'agence. Un programme vaste et dynamique visant à faire progresser nos capacités d'exploitation dans l'espace au cours de la prochaine décennie et à préparer le terrain pour la décennie à venir est nécessaire.

[...] Dans le programme de technologie avancée, nous devrions mettre l'accent sur la recherche biomédicale, la technologie de l'énergie et de la propulsion spatiale, nucléaire et non nucléaire, les téléopérateurs dirigés à distance, la gestion des données, les capteurs multispectraux, la technologie de communication et de navigation, ainsi que l'évaluation expérimentale et la démonstration de nouveaux concepts. » (*ibid.*, p. 15)

Derrière ce travail préparatoire se profile une future mission habitée sur Mars que la partie introductive du rapport vient mettre en exergue :

« Nous concluons que la NASA a la compétence organisationnelle et la base technologique démontrées, en vertu du succès d'Apollo et d'autres réalisations, pour mener à bien un programme réussi pour faire atterrir l'homme sur Mars d'ici 15 ans. Il y a un certain nombre d'activités préalables nécessaires avant qu'une telle mission puisse être tentée. Ces activités peuvent se dérouler sans développements spécifiques à une mission habitée sur Mars, mais pour un bénéfice optimal, elles doivent être menées en gardant à l'esprit la mission sur Mars. Nous

concluons qu'une mission habitée vers Mars devrait être acceptée comme un objectif à long terme pour le programme spatial. » (*ibid.*, p. ii)

Une échelle TRL apparaît en filigrane dans cette déclaration : la mission habitée sur Mars réussie peut être associée au niveau de maturité le plus élevé, les activités préalables à des niveaux de maturité intermédiaires et la mission Apollo 11 réussie (et d'autres réalisations qui ne sont pas explicitement nommées) au niveau de la preuve de concept (TRL 3).

Le cas de la mission Apollo 11, ainsi que des études empiriques récentes qui ont mis en évidence des effets organisationnels rémanents à la preuve de concept (Jobin et al., 2019 ; Moniot & Massé, 2019 ; Percie du Sert & Midler, 2019), nous invitent à investiguer comment la preuve de concept, au-delà d'être un outil d'évaluation des capacités technologiques et organisationnelles d'un collectif intra- ou inter-organisation, contribue au développement de capacités collectives de gestion conceptive. Les effets de la preuve de concept sur les collectifs pourraient être dus à son aptitude à « laisser derrière [elle] non seulement la forme d'une nouvelle solution, mais aussi les outils, les compétences et la capacité organisationnelle nécessaires à un changement continu » (Burns et al., 2006). Par ailleurs, les travaux de Jean (2016, p. 195) sur l'échelle TRL, qui ont mis en évidence sa tendance à fixer les environnements et les critères d'évaluation à tous les acteurs, nous incitent à étudier les conditions qui permettraient à la preuve de concept de soutenir des capacités d'action collective dans l'inconnu.

### **2.3.2 Des impacts conditionnés par une gouvernance spécifique : les apports du management de l'innovation et de l'éthique du *care***

Comme l'ont souligné certains auteurs qui se sont intéressés aux effets organisationnels des objets frontières (Nicolini et al., 2012 ; Seidel & O'Mahony, 2014), les impacts des artefacts sur les collectifs – comme des capacités de coordination améliorées – ne sont pas « naturels », ils doivent faire l'objet d'une gouvernance spécifique pour provoquer les impacts souhaités. La littérature en management de l'innovation s'est intéressée à ce défi. D'abord, Abecassis-Moedas et al. (2004) nous indiquent que la capacité à se coordonner avec les autres acteurs de la conception repose sur la combinaison de trois types de savoirs d'interaction : (1) le développement d'expertises en interne ; (2) la mise en place de procédures d'interaction, notamment autour de l'expérimentation et de l'exploration ; et (3) les outils techniques de coopération. Ensuite, Parmentier et Szostak (2015) nous éclairent sur les leviers pour rendre créatif le collectif de conception. Ils ont caractérisé six processus de soutien à la construction de la capacité créative d'une organisation ou « créativité organisationnelle » : (1) l'équipement de l'organisation en méthodes, outils et moyens pour réaliser des actes créatifs ; (2) l'ouverture des frontières de l'organisation et des produits et services ; (3) l'existence de marges dans les ressources permettant le relâchement ; (4) l'aménagement d'espaces favorables à la socialisation ; (5) l'organisation de flux de circulation des idées ; et (6) l'évaluation des idées au niveau de l'organisation. Enfin, Laousse et Hooge (2018) nous donnent des éléments pour développer la pérennité de ce collectif. Ils ont identifié quatre conditions pour qu'une activité de collaboration puisse faire émerger une « communauté créative » dotée de capacités nouvelles de conception : (1) la définition d'un espace commun de conception grâce à un sujet fort, problématique

et pertinent ; (2) la facilitation de l'acquisition de connaissances nouvelles ; (3) la prévoyance d'interactions subséquentes aux ateliers pour capitaliser sur les compétences acquises et projeter la communauté dans la durée ; et (4) la garantie de la matérialisation de la production de la communauté.

La littérature sur l'éthique du *care* offre également des recommandations quant à la manière d'organiser la gouvernance d'une preuve de concept (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). Tout d'abord, elle suggère de reconnaître et prendre en considération la « capacité d'agir », la « puissance d'agir », l'« agentivité » des individus (Brugère, 2013, 2017 ; Fleury, 2019 ; Kittay, 2013 ; Nussbaum, 2001 ; Sen, 2010) dans la conception de l'innovation. Cette « capacité d'agir » est le pendant d'une vulnérabilité que Fleury (2019, p.7) décrit comme « une combinaison d'hypercontraintes, qui sont souvent d'emblée défavorisées, stigmatisées par la société comme étant non-performantes, invalidantes et créatrices de dépendances. » En opposition à cette représentation, l'auteure porte et promeut une « vision de la vulnérabilité qui ne soit pas déficitaire, mais, tout au contraire, inséparable d'une nouvelle puissance régénératrice des principes et des usages » (*ibid.*). Dans la même veine, Pulcini (2018, p. 180) souligne que « de nombreux chemins de la pensée (de Paul Ricoeur à Emmanuel Lévinas ; de Martha Nussbaum à la réflexion féministe de Judith Butler et des théoriciennes du *care*) [...] ont érigé la vulnérabilité au rang de ressources et valeur ». Par ailleurs, cette approche par les contraintes renvoie aux travaux en management de l'innovation de Seidel et O'Mahony (2014) qui affirment que les innovations qui ne sont pas bien reliées aux contraintes de conception (« design constraints ») de l'organisation doivent être mises de côté. La littérature sur l'éthique du *care* invite également les concepteurs de preuve de concept à consolider ou augmenter la « capacité d'être, de dire et d'agir » des individus et des collectifs visés ou impactés par l'innovation (Brugère, 2017, p. 46 ; Fleury, 2019, p. 7, p. 13 ; Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019 ; Ricoeur, 2007). Brugère déclare que « des sociétés sont justes quand elles mettent en place un soutien des institutions non seulement directement en faveur des personnes dépendantes, mais également pour offrir à celles et ceux qui dispensent le *care* des ressources, des soutiens, des opportunités pour déployer leurs compétences » (Brugère, 2017, p. 73). Autrement dit, cette « encapacitation » devrait non seulement viser les sujets reconnus comme vulnérables, « oubliés ou négligés par les centres de pouvoir » (Brugère, 2017, p.45), mais également « les soignants, enseignants et thérapeutes » (Fleury, 2019, p. 13), et plus largement tous les acteurs qui contribuent indirectement à « prendre soin » de ses sujets vulnérables (industriels, administratifs ...). Enfin, la littérature sur l'éthique du *care*, en s'appuyant sur les travaux du Mouvement anti-utilitariste dans les sciences sociales (MAUSS), cherche à promouvoir d'autres logiques de relations que la logique marchande telle que le don, la réciprocité et la solidarité (Brugère, 2017, p. 49 ; Chaniel, 2018, p. 217 ; Ricoeur, 2005). Toutes ses recherches sont autant de pistes pour repenser les relations contemporaines entre les acteurs d'une preuve de concept.

Cet état de l'art sur les impacts de la preuve de concept sur les collectifs appelle à formuler la question suivante : **dans quelles mesures et à quelles conditions la preuve de concept peut-elle contribuer à développer des capacités collectives de gestion conceptive ? (Question de recherche n°3)**

# Chapitre 3. Méthodologie de recherche

---

Amorcé par une sous-partie retraçant le cheminement qui m'a conduite à m'intéresser à cette thèse, ce chapitre est dédié à la méthodologie de recherche. Nous y présentons la recherche-intervention réalisée pendant trente-huit mois avec les Sismo avant de poursuivre par la description des méthodes et matériels de recherche des trois articles présentés en intégralité dans la partie B du manuscrit. Pour chacun de ces articles, j'en suis la première auteure : j'ai réalisé en intégralité leur rédaction et la collecte des données associées. Les directeurs de thèse, co-auteurs de ces papiers, ont contribué au cadrage théorique, méthodologique, et à l'analyse des données.

## 3.1 Mon cheminement avant la thèse

### 3.1.1 Santé et ingénierie

Confrontée très jeune au monde de la santé en tant que patiente, j'ai acquis de manière précoce diverses connaissances d'ordre médical, aussi bien sur l'anatomie et la physiologie du corps humain que sur l'univers hospitalier et le fonctionnement des dispositifs médicaux. Ces expériences ont suscité chez moi une curiosité, un intérêt pour le domaine de la santé, sans toutefois susciter une vocation de médecin. J'ai d'abord voulu devenir ingénieure chimiste afin de concevoir de nouveaux médicaments ; je me suis donc dirigée vers les classes préparatoires aux grandes écoles – physique, chimie et sciences de l'ingénieur. L'étude d'un circuit de dialyse, technique médicale permettant l'épuration du sang lorsque les reins n'ont plus la capacité d'assurer ce rôle, dans le cadre d'un travail pratique de sciences de l'ingénieur m'a confirmé que l'ingénierie contribue largement au secteur de la santé, bien au-delà de la conception de médicaments. Après ces deux années de classes préparatoires, j'ai intégré l'Université de Technologie de Compiègne (UTC), pionnière dans la formation des ingénieurs biomédicaux, d'abord employés par les hôpitaux (première formation spécifique ouverte en 1973) puis par les industriels. Durant mes derniers mois en tant qu'élève ingénieure, j'ai pris part activement à l'initiative *Lowpital*, un mouvement d'innovation collaborative visant à améliorer le quotidien des patients et des soignants sur le terrain par des solutions accessibles à tous et rapidement. Par la même occasion, j'ai découvert les principes du Design thinking et eu l'occasion de les appliquer à la santé.

### 3.1.2 La découverte des sciences de gestion

Alors que j'avais déjà choisi la filière « biomécanique et biomatériaux » orientée sur la recherche et le développement de nouveaux dispositifs médicaux, je me suis rendu compte de la pertinence dans le domaine de la santé d'une offre de formation de l'UTC ; la filière transversale dédiée au « management de projets innovants ». Je me suis alors renseignée sur des cursus de type master 2 ou mastère proposant ce type de formation, tels que les parcours Management de la Technologie et de l'Innovation (MTI) porté par Dauphine - PSL et Mines Paris - PSL et Projet-Innovation-Conception (PIC) porté par l'École

Polytechnique, HEC Paris et Telecom ParisTech. La rencontre avec Gilles Garel, co-fondateur du Master PIC, dans le cadre du cours intitulé « processus et configuration de projets technologiques » de Mario Bourgault à Polytechnique Montréal où je réalisais mon dernier semestre d'étude, a été déterminante pour la suite de mon parcours. En effet, la présentation de son MOOC « Fabriquer l'innovation » et de son ouvrage « La fabrique de l'innovation » n'a fait que confirmer mon souhait de me former au management de l'innovation.

Attirée par la possibilité de poursuivre mes études en alternance après mon stage de fin d'études d'ingénieur, j'ai intégré le Master PIC et l'entreprise IBM pour travailler sur les problématiques de gestion que posent le développement et la commercialisation internationale de solutions d'intelligence artificielle en santé. Les cours et mon mémoire de recherche m'ont permis de découvrir que les leviers d'action et les objets de conception ne sont pas que technologiques, mais peuvent également porter sur les organisations et que les deux sont étroitement reliés. Il a été saisissant pour moi de constater au travers d'exemples en santé qu'une innovation organisationnelle pouvait parfois générer plus de bénéfices pour les patients qu'une innovation thérapeutique !

### **3.1.3 Motivation pour la thèse : un sujet à la croisée de la gestion, de la conception et de la santé**

Appréciant beaucoup ma double mission alliant l'opérationnel et la recherche grâce à mon statut d'étudiante en master 2 de recherche en alternance, le principe de la thèse CIFRE a attiré mon attention. Par l'intermédiaire de Sophie Hooge, enseignante d'un cours que je suivais à Mines Paris - PSL dans le cadre du master, j'ai découvert l'existence d'un projet de thèse CIFRE porté par son centre de recherche, le Centre de gestion scientifique, portant sur des enjeux d'innovation en santé. De notre discussion inopinée à la cafétéria des Mines, j'ai capté les mots-clés suivants : « patients », « hôpital », « expérimentation », « design », « POC ». La rencontre des différentes parties prenantes a confirmé mon intérêt pour le sujet de thèse intitulé initialement « Preuve de concept générative : quel prototype pour créer un collectif créatif ? Le cas des POC pour 'un hôpital géré par les patients' ». J'y ai vu l'occasion de travailler pendant trois ans sur un projet à la croisée de plusieurs de mes champs d'intérêts personnels dans un environnement stimulant et original, notamment du fait de son interdisciplinarité peu commune (gestion, ingénierie, design, philosophie, santé).

## **3.2 Une recherche-intervention de trente-huit mois avec les Sismo**

L'aspiration croissante des Sismo à rendre leurs expérimentations et preuves de concept « plus génératives » a retenu l'attention des chercheurs du CGS. Cette problématique générale a alors mené au lancement d'une démarche de recherche-intervention d'une durée initiale de trois ans, étendue de deux mois à la suite de la crise Covid.

Dans un premier temps, nous présentons ce terrain de recherche constitué des POC chez les Sismo et de la collaboration entre les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital, puis nous détaillons la démarche globale de recherche-intervention.

### 3.2.1 Présentation du terrain de recherche

#### *Les POC chez les Sismo : émergence, institutionnalisation et développement*

L'emploi du mot POC chez les Sismo date de la fin des années 2000. D'après Frédéric Lecourt, co-fondateur des Sismo, il en a été le principal instigateur à la suite de la participation de l'agence à un atelier :

« La première fois que j'ai entendu le terme de POC, c'était chez Michelin. Sismo avait été invité par Capgemini à un atelier lors des Innovation days. Lors de cet événement, j'ai entendu un gars de Capgemini utiliser le mot POC. J'ai fait semblant de savoir ce que c'était, il évoquait ça à propos d'un business model. La question des Sismo était : comment tu utilises des langages, vocabulaires pour embarquer les entreprises, collaborateurs dans la situation la plus propice ? Après avoir entendu ce terme, on a vendu à quelqu'un qu'on allait « POCer » ... qui a répondu « pardon ? » (Extrait de l'entretien avec Frédéric Lecourt le 24/01/2109)

Dans ce fragment de discours, Frédéric Lecourt n'a pas seulement été intrigué par un mot qu'il ne connaissait pas, mais il déclare y avoir rapidement reconnu la pratique des Sismo. Mieux, il a perçu dans le POC un potentiel outil de gestion qui pourrait améliorer la collaboration entre les Sismo et ses clients ..., outil qu'il restait à construire au vu de la fin de la citation. Antoine Fenoglio, deuxième co-fondateur, confirme la période d'émergence du terme « POC » chez les Sismo et la corrèle avec le développement de l'activité des Sismo à destination d'organisations impliquées dans des démarches de servicisation. D'après lui, le POC – en tant que test d'expérience in situ mêlant des prototypes rapides et peu coûteux – s'est institutionnalisé chez les Sismo car il faisait écho à trois facteurs complémentaires :

1. Les capacités historiques des designers industriels à concevoir des maquettes et prototypes (souvent des objets) ;
2. L'arrivée des méthodes de type agile, issues de l'informatique, dans les pratiques du design par l'intermédiaire de l'UX design (design de l'expérience utilisateur) ;
3. La familiarisation des Sismo avec la scénarisation d'expositions, la proposition d'expériences s'inscrivant dans un temps relativement court et non pérenne.

Entre 2010 et 2015, les Sismo ont réalisé plusieurs tests en environnement « réel » avant déploiement ou commercialisation. Ces expérimentations s'apparentaient alors à des tests usagers (tels que pratiqués usuellement par des équipes marketing) à partir de prototypes de produits très aboutis (prototype au sens de premier d'une série). Par exemple, les Sismo ont testé, au domicile de quelques potentiels consommateurs, une crêpière et un distributeur d'huile conçus respectivement pour les entreprises SEB et Lesieur. Dans un autre cas, les Sismo ont été missionnés par Alto Café pour concevoir l'esthétisme, les fonctionnalités et l'ergonomie de leur module de vente de café à emporter. Ayant finalisé la formalisation

du module en avance par rapport à l'agenda du projet, les Sismo ont alors fait fabriquer un prototype du « coffee-truck », « en laissant l'interprétation au fabricant », d'après Olivier Gence, designer produit impliqué dans le projet. Ce prototype a ensuite fait l'objet d'un premier test en situation réelle lors d'un salon événementiel dans le but d'observer des usages non envisagés. À cette occasion, les designers se sont alors rendu compte de certains problèmes dans l'utilisation du module, par exemple l'impossibilité pour une personne de petite taille d'ouvrir le capot seule ou la position du barista dos au client pour préparer le café. La question suivante s'est alors posée : comment améliorer ce qui fonctionne, mais qui ne correspond pas à toutes les attentes sans repartir de zéro, notamment pour des raisons de coût et de délais ?

Le test en situation réelle, qui n'était « pas identifié comme une offre commerciale ou une étape, [était] plutôt vu comme une amélioration continue via l'observation [et] n'était pas une étape très cadrée » (Oliver Gence) s'officialise courant 2016. En effet, les années 2016 et 2017 marquent la formalisation et les premières ventes par les Sismo d'une « nouvelle » prestation de design à part entière, d'abord intitulée prototypage ou test (reprenant les terminologies des modèles processuels du Design Thinking) puis POC (cf. Figure 8). Le POC est alors décrit de la manière suivante : « Un POC est une étape d'expérimentation grandeur nature permettant de confronter ses idées à la réalité en testant l'appétence des utilisateurs concernés. »

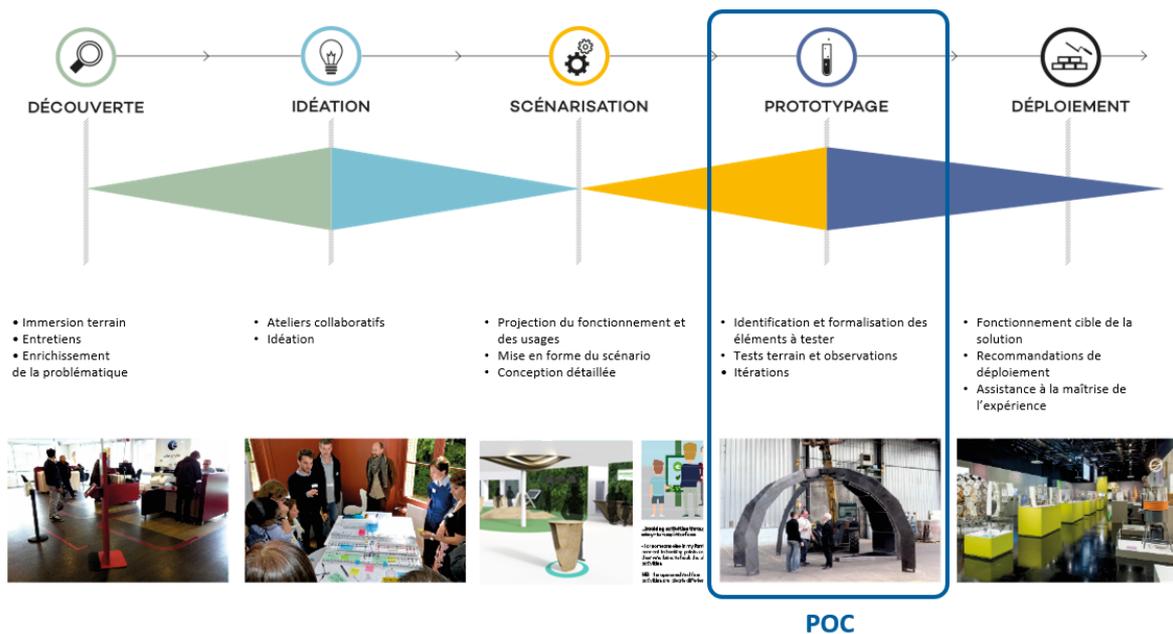


Figure 8 : Démarche projet des Sismo en octobre 2018 (Illustration des Sismo)

En parallèle de ces missions de design, les Sismo ont développé et répondu à des demandes de prestations d'encadrement et de formation au POC et aux méthodes de design. Par exemple, les Sismo ont été mobilisés par Renault sur trois années consécutives dans le cadre du concours international d'intrapreneuriat « Pitch and POC ». Le temps d'un bootcamp, les designers des Sismo ont accompagné la dizaine de projets présélectionnés, qu'il s'agisse de nouveaux produits pour la première saison (2017) ou de nouveaux services pour la deuxième saison (2018). Les Sismo ont guidé les intrapreneurs dans le

prototypage et le test de leur concept ainsi que la préparation d'un pitch, mentionnant des éléments de stratégie, devant des sponsors métiers internes.

À la demande des clients, cette offre d'accompagnement et de formation au POC a été intégrée à certaines missions de design relevant du développement de nouveaux services et de nouvelles expériences. Certains clients ne traitent plus seulement les Sismo comme un « prestataire externe » à qui déléguer des missions de conception mais reconnaissent leur expertise dans la gestion des POC à laquelle ils aspirent à se former en travaillant main dans la main. « Appréhender les méthodes de design et les POC à l'occasion d'un projet portant sur les enjeux de la mobilité de demain » : c'était la demande des équipes innovation d'un équipementier automobile car selon leurs propres termes « ils ne savent pas faire frugal ». Cette mission pédagogique a conduit les Sismo à formaliser dans des supports partagés avec les clients le protocole de POC (explicitation des hypothèses à tester, des variables de contrôle, des dispositifs de test à concevoir) ainsi que le guide de pilotage et d'observation du POC. Ces documents sont ainsi passés du statut d'outils de travail internes à celui de livrables remis aux clients, puis à celui d'outils de travail collaboratifs.

Dans la lignée de ces développements, les Sismo revendiquent désormais explicitement, sur la page de leur site internet<sup>5</sup>, leur volonté d'aider leurs clients « à développer leurs compétences et à contribuer, par le design, à l'engagement de leur organisation face aux nouvelles réalités économiques, sociétales et environnementales. »

***La collaboration entre les Sismo avec Cynthia Fleury-Perkins et la Chaire de philosophie à l'hôpital : comment enrichir les POC avec l'éthique du care ?***

Les deux co-fondateurs des Sismo avaient pour souhait en 2016-2017 de transmettre leur expertise, notamment auprès des jeunes générations, et de continuer à faire avancer leurs pratiques en croisant le design à d'autres disciplines. Ainsi, lorsqu'en 2017 Cynthia Fleury-Perkins a sollicité les Sismo pour une mission de graphisme pour la Chaire de philosophie à l'hôpital, les Sismo et plus particulièrement Antoine Fenoglio qui appréciait ses textes et son travail de philosophe, ont vu une formidable opportunité de collaboration. Tous deux intéressés par la philosophie et le design, ainsi que les enjeux de ne pas découpler « penser » et « faire » (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019) face aux grands changements contemporains, ils ont développé des questions communes autour de l'expérimentation, du POC. Antoine Fenoglio a par la suite pris le rôle de directeur « expérimentation, design, POC » de la Chaire de philosophie à l'hôpital en 2021. Cette collaboration a pris son essor en 2018-2019 avec cinq événements : (1) le commissariat partagé de la Maison POC « Prendre soin » de Lille 2020, Capitale mondiale du design ; (2) le lancement de cette thèse ; (3) la création du séminaire de recherche « Design with care » au CNAM ; (4) la parution de l'article intitulé « Le design peut-il aider à mieux soigner ? Le concept de proof of care

---

<sup>5</sup> Les Sismo. (s.d.). Consulté le 22/09/2021 sur <https://www.les-sismo.com/>

» dans la revue Soins (*ibid.*) ; et (5) le projet de design pour l'amélioration des urgences hospitalières qui constitue le cas principal de l'article 3 de cette thèse. Plus récemment, une démarche participative de recherche-action a été lancée sur les méthodes de contention en psychiatrie visant à passer d'un paradigme sur la contention « involontaire » au sujet « se contenant » (Leboucher & Fleury, 2021). Derrière ces différents événements se trouve une même ambition, celle d'enrichir le POC avec l'éthique du *care* suite au constat qu'une dimension humaniste lui faisait défaut (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). Il s'agissait dans un premier temps de voir dans le POC, non plus seulement une occasion de mettre à l'épreuve un concept, mais également et systématiquement des dimensions constitutives du « care » (Chaire de philosophie à l'hôpital, 2019). Cette nouvelle conceptualisation du POC s'inscrit dans la terminologie de « proof of care » que Cynthia Fleury-Perkins et Antoine Fenoglio définissent comme « des expérimentations qui ont pour but principal de rendre capacitaires les acteurs concernés [notamment les plus vulnérables, et qui] produisent [...] des externalités positives » (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). Nous retrouvons ici des propos qui font fortement écho à la problématique de recherche de cette thèse qui s'est construite parallèlement au programme « Design with care », conjoint entre les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital.

### **3.2.2 La recherche-intervention comme cadre général de la recherche**

La démarche globale de cette thèse s'est appuyée sur les principes de la recherche-intervention dont nous mettons en valeur la pertinence au vu de notre problématique de recherche. Dans cette partie, nous mettons en lumière les questionnements des Sismo et les interactions que nous avons eues avec eux. Ensuite, nous exposons les mécanismes de gestion du risque de « devenir autochtone » (Åhlström & Karlsson, 2010) et de validation (Radaelli et al., 2014) mis en œuvre grâce aux interactions extérieures ; d'une part avec la communauté académique et d'autre part avec d'autres praticiens.

#### ***La recherche-intervention : une démarche de recherche pertinence au vu de notre problématique de recherche***

La recherche-intervention est une méthode de recherche en sciences de gestion née au Centre de Recherche en Gestion de l'École Polytechnique et du Centre de gestion scientifique de Mines Paris - PSL. Cette démarche a été utilisée dans cette thèse pour comprendre, formaliser et développer les théories en vigueur (Radaelli et al., 2014) sur les « preuves de concept génératives ». Suivant les principes cœur de la recherche-intervention, nous avons engagé des modalités d'intervention, contractuellement à partir d'octobre 2018, auprès des Sismo que nous considérons comme une organisation pionnière (Hatchuel & David, 2008, p.51) au regard de son appétence à rendre les preuves de concept « plus génératives ».

La posture d'intervention a permis une proximité accrue sur une longue période avec le terrain. Cette position nous a offert l'occasion de mieux cerner et dévoiler les logiques génératives à l'œuvre dans les POC et plus largement dans les projets des Sismo (Hatchuel & David, 2008 ; Kletz, 2018). Mon statut en tant que salariée – chercheuse en design – chez les Sismo a grandement facilité l'accès à des données empiriques précieuses (Radaelli et al., 2014). Ces dernières sont de grande valeur pour notre étude. En effet, la finesse et l'exhaustivité des données accessibles permettent une meilleure assise pour la

production des modèles théoriques nécessaires à la création de nouveaux processus, outils ou capacités liés aux POC (*ibid.*). L'originalité de cette configuration nous a donc permis de dépasser le manque de données empiriques qui faisait souvent défaut à la littérature académique et la littérature grise avant 2018. Il s'agit à la fois de données primaires qui ont été acquises sur le terrain au fil de mon implication sur les projets « clients » de l'agence – au sein des locaux des Sismo, des locaux de l'organisation cliente ou des terrains externes associés aux projets –, et plus largement de ma participation à la vie de l'agence. Il s'agit également de données collectées sur des projets passés dans une logique d'analyse rétrospective, qui a permis d'accélérer le processus de compréhension et de modélisation. Bien que les Sismo réalisent régulièrement des POC, au vu de la taille de l'agence, le volume d'activité était de quatre à six POC par an avant la crise Covid. De fait, les données ayant été collectées sur la dizaine de POC réalisés avant le lancement de la recherche-intervention permettaient d'enrichir l'échantillon sur laquelle fonder notre analyse. Par ailleurs, la proximité et l'interaction avec les Sismo a facilité la transformation des processus de l'organisation (Aggeri, 2016 ; Kletz, 2018). Les transformations auxquelles nous avons contribué, et que nous avons pu constater – sachant qu'elles échappent en partie aux chercheurs – ont pris corps sous différentes formes et au moyen de différentes modalités d'intervention. Par exemple, notre aide à la conception de POC (cas du projet RATP) ou à la co-conception de POC (cas du projet Urgences) avec les chefs de projet a contribué à transformer la manière de concevoir les POC en question – avec une double perspective de validation et d'exploration –, et dans une certaine mesure les POC suivants (Servajean-Hilst & Ben Mahmoud-Jouini, 2019). Autre exemple, l'analyse rétrospective de POC Sismo et plus largement les comités de pilotage de thèse ont contribué à transformer le vocabulaire utilisé par l'équipe du pôle développement et méthodologies, pour présenter les effets des POC et leurs plus-values auprès de potentiels clients. Dernier exemple, la communication interne des résultats clés des articles de recherche produits pendant la thèse, et ce de manière illustrée, a contribué à transformer le discours des cofondateurs et apporter de nouvelles clés de « pédagogie » auprès de leurs prospects, clients et interlocuteurs.

Une des particularités de la recherche-intervention, par rapport à la recherche-action, est qu'elle vise à contribuer à l'élaboration de théories générales qui pourront être utiles au-delà du contexte où elles ont été produites (Hatchuel & David, 2008, p. 147), dans notre cas, des prestations de POC réalisées par une agence de design indépendante engagée dans un partenariat autour de l'éthique du *care*. Les distinctions reçues par la communauté académique pour les deux articles s'appuyant sur des cas de POC Sismo (articles 2 et 3) et les interactions avec d'autres praticiens que les Sismo pendant la thèse viennent d'ores et déjà souligner leur intérêt pour la discipline au-delà du contexte idiosyncrasique des Sismo.

### ***Questionnements des Sismo***

En plus d'avoir servi d'espace de modélisation et d'expérimentation, les questionnements spécifiques portés par les Sismo ont également nourri cette recherche-intervention. Une de leurs premières interrogations, au lancement de cette recherche-intervention, portait sur la manière de qualifier et de décrire leurs pratiques expérimentales, et notamment les effets surprenants qu'ils avaient observés chez leurs clients. Ces effets inattendus étaient d'abord d'ordre cognitif. Par exemple, lors d'un POC portant

sur le concept de « se sentir à l'hôtel comme à la maison », le test réalisé avec pour ambition de vérifier si les clients d'un hôtel étaient prêts (ou non) à installer eux-mêmes le linge de leur lit, avait permis d'acquérir des connaissances nouvelles. La motivation principale des clients n'était pas d'ordre financière, ce qui était l'hypothèse de départ, mais plutôt dans la facilité à contrôler la propreté et la qualité du matelas, ou encore dans la possibilité d'entrer en contact avec les autres clients de l'hôtel pour contrer l'isolement social, fréquent dans les déplacements professionnels. Ces effets étaient également d'ordre social : lors du même POC, et alors que ce dernier prenant fin, les salariés de l'hôtel ont exprimé de la résistance lors de la désinstallation du dispositif, allant jusqu'à avoir la larme à l'œil lors du départ et du retrait de l'installation d'une cuisine « à prix modéré » dans le hall de l'hôtel, et à séquestrer le petit réfrigérateur que les Sismo avaient emprunté à leur propre agence, le temps (normalement restreint) du POC !

Par ailleurs, le développement de l'industrie servicielle a encouragé les Sismo à ajuster leur positionnement initial dans le design de produits, et à questionner la compatibilité de leurs expertises et leurs pratiques. Il a fallu passer d'une tradition du maquettage, du prototypage d'un objet (physique et plus récemment virtuel) au prototypage d'un service ou d'une expérience. Sachant qu'un service ou une expérience est, par essence, contextualisé, les expérimentations « en chambre » se révèlent en grande partie obsolètes et nécessitent des expérimentations en situation ou vie « réelle ». Si les Sismo ont largement relevé ces deux défis, leur pratique des POC était ressentie par leurs clients comme pouvant être plus robuste sachant qu'elle était souvent décrite par les designers avec des mots tels que « intuition » ou « bricolage ». L'approche scientifique d'une ingénieure-doctorante a alors été bienvenue, notamment pour accéder à de nouveaux terrains d'expérimentation, plus exigeants à la fois d'un point de vue organisationnel, sociétal et épistémique, comme les urgences hospitalières puis la contention en psychiatrie. S'ajoute à ces questionnements celui des méthodes et outils permettant de renforcer la capacité de la preuve de concept à être un dispositif de développement de la capacité d'agir des usagers et de leurs organisations.

### *Interactions avec les Sismo*

Un des éléments méthodologiques clés de la recherche-intervention consiste dans la mise en place de canaux d'interactions avec l'organisation respectant le principe dit d'isonomie qui donne un droit à tous les acteurs de l'organisation de pouvoir discuter avec les chercheurs (David, 2000 ; Radaelli et al., 2014). Dans le cadre de notre recherche avec les Sismo, plusieurs canaux de ce type ont été instaurés : certains se sont appuyés sur des dispositifs organisationnels créés spécifiquement comme les comités de pilotage – sur lesquels nous revenons dans un instant – et d'autres ont été ajoutés comme des ateliers ouverts à tous les membres de l'agence les Sismo que j'ai animés (décembre 2018, juillet 2019), et d'autres étaient déjà en place comme les réunions de l'agence du lundi matin qui réunissent l'ensemble des collaborateurs de l'agence Les Sismo (octobre 2018, janvier 2019, janvier 2020, avril 2021). Au cours des deux premières années de la recherche-intervention se sont déroulés dix comités de pilotage ainsi qu'un onzième au cours de la troisième année. Ces comités de pilotage ont réuni :

- Du côté de Mines Paris - PSL : Sophie Hooge et Pascal Le Masson (co-directeurs de thèse), et exceptionnellement pour le onzième comité de pilotage Nathan Bertho, étudiant du cycle ingénieur civil, qui a mené, pendant trois mois, une « étude des effets secondaires des expérimentations et preuves de concept en santé » ;
- Du côté des Sismo : Antoine Fenoglio (cofondateur et directeur scientifique de la thèse) et Aurélie Leclercq (référente entre octobre 2018 et décembre 2020) de manière récurrente, et plus ponctuellement Simon Mallo (référent entre décembre 2020 et novembre 2021), Julien Laroche, Mathilde Le Gloahec, Lucie Noyons (équipe développement et méthodologies), Gauthier Roussilhe (chef de projet de la maison POC « Prendre Soins » de Lille 2020, Capitale mondiale du design), et Diana Prak (responsable communication) ;
- Du côté de la Chaire de philosophie à l'hôpital : Cynthia Fleury-Perkins (fondatrice et professeure titulaire) et Flora Régibier (coordinatrice générale).

### *Interactions avec la communauté académique*

Cette recherche-intervention a également été nourrie et cadencée par des interactions avec la communauté académique dans une logique de gestion du risque de « devenir autochtone » (Åhlström & Karlsson, 2010, p. 211) ou de « transfert » liée à l'interaction – voire la présence durable dans mon cas – des chercheurs avec l'organisation (Aggeri, 2016). Ainsi, les travaux ont bénéficié des retours des chercheurs du CGS, d'i3, de la Chaire TMCI et de la Chaire de philosophie à l'hôpital lors des nombreux points d'avancement suivants :

- Comités de suivi individuel de thèse (juin 2019, mai 2020, septembre 2021) ;
- Réunions d'équipe de la Chaire théorie et méthodes de la conception innovante (Novembre 2019, avril 2020, décembre 2020) ;
- Réunion d'équipe du Centre de gestion scientifique (septembre 2021) ;
- Séminaire doctoral du Centre de gestion scientifique (janvier 2019, janvier 2021) ;
- Journées d'étude de l'Institut interdisciplinaire de l'innovation - i3 (mars 2021, novembre 2021) ;
- Séminaires de la Chaire de philosophie à l'hôpital (septembre 2020, juin 2021).

Des interactions avec une communauté académique plus étendue ont également eu lieu lors de ma participation à des conférences et congrès internationaux ou nationaux. Ces participations sont détaillées dans la Table 3 qui présente l'intégralité des productions académiques réalisées pendant le doctorat.

Table 3 : Liste des publications produites et communications par ordre chronologique

Type de publication/ communication	Communauté/ éditeur	Détails
Présentation à atelier doctoral d'une conférence	Design Society	<b>Jobin, C.</b> (2019). Exploration and validation in Proof of concept: Contradictory or complementary approaches? In: 3rd SIG Tutorial on Design Society, janvier 2019, Paris, France.
Présentation à atelier doctoral d'une conférence	Innovation and Product Development Management	<b>Jobin, C.</b> (2020). Generative proof-of-concept (POC): What prototypes to create a creative community? – The case of POC in health and care. In: 26th Innovation and Product Development Management Conference (IPDMC) Doctoral Workshop, juin 2019, Leicester, United Kingdom.
Article de conférence	Innovation and Product Development Management	<b>Jobin, C.,</b> Hooge, S., & Le Masson, P. (2019). « Can proof of concept (PoC) make people be more generative? The case of Les Sismo's design of 'generative PoC'. » In: 26th innovation and product development management conference (IPDMC), juin 2019, Leicester, United Kingdom. (hal-02100279)
Article de conférence	Design Society	<b>Jobin, C.,</b> Le Masson, P. & Hooge, S. (2020). What does proof-of-concept (POC) really do? A systematic comparison of generativity and robustness of POC practices. In: 13th International Workshop on Design Theory of the SIG of the Design Society, janvier 2020, Paris, France. (hal-03079478)
Article de conférence (Article 1)	Association Internationale de Management Stratégique	<b>Jobin, C.,</b> Le Masson, P. & Hooge, S. (2020). What does the proof-of-concept (POC) really prove? A historical perspective and a cross-domain analytical study. In: XXIXème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS), juin 2020, Toulouse (en ligne), France. (hal-02570321)
Article de conférence	Association de Recherche Appliquée au Management des Organisations de santé	<b>Jobin, C.,</b> Hooge, S., & Le Masson, P. (2020). « La preuve de concept (POC) : un instrument de conception de la résilience organisationnelle proactive et réactive ? Le cas des pénuries de pousse-seringues électriques et de respirateurs pendant la crise de la Covid-19. » In: 8ème Congrès de l'Association de Recherche Appliquée au Management des Organisations de santé (ARAMOS), octobre 2020, Paris, France (en ligne). (hal-02900454)
Article de journal	Revue française de gestion	Le Masson, P., Andrade, T., Barbier, R., Blanchet, P., Boudier, J., Brunet, S., Caron, P., Demonsant, C., Fourny, A., Gilain, A., Harlé, H., Hatchuel, A., Hida, C., Hooge, S., <b>Jobin, C.,</b> Leveque, J., Monnier, H., Pan, S., Parpaleix, L.-A., Prieur de la Comble, I., Quandalle, T., Secher, A., Thomas, M., Valibhay, C., and Weil, B. (2020). L'apport de la théorie de la conception à la gestion de crise : L'exemple d'une war room créative et activatrice face à la Covid-19. <i>Revue française de gestion</i> , 293, 111-126. <a href="https://doi.org/10.3166/rfg.2021.00498">https://doi.org/10.3166/rfg.2021.00498</a>
Article de conférence	Association Francophone pour le savoir	<b>Jobin, C.,</b> Fenoglio, A., Fleury, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2021). Prendre soin des urgences hospitalières : exemple d'un « proof of care ». In: 88ème Congrès de l'Association Francophone pour le savoir (ACFAS), mai 2021, Sherbrooke, Canada (en ligne). (hal-02900479)

Article de conférence	Design Society	<b>Jobin, C.,</b> Le Masson, et al. (2021). The Contribution of Design Theory to Crisis Management: a “Creative and Activating War Room” in the Face of COVID-19. In: 14th International Paris Workshop of the Design Theory SIG of the Design Society, janvier 2021, Paris, France (en ligne). (hal-03224939)
Chapitre d’ouvrage	Presses des Mines	<b>Jobin, C.,</b> & Le Masson, P. (2021). À la recherche de pousse-seringues électriques pour l’AP-HP. In: Aubert, I., Jobin, C., & Frédéric, F. (dir). Crise Covid et organisation du système de santé. Témoignages et regards croisés. Paris : Presses des Mines, collection Économie et gestion. (hal-03400740)
Direction d’ouvrage	Presses des Mines	Aubert, I., <b>Jobin, C.,</b> & Kletz, F. (Eds) (2021). Crise Covid et organisation du système de santé. Témoignages et regards croisés. Paris : Presses des Mines, collection Économie et gestion. (hal-03400692)
Acte de conférence (Article 2)	Design Society	<b>Jobin, C.,</b> Le Masson, P. & Hooge, S. (2021). The Logics of Double Proof in Proof of Concept: a Design Theory-based Model of Experimentation in the Unknown. In: 23rd International conference on engineering design (ICED), août 2021, Gothenburg, Sweden (en ligne), Proceedings of the Design Society, Volume 1, August 2021 , pp. 3051 – 3060 <a href="https://doi.org/10.1017/pds.2021.566">https://doi.org/10.1017/pds.2021.566</a>
Article de conférence (Article 3)	Association de Recherche Appliquée au Management des Organisations de santé	<b>Jobin, C.,</b> Hooge, S., & Le Masson, P. (2020). La preuve de concept : un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ? In: 9ème Congrès de l’Association de Recherche Appliquée au Management des Organisations de santé (ARAMOS), novembre 2021, Créteil, France. (hal-03416975)

### *Interactions avec d’autres praticiens*

Au cours de la thèse, des interactions avec d’autres praticiens que les Sismo ont été rendues possible lors :

- Des journées des partenaires de la Chaire théorie et méthodes de la conception innovante (janvier 2020, janvier 2021, janvier 2022) ;
- De la conférence de Tarkett x les Sismo sur « les nouveaux modes de conception dans le domaine du bien vieillir » (novembre 2019) ;
- D’une présentation aux équipes de la sous-direction à l’innovation de la Direction Générale des Entreprises de Bercy et de l’équipe de la Mission French Tech (février 2020) ;
- D’entretiens réalisés avec des designers et porteurs de projets associés à la Maison POC « Prendre Soins » dans le cadre de Lille 2020, Capitale mondiale du design (octobre 2020) ;
- De la table ronde d’introduction à l’assemblée générale ordinaire du i-care Lab (juin 2021) ;
- De la table ronde de The Boson Project x les Sismo sur « les dessous de l’innovation dans les institutions » dans le cadre du mois de l’innovation publique (décembre 2021) ;

- D'une présentation devant les médecins et cadres de santé de la première promotion du certificat « management hospitalier et de la santé : innover en santé et piloter les transformations du système de soins » porté par Mines Paris - PSL (décembre 2021).

### 3.2.3 Démarche de recherche-intervention

La démarche de recherche-intervention appelle à « la combinaison et l'intégration d'une variété de méthodes de recherche adaptées au modèle d'action étudié » (Hatchuel & David, 2008, p. 148). Afin de mieux comprendre la rationalisation des preuves de concept à l'œuvre chez les Sismo, nous avons réalisé une analyse quantitative et qualitative de leur générativité (Jobin et al., 2019)<sup>6</sup>. Au vu de l'intégration récente et multiforme du concept de POC par les Sismo, nous avons mené une enquête généalogique approfondie dans la littérature (Jobin et al., 2020). Ces travaux préliminaires ont soulevé la nécessité de situer théoriquement les logiques d'apprentissage spécifiquement à l'œuvre dans le POC, ce qui nous a amenés à modéliser le POC comme une preuve simultanée de connu et d'inconnu (Jobin, Hooge, et al., 2021a). Nous avons ensuite cherché à renforcer les effets génératifs des POC. À cette fin, nous avons expérimenté, sur un projet de design commun entre les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital, un nouveau modèle d'action de POC en collaboration avec les acteurs du terrain (Jobin, Hooge, et al., 2021b).

## 3.3 Méthodologie des articles

Pour chacun des trois articles exposés dans la partie B, nous présentons en détail leur méthode et matériel de recherche spécifiques.

### 3.3.1 Article 1

#### *Méthode de recherche : analyse généalogique de la preuve de concept*

Deux grandes stratégies de recherche sont mises en œuvre dans l'article 1 pour mettre en évidence ce qu'il y a de générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept. Les deux stratégies mobilisent une approche généalogique afin d'identifier ses propriétés stables dans le temps et dans l'espace (Forgues & Vandangeon-Derumez, 1999).

La première stratégie s'appuie sur une étude généalogique longitudinale du concept de POC dans le secteur aérospatial et aéronautique sachant que des indices, soulignés dans la partie 1 du Chapitre 2, suggéraient que le concept était né dans ce secteur. Après avoir retrouvé les traces de l'« ancêtre commun » du POC à la NASA (un ancêtre antérieur à celui qui avait été identifié dans le Chapitre 2) et identifié ses principaux variants, nous avons à la fois relevé leurs propriétés ainsi que la succession

---

<sup>6</sup> Nous avons fait le choix de ne pas inclure cet article dans ce manuscrit car il y a davantage contribué à poser des questions pertinentes qu'il n'a apporté d'éléments de réponses.

d'évènements qui ont contribué à leur émergence. Ces évènements historiques, et situés à différentes échelles – scène internationale ou nationale, ou agence gouvernementale – ont permis de reconstruire les phases de genèse, d'émergence, de développement et d'intégration, et de diffusion du concept de POC. Suivant les conseils de Huberman & Miles (1991), nous synthétisons ces informations dans une matrice chronologique (cf. Figure 11 dans la partie 6.3.6) représentant en colonne les phases du processus et en ligne les catégories de l'analyse tirées de notre cadre théorique, à savoir la nature et le contexte d'usage du POC. Nous avons également fait figurer, dans la matrice, les événements marquants.

La seconde stratégie complète cette analyse par une étude généalogique transversale du concept de POC dans les quatre autres principaux secteurs d'activité où nous avons identifié de premiers variants de POC : le secteur biomédical, la recherche publique, l'innovation et l'entrepreneuriat, et les technologies de l'information. Nous avons réalisé une cartographie des principaux variants en datant leur apparition à partir de l'émergence de dynamiques propres au secteur étudié. Ce travail nous a aidé à caractériser les fonctions et contexte d'usage de ces variants et d'en dégager systématiquement des caractéristiques récurrentes du POC, valables dans chaque secteur. Nous synthétisons également ces informations dans une figure dédiée (cf. Figure 13 dans la partie 6.4.5).

**Matériel de recherche : des données d'archives spécifiques à chaque secteur**

Pour réaliser le travail d'enquête généalogique, nous avons cherché les sources de données les plus pertinentes pour chacun des secteurs. La Table 4 présente de manière synthétique, pour chacun des secteurs étudiés, ces différentes sources et les données d'archives associées.

*Table 4 : Présentation du matériel de recherche de l'article 1*

Secteur	Source de données	Principales données d'archives
Aéronautique & Aérospatial	Publication de la NASA	Few (1987) ; Mankins (1995) ; Mankins (2009) ; Office of Aeronautical and Space Technology (1991) ; Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident (1986) ; Sadin et al. (1989) ; Space Task Group (1969)
	Autre publication du gouvernement états-unien	Emme (1961) ; Government Accounting Office (1999) ; Griggs & Wood (1966) ; Office of the Press Secretary (1988)
	Littérature académique en gestion	Cooper (1994) ; Héder (2017) ; Jean (2016)
	Littérature académique spécialisée	Simpson (1978) ; Straub (2015)
Biomédical	Littérature académique spécialisée	Cartwright et al. (2010) ; Corr & Williams (2009) ; Detela & Lodge (2019) ; Preskorn (2014)
	Publication du gouvernement états-unien	Office of the Director Defense Research and Engineering (2009)
	Entretien	Chef de projet transfert technologique à la SATT Lutech (février 2019)

Recherche publique	Littérature académique en économie et gestion	Clarysse et al. (2007) ; Jensen & Thursby (2001) ; Maia & Claro, 2013 ; Markman et al. (2005)
	Site internet	Swiss National Science Foundation ; European Research Council
Développement de nouveaux produits, innovation et entrepreneuriat	Littérature académique en gestion	Bendavid & Cassivi (2012) ; Clarysse et al. (2007) ; Eesley et al. (2014) ; Hienerth et al. (2011) ; Yu et al. (2018)
	Site internet	BPI France
	Terrain par l'observation participante	Les Sismo (2018-2019)
Technologies de l'information	Littérature grise	Wilson et al. (2016)
	Site internet	Startup I.T. ; grands groupes I.T. ; cabinets de conseils
	Terrain par l'observation participante	IBM (2017-2018)

### 3.3.2 Article 2

***Méthode de recherche : modélisation de l'agencement entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans la preuve de concept***

L'activité de modélisation que nous avons menée dans l'article 2 relève d'un travail de construction de modèle visant à représenter un phénomène complexe par ses paramètres clés, à savoir les agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu, afin de mieux comprendre et expliquer les processus d'apprentissage cognitif permis par une preuve de concept. Notre méthode s'inspire de la « distillation fractionnée », une technique utilisée en chimie pour séparer des espèces miscibles<sup>7</sup> grâce à leur différence de température d'ébullition. Dans l'article 2, nous souhaitons isoler et caractériser, à partir de données empiriques de POC réalisés par les Sismo, différentes « espèces » d'agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu. Par ailleurs, la distillation fractionnée permet une meilleure séparation des espèces que la distillation simple grâce à un montage expérimental composé d'une « colonne à fractionnement ». Dans la même idée, nous avons construit<sup>8</sup> et utilisé un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale.

***Matériel de recherche : cinq cas de POC Sismo***

Les cinq cas de l'article 2, choisis suivant une méthode d'échantillonnage théorique (Eisenhardt & Graebner, 2007), sont des POC qui ont été conçus et réalisés par les Sismo à la demande d'une

---

<sup>7</sup> La miscibilité désigne la capacité de divers liquides à former un mélange homogène : l'eau et l'alcool sont miscibles entre eux, alors que l'eau et l'huile non.

<sup>8</sup> Sachant que la conférence à laquelle a été soumise l'article 2 imposait un nombre de pages très limité, nous avons fait le choix de présenter cette étape de manière très succincte dans l'article mais nous l'avons détaillé dans la partie 2.2.2 de ce manuscrit.

organisation-cliente. Les POC sont présentés dans l'article 2 comme des « illustrations » au sens qu'ils permettent d'incarner de manière concrète aux lecteurs la typologie qui a été identifiée. Ces cas s'appuient sur des données collectées qui ne portent pas exclusivement sur les phases de POC qui se sont déroulées entre février 2016 et mars 2019, mais sur l'ensemble du projet dans lequel ils s'inscrivent. Pour les quatre études de cas rétrospectives (cas n°1, 2.1, 2.2, 3.1 dans la Table 5, la collecte des données primaires et secondaires a eu lieu entre octobre 2018 et avril 2019. Les données primaires ont été collectées au moyen d'entretiens libres puis d'entretiens semi-directifs (Forgues & Vandangeon-Derumez, 1999) que j'ai menés auprès des collaborateurs des Sismo impliqués dans le projet en question. Afin d'éviter deux biais importants que sont l'oubli et la rationalisation *a posteriori (ibid.)*, deux méthodes de triangulation ont été mises en œuvre pour compléter et vérifier les propos recueillis. La première a été de trianguler les sources de données en interrogeant *a minima* trois Sismo sur un même cas, tandis que la seconde a été de trianguler les outils de collecte de données en couplant les entretiens avec des données secondaires issues des données archivées numériquement par les Sismo. Plus de détails concernant chaque cas sont fournis dans la Table 5.

Pour l'étude de cas mixte (cas n°3.2 dans la Table 5), l'analyse rétrospective a été réalisée au moyen de données similaires à celles présentées ci-dessus. Concernant l'analyse en temps réel, des données primaires ont été collectées entre novembre 2018 et avril 2019 dans des carnets de recherche terrain. Les données portant sur la conception du POC ont été recueillies lors de ma participation aux principales séances de restitution et de travail entre l'équipe projet Sismo et les clients ainsi qu'aux séances de travail internes, soit avec l'équipe projet, soit en binôme avec la cheffe de projet à sa demande d'appui méthodologique. Les données portant sur la réalisation et l'analyse *a posteriori* du POC ont été recueillies lors de mon observation participante pendant l'ensemble du POC, lors de séances internes d'évaluation et d'une réunion de travail avec une représentante de l'entreprise cliente. S'adjoint à ce matériel de recherche, deux documents produits par les Sismo à destination des clients, l'un portant sur les observations et apprentissages réalisés pendant le POC et l'autre sur des recommandations de conception induites par l'analyse du POC. La Table 5 vient cette fois-ci synthétiser ces informations.

Table 5 : Présentation du matériel de recherche de l'article 2

N° du cas, client et date du POC	Brief client	Iconographie	Données
<p>Cas n°1</p>  <p>-- 10/2017 --</p>	<p>Repenser les espaces communs pour réenchanter l'expérience client</p>		<p><u>Données primaires</u> : entretiens avec le chef de projet &amp; les deux co-fondateurs</p> <p><u>Données secondaires</u> : documents de travail, livrables de projet &amp; photos</p>
<p>Cas n°2.1</p>  <p>-- 02/2016 --</p>	<p>Imaginer de nouvelles expériences dans les espaces communs pour attirer de nouveaux clients, notamment parmi la génération Y</p>		<p><u>Données primaires</u> : entretiens avec un designer, un manager intermédiaire &amp; un des co-fondateurs</p> <p><u>Données secondaires</u> : documents de travail, livrables de projet, photos</p>
<p>Cas n°2.2</p>  <p>-- 03/2017 --</p>	<p>Concevoir un nouveau modèle d'agence pour favoriser le dialogue social et accélérer le retour au travail</p>		<p><u>Données primaires</u> : entretiens avec chef de projet, designer &amp; un des co-fondateurs</p> <p><u>Données secondaires</u> : documents de travail, livrables de projet, photos</p>
<p>Cas n° 3.1</p>  <p>-- 09/2016 --</p>	<p>Développer et tester un concept de service permettant d'aider à transporter les articles lourds dans les magasins</p>		<p><u>Données primaires</u> : entretiens avec le chef de projet &amp; un des co-fondateurs</p> <p><u>Données secondaires</u> : photos</p>
<p>Cas n° 3.2</p>  <p>-- 03/2019 --</p>	<p>Repenser l'expérience d'accueil en gare au niveau des comptoirs</p>		<p><u>Données primaires</u> : entretien avec la cheffe de projet et un manager intermédiaire ; observation participante</p> <p><u>Données secondaires</u> : documents de travail, comptes-rendus de réunions avec les clients, livrables &amp; photos</p>

## 3.3.3 Article 3

***Méthode de recherche : une étude de terrain longitudinale d'une preuve de concept portant une ambition explicite de générativité***

L'article 3 repose sur une étude de terrain longitudinale réalisée en « temps réel » (Åhlström & Karlsson, 2010) entre février 2019 et juillet 2020, soit sur une période de dix-huit mois à visée exploratoire (dans une logique de *theory-building* plutôt que de *theory-testing* (Eisenhardt & Graebner, 2007)). Cette étude de terrain a porté sur un projet de design mené conjointement par les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital. Au printemps 2018, la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) a lancé un appel à projets intitulé « Design social : handicap et perte d'autonomie » dont un descriptif synthétique est proposé dans la Table 6. Le projet « repenser les Urgences pour les patients âgés en perte d'autonomie et en situation de handicap » déposé par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo fait partie des lauréats. D'après Romain Sibille, alors chargé de mission à la direction scientifique de la CNSA, ce projet était le plus ambitieux pour la CNSA, à la fois en termes d'engagement financier, mais aussi de périmètre d'étude dans la mesure où les centres hospitalo-universitaires et plus particulièrement les services d'urgences n'étaient pas des interlocuteurs habituels pour eux.

**Table 6 : Descriptif synthétique de l'appel à projets de la CNSA « Handicap et perte d'autonomie : innovation sociale par le design » (données issues de Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, 2019)**

Caractéristique de l'AAP	Description
Origines	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des projets de design déposés dans le cadre de l'appel à projets permanent non retenus alors que des thématiques jugées intéressantes, mais une difficulté à les évaluer ;</li> <li>- Une démarche pertinente au regard des orientations de la CNSA et de la direction scientifique : centrée sur l'utilisateur et son expérience d'usage ; participative, qui accorde une large place à la co-construction ; propice à l'émergence d'innovation ;</li> <li>- Quelques projets inspirants portés à la connaissance de la CNSA.</li> </ul>
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acculturer le secteur médico-social aux approches de design ;</li> <li>- Intéresser les designers aux enjeux du handicap et de la perte d'autonomie ;</li> <li>- Faire émerger des réponses à partir de constats de terrain sur des sujets très divers ;</li> <li>- Valider le potentiel du design comme mode de construction de solutions, de services et de politiques publiques dans le champ de l'autonomie.</li> </ul>
Lauréats	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un appel à projets qui a rencontré un vif succès : 109 projets déposés, dont une grande majorité de projets éligibles ;</li> <li>- Seize projets retenus à l'issue de la phase de sélection avec une diversité des problématiques, des publics concernés, des porteurs, des partenaires designers ;</li> <li>- Montant global de l'engagement financier de la CNSA : 1,3 million d'euros.</li> </ul>
Attentes envers les projets financés	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des solutions qui améliorent les réponses faites aux usagers ;</li> <li>- Des solutions co-construites et une implication forte des usagers ;</li> <li>- Des solutions opérationnelles qui peuvent être déployées facilement ;</li> <li>- Des solutions qui appartiennent à l'ensemble de la communauté ;</li> <li>- Des acteurs médico-sociaux qui se sont approprié la démarche design.</li> </ul>

La Chaire de philosophie à l'hôpital – en tant que porteur de projet – et les Sismo – en tant que prestataire design – souhaitent s'intéresser au vécu singulier des patients, et plus largement des usagers vulnérables des urgences (patients, aidants, soignants ...), afin d'améliorer la qualité de leur expérience et de développer leur capacité d'être et d'agir (Brugère, 2017, p.46 ; Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). La Table 7 présente les grandes étapes – dont le POC – et les activités du projet. Les dénominations des étapes sont celles proposées dans la réponse de l'appel à projets à l'exception de l'étape 5 qui était dénommée « déploiement ». Plus d'informations et d'iconographies sur le projet sont fournies dans l'Annexe qui constitue le rapport final remis à la CNSA en juin 2020. La Figure 9 cartographie les principales parties prenantes du POC ainsi que la nature contractuelle ou non contractuelle de leurs interactions pendant l'ensemble du projet (Servajean-Hilst & Ben Mahmoud-Jouini, 2019).

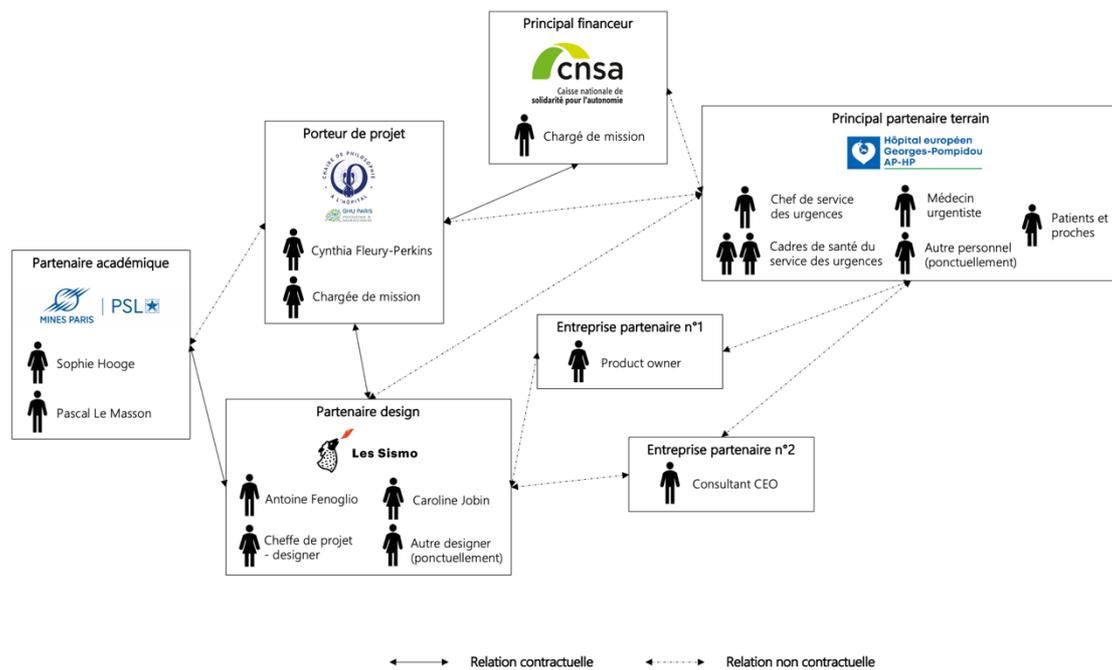


Figure 9 : Cartographie des principales parties prenantes du POC Urgences

Ce projet a offert le cadre à deux démarches expérimentales du point de vue des Sismo. D'une part, il a été pensé par les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital comme une expérimentation du concept de « proof of care » et de leur collaboration (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). D'autre part, ce projet a constitué un espace idéal d'expérimentation et d'observation d'un nouveau modèle d'action afin d'explorer à quelles conditions un POC peut devenir un outil permettant d'enrichir les capacités de générativité collective. Mon rôle dans le projet est explicité dans l'Encadré 2.

Table 7 : Planning du projet d'amélioration de l'expérience usager des urgences hospitalières

Étapes	Iconographie	Principales activités (présentation par ordre chronologique)
<p>Étape 1 : Enrichissement (02/2019 – 05/2019)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 50 heures d'observation ethnographique à l'HEGP (service des urgences) ;</li> <li>- 27 entretiens avec patients/aidants, professionnels des urgences, du grand âge, du handicap et de l'innovation ;</li> <li>- Comité de pilotage de projet n°1 avec des représentants dont le chef de service des urgences de l'HEGP ;</li> <li>- 20h d'observation ethnographique au Pôle Santé Sarthe et Loir (service des urgences et Ehpad) ;</li> <li>- Recherche documentaire (historiographie, état des lieux des constats et innovations) ;</li> <li>- Cartographie des acteurs gravitant autour du patient vulnérable et cartographie de l'expérience d'un patient-persona.</li> </ul>
<p>Étape 2 : Idéation (06/2019)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comité de pilotage de thèse dédié au cas du projet Urgences : production et présentation d'un référentiel de conception C-K ;</li> <li>- Journée d'atelier de co-création chez les Sismo avec une diversité d'acteurs hors de l'HEGP (médecine de ville, spécialistes de la gérontologie, association de patient, association de médecins retraités bénévoles ...) ;</li> <li>- Élaboration et remise du rapport intermédiaire à la CNSA ;</li> <li>- Synthèse de l'atelier et formulation des concepts.</li> </ul>
<p>Étape 3 : Scénarisation (07/2019 – 08/2019)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Scénarisation des concepts sous forme de posters et conception de quelques maquettes ;</li> <li>- Présentation des concepts et des maquettes dans la salle de staff du service d'urgences de l'HEGP et collecte des retours des équipes médicales, paramédicales, administratives du service et de quelques médecins et cadres d'autres services de l'HEGP ;</li> <li>- Sélection des concepts à tester selon les retours et contraintes imposées par l'appel à projets (durée max projet de 12 mois ...) ;</li> <li>- Comité de pilotage de projet n°2 avec des représentants dont le chef de service des urgences de l'HEGP.</li> </ul>
<p>Étape 4 : Preuve de concept (09/2019 – 01/2020)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception du POC (démonstrateurs, partenariats avec deux industriels, protocole de test) ;</li> <li>- Première session du POC à l'HEGP (3 jours) dont animation (formations, observations, entretiens, itérations ...) ;</li> <li>- Deuxième session du POC à l'HEGP (2 jours) avec séance de restitution « à chaud » devant une grande partie des parties prenantes (internes et externes à l'HEGP) le dernier jour ;</li> <li>- Formalisation des grands apprentissages du POC.</li> </ul>
<p>Étape 5 : Valorisation (01/2020 – 07/2020)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réunion-bilan entre les Sismo et Cynthia-Fleury Perkins ;</li> <li>- Réunion entre la direction générale, les services d'urgences et techniques (SI, travaux) de l'HEGP, les Sismo et l'entreprise n°2 ;</li> <li>- Élaboration et remise du rapport final et du kit de déploiement à la CNSA ;</li> <li>- Participation au congrès ACFAS 2021 - Intersections du design : Prendre soin par le design ;</li> <li>- Séquence d'entretiens semi-directifs post-POC et distribution du kit de déploiement à l'HEGP.</li> </ul>

Encadré 2 : Mon rôle dans le projet Urgences

**Générale** : Documentation du projet

**Étape 1 : Enrichissement**

- Réalisation d'un tiers des entretiens ;
- Réalisation de la moitié des observations à l'HEGP ;
- Organisation et réalisation des observations au sein du service d'urgences et un des Ehpad du Pôle Santé Sarthe et Loir ;
- Réalisation de la recherche documentaire ;
- Aide à la préparation et observation-participante lors du comité de pilotage n°1 ;
- Aide à la réalisation de la cartographie des parties-prenantes et de l'expérience patient ;

**Étape 2 : Idéation**

- Production et présentation du référentiel de conception C-K et recommandations sur le POC dans le cadre du COPIL de thèse n°5 ;
- Observation-participante lors de la journée d'atelier ;
- Aide à l'élaboration du rapport intermédiaire remis à la CNSA ;

**Étape 3 : Scénarisation**

- Participation à la préparation des posters et couture de la maquette du « pack confort » ;
- Participation à la présentation des concepts auprès des équipes et à la collecte des retours ;
- Aide à la préparation et observation-participante lors du comité de pilotage n°2 ;

**Étape 4 : Preuve de concept**

- Participation à la conception du protocole de test ;
- Organisation du COPIL de thèse n°6 et d'une réunion de travail entre l'équipe projet et MINES Paris - PSL ;
- Observation-participante lors des cinq jours de POC ;
- Participation à la formalisation des apprentissages du POC ;

**Étape 5 : Valorisation**

- Observation-participante lors de la réunion-bilan entre les Sismo et Cynthia-Fleury Perkins ;
- Réalisation d'entretiens avec la CNSA, les entreprises partenaires et un interne de médecine, en stage à l'HEGP pendant le POC (cf. Table 17 de l'article 3) ;
- Rédaction du bilan critique de l'expérience de design et aide à l'élaboration des autres parties du rapport final remis à la CNSA ;
- Relecture du kit de déploiement ;
- Rédaction et présentation de la communication au congrès ACFAS 2021 ;
- Élaboration du guide d'entretien et réalisation des entretiens post-POC à l'HEGP (cf. Table 17 de l'article 3), et distribution du kit de déploiement.

Les données ont été collectées selon une logique à trois étages :

- Par la participation à la collecte des données nécessaires au bon déroulé de ce type de projet en tant que membre de l'équipe projet Sismo (e.g., collecte des données d'observations et d'entretiens pendant le POC pour dégager des apprentissages qui seront utiles à l'élaboration du kit de déploiement) ;
- Par le processus de documentation du projet – dont j'étais en charge – sachant la nécessité de la Chaire de philosophie et des Sismo de remettre un rapport d'avancement et un rapport final à la CNSA (e.g., documenter par quels canaux les participants de l'atelier de co-création ont été mobilisés) ;
- Par un processus de collecte de données s'inscrivant dans la démarche globale de recherche-intervention qui se voulait à la fois « plus large » que ceux cités ci-dessus car il n'était pas possible de déterminer *a priori* quelles données allaient être utiles à l'analyse, d'autant plus que le projet a commencé dès le sixième mois de la recherche-intervention, « plus sensible » à ce qui avait trait à la question des capacités de générativité collective, et « plus poussé » dans le sens où des occasions de collecte de données non habituellement réalisées dans les projets des Sismo ont été provoquées (e.g., la réalisation des entretiens post-POC).

Face à la richesse et la diversité des données collectées – que la sous-partie suivante soulignera – et la spécificité de notre objet de recherche, le travail d'analyse des données et de présentation des résultats n'a pas été aisé. Cette situation est connue en recherche qualitative : cela est généralement le cas dans les études de terrain longitudinale et invite les chercheurs à mettre en place notre propre méthodologie (Åhlström & Karlsson, 2010, p. 214, p. 223).

Nous avons mis en place un système de codification appuyé sur une combinaison des données et de la théorie pour identifier les incidents, motifs récurrents (*ibid.*, p. 217, p. 222) intéressants vis-à-vis de notre question de recherche. Un premier travail d'analyse des données a été réalisé avant la fin de la collecte (après le POC, mais avant la séquence d'entretiens post-POC à l'HEGP) (*ibid.*, p. 220) en s'appuyant sur les théories de la conception et du *care*. Ce travail a été présenté dans un court article de recherche accepté et présenté au 88<sup>ème</sup> congrès de l'Association francophone pour le savoir. Il a permis de valider que le système de codage était conforme avec la perception du praticien, représenté par Antoine Fenoglio (*ibid.*, p. 217). A ensuite été engagé un second travail d'analyse des données – une fois que toutes les données ont été collectées – et de présentation des résultats plus poussés au travers de l'écriture de l'article 3. Nous avons alors opté pour un cadre d'analyse mobilisant conjointement la théorie du design transformationnel (Burns et al., 2006 ; Sangiorgi, 2011) et la théorie des organisations orientées conception (Hatchuel et al., 2002 ; Le Masson & Weil, 2014).

***Matériel de recherche : un projet de design porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo sur l'amélioration de l'expérience usager des urgences hospitalières***

Les données collectées dans cette étude de terrain longitudinale – portant sur un projet de design d'amélioration de l'expérience usager des urgences hospitalières – peuvent être classées en deux catégories : les données primaires, d'une part et les données secondaires, d'autre part. Les données

primaires caractérisent celles collectées volontairement dans le cadre de la recherche-intervention et les données secondaires des documents internes ou externes. Le format de l'étude nous a permis de collecter un matériel de recherche riche et volumineux. Nous choisissons de présenter dans la Table 8 uniquement les principales sources de données primaires et secondaires qui ont fondé notre analyse.

Table 8 : Présentation du matériel de recherche de l'article 3

Étape du projet	Principales sources de données primaires	Principales sources de données secondaires
Transversal aux étapes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carnet terrain des observations-participantes ;</li> <li>- Notes des réunions de l'équipe projet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Documents de travail des Sismo et de la Chaire de philosophie à l'hôpital ;</li> <li>- Productions et livrables des Sismo.</li> </ul>
0) Avant-projet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien avec la référente de l'avant-projet chez les Sismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Document de présentation de l'appel à projets (CNSA) ;</li> <li>- Documents de travail et réponse à l'appel à projets (les Sismo) ;</li> </ul>
1) Enrichissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notes de mes entretiens et observations ;</li> <li>- Notes du COPIL n°1.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notes d'autres entretiens et observations ;</li> <li>- Photos des observations ;</li> <li>- Documents de la recherche documentaire (littérature grise et académique)</li> </ul>
2) Idéation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation du COPIL de thèse et notes des échanges.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapport intermédiaire remis à la CNSA.</li> </ul>
3) Scénarisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Notes du COPIL n°2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Posters et maquettes ;</li> <li>- Photos de la présentation aux urgences.</li> </ul>
4) Preuve de concept	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Note des entretiens informels avec l'équipe projet des Sismo pour retracer l'ensemble des interactions avec les différentes parties prenantes du POC ;</li> <li>- Notes de l'observation-participante pendant la conception et le test ;</li> <li>- Notes des entretiens réalisés pendant le POC (CNSA, entreprise partenaire n°1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protocole du POC ;</li> <li>- Photos prises pendant le POC ;</li> <li>- Synthèse des grands apprentissages du POC.</li> </ul>
5) Valorisation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enregistrement des entretiens semi-dirigés enregistrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Présentation et compte-rendu de la réunion avec la direction générale ;</li> <li>- Rapport final remis à la CNSA ;</li> <li>- Kit de déploiement.</li> </ul>

# Chapitre 4. Synthèse des articles

---

Dans ce chapitre, nous offrons un travail de synthèse des trois articles, qui sont proposés à la lecture dans la partie B de ce manuscrit de thèse.

## 4.1 Synthèse de l'article 1

Cette première partie met en valeur les informations clés et présente un abrégé de l'article 1.

### *Encadré 3 : Informations clés de l'article 1*

**Titre :** Que prouve réellement la preuve de concept (POC) ? Une perspective historique et une étude analytique multisectorielle

**Auteurs :** Caroline Jobin, Sophie Hooge, Pascal Le Masson

**Statut du papier :** Article accepté à la conférence AIMS 2020

**Résumé :** En dépit du fait que la preuve de concept ou POC soit devenue une pratique courante des organisations dans les processus de prise de décision et de coordination internes et externes, la littérature en management stratégique s'est jusqu'à présent peu emparée du sujet. Dans ce papier, nous nous sommes intéressés aux questions suivantes : d'où vient la notion de POC et comment a-t-elle évolué au fil du temps ? En quoi le POC constitue une catégorie particulière de preuve ? Pour répondre à ces questions, nous avons d'abord réalisé une étude historique de la genèse du concept, à savoir dans l'écosystème aérospatial et aéronautique américain. Puis, nous avons mené une étude analytique du transfert de la notion dans les écosystèmes du biomédical, de la recherche publique, du développement de nouveaux produits/de l'innovation/de l'entrepreneuriat et enfin des technologies de l'information. Ce papier a permis de montrer que le terme, qui est né dans les années 1960, a progressivement rencontré un succès dans les contextes où il a fallu faire entrer de nouveaux acteurs dans la chaîne de valeur de la conception qui était jusqu'alors très intégrée, et ce souvent par l'amont. En ce sens, le POC, en tant que preuve de validation et d'exploration, semble être un outil particulièrement utile aux « acheteurs » et aux « vendeurs » dans les processus d'innovation.

**Mots-clés :** POC, TRL, conception, validation, exploration

**Langue de l'article :** Anglais

Table 9 : Abrégé de l'article 1

<b>Titre</b>	Que prouve réellement la preuve de concept (POC) ? Une perspective historique et une étude analytique multi-domaine
<b>Objectifs de recherche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerner les problématiques de gestion qui ont motivé l'apparition du POC, sa circulation et son adoption massive par différentes communautés ;</li> <li>- Étudier un échantillon de variants de POC pour établir, par inférence, la nature de la preuve que porte le concept de POC, qui le rend particulièrement fertile.</li> </ul>
<b>Connaissances contemporaines</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le POC est né en lien avec les <i>Technology Readiness Levels</i> (TRL) apparus à la NASA dans les années 1970 (Jean, 2016) ;</li> <li>- Le POC est considéré comme une étape, un jalon critique dans les processus d'innovation car un prototype est développé et testé (Bendavid &amp; Cassivi, 2012), et dans les processus de développement de nouvelles entreprises, notamment pour trouver des financements (Eesley et al., 2014) ;</li> <li>- Ce que prouve le POC est souvent décrit de nature purement technique (Bendavid &amp; Cassivi, 2012 ; Eesley et al., 2014) ; quelques exceptions existent dont les travaux de Ben Mahmoud-Jouini &amp; Midler (2020).</li> </ul>
<b>Connaissances manquantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La littérature académique sur le concept de « preuve de concept » en gestion ou management est relativement pauvre ;</li> <li>- Aucune publication ne donne une vision d'ensemble, approfondie et analytique de l'origine et de la spécificité du concept de POC et de ses variants.</li> </ul>
<b>Questions de recherche</b>	D'où vient la notion de POC et comment a-t-elle évolué au fil du temps ? En quoi le POC constitue une catégorie particulière de preuve ?
<b>Cadre d'analyse</b>	Expérimentation confirmatoire et expérimentation exploratoire (Simpson, 1978)
<b>Matériels et méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode : analyse généalogique et historique (Forgues &amp; Vandangeon-Derumez, 1999 ; Seignobos, 2014) du concept de POC au sein du secteur de l'aéronautique et de l'aérospatial états-unien et international, et de quatre autres principaux secteurs d'activité qui se sont emparés du concept (biomédical, recherche publique, innovation et entrepreneuriat, technologies de l'information) ;</li> <li>- Matériel : publications de la NASA et autres publications du gouvernement états-unien ; littérature académique en économie et gestion ; littérature spécialisée ; littérature grise ; sites internet ; entretiens ; données terrain issues d'observations participantes.</li> </ul>
<b>Principaux résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le POC est né à la NASA dans les années 1960 dans le cadre du programme Apollo pour organiser la coordination des activités de conception entre des parties prenantes diverses – internes et externes (prestataires industriels et académiques) – et l'allocation des ressources.</li> <li>- Au sein du secteur aéronautique et aérospatial, le POC a progressivement connu des expansions fonctionnelles s'appuyant sur deux grands types de preuve : démonstration de la robustesse des activités de conception qui ont déjà été menées et démonstration des efforts de conception qu'il reste à conduire pour explorer les inconnus restants ;</li> <li>- L'étude des variants a montré que le POC a émergé de manière récurrente dans les contextes où des acheteurs ou des investisseurs avaient besoin d'une instrumentation permettant d'échanger ou d'évaluer des objets intermédiaires de conception.</li> </ul>

<p><b>Principales contributions académiques</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le POC constitue une catégorie particulière de preuve dans la mesure où elle est double : il s'agit non seulement d'une « preuve de validation » (i.e. démonstration de ce qui a été conçu), mais aussi d'une « preuve d'exploration » (i.e., démonstration de ce qu'il reste à concevoir) ;</li> <li>- L'étude des variants a montré que le POC a émergé de manière récurrente dans les contextes où il a fallu doter, des acheteurs ou des investisseurs externes/internes (ou des vendeurs) d'objets intermédiaires de conception, d'une instrumentation de prise de décision éclairée (ou de valorisation financière) reposant sur cette logique de « double preuve » particulièrement adaptée dans les contextes de conception innovante.</li> </ul>
<p><b>Principales contributions managériales</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette étude offre une cartographie des variants de POC au sein de différents secteurs, et au sein même d'un secteur entre différentes communautés. Cette cartographie peut aider les « acheteurs » et « vendeurs » de POC ou les intermédiaires de l'innovation à anticiper et diagnostiquer d'éventuels quiproquos ;</li> <li>- Cette étude incite à utiliser la « preuve de validation » et la « preuve d'exploration » comme double grille d'analyse pour évaluer l'objet intermédiaire.</li> </ul>
<p><b>Limites et perspectives de recherche</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recherche non exhaustive et systématique des secteurs s'étant emparés du POC et des variants associés ;</li> <li>- Variété des catégories décrivant la typologie des secteurs avec certains recouvrements ;</li> <li>- Besoin d'approfondissement de la caractérisation du POC comme « double preuve », et plus particulièrement de modélisation de l'agencement de ces deux mécanismes de preuve.</li> </ul>

## 4.2 Synthèse de l'article 2

Dans cette deuxième partie, dédiée à l'article 2, nous présentons symétriquement ses informations clés et un abrégé.

*Encadré 4 : Informations clés de l'article 2*

**Titre :** Les logiques de double preuve dans la preuve de concept. Un modèle d'expérimentation dans l'inconnu basé sur la théorie de la conception

**Auteurs :** Caroline Jobin, Sophie Hooge, Pascal Le Masson

**Statut du papier :** Article accepté et primé à la conférence ICED 2021

**Distinction :** Reviewers' favorite award

**Résumé :** La littérature en conception distingue d'un côté l'expérimentation basée sur l'exploration, et de l'autre côté l'expérimentation basée sur la validation. Cette typologie repose sur l'hypothèse que l'exploration et la validation ne peuvent et ne doivent pas être réalisées simultanément dans la même expérimentation. Pourtant, certains praticiens, comme les Sismo, proposent que la preuve de concept puisse combiner ces deux logiques. Cela soulève la question de savoir quelle logique de conception pourrait permettre la combinaison de l'exploration et de la validation. Nous utilisons d'abord la théorie de la conception pour construire un cadre de conception de l'expérimentation. Ce cadre contribue à mettre en évidence une typologie de logiques de preuve dans l'expérimentation liée à la preuve de connu

et à la preuve d'inconnu. Ensuite, nous montrons que ces modèles de preuve sont supportés par des cas issus de projets menés par les Sismo et décrivent une diversité d'agencements des mécanismes d'exploration et de validation : séquentiels, parallèles et combinatoires. Grâce à la formalisation de la preuve de concept comme une double preuve (preuve de connu et preuve d'inconnu), nous montrons que la preuve de concept peut être plus qu'un outil de décision de type "go/no-go" en validant progressivement des propositions, en remettant en question la pertinence des propositions et en découvrant de nouvelles propositions à explorer et à tester.

**Mots-clés :** Théorie de la conception, inconnu, modélisation, expérimentation, preuve de concept

**Langue de l'article :** Anglais

Table 10 : Abrégé de l'article 2

<b>Titre</b>	Les logiques de double preuve dans la preuve de concept. Un modèle d'expérimentation dans l'inconnu basé sur la théorie de la conception
<b>Objectif de recherche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modéliser la capacité du POC à agencer « preuve de connu » et « preuve d'inconnu », et plus particulièrement selon une dynamique synergique ;</li> <li>- Comparer le POC en conception avec l'expérimentation scientifique.</li> </ul>
<b>Connaissances actuelles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La littérature en conception distingue d'un côté l'expérimentation orientée exploration, et de l'autre côté l'expérimentation orientée validation (Blomkvist &amp; Holmild, 2011 ; Jensen et al., 2017 ; Nicolay &amp; Lenfle, 2019) ;</li> <li>- La littérature en expérimentation présente majoritairement les interactions entre exploration et validation comme négatives, recommandant ainsi la séparation, la réalisation séquentielle d'expérimentations orientées exploration et orientées validation (Simpson, 1978) ;</li> <li>- La littérature en conception soulève que d'autres agencements entre validation et exploration sont possibles et souhaitables (Ben Mahmoud-Jouini &amp; Midler, 2020 ; Gillier &amp; Lenfle, 2019 ; Löfqvist, 2009).</li> </ul>
<b>Connaissances manquantes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Est-ce que des interférences neutres voire positives entre validation et exploration sont théoriquement des impasses ou il n'existe pas de cas, ou pas suffisamment, qui soutiennent cette hypothèse du fait de leurs complexités opérationnelles ? ;</li> <li>- Des comparaisons systématiques et rigoureuses entre les POC en conception et l'expérimentation scientifique se font discrètes.</li> </ul>
<b>Question de recherche</b>	Quels sont les mécanismes de validation et d'exploration à l'œuvre dans les POC et quelles sont les conditions associées ?
<b>Cadre d'analyse</b>	- Hybridation de la théorie des tests statistiques (Neyman & Pearson, 1933) et de la théorie de la conception C-K (Hatchuel et al., 2013 ; Hatchuel & Weil, 2009) : preuve de connu = opération vers K ; preuve d'inconnu = opération vers C
<b>Matériels et méthodes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Méthode :</li> <li>* Construction théorique d'un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale ;</li> <li>* Analyse de données empiriques de POC Sismo ;</li> <li>* Caractérisation de trois espèces d'agencements entre preuve de connu et preuve ;</li> </ul>

	<p>- Matériel : cinq cas de POC conçus et conduits par les Sismo, choisis suivant une méthode d'échantillonnage théorique (Eisenhardt &amp; Graebner, 2007) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Pour les quatre cas de POC réalisées entre février 2016 et octobre 2017 : données d'entretiens formels et informels réalisés avec les chefs de projets et co-fondateurs des Sismo entre octobre 2018 et avril 2019 triangulées avec les archives des Sismo (documents de travail et livrables) ;</li> <li>* Pour le cas du POC réalisé en mars 2019 : étude longitudinale entre novembre 2018 et avril 2019 : carnet de terrain + pour les données entre janvier 2018 et novembre 2018 : échanges avec l'équipe projet triangulés avec les archives des Sismo (documents de travail, compte-rendu de réunion avec clients, livrables).</li> </ul>
<b>Principaux résultats</b>	<p>- Caractérisation de trois espèces d'agencement entre processus de validation et exploration ont été obtenus et rendus tangibles avec la présentation de données empiriques issues des cinq cas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Preuve de connu &gt; approche séquentielle : expérimentation orientée exploration puis expérimentation orientée validation ;</li> <li>* Preuve de connu et d'inconnu indépendant &gt; approche parallèle : l'expérimentation orientée validation est une occasion d'explorer en périphérie ;</li> <li>* Preuve de connu et d'inconnu dépendant &gt; approche combinatoire : la validation et l'exploration dans l'expérimentation interfèrent de manière synergique ;</li> </ul>
<b>Principales contributions académiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un POC à preuve de connu est moins génératif d'apprentissage cognitif qu'un POC à preuve de connu et d'inconnu ;</li> <li>- Le POC en conception se rapproche d'une expérimentation scientifique dans sa capacité à faire la preuve de connu et diffère dans sa recherche plus systématique de preuve d'inconnu.</li> </ul>
<b>Principales contributions managériales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La preuve de connu est une condition nécessaire, mais non suffisante pour qu'il puisse y avoir preuve d'inconnu. Plus le concepteur/expérimentateur explicite voire met en œuvre systématiquement des alternatives de conception (artefact de test, méthode d'observation, méthode d'échantillonnage ...) et les connaissances associées (hypothèses, variables, modèles ...), plus il y aura accès à une preuve d'inconnu ;</li> <li>- Les référentiels d'évaluation d'un POC ne doivent pas être les mêmes pour la preuve de connu et pour la preuve d'inconnu.</li> </ul>
<b>Limites et perspectives de recherche</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La modélisation laisse des questions ouvertes : un expérimentateur peut-il vraiment induire de manière contrôlée l'un des trois modèles ? En existe-t-il d'autres ? Une expérimentation peut-elle porter plusieurs modèles en même temps ? ;</li> <li>- La modélisation ne donne pas suffisamment à voir les parties prenantes de la conception et l'impact organisationnel des apprentissages cognitifs soulignés.</li> </ul>

## 4.4 Synthèse de l'article 3

Enfin, nous mettons en exergue les informations clés et exposons un abrégé de l'article 3.

*Encadré 5 : Informations clés de l'article 3*

**Titre :** La preuve de concept : un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ?

**Auteurs :** Caroline Jobin, Sophie Hooge, Pascal Le Masson

**Statut du papier :** Article accepté et primé à la conférence ARAMOS 2021

**Distinction :** Prix de la meilleure communication

**Résumé :** Les enjeux d'innovation contemporains – notamment dans le secteur de la santé – appellent à une transformation nouvelle des organisations, et plus largement des systèmes sociotechniques. Un levier de régénération de ces organisations est l'instauration d'un régime d'innovation répétée et durable. Au travers d'une étude de cas unique, nous explorons l'aptitude des preuves de concept (POC) à contribuer au développement de capacités de conception collective permettant de soutenir ce régime. Cette étude de cas s'appuie sur un projet de design intitulé « repenser les urgences pour les patients âgés en perte d'autonomie et en situation de handicap ». Il a été porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et l'agence de design les Sismo, et soutenu financièrement par la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (CNSA). Notre cadre d'analyse décrivant des capacités organisationnelles orientées conception a la vertu d'esquisser la pluralité des formes que peuvent prendre ces capacités de conception collective, et des acteurs qui les expriment et les développent grâce au POC selon une modalité de type formation-action. Le POC doit être utilisé comme une méthode « éclair » pour valider des hypothèses de valeur, mais aussi pour développer et explorer les conditions organisationnelles (connaissances, compétences, légitimités ...) manquantes pour poursuivre le processus de conception collective, et donc amorcer la régénération de l'organisation. Notre étude souligne également les limites méthodologiques du POC dans cette mission, notamment celle de restreindre l'exploration à quelques alternatives de conception, qui plus est des alternatives pour lesquelles les terrains d'expérimentation sont déjà connus et faciles d'accès. Pour identifier et contrôler le risque d'alimenter ainsi un régime d'« innovation orpheline », nous recommandons aux managers de POC de réaliser un référentiel de conception Concept-Knowledge (C-K).

**Mots-clés :** Preuve de concept, régime d'innovation, organisation orientée conception, capacités de conception collective, hôpital, urgences

**Langue de l'article :** Français

Table 11 : Abrégé de l'article 3

<b>Titre</b>	La preuve de concept : un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ?
<b>Objectif de recherche</b>	Mieux comprendre les effets organisationnels des POC, notamment orientés conception et les conditions associées.
<b>Connaissances actuelles</b>	Littérature en management de l'innovation/de la conception : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Émergence du POC à la NASA : naissance d'une méthode de conception coopérative ;</li> <li>* Diffusion du POC : vers une méthode de conception collaborative ;</li> </ul> Littérature en design de service : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Du design de service au design transformationnel : nouveaux enjeux ;</li> <li>* Le potentiel du design de service pour les organisations de santé.</li> </ul>
<b>Connaissances manquantes</b>	- Les effets organisationnels des POC aussi bien du point de vue de la littérature sur les objets intermédiaires que du design de service/design transformationnel ; - Le potentiel du POC comme outil de développement de capacités de conception collective.
<b>Question de recherche</b>	Dans quelle mesure le POC permet-il de soutenir (ou non) le développement de capacités de conception collective, leviers de la régénération des organisations ou systèmes sociotechniques ?
<b>Cadres d'analyse</b>	Transformative design (Burns et al., 2006) ; organisation orientée conception (Hatchuel et al., 2002 ; Le Masson & Weil, 2014) ; innovation orpheline (Agogué, 2013 ; Agogué et al., 2012).
<b>Matériels et méthodes</b>	- Méthode : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Méthode principale : Étude de terrain longitudinale (Åhlström &amp; Karlsson, 2010 ; Eisenhardt &amp; Graebner, 2007 ; Yin, 2014) ;</li> <li>* Méthode complémentaire : Dispositif de recherche-intervention chez les Sismo entre octobre 2018 et novembre 2021 (Hatchuel &amp; David, 2007 ; Radaelli et al., 2014) et partenariat longitudinal liant les Sismo, la Chaire de philosophie à l'hôpital et l'équipe de recherche en management de l'innovation de Mines Paris - PSL depuis 2018.</li> </ul> - Matériel : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Phase A : Émergence, dépôt et acceptation du projet (Avant février 2019) &gt; entretiens avec la référente du projet chez les Sismo et documents internes aux Sismo et à la Chaire de philosophie à l'hôpital (documents de travail, réponses à l'appel à projets ...) et externes (communications et description de l'appel à projets de la CNSA).</li> <li>* Phase B : Réalisation du projet (entre février 2019 et juillet 2020) &gt; notes de carnets de terrain de la recherche-intervention, comptes-rendus des comités de pilotage, 10 entretiens semi-dirigés avec des parties prenantes du POC, données secondaires internes (documents de travail, présentations, livrables ...).</li> </ul>
<b>Principaux résultats</b>	- Le POC génère des effets organisationnels orientés conception qui relèvent d'une meilleure capacité de définir et redéfinir ce qu'il reste à concevoir ; d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception ; de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires ; de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives utiles à la conception ; d'explorer une diversité d'alternatives de conception pour des pistes de performance variée ; de générer une action collective.

	<p>- Le POC a des limites méthodologiques au regard du développement de capacités de conception collective, notamment celle de restreindre l'exploration à quelques alternatives de conception pour lesquelles les terrains d'expérimentation sont déjà connus et faciles d'accès.</p>
<p><b>Principales contributions académiques</b></p>	<p>- Le papier esquisse la pluralité des formes que peuvent prendre les capacités de conception collective, et les acteurs qui les expriment et les développent grâce au POC selon une modalité de type formation-action ;</p> <p>- Le papier révèle comment les « non-concepteurs » (e.g., les professionnels du soin) ont un rôle clé à jouer dans les processus de conception collective aux côtés des concepteurs « traditionnels » (e.g., les designers, les ingénieurs).</p>
<p><b>Principales contributions managériales</b></p>	<p>- Le POC doit être utilisé comme une méthode « éclair » pour valider des hypothèses de valeur, mais aussi pour développer et explorer les conditions organisationnelles (connaissances, compétences, légitimités ...) manquantes pour poursuivre le processus de conception collective, et donc amorcer la régénération de l'organisation.</p> <p>- Il est préférable que les managers du POC réalisent, en amont du POC, un diagnostic des capacités de conception collective et soient vigilants, à la lumière du diagnostic, à introduire au plus tôt dans le processus, des acteurs compétents et en capacité (technique ou industrielle) de faire exister les déploiements ultérieurs, surtout quand l'organisation ne dispose pas de bureau d'études interne comme l'hôpital.</p> <p>- Pour identifier et contrôler le risque d'alimenter ainsi un régime d'« innovation orpheline », nous recommandons aux managers de POC de réaliser un référentiel de conception Concept-Knowledge (C-K).</p>
<p><b>Limites et perspectives de recherche</b></p>	<p>- Biais introduits par la crise Covid ;</p> <p>- Étude restreinte des effets du POC sur les patients et leurs aidants, ainsi que la CNSA ;</p> <p>- Cadre d'analyse à perfectionner et valider ;</p> <p>- Capacités et limites du POC à contribuer au développement de capacités de conception collective à enrichir et valider, et potentiellement différencier selon la typologie des organisations et systèmes sociotechniques ;</p> <p>- Pour favoriser la régénération des organisations, ne faudrait-il pas penser des stratégies de sessions de POC successives ou programmées régulièrement ?</p>

# Chapitre 5. Discussion & conclusion générale

---

Dans ce chapitre clôturant la partie A, une première partie est dédiée à la discussion des résultats de la thèse. Dans une deuxième partie, nous proposons plusieurs implications des travaux sur la gestion des preuves de concept au service du soin et des politiques publiques. Enfin, nous concluons ce travail et proposons quelques pistes de réflexion sur la suite possible des recherches.

## 5.1 Discussion des résultats de la thèse

Dans cette partie, nous discutons les résultats successivement à l'aune des trois questions de recherche de la thèse.

### 5.1.1 Discussion des résultats sur les éléments génériques des preuves de concept (QR1)

Pour étudier ce qui est générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept (QR1), nous avons réalisé une étude généalogique du concept de POC. Tout d'abord, cette étude a permis de montrer que la création du concept n'a pas exactement eu lieu – comme nous en avons fait initialement l'hypothèse – postérieurement à la mission Apollo 11 en lien avec la création des TRL dans les années 1970. Le POC avait déjà été utilisé durant la décennie précédente pour, justement, conduire au succès du programme Apollo. Si cela ne change pas le fait que le POC ait été pensé comme un outil de gestion de conception coopérative permettant à plusieurs collectifs (internes ou externes à la NASA) de se passer le relais entre différentes étapes de la conception, il y a une différence majeure. Dans le cadre du *Phased Review Process* des années 1960, le système à concevoir et l'environnement opérationnel étaient connus du manager et du collectif qui avait été missionné par celui-ci, pour réaliser le POC (logique de « program pull »). Après la mission Apollo, il est très probable que le POC (sachant son faible niveau de TRL) soit réalisé avant que ne soit déterminé le système où sera intégrée la technologie et ses conditions opérationnelles (logique de « technology push ») (Héder, 2017), et donc avec un inconnu bien plus grand. Ensuite, l'étude de l'ensemble des variants de POC a permis d'identifier deux caractéristiques du « code génétique » qui n'ont pas muté, et donc ce qu'il y a de générique dans les différentes pratiques de POC contemporaines. Tout d'abord, le POC un outil de gestion de l'exploration collective de l'inconnu. L'exploration est réalisée par des acteurs s'organisant, a) soit selon une modalité coopérative où il faut gérer le passage de relais entre deux acteurs (modèle séquentiel) et/ou l'intégration entre les différentes tâches de conception réalisées par des acteurs différents (modèle concourant) (MacCormack et al., 2001), b) soit selon une modalité collaborative – où il faut gérer la participation de plusieurs acteurs à de mêmes activités de conception. Ensuite, le POC

porte une double logique de preuve de connu et de preuve d'inconnu, cette dernière étant plus ou moins explicite. Prenons deux exemples de « phénotypes » pour montrer comment s'exprime le « génotype » du POC dans différents environnements. Dans le cas de la sécurité informatique, le POC est un outil de gestion de conception collaborative entre un concepteur de logiciel ou système informatique et un expert en cybersécurité (ou hacker). Il permet à l'expert en cybersécurité d'identifier une faille (preuve de connu) et d'explicitier le lieu et la forme du patch correctif que le concepteur devrait concevoir pour y pallier (preuve d'inconnu). Dans le cas du développement de nouveaux médicaments, le POC (au sens de phase II des essais cliniques) est un outil de gestion réglementaire de la coopération entre une entreprise pharmaceutique et l'agence d'évaluation (e.g., ANSM en France ou FDA aux États-Unis). Il permet au laboratoire de démontrer l'efficacité du traitement sur un échantillon de quelques dizaines de malades (preuve de connu), d'identifier de premiers effets indésirables qu'il faudra continuer à surveiller, et de définir la dose optimale qui devra être utilisée dans les prochains tests (preuve d'inconnu). Sur la base de ces informations – de cette double preuve –, l'agence d'évaluation décide ou non de délivrer l'autorisation de poursuivre les tests.

De manière analogue à ce qui a été observé pour le co-design (Barbier et al., 2021 ; Dubois, 2015), le POC reflète, tel un symptôme, les problématiques que rencontrent les acteurs de la conception. Ces problématiques étant elles-mêmes mouvantes, elles ont contribué au processus de mutation et d'émergence de variants de POC mieux adaptés à ce nouvel environnement. Un des phénomènes qui a largement contribué à l'émergence de variants de POC est celui de la « recomposition des filières de conception » (Abecassis-Moedas et al., 2004). Ceux qui étaient reconnus comme des « fournisseurs » de composants, de briques technologiques réalisées à la demande d'« intégrateurs » sont devenus forces de proposition pour anticiper les besoins de ces mêmes intégrateurs, mais également s'ouvrir d'autres potentiels clients ou marchés (Percie du Sert & Midler, 2019). Le POC a ainsi soutenu le besoin de légitimité et de conviction de cette « redistribution de la conception » (Abecassis-Moedas et al., 2004). Un tel rôle a été mis en évidence, aussi bien dans l'article 1, que dans la littérature et pour des clients des Sismo, dans plusieurs secteurs comme l'aéronautique (Percie du Sert & Midler, 2019), l'automobile (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020), la banque (Moniot & Massé, 2019), la pharmacie ou les technologies de l'information. Alors que certains acteurs étaient associés à l'aval de la chaîne de valeur de la conception et se positionnent désormais sur l'amont, nous serions tentés de qualifier ce phénomène de « renversement de la conception ». Parfois, le fait d'avoir « rebattu les cartes » des amonts de conception (Chesbrough et al., 2006) a contribué à faire émerger de nouveaux acteurs (e.g., les startups biotech). Le POC était alors un moyen pour eux d'attirer l'intérêt et la légitimité des autres acteurs de la chaîne de valeur. D'autre part, la caractérisation du POC comme double preuve aide à mieux comprendre les malentendus qui peuvent être générés lorsqu'un collectif est plongé dans l'exploration. Par exemple, une coopération ou une collaboration entre une start-up et un grand groupe, dans le cadre ou non d'un programme d'incubation ou d'accélération, peut devenir problématique lorsque le grand groupe est intéressé préférentiellement par la preuve d'inconnu alors que la startup l'est par la preuve de connu (Moniot & Massé, 2019). Enfin, des ambiguïtés entre des acteurs peuvent naître quant à l'environnement dans lequel a été réalisé le POC. Par exemple, les Sismo réalisent – sauf cas exceptionnels – leurs POC

dans les « environnements opérationnels », alors que dans l'échelle TRL les tests en environnement opérationnel ne commencent qu'au niveau du TRL 7 (DGA, 2009). La logique des Sismo suit la recommandation de MacCormack et al. (2001) et leur « processus de développement flexible » : selon eux, il vaut mieux confronter rapidement le concept – avant sa conception détaillée et même avant qu'il ne soit figé – à l'environnement pour identifier le plus tôt possible (Thomke, 2014) les inconnus (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020 ; Jensen et al., 2017 ; Kleinsmann & Bhömer, 2020 ; Ramasesh & Browning, 2014). MacCormack et al. (2001) soulignent également qu'un tel procédé est encouragé « lorsque l'information sur l'environnement de l'utilisateur est tacite ou 'gluante', (i.e., qu'elle ne peut pas être capturée facilement par les techniques traditionnelles d'étude de marché) », ce qui est rapidement le cas dans les processus d'innovation.

### 5.1.2 Discussion des résultats sur l'agencement de la double preuve (QR2)

Afin d'étudier les agencements entre preuve de connu et d'inconnu et dans quelles mesures la cohabitation entre les deux preuves peut être bénéfique (QR2), nous avons réalisé un travail de construction de modèles à partir de données empiriques des POC réalisés par les Sismo. Nous avons isolé et caractérisé trois « espèces » d'agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu à l'œuvre dans les POC Sismo. Nous avons appelé ces trois espèces comme suit : « preuve de connu », « agencement indépendant de la preuve de connu et preuve d'inconnu », et « agencement interdépendant de la preuve de connu et preuve d'inconnu ». La Table 12 donne une description des trois espèces, et pour chacune d'elle un exemple issu des cas développés dans l'article 2.

Table 12 : Présentation des trois espèces de mécanismes entre preuve de connu et preuve d'inconnu

Typologie	Description	Exemple
Preuve de connu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus qui a permis de valider des connaissances en les faisant reconnaître collectivement comme vraies ou fausses.</li> <li>- Processus qui n'a pas particulièrement fait émerger de nouvelles connaissances et de nouveaux concepts.</li> </ul>	Cas Adagio Aparthotels : Le POC a permis aux Sismo et à l'équipe projet d'Adagio de reconnaître collectivement que les objets mis à disposition dans la bibliothèque seraient rendus par les clients avant leur départ.
Agencement indépendant de la preuve de connu et preuve d'inconnu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus qui a permis de valider des connaissances et générer de nouvelles connaissances qui ne viennent pas remettre en question le résultat du test du concept.</li> <li>- Processus qui a permis de générer de nouveaux concepts – sur une voie éloignée de celle du concept testé – et qu'il serait intéressant d'explorer.</li> </ul>	Cas Pôle Emploi : Afin d'améliorer la confiance entre les conseillers et les demandeurs d'emploi pendant les rendez-vous, il a été testé dans le POC de nouvelles postures d'interaction grâce à des tables de différents types. Le POC a révélé l'importance du niveau sonore sur les comportements et l'intérêt de mieux travailler l'acoustique des agences.

<p>Agencement interdépendant de la preuve de connu et preuve d'inconnu</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Processus qui a permis de valider des connaissances et générer de nouvelles connaissances qui viennent remettre (partiellement) en question le résultat du test du concept.</li> <li>- Processus qui a permis de générer de nouveaux concepts – sur une même voie ou une voie proche que celle du concept testé – qu'il serait intéressant d'explorer.</li> </ul>	<p>Cas RATP : Le POC a permis de montrer que l'un des trois comptoirs prototypés (« comptoir semi-ouvert ») était plus approprié vis-à-vis de problématiques pour les agents et les voyageurs qui avaient été identifiés en amont et une nouvelle (la gestion de la file d'attente). Le test du « comptoir ouvert » a révélé deux risques liés à la trop grande ouverture du comptoir : les voyageurs qui attendent au niveau du comptoir entrent en compétition avec ceux qui interceptent l'agent qui s'est (trop) éloigné du comptoir pour orienter le voyageur précédent. Le POC a soulevé l'intérêt d'explorer un nouveau poste d'« agent mobile ».</p>
--	--	--

Les résultats de l'article 2 soulignent que certaines conditions sont nécessaires pour obtenir cette cohabitation entre preuve de connu et preuve d'inconnu. Plus particulièrement, l'interdépendance peut exister et être d'autant plus bénéfique que l'expérimentateur maîtrise les principes expérimentaux de la preuve de connu et de la preuve d'inconnu. En effet, il a été observé qu'un travail consciencieux de construction du plan d'expérience de la preuve de connu (e.g., explicitation des connaissances acquises préalablement au test et sur lesquelles repose le test, des conditions d'acceptation ou de refus de l'hypothèse) peut contribuer à faire émerger la preuve d'inconnu. Par exemple, dans le cas RATP, le faible nombre de voyageurs se présentant au comptoir – empêchant la saturation du test – attire l'attention sur un comportement particulier des files d'attente. Les connaissances préalables sur le parcours du client voyageur invitent à regarder ce qui se passe non seulement au niveau du comptoir, mais de toute la salle d'échange. Inversement, la qualité du travail préparatoire à la preuve d'inconnu – qui peut être caractérisée par l'originalité et la variété des concepts, et par la valeur et la robustesse des connaissances (Hatchuel et al., 2015) – peut contribuer à faire émerger la preuve de connu. Par exemple, le test des trois comptoirs (fermé, semi-ouvert/semi-fermé, ouvert) a permis de mettre en évidence la tendance de l'agent à s'éloigner de plus en plus du comptoir à mesure que le comptoir était ouvert. L'élaboration d'un autre concept de comptoir reposant sur le principe de « conseil en mobilité », qui n'a pas été prototypé, a également contribué à considérer la mobilité de l'agent comme une voie d'exploration intéressante. Ainsi, pour que ces deux phénomènes puissent apparaître et que le concepteur puisse tirer complètement parti de cette cohabitation, il lui faut maîtriser des compétences fortes dans les deux processus, or ceci est rare. En effet, la formation et le cadre institutionnel des scientifiques plébiscitent les conditions d'émergence de la preuve de connu et peu celles de la preuve d'inconnu, tronquant ainsi la preuve d'inconnu qui peut être obtenue, et donc des découvertes scientifiques ou avancées majeures potentielles. Inversement, la formation et le cadre institutionnel des designers plébiscitent les conditions d'émergence de la preuve d'inconnu et peu celles de la preuve de connu, tronquant ainsi la preuve de connu qui peut être obtenue, et donc la reconnaissance de la profession dans certains milieux (Szostak,

2006), notamment ceux qui s'inscrivent dans le mouvement des pratiques fondées sur les preuves (ou « evidence-based practices ») (McKibbin, 1998) qui a largement dépassé les frontières de la médecine. Les Sismo – en tant que designers – semblent capables, dans une certaine mesure, de jouer sur les deux tableaux. Cette double capacité est en accord avec leur volonté, explicitée dans le Chapitre 1, d'être des « créateurs industriels », c'est-à-dire d'être capable de faire du design de création et du design industriel. Enfin, les éléments discutés dans ce paragraphe contribuent à mettre en exergue les conditions permettant d'obtenir les trois espèces d'agencements au-delà du cas particulier des POC Sismo.

Le cadrage théorique a uniquement permis de modéliser un certain type de preuve de connu (suivant la logique des tests statistiques) en écartant d'autres types de logiques de preuves comme les « preuves logiques ou formelles » (que l'on trouve en mathématiques), les « preuves par l'existence » (si je dis « il existe X », il me suffit de montrer un exemple de X pour prouver cette proposition) ou les « preuves juridiques » (qui présentent un faisceau de preuves concordantes jusqu'à rendre le doute impossible sur la personne responsable, etc.). Ce cadrage théorique a également neutralisé les figures d'acteurs, leurs référentiels épistémiques et leurs potentielles hétérogénéités, ce qui vient renforcer la limite suivante. Nous avons beaucoup étudié le processus de production des connaissances (et de concepts), mais finalement peu le processus d'accumulation et de capitalisation des connaissances. Weil (1999, p. 191) décrit cette problématique comme suit : « comment inscrire ces connaissances dans une mémoire plus large que celle de l'individu, afin qu'elles soient plus facilement échangeables, stockables, récupérables dans d'autres circonstances, par d'autres concepteurs ? ». Sachant que le POC est une étape intermédiaire dans une démarche de conception collective et les résultats de la partie précédente, cet enjeu est pourtant majeur et gagnerait à être approfondi.

Nos résultats nous offrent matière à discuter les logiques d'accumulation et réutilisation des connaissances des approches « test and learn » ou « itératives » et notamment des hypothèses implicites qu'elles font. Tout d'abord, les modélisations qui sont faites de ce type de démarche représentent souvent une flèche décrivant une boucle de rétroaction laissant à penser que l'expérimentateur a reculé, est retourné en arrière dans le processus de conception. En ce sens, la modélisation qu'offre la théorie C-K avec la double expansion de l'espace des connaissances et des concepts est plus fidèle. Pour poursuivre cette discussion – qui nous permettra également de nous diriger vers la troisième partie –, nous nous appuyons sur une expérience de pensée dont nous discuterons les limites. En référence au « jeu du chiffre mystère », considérons une situation où un maître du jeu (A) choisit un nombre entier entre 0 et 100 qu'il garde secret (admettons que ce nombre soit 56). Le joueur (B), qui connaît cette règle, doit deviner ce chiffre en proposant des chiffres à A. L'intérêt du jeu est que B trouve la bonne réponse avec le moins d'essais possible. B peut incarner un expérimentateur et A un usager. Si nous prenons un premier scénario où A sait soit répondre « perdu » ou « gagné » (équivalent de « j'aime » ou « je n'aime pas » dans un processus de conception), B peut être amené à tenter sa chance 99 fois pour gagner. Ceci est vrai si A a des capacités cognitives ou une méthode permettant de se souvenir des chiffres déjà proposés (capacité à accumuler la connaissance) et de proposer des chiffres qui n'ont pas déjà été testés (capacité à mobiliser la connaissance acquise). Sinon, il se peut que A ne trouve le bon chiffre qu'au bout de la 200 ou 500<sup>ème</sup> proposition (ce qui peut s'avérer très coûteux dans un processus de conception). Ce premier scénario

visé à mettre en exergue l'hypothèse qui est faite dans les approches « test and learn » ou « itératives » qui citent souvent Nelson Mandela : « Je ne perds jamais : soit je perds, soit j'apprends ». Ainsi, encore faut-il que l'expérimentateur soit doté de capacités d'accumulation et de mobilisation de la connaissance. Aussi, une hypothèse est posée sur le fait que l'expérimentateur va converger progressivement vers la bonne solution, mais encore faut-il, encore une fois, que certaines conditions soient réunies à la fois en termes de méthodologie et de capacités – les siennes et celles des usagers –. Si nous envisageons un second scénario où A est cette fois-ci en mesure de répondre « gagné », « plus haut » ou « plus bas », B pourra trouver d'autant plus rapidement la bonne réponse, moyennant les conditions que nous avons explicitées précédemment. Dans le cas du POC, cela souligne l'intérêt de développer préalablement au test les capacités des usagers ou à notre connaissance, hormis Fleury-Perkins & Fenoglio (2019), la littérature n'a pas fait état d'une telle proposition. Par ailleurs, l'utilisation par B d'une méthode qui consiste à choisir le chiffre au milieu de l'intervalle restant pourra d'autant plus accélérer le processus d'apprentissage dans la mesure où il optimisera le nombre de coups pour gagner. Ainsi, B peut trouver le chiffre mystère en seulement quatre coups, en proposant successivement le chiffre 50 (milieu de 0 et 100), 75 (milieu de 50 et 100), 62 (milieu inférieur de 50 et 75) et enfin 56 (milieu de 50 et 62). Enfin, la situation est d'autant plus complexe que cette expérience de pensée s'est intéressée à un cas très simple, qui relève d'ailleurs d'un processus de décision plus que de conception : l'acteur B qui représente l'expérimentateur connaît la nature exacte de ce qu'il cherche (il est donc plus facile d'utiliser ou concevoir une méthode appropriée), ce qu'il cherche est unique et stable dans le temps.

### **5.1.3 Discussion des résultats sur le développement des capacités collectives (QR3)**

Afin d'étudier dans quelles mesures et à quelles conditions la preuve de concept peut contribuer au développement de capacités collectives de gestion conceptive (QR3), nous avons réalisé une étude de cas longitudinale d'un projet de design de service pour améliorer l'expérience des usagers des urgences hospitalières. Cette étude a confirmé que le POC pouvait avoir des propriétés lui permettant de renforcer les capacités de gestion conceptive des acteurs s'engageant dans la conception et la réalisation du POC. Nous avons notamment observé que le POC avait un rôle d'amélioration de la capacité de définir et redéfinir ce qu'il reste à concevoir ; d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception ; de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires ; de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives utiles à la conception ; d'explorer une diversité d'alternatives de conception pour des pistes de performance variée ; de générer une action collective. Ainsi, nous avons affermi l'hypothèse que le POC devrait non plus seulement être étudié et donc évalué comme un outil d'évaluation/exploration d'un concept mais aussi comme un outil de développement de capacités de conception collective. Nous avons également identifié les capacités qui méritent une enquête plus approfondie. D'autres capacités mériteraient bien sûr d'être identifiées et explorées. Cette étude a ainsi permis de mieux comprendre certains paradoxes. D'un côté, un POC semble être un « échec » mais les collectifs se rendent compte que le POC a contribué à développer des savoirs et des relations (Abecassis-Moedas et al., 2004 ; Cohen & Levinthal, 1990) pour l'exploration de l'inconnu que les acteurs ont pu mettre en œuvre sur des projets ultérieurs (Laurent, 2019 ; Laurent & Tironi, 2015). Ce paradoxe a été identifié dans le cas Urgences sur le concept « I.T.néraire ». Les savoirs

collectifs générés sur le concept (connaissances validées : patients cibles, ... ; connaissances en cours d'acquisition : cas d'usage, logistique du bracelet, consentement ... ; connaissances manquantes : RGPD, interfaçage logiciel métier, ...) et sur les relations entre les services de l'hôpital (montrant ce que chacun peut apporter et comment travailler ensemble pour aller plus loin) grâce à la phase de POC ont facilité la conception collective ultérieure de deux projets qui améliorent aujourd'hui concrètement la prise en charge des patients. D'un autre côté, un POC semble être un « succès » mais le projet n'aboutit pas (Midler, 2019). Il y a bien sûr une multitude de causes à ce type de phénomène mais certaines d'entre elles nous semblent liées au fait que l'écosystème n'avait pas les capacités collectives de gestion conceptive nécessaires pour poursuivre le projet après le POC. Ce paradoxe a été identifié dans le cas Urgences sur le concept de « Pack confort ». Alors que les patients, les soignants, les cadres de santé et le chef de service étaient favorables au concept, le kit de déploiement réalisé à l'issue du POC et remis aux cadres de santé – responsables de ce projet en interne du service d'urgences – a fait certaines hypothèses sur leurs capacités de gestion conceptive, dont certaines nous semblent aujourd'hui inexactes (surestimées).

Ainsi, il est important de souligner que le POC n'est pas une « baguette magique » : le développement des capacités collectives de gestion conceptive est conditionné par une gouvernance spécifique et le POC ne peut pas permettre à lui seul de développer toutes les capacités collectives souhaitées (il n'est qu'un outil, bien que très puissant). Dans le cas du projet Urgences, il y a eu un effort systématique des Sismo à ne chercher ni la pure validation/invalidation (e.g., du système de géolocalisation de l'industriel), ni la pure stimulation d'idées (e.g., sur la sécurisation et la fluidification de la prise en charge des patients) (Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020) mais d'accompagner la double expansion dans C et K (rôle d'équilibriste). Par ailleurs, maintenant que nous comprenons plus finement la diversité des évolutions collectives à piloter, nous saluons l'effort des Sismo d'engager progressivement les acteurs pour qu'ils puissent reprendre la main sur leur propre conception (rôle de catalyseur) même si des progrès peuvent encore être faits à la fois sur le processus d'identification et d'implication des acteurs, et le transfert de méthodes et d'outils. Enfin, le positionnement des Sismo et de la Chaire de philosophie en tant que troisième acteur qui n'incarne ni la figure du vendeur ni celle de l'acheteur mais une figure de concepteur de valeur collective a très certainement facilité l'exploration de l'inconnu. De plus, l'absence de relations contractuelles, par exemple avec l'hôpital européen Georges-Pompidou, n'a pas bloqué la dynamique d'apprentissage que nous avons observée (Servajean-Hilst & Ben Mahmoud-Jouini, 2019). Cependant, cela est probablement dû, de nouveau, à des compétences de gestion des POC spécifiques. Par ailleurs, la contractualisation aurait probablement permis de favoriser dans une certaine mesure le développement de certaines capacités collectives mais il n'en reste pas moins sûr que cette contractualisation n'aurait pas bridé ce processus.

Finalement, le POC semble avoir certaines limites intrinsèques. Comment les mettre en évidence ? De la même manière que Agogué et al. (2012), nous avons réalisé un référentiel de conception C-K du cas Urgences (cf. Figure 11). Nous avons procédé à un double encodage. D'abord, pour mettre en évidence les effets de fixations à l'échelle de l'écosystème, nous avons distingué les « familles de concepts connus » qui font l'objet de nombreuses expérimentations, des « familles de concepts atteignables » et « familles

de concepts disruptifs » qui font progressivement de moins en moins l'objet d'expérimentations (Hooge et al., 2012). Ensuite, pour mettre en évidence les effets de fixation du POC réalisé par les Sismo et de la Chaire de philosophie à l'hôpital, nous avons positionné les concepts qui se sont arrêtés à l'étape de scénarisation et ceux qui ont été testés et prototypés à l'HEGP. Un concept peut renvoyer à plusieurs familles de concepts, comme pour le Pack confort (1) qui souhaite à la fois améliorer l'hospitalité des patients sur les brancards et limiter la perte de repères et d'autonomie. Ce référentiel met en évidence que plusieurs sous-concepts (2, 3 et 4) caractérisés comme relevant de « familles de concepts disruptifs » n'ont pas été prototypés et testés à l'HEGP. Cela souligne que le POC a tendance à restreindre l'exploration collective à des alternatives de conception et a tendance à laisser orphelines les concepts pour lesquels les objets et terrains d'expérimentation sont difficiles d'accès ou inconnus. Cette limite mériterait bien sûr d'être explorée et confirmée par d'autres travaux. Pour compléter la proposition opérationnelle, ce référentiel C-K mériterait d'être complété par deux autres dispositifs qui restent à concevoir : un dispositif de contrôle qui permettrait de s'assurer que, pour un concept donné, les capacités de générativité collective « atteignables » ont bien été générées et un dispositif de pilotage qui permettrait de guider le choix du portfolio de concepts à tester pour favoriser l'émergence d'un certain type ou d'un ensemble de capacités de générativité collective.

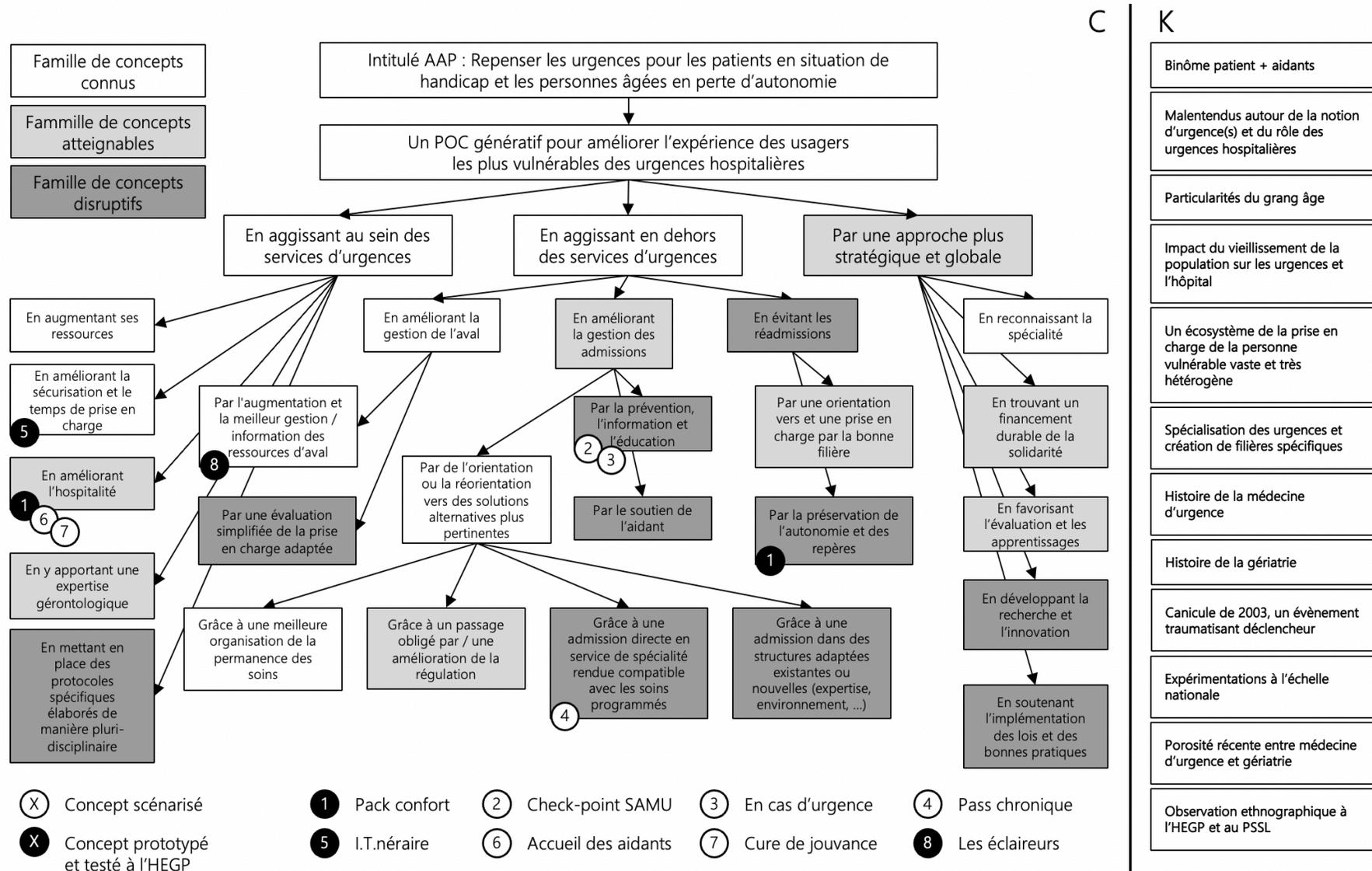


Figure 10 : Référentiel C-K sur le projet Urgences

## 5.2 Implications des résultats de la thèse

Nous souhaitons à présent proposer quelques implications de ce travail de thèse sur la gestion des POC au service des politiques publiques (Conseil d'État, 2019) et du soin (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019).

### 5.2.1 Implications sur la gestion des preuves de concept au service des politiques publiques

Ces dernières années ont été marquées par la profusion de preuves de concept au service des politiques publiques (éducation, santé, mobilité ...) (Banerjee et al., 2017 ; Duflo, 2010a, 2010b ; Laurent, 2019 ; Laurent & Tironi, 2015). Ces expérimentations ont été rendues possibles pour certaines d'entre elles par la création de cadres dérogatoires en termes réglementaires et législatifs. Cependant, l'enthousiasme généré par ces vagues d'expérimentation a soulevé un fort scepticisme au regard de la faible valeur qu'elle a générée, à la fois pour les parties prenantes mais aussi plus largement pour la société (Laurent, 2019 ; Laurent & Tironi, 2015). De nombreux acteurs, les porteurs de projets et les institutions qui soutiennent ces POC se retrouvent confrontés respectivement aux problématiques suivantes : qu'est-ce qu'un « bon » POC ? Qu'est-ce que serait une bonne norme pour évaluer les intentions et les résultats des POC au service des politiques publiques ?

Une première tentative de normalisation consisterait à vouloir orienter les expérimentations sur des champs d'innovation. À titre d'exemple, c'est le positionnement choisi par le ministère chargé de la santé entre 2014 et 2017 (expérimentations relatives à l'hébergement temporaire non médicalisé, la vaccination antigrippale par les pharmaciens ...) ou la Commission européenne dans le cadre des « projets importants d'intérêt européen commun (IPCEI) » (microélectronique, hydrogène ...). Cette première voie est limitante dans la mesure où elle est « descendante » et peut renforcer les innovations orphelines (Agogué, 2013), mais surtout elle ne règle pas les questions relatives au bon référentiel de POC. Une deuxième tentative de normalisation consisterait en un contrôle de conformité de la bonne expérimentation en termes de processus et non de résultats. Nous retrouvons cette idée dans les normes contemporaines qui régissent l'octroi des brevets où ce qui est évalué est la qualité de l'activité inventive et non la qualité de l'invention (Valibhay, 2021). Alors que nous observons un effet de fixation sur les « essais randomisés » dans les prescriptions de rationalisation des expérimentations des politiques publiques (Banerjee et al., 2017 ; Conseil d'État, 2019 ; Duflo, 2010a), notre travail de thèse invite plutôt à recommander une double conformité. D'une part, une conformité au regard d'une « bonne » preuve de connu et d'autre part, une conformité au regard d'une « bonne » preuve d'inconnu. Par ailleurs, le cadre dérogatoire associé à ces expérimentations n'invite pas de manière systématique à expliciter des alternatives aux règles en vigueur qui pourraient permettre une pérennisation de l'innovation expérimentée. En ce sens, l'article 51 (Apollis, 2019) est intéressant : c'est un dispositif réglementaire instauré par la loi de financement de la sécurité sociale pour 2018. Il n'est pas seulement un cadre dérogatoire aux règles de financement de droit commun ou d'organisation de l'offre de soins ; il invite le porteur de projet à expliciter les points bloquants de la réglementation en vigueur mais aussi à expérimenter de nouvelles organisations en santé reposant

sur des modes d'organisation et de financement inédits. Afin de déterminer les projets qui vont recevoir le label « Article 51 » et les ressources qui vont avec, il est demandé au porteur de projet de « fournir des éléments d'appréciation sur trois dimensions : la faisabilité du projet, son impact et sa reproductibilité »<sup>9</sup>, que l'expérimentation va ensuite permettre de pouvoir évaluer plus précisément. « L'évaluation s'inscrit au cœur de la démarche de l'Article 51 avec un double objectif qui consiste à la fois à apprécier les chances de réussite de chaque projet et à consolider les enseignements tirés des différentes expérimentations pour envisager des déploiements à grande échelle » (ministère des Solidarités et de la Santé & L'Assurance Maladie, 2021). Derrière ce double objectif, nous retrouvons la logique de double preuve. Dans un autre rapport plus récent, il est explicité que « à l'approche des généralisations, un des enjeux principaux réside dans la capacité que nous aurons collectivement à instruire les projets non pas projet par projet, mais avec un prisme plus large en termes de modélisation pour la transformation du système de santé » (ministère des Solidarités et de la Santé, 2021, p. 50). Ces deux citations soulèvent un enjeu récurrent pour les POC au service des politiques publiques : la « généralisation » également appelée « passage à l'échelle » (Banerjee et al., 2017) des dispositifs testés. Cette dernière citation est particulièrement intéressante car elle ne suggère pas, comme cela peut l'être classiquement, d'étudier les problématiques de dépendance au contexte en réalisant d'autres expérimentations dans d'autres contextes (*ibid.*), mais invite à un travail de modélisation particulier. Dans la même veine, la thèse invite à s'intéresser au développement des capacités de gestion collective.

Enfin, l'application d'une double norme de conformité pourrait aider : (1) les institutions à distinguer les « bons » des « mauvais » POC dans sa double dimension de preuve de connu et preuve d'inconnu ; (2) les porteurs de projet à augmenter leurs compétences d'expérimentation, et ainsi la qualité des POC, en les invitant à préciser comment ce dernier va, à la fois, permettre de valider certaines dimensions et d'explorer des voies alternatives ; et (3) à structurer de nouveaux champs d'innovation, en fournissant à la fois des fondations (savoirs validés) mais aussi des pistes pour continuer (alternatives explorées) sur lesquelles l'ensemble de l'écosystème pourra s'appuyer (comme sait le faire la communauté scientifique).

### 5.2.2 Implications sur la gestion des preuves de concept au service du soin

Dans ce deuxième focus sur les preuves de concept au service du soin, nous confirmons la pertinence de s'appuyer sur l'éthique du *care* pour concevoir de nouveaux modes de gouvernance des POC et mettons en exergue les points clés pour augmenter la capacité des preuves de concept génératives à être un outil au service du soin.

---

<sup>9</sup> Ministères des Solidarités et de la Santé (2019, octobre). *Article 51 : foire aux questions*. Consultée le 29/01/2022 sur <https://solidarites-sante.gouv.fr/systeme-de-sante-et-medico-social/parcours-des-patients-et-des-usagers/article-51-lfss-2018-innovations-organisationnelles-pour-la-transformation-du/systeme-de-sante-et-medico-social/article-51-foire-aux-questions>

Dans le Chapitre 2, nous avons identifié dans la littérature sur l'éthique du *care* trois propositions intéressantes pour la gouvernance des POC : reconnaître et tenir compte des capacités des individus et des collectifs, augmenter les capacités des vulnérables et de ceux qui prennent soin d'eux, et promouvoir d'autres logiques que la logique marchande. Tout d'abord, cette première proposition est tout à fait en phase avec la « conception centrée usager » (Norman & Draper, 1986) et la « logique dominante du service » (Vargo & Lusch, 2008) où « le service est entendu comme l'ensemble des services et prestations que l'offre de [l'organisation] rend [à l'utilisateur], indépendant de sa matérialité ou de son intangibilité » (Ambroise, 2017, p. 174). L'article 3 et l'expérience de pensée de la partie 5.1.2 confirment ce point, tout en invitant à prendre en considération non seulement les capacités des usagers mais celles de l'ensemble des acteurs qui vont prendre le relais après le POC pour emmener le concept vers un service dont l'utilisateur pourra bénéficier. Sans ces deux précautions, il y a un risque d'inadéquation entre le service et les usagers, et donc une augmentation de leurs vulnérabilités qui est par nature contextuelle – d'où le développement des méthodes de co-conception ou co-design avec les usagers (Steen et al., 2011) –. Et, un risque d'émergence de points bloquants sur le processus de conception – que le récent développement de nouvelles méthodes de co-design tend à lever (Barbier et al., 2021) –. La thèse a montré que la deuxième proposition portée par l'éthique du *care* et la théorie de l'*empowerment*, qui consiste à chercher à augmenter les capacités de ces mêmes individus et collectifs, est tout à fait censée pour réduire la vulnérabilité des usagers et améliorer le processus de conception. La thèse a aussi montré que le POC peut avoir cette puissance générative sous certaines conditions et qu'elle reste limitée. Enfin, le projet Urgences a suivi l'invitation de l'éthique du *care* et du mouvement anti-utilitariste en sciences sociales d'explorer d'autres référentiels que la logique marchande. En effet, comme l'illustre la Figure 9, seule une partie des relations entre les parties prenantes du POC reposaient sur une logique marchande. Cette caractéristique et les limites du projet tendent à vouloir renforcer la capacité de la preuve de concept de faire émerger et soutenir des collectifs solidaires face à des situations d'exploration de l'inconnu (Laousse & Hooge, 2018 ; Le Masson & Weil, 2014) pour mieux prendre soin des individus, de la société et des milieux naturels.<sup>10</sup>

### 5.3 Conclusion générale

Dans le Chapitre 1, nous avons soulevé le double intérêt scientifique et sociétal à se questionner sur comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective. Dans une première partie, nous réalisons une rétrospective des étapes marquantes de notre travail de recherche tout en explicitant les limites de ce dernier. Dans une seconde partie, nous synthétisons les principaux résultats de la thèse et apportons des éléments de réponse à la problématique

---

<sup>10</sup> Les Sismo & Cynthia Fleury-Perkins (s.d.). Maison POC Prendre Soins. Consultée le 29/01/2022  
<https://maisonpocprendresoins.com/maison-poc-prendre-soin>

de recherche. Dans une dernière partie, nous esquissons quelques pistes de réflexion sur la suite possible de ces recherches.

### 5.3.1 Rétrospectives des étapes du travail de recherche et présentation de ses limites

Tout d'abord, nous avons étudié ce qui est générique, d'un point de vue épistémique et relationnel, dans la diversité des pratiques de preuve de concept. À cette fin, nous avons réalisé une étude généalogique du concept de preuve de concept. Dans un premier temps, nous avons suivi une approche longitudinale pour identifier les caractéristiques récurrentes des POC qui ont émergé au sein du secteur qui a contribué à sa genèse, à savoir l'aéronautique et l'aérospatial. Dans un second temps, nous avons suivi une approche transversale pour vérifier que ces caractéristiques se retrouvaient également dans les POC qui sont apparus dans quelques autres secteurs qui se sont largement emparés du concept. Ce travail a permis de cartographier un ensemble de variants de pratiques de POC qui s'expriment encore tous, en plus ou moins grande proportion, de manière contemporaine. Dans notre étude, nous nous sommes uniquement intéressés à l'occurrence du mot-clé « preuve de concept » et avons donc écarté à la fois d'autres termes qui peuvent être considérés comme directement associés, tels que « TRL3 » ou « démonstrateur ».

Ensuite, nous avons analysé les agencements entre preuve de connu et d'inconnu et dans quelles mesures la cohabitation entre les deux preuves peut être bénéfique. Pour cela, nous avons d'abord construit un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale s'appuyant sur la théorie des tests statistiques et la théorie C-K. Puis, nous avons analysé des données empiriques de POC réalisés par les Sismo à l'aune de ce modèle. Concernant les limites de cette démarche, le cadrage théorique choisi a ignoré la logique des acteurs, très certainement annihilé certains processus de preuve, et l'analyse *a posteriori* a pu contribuer à amplifier ou tordre la rationalisation que nous avons modélisée.

Enfin, nous avons exploré dans quelles mesures et à quelles conditions la preuve de concept peut contribuer au développement de capacités collectives de gestion conceptive. Dans cette intention, nous avons réalisé une étude de cas longitudinale de dix-huit mois sur un projet de design porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo. Le projet, financé grâce à un appel à projets de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, visait à « repenser les urgences pour les patients en situation de handicap et perte d'autonomie ». Malgré notre tentative d'explicitier la nature idiosyncratique de ce cas, les apprentissages qui peuvent être tirés de cette étude de cas unique exploratoire doivent être relativisés, confirmés et étendus. Aussi, nous avons très probablement été victime de biais de confirmation et nous avons accordé moins d'importance à la mise en évidence de dynamiques contraires à la générativité collective (e.g., l'exclusion de certains acteurs ou leur polarisation (Le Du, 2017)). Enfin, nous aurions pu davantage étudier les suites du POC, notamment en dehors de l'hôpital.

### **5.3.2 Synthèse des principaux résultats de la thèse**

Tout d'abord, notre étude généalogique de la preuve de concept a confirmé que le POC était et est encore le symptôme d'un régime d'innovation se devant de fédérer et faire travailler ensemble des collectifs d'exploration, comprenant des acteurs aux expertises et légitimités hétérogènes, souvent issus d'institutions variées. Le POC est un de ces rares outils de gestion permettant d'organiser l'exploration collective de l'inconnu. Il est particulièrement adapté à des situations où l'identité des objets et l'identité des collectifs sont encore en cours de construction grâce à la double logique de preuve qu'il porte : « preuve de connu » (processus expérimental permettant de générer de nouvelles connaissances et de les valider (i.e. de les reconnaître collectivement comme vraies ou fausses)) et « preuve d'inconnu » (processus expérimental permettant de générer de nouveaux concepts et de guider leur exploration (i.e. de nommer collectivement un inconnu interprétable)).

Ensuite, nous avons montré par l'étude rétrospective de preuves de concept conçues et réalisées par l'agence de design les Sismo qu'il existe différents arrangements entre preuve de connu et preuve d'inconnu, et qu'une cohabitation est possible et est bénéfique. De manière contre-intuitive, la thèse montre que plus la preuve de connu est recherchée (de qualité), plus elle permet de faire émerger de manière simultanée la preuve d'inconnu, et vice-versa. La question des compétences de l'expérimentateur ressort comme l'élément critique pour permettre cette cohabitation, et avoir un POC à fort pouvoir génératif.

Enfin, l'étude de cas longitudinale d'une preuve de concept conduite par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo, qui portait explicitement une ambition de (plus forte) générativité nous permet d'affirmer l'hypothèse que le POC doit non plus seulement être étudié, et donc évalué, comme un outil de test d'un concept mais, également ou dorénavant, comme un outil de développement de capacités de conception collective. La thèse a également identifié des conditions de gouvernance critiques pour que ce changement de paradigme puisse s'opérer au profit de la société.

### **5.3.3 Perspectives de recherche**

Cette thèse, qui peut elle-même être considérée à bien des égards comme une preuve de concept, et espérons-le, générative, ne marque que le commencement d'un processus de recherche. Les éléments de discussion présentés précédemment conduisent à des pistes de réflexion sur la suite possible de ces recherches. En particulier, nos travaux invitent à poursuivre l'étude des conditions sous différentes dimensions – processus, méthodes, modes de gouvernance, compétences, organisations, intermédiaires de l'innovation ... – pour lesquels une preuve de concept ou une expérimentation permet de renforcer les capacités de conception collective, et l'émergence ainsi que le soutien de collectifs solidaires face à des situations d'exploration de l'inconnu.

D'autre part, si dans la thèse, nous avons eu pour niveau d'analyse des organisations et un champ d'innovation, nous pourrions envisager de prendre pour étude d'autres niveaux d'analyse comme un territoire, une filière industrielle ou une profession. De plus, sachant que nous avons régulièrement

souligné l'importance de disposer de compétences spécifiques pour réaliser des preuves de concept génératives, des travaux restent à poursuivre en termes d'innovation pédagogique, pour concevoir des modules de formations initiales et continues à destination des concepteurs (designers, ingénieurs ...) mais aussi des managers et dirigeants d'organisations publiques ou privées.

Plus personnellement, je souhaite poursuivre mes travaux de recherche à la croisée de ces deux derniers points en me concentrant sur deux capacités considérées comme essentielles au développement humain par Sen (2000) : la santé et l'éducation.



# Références

---

- Abecassis-Moedas, C., Ben Mahmoud-Jouini, S., & Paris, T. (2004). Savoirs d'interaction et recombinaison des filières de conception. *Revue française de gestion*, 149(2), 69-84. <https://www.cairn.info/revue-francaise-de-gestion-2004-2-page-69.htm>
- Aggeri, F. (2016). La recherche-intervention : Fondements et pratiques. In Barthélémy, J., & Mottis, N. (2016). *À la pointe du management. Ce que la recherche apporte au manager*, Dunod, 79-100.
- Agogué, M. (2012). Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles : Innovation orpheline et architecte de l'inconnu [Thèse de doctorat, Paris, ENSMP]. <http://www.theses.fr/2012ENMP0039>
- Agogué, M. (2013). *L'innovation orpheline : Lutter contre les biais cognitifs dans les dynamiques industrielles*. Presses des Mines.
- Agogué, M., Le Masson, P., & Robinson, D. K. (2012). Orphan innovation, or when path-creation goes stale: A design framework to characterize path-dependence in real time. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(6), 603-616. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.693672>
- Åhlström, P., & Karlsson, C. (2010). Longitudinal field studies. In *Researching operations management*, Routledge, 210-249.
- Akrich, M. (2010). Comment décrire les objets techniques ? *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, 54-55, 205-219.
- Akrich, M., Callon, M., & Latour, B. (1988). A quoi tient le succès des innovations ? 1: L'art de l'intéressement ; 2: Le choix des porte-parole. *Gérer et comprendre. Annales des mines*, 11 & 12, 4-17.
- Alexander, C. (1977). *A pattern language : Towns, buildings, construction*. Oxford university press.
- Aliseda, A. (2006). *Abductive reasoning (Vol. 330)*. Springer.
- Ambroise, L. (2017). Le marketing d'innovation. Pourquoi faire appel au consommateur. *Management de l'innovation*, 170-202.
- Apollis, B. (2019). Les enjeux des expérimentations de l'« article 51 » de la loi de financement de la sécurité sociale pour 2018. *Journal du Droit de la Santé et de l'Assurance - Maladie (JDSAM)*, 24(3), 6-12. <https://www.cairn.info/revue-journal-du-droit-de-la-sante-et-de-l-assurance-maladie-2019-3-page-6.htm>
- Banerjee, A., Banerji, R., Berry, J., Duflo, E., Kannan, H., Mukerji, S., Shotland, M., & Walton, M. (2017). From proof of concept to scalable policies: Challenges and solutions, with an application. *Journal of Economic Perspectives*, 31(4), 73-102.
- Barbier, R., Ben Yahia, S., Le Masson, P., & Weil, B. (2021). Expanding usages of earth observation data: A co-design approach to grow an ecosystem of efficient service designers. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, Juillet 2021, Bruxelles, Belgique. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03356299>
- Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., & Jeffries, R. (2001). Manifeste pour le développement AGILE de logiciel. En ligne : <http://agilemanifesto.org/iso/fr> <http://agilemanifesto.org/iso/fr>
- Ben Mahmoud-Jouini, S., & Charue-Duboc, F. (2017). Experimentations in emerging innovation ecosystems: Specificities and roles. The case of the hydrogen energy fuel cell. *International Journal of Technology Management*, 75(1-4), 28-54. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2017.085699>
- Ben Mahmoud-Jouini, S., & Midler, C. (2020). Unpacking the notion of prototype archetypes in the early phase of an innovation process. *Creativity and Innovation Management*, 29(1), 49-71. <https://doi.org/10.1111/caim.12358>

- Bendavid, Y., & Cassivi, L. (2012). A « living laboratory » environment for exploring innovative RFID-enabled supply chain management models. *International Journal of Product Development*, 17(1/2), 94. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2012.051150>
- Ben Mahmoud Jouini, S., & Charue-Duboc, F. (2018). Construction des relations avec des fournisseurs distants sur les plans cognitifs et relationnels pour co-explorer des innovations discontinues. *Innovations*, 55(1), 61-87. <https://www.cairn.info/revue-innovations-2018-1-page-61.htm>
- Benraouane, S. A., & Harrington, H. J. (2020). *Using the ISO 56002 Innovation Management System: A Practical Guide for Implementation and Building a Culture of Innovation*. CRC Press.
- Bernard, C. (1865). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. JB Baillière et fils.
- Blomkvist, J., & Holmlid, S. (2011). Existing prototyping perspectives: Considerations for service design. 4<sup>th</sup> Nordic Design Research Conference, Mai 2011, Helsinki, Finlande.
- Blomkvist, J., & Holmlid, S. (2010). Service prototyping according to service design practitioners. 2<sup>nd</sup> Nordic Conference on Service Design and Service Innovation, Décembre 2010, Linköping, Suède.
- Bollé De Bal, M. (2003). Reliance, déliance, liance : Émergence de trois notions sociologiques. *Sociétés*, 80(2), 99-131. <https://www.cairn.info/revue-societes-2003-2-page-99.htm>
- Boujut, J.-F., & Blanco, E. (2003). Intermediary Objects as a Means to Foster Co-operation in Engineering Design. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*, 12(2), 205-219. <https://doi.org/10.1023/A:1023980212097>
- Brix, J. (2018). Innovation capacity building: An approach to maintaining balance between exploration and exploitation in organizational learning. *The Learning Organization*, 26(1), 12-26. <https://doi.org/10.1108/TLO-08-2018-0143>
- Brix, J. (2019). Ambidexterity and organizational learning: Revisiting and reconnecting the literatures. *The Learning Organization*, 26(4), 337-351. <https://doi.org/10.1108/TLO-02-2019-0034>
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. HarperBusiness.
- Brugère, F. (2013). Martha Nussbaum ou la démocratie des capacités. *La Vie des idées*, 19. <https://laviedesidees.fr/Martha-Nussbaum-ou-la-democratie.html>
- Brugère, F. (2017). L'éthique du « care ». *Que sais-je*.
- Buchenau, M., & Suri, J. F. (2000). Experience prototyping. In: *Proceedings of the Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques*, 424-433. <https://doi.org/10.1145/347642.347802>
- Burns, C., Cottam, H., Vanstone, C., & Winhall, J. (2006). *Transformation Design*. Design Council. <https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/red-paper-transformation-design.pdf>
- Cabanes, B. (2017). *Modéliser l'émergence de l'expertise et sa gouvernance dans les entreprises innovantes : Des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts [Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE)]*. <https://www.theses.fr/2017PSLEM003>
- Caniëls, M., Neghina, C., & Schaetsaert, N. (2017). Ambidexterity of employees: The role of empowerment and knowledge sharing. *Journal of Knowledge Management*, 21, 00-00. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2016-0440>
- Cao, Q., Gedajlovic, E., & Zhang, H. (2009). Unpacking Organizational Ambidexterity: Dimensions, Contingencies, and Synergistic Effects. *Organization Science*, 20(4), 781-796. <https://doi.org/10.1287/orsc.1090.0426>
- Carlgrén, L., & Ben Mahmoud-Jouini, S. (2022). When cultures collide: What can we learn from frictions in the implementation of design thinking? *Journal of Product Innovation Management*, 39(1), 44-65. <https://doi.org/10.1111/jpim.12603>
- Carlile, P. R. (2002). A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development. *Organization Science*, 13(4), 442-455. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.4.442.2953>

- Cartwright, M. E., Cohen, S., Fleishaker, J. C., Madani, S., McLeod, J. F., Musser, B., & Williams, S. A. (2010). Proof of Concept: A PhRMA Position Paper With Recommendations for Best Practice. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 87(3), 278-285. <https://doi.org/10.1038/clpt.2009.286>
- Chaire de philosophie à l'hôpital. (2019). Rapport d'activité 2016-2018. <https://chaire-philo.fr/rapports-activite/>
- Chaire de philosophie à l'hôpital. (2021a). Rapport d'activité 2019-2020. <https://chaire-philo.fr/rapports-activite/>
- Chaire de philosophie à l'hôpital. (2021b). Activités 2021-2022.
- Chaniel, P. (2018). Pour une théorie du choix relationnel. In *Des sciences sociales à la science sociale. Fondements anti-utilitaristes. Le bord de l'eau*. <http://www.ccic-cerisy.asso.fr/sciencesociale15.html>
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (2006). *Open Innovation: Researching a New Paradigm*. OUP Oxford.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Mustar, P., & Knockaert, M. (2007). Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising. *Industrial and Corporate Change*, 16(4), 609-640. <https://doi.org/10.1093/icc/dtm019>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Comité Richelieu, & Le médiateur des entreprises. (2019). *Osez l'innovation. De l'idée à l'industrialisation : Réussissez votre preuve de concept*. Ministère de l'Économie et des Finances de la République française. [https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions\\_services/mediateur-des-entreprises/PDF/4\\_INNOVER\\_ENSEMBLE/guide-poc.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/mediateur-des-entreprises/PDF/4_INNOVER_ENSEMBLE/guide-poc.pdf)
- Conseil d'État. (2019). *Les expérimentations : Comment innover dans la conduite des politiques publiques ?* Paris, France <https://www.vie-publique.fr/catalogue/270979-les-experimentations-comment-innover-dans-la-conduite-des-politiques-publiques>
- Cooper, R. (1994). Third Generation New Product Process. *Journal of Product Innovation Management*, 11, 3-14. [https://doi.org/10.1016/0737-6782\(94\)90115-5](https://doi.org/10.1016/0737-6782(94)90115-5)
- 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>
- Corr, P., & Williams, D. (2009). The pathway from idea to regulatory approval: Examples for drug development. In *Conflict of Interest in Medical Research Education and Practice*. Nat. Acad. Press.
- Cross, N. (2021). *Engineering design methods: Strategies for product design*. John Wiley & Sons.
- David, A. (2000). La recherche intervention, un cadre général pour les sciences de gestion ? IXème Conférence de l'Association internationale de management stratégique (AIMS), Mai 2000, Montpellier, France. <http://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=6183624>
- Denis-Rémis, C., & Bertrand, O. (2017). *Petit dictionnaire illustré de l'innovation et de l'entrepreneuriat—Volume 1*. Presses des Mines
- Detela, G., & Lodge, A. (2019). EU regulatory pathways for ATMPs: Standard, accelerated and adaptive pathways to marketing authorisation. *Molecular Therapy-Methods & Clinical Development*, 13, 205-232.
- DGA. (2009). *Plan stratégique de recherche & technologie de défense et de sécurité*. [https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions\\_services/politique-et-enjeux/innovation/tc2015/technologies-cles-2015-annexes.pdf](https://www.entreprises.gouv.fr/files/files/directions_services/politique-et-enjeux/innovation/tc2015/technologies-cles-2015-annexes.pdf)
- Dubois, L.-E. (2015). *Le pilotage de la genèse de communautés créatives par le co-design : Contextes, dynamiques et organisation*. [Thèse de doctorat, Paris, ENSMP]. <http://www.theses.fr/2015ENMP0028>
- Duflo, E. (2010a). *Le Développement humain. Lutter contre la pauvreté*. Le Seuil.
- Duflo, E. (2010b). *Lutter contre la pauvreté : Tome 2, La politique de l'autonomie*. Le Seuil.
- Eesley, C. E., Hsu, D. H., & Roberts, E. B. (2014). The contingent effects of top management teams on venture performance: Aligning founding team composition with innovation strategy and commercialization

- environment: Contingent Effects of Top Management Teams on Venture Performance. *Strategic Management Journal*, 35(12), 1798-1817. <https://doi.org/10.1002/smj.2183>
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of management journal*, 50(1), 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- Emme, E. M. (1961). *Aeronautics and astronautics: An American chronology of science and technology in the exploration of space, 1915-1960*. National Aeronautics and Space Administration.
- Emmert-Streib, F., & Dehmer, M. (2019). Understanding Statistical Hypothesis Testing: The Logic of Statistical Inference. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 1(3), 945-961. <https://doi.org/10.3390/make1030054>
- Fabbri, J. (2017). Fabriquer et concevoir l'innovation : Des outils à portée de main. In *Management de l'innovation*, Dunod, Paris, 125-169.
- Fallen, C. (2012). *L'anomalie créatrice*. Kimé.
- Few, D. D. (1987). A Perspective on 15 Years of Proof-of-concept Aircraft Development and Flight Research at Ames-Moffett by the Rotorcraft and Powered-Lift Flight Projects Division, 1970-1985. National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Office. [https://books.google.fr/books?id=g\\_LPxwEACAAJ](https://books.google.fr/books?id=g_LPxwEACAAJ)
- Fisher, R. (1955). Statistical methods and scientific induction. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 17(1), 69-78.
- Fleury, C. (2019). Le soin est un humanisme. Gallimard. <https://www.cairn.info/revue-projet-2019-6-page-96.htm>
- Fleury-Perkins, C., & Fenoglio, A. (2019). Le design peut-il aider à mieux soigner ? Le concept de proof of care. *Soins*, 64(834), 58-61. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2019.02.016>
- Forgues, B., & Vandangeon-Derumez, I. (1999). Analyses longitudinales. *Méthodes de recherche en management*, 422-448.
- Forza, C. (2016). *Surveys*. In *Research Methods for Operations Management (2nd edition)*. Routledge.
- Gay, C., & Szostak, B. (2017). *Management de l'innovation : Nouveaux enjeux et défis, Méthodes faciles à appliquer, Illustrations et témoignages récents*. Dunod.
- Gibson, C. B., & Birkinshaw, J. (2004). The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity. *Academy of Management Journal*, 19.
- Gillier, T. (2010). *Comprendre la génération des objets de coopération interentreprises par une théorie des co-raisonnements de conception : Vers une nouvelle ingénierie des partenariats d'exploration technologique [Thèse de doctorat, Vandoeuvre-les-Nancy, INPL]*. <http://www.theses.fr/2010INPL021N>
- Gillier, T., & Lenfle, S. (2019). Experimenting in the Unknown: Lessons from The Manhattan Project. *European Management Review*, 16(2), 449-469. <https://doi.org/10.1111/emre.12187>
- Government Accounting Office. (1999). *Best Practices: Better Management of Technology Development Can Improve Weapon System Outcomes*. GAO/NSIAD-99-162.
- Griggs, W. M., & Wood, J. K. (1966). *An advanced meteorological system, phase II (proof-of-concept)*. Defense Technical Information Center. <https://apps.dtic.mil/docs/citations/AD0655389>
- Gupta, A. K., Smith, K. G., & Shalley, C. E. (2006). The interplay between exploration and exploitation. *Academy of management journal*, 49(4), 693-706.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening: Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge university press.
- Hatchuel, A. (1999). Connaissances, modèles d'interaction et rationalisations—De la théorie de l'entreprise à l'économie de la connaissance. *Revue d'économie industrielle*, 88(1), 187-209. <https://doi.org/10.3406/rei.1999.1750>
- Hatchuel, A., & David, A. (2008). Collaboration for Management Research. In *Handbook of Collaborative Management Research*, Sage, 143-162.

- Hatchuel, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2002). De la gestion des connaissances aux organisations orientées conception. *Revue internationale des sciences sociales*, 171(1), 29. <https://doi.org/10.3917/riss.171.0029>
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., Agogué, M., Kazakci, A., & Hooge, S. (2015). Multiple Forms of Applications and Impacts of a Design Theory: 10 Years of Industrial Applications of C-K Theory, In: Chakrabarti, A., Lindemann, U. (eds) *Impact of Design Research on Industrial Practice*. Springer, Cham, 189-209 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-19449-3\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-19449-3_12)
- Hatchuel, A., Masson, P. L., Reich, Y., & Weil, B. (2011). A systematic approach of design theories using generativeness and robustness. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design*, 87-97.
- Hatchuel, A., Reich, Y., Masson, P. L., Weil, B., & Kazakci, A. (2013). Beyond Models and Decisions: Situating Design through generative functions. In: *Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design*, 233-242.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (1992). *L'expert et le système*. Economica, Paris, 192.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2003). A new approach of innovative Design: An introduction to CK theory. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Engineering Design*, 109-110.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2009). CK design theory: An advanced formulation. *Research in engineering design*, 19(4), 181-192. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-008-0043-4>
- H der, M. (2017). From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation. *The Innovation Journal*, 22(2), 1-23.
- Hiennerth, C., Keinz, P., & Lettl, C. (2011). Exploring the Nature and Implementation Process of User-Centric Business Models. *Long Range Planning*, 44(5-6), 344-374. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2011.09.009>
- Hooge, S., Agogué, M., & Gillier, T. (2012). A new methodology for advanced engineering design: Lessons from experimenting C-K Theory driven tools. In: *Proceedings of the 12th International Design Conference*, 937-948.
- Hooge, S., B jean, M., & Arnoux, F. (2016). Organising for radical innovation: The benefits of the interplay between cognitive and organisational processes in KCP workshops. *International Journal of Innovation Management*, 20(4), 33. <https://doi.org/10.1142/S1363919616400041>
- Huberman, A. M., & Miles, M. B. (1991). *Analyse des données qualitatives : Recueil de nouvelles méthodes*.  ditions du Renouveau pédagogique, De Boeck.
- Jean, F. (2016). *L'échange génératif de technologies innovantes : Engagement conceptif et conception de la valeur* (Numéro 2016PSLEM082) [Thèse de doctorat, Université Paris sciences et lettres]. <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01719685>
- Jeantet, A. (1998). Les objets intermédiaires dans la conception.  l ments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, 40(3), 291-316. <https://doi.org/10.3406/sotra.1998.1333>
- Jensen, M. B., Elverum, C. W., & Steinert, M. (2017). Eliciting unknown unknowns with prototypes: Introducing prototrials and prototrial-driven cultures. *Design Studies*, 49, 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.12.002>
- Jensen, R., & Thursby, M. (2001). Proofs and Prototypes for Sale: The Licensing of University Inventions. *The American Economic Review*, 91(1), 240-259. <http://www.jstor.org/stable/2677907>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2019). Can proof-of-concept (PoC) make people be more generative? - Uncovering the Sismo's design of « generative PoC ». 26th Innovation and Product Development Management Conference (IPDMC), Juin 2019, Leicester, Royaume-Uni. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02100279>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2020). What does the proof-of-concept (POC) really prove? A historical perspective and a cross-domain analytical study. XXIXème conférence de l'Association Internationale de

- Management Stratégique (AIMS), juin 2020, Toulouse, France (en ligne). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02570321>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2021a). The logics of double proof in proof of concept: A design theory-based model of experimentation in the unknown. In: Proceedings of the 23rd International Conference on Engineering Design (ICED). <https://doi.org/10.1017/pds.2021.566>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2021b, novembre). La preuve de concept : Un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ? 9ème Congrès de l'Association de Recherche Appliquée au Management des Organisations de Santé (ARAMOS), Novembre 2021, Créteil, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03416975>
- Kittay, E. F. (2013). *Love's Labor: Essays on Women, Equality and Dependency*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315021218>
- Kleinsmann, M., & Bhömer, M. T. (2020). The (New) Roles of Prototypes During the Co-Development of Digital Product Service Systems. *International Journal of Design*, 14(1), 16.
- Kletz, F. (2018). La recherche-intervention est un sport de combat, *Éducation permanente*. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01950420>
- Kotler, P., Keller, K., Manceau, D., & Hemonnet-Goujot, A. (2019). *Marketing Management* (16ème édition). Pearson.
- Lakatos, I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers* (J. Worrall & G. Currie, Éd.; 1re édition.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511621123>
- Laousse, D., & Hooge, S. (2018). Refaire Société par la création de communautés d'innovation-Le cas des ateliers SpotLAB sur les nouvelles mobilités en régions. *Revue française de gestion*, 44(272), 85-102.
- Laurent, B. (2019). Innovation for Whom? City Experiments and the Redefinition of Urban Democracy. In *Innovation Beyond Technology* (p. 265-283). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-9053-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-13-9053-1_12)
- Laurent, B., & Tironi, M. (2015). A field test and its displacements. Accounting for an experimental mode of industrial innovation. *CoDesign*, 11(3-4), 208-221. <https://doi.org/10.1080/15710882.2015.1081241>
- Le Châtelier, H. (1887). Du mécanisme de la découverte scientifique. In Henry Le Chatelier (1850-1936), ou, La science appliquée à l'industrie. PU Rennes.
- Le Du, L. (2017). *Modéliser l'expansion des imaginaires en conception : Dynamique des imaginaires, ingénierie de stimulation et nouvelles organisations de l'innovation* [Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE)]. <http://www.theses.fr/2017PSLEM017>
- Le Masson, P., & Weil, B. (2014). Réinventer l'entreprise: La gestion collégiale des inconnus communs non appropriables. In *L'entreprise, point aveugle du savoir*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01083252>
- Leboucher, A., & Fleury, C. (2021). De la contention involontaire au sujet "se contenant". *Soins*, 66(859), 61-64. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2021.08.020>
- Lim, Y.-K., Stolterman, E., & Tenenbergh, J. (2008). The anatomy of prototypes: Prototypes as filters, prototypes as manifestations of design ideas. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 15(2), 1-27. <https://doi.org/10.1145/1375761.1375762>
- Loch, C., & Kavadias, S. (Éds.). (2008). *Handbook of new product development management*. Butterworth-Heinemann.
- Löfqvist, L. G. (2009). Design processes and novelty in small companies: A multiple case study. In: Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design, 276-278.
- Lubatkin, M. H., Simsek, Z., Ling, Y., & Veiga, J. F. (2006). Ambidexterity and Performance in Small-to Medium-Sized Firms: The Pivotal Role of Top Management Team Behavioral Integration. *Journal of Management*, 32(5), 646-672. <https://doi.org/10.1177/0149206306290712>
- MacCormack, A., Verganti, R., & Iansiti, M. (2001). Developing Products on "Internet Time": The Anatomy of a Flexible Development Process. *Management Science*, 47(1), 133-150. <https://doi.org/10.1287/mnsc.47.1.133.10663>

- Maia, C., & Claro, J. (2013). The role of a Proof of Concept Center in a university ecosystem: An exploratory study. *The Journal of Technology Transfer*, 38(5), 641-650. <https://doi.org/10.1007/s10961-012-9246-y>
- Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels. White Paper, April 6, 1995.
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65(9-10), 1216-1223. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058>
- March, J. G. (1991). Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science*, 2(1), 71-87. <http://www.jstor.org/stable/2634940>
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005). Entrepreneurship and university-based technology transfer. *Journal of Business Venturing*, 20(2), 241-263. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2003.12.003>
- McKibbin, K. (1998). Evidence-based practice. *Bulletin of the medical library association*, 86(3), 396.
- Mees, C. E. K., & Leermakers, J. A. (1950). *The organization of industrial scientific research*. McGraw-Hill.
- Mer, S., Jeantet, A., & Tichkiewitch, S. (1995). Les objets intermédiaires de la conception: Modélisation et communication. *Le communicationnel pour concevoir*, 21-41.
- Michel, M. (1988). Le temps des tribus. Le déclin de l'individualisme dans les sociétés de masse. Meridiens Klincksieck.
- Midler, C. (2019, mai 24). Dossier n°1: Du POC au produit final: Le difficile chemin de l'innovation du Lab à l'offre finale. Observatoire Projet Innovation Conception, École polytechnique. <https://portail.polytechnique.edu/observatoire-projet-innovation-conception/fr/cahiers-pic/dossier-1-les-pocs-et-apres/dossier-ndeg1-du-poc-au-produit-final-le-difficile-chemin>
- Miettinen, R., & Virkkunen, J. (2005). Epistemic Objects, Artefacts and Organizational Change. *Organization*, 12(3), 437-456. <https://doi.org/10.1177/1350508405051279>
- Ministère des Solidarités et de la Santé. (2021). Rapport au parlement 2021 sur les expérimentations innovantes en santé. [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_parlement\\_article\\_51\\_2021.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_parlement_article_51_2021.pdf)
- Ministère des Solidarités et de la Santé, & L'Assurance Maladie. (2021). Expérimenter et innover pour mieux soigner: Bilan du dispositif de l'Article 51 de la LFSS 2018, deux ans et demi après son lancement opérationnel. <https://www.ameli.fr/sites/default/files/2021-01-14-dp-bilan-dispositif-article-51-lfss-2018.pdf#page=11&zoom=100,90,308>
- Moniot, A., & Massé, D. (2019). La face cachée des programmes d'incubation pour startups: Entre vecteurs d'alignement des acteurs et outils de vassalisation. *Observatoire Projet Innovation Conception*, École polytechnique. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02873887>
- Mueller-Roterberg, C. (2018). *Handbook of Design Thinking*. Hochschule Ruhr West.
- Mulvale, G., Moll, S., Miatello, A., Robert, G., Larkin, M., Palmer, V. J., Powell, A., Gable, C., & Girling, M. (2019). Codesigning health and other public services with vulnerable and disadvantaged populations: Insights from an international collaboration. *Health Expectations*, 22(3), 284-297. <https://doi.org/10.1111/hex.12864>
- Neyman, J., & Pearson, E. S. (1933). IX. On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 231(694-706), 289-337.
- Nicolaj, A., & Lenfle, S. (2019). Experimenting and prototyping the design of complex services Remote assistance: A case study. *European Review of Service Economics and Management / Revue Européenne d'économie et Management Des Services 2019 – 2, N° 8. Varia*, 55-90. <https://doi.org/10.15122/isbn.978-2-406-09862-1.p.0055>
- Nicolini, D., Mengis, J., & Swan, J. (2012). Understanding the Role of Objects in Cross-Disciplinary Collaboration. *Organization Science*, 23(3), 612-629. <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0664>
- Norman, D. A., & Draper, S. W. (1986). *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction*, CRC Press.
- Nussbaum, M. C. (2001). *Women and Human Development: The Capabilities Approach*. Cambridge University Press.

- Office of Aeronautical and Space Technology. (1991). Integrated Technology Plan for the Civil Space Program. NASA.
- Office of the Director Defense Research and Engineering. (2009). Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook. Department of Defense.
- Office of the Press Secretary. (1988). Fact sheet: Presidential Directive on National Space Policy. History Office, NASA Headquarters.
- O'Reilly III, C. A., & Tushman, M. L. (2013). Organizational ambidexterity: Past, present, and future. *Academy of Management Perspectives*, 27(4), 324-338.
- Parmentier, G., & Szostak, B. (2015). La créativité organisationnelle vue comme sous l'angle du management stratégique : Proposition du concept de capacité créative d'une organisation. XXIVème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS), Juin 2015, Paris, France.
- Percie du Sert, F.-G., & Midler, C. (2019). D'un projet exploratoire à l'organisation de l'ambidextrie. Le cas ZDS. Observatoire Projet Innovation Conception, École polytechnique. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02872859>
- Perrin, J. (1948). *La science et l'espérance*. Presses Universitaires de France.
- Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident. (1986). Report of the President. NASA.
- Preskorn, S. H. (2014). The Role of Proof of Concept (POC) Studies in Drug Development Using the EVP-6124 POC Study as an Example. *Journal of Psychiatric Practice*, 20(1), 59-60. <https://doi.org/10.1097/01.pra.0000442938.61575.c2>
- Pulcini, E. (2018). Philosophie sociale : Une science sociale anti-utilitariste. In *Des sciences sociales à la science sociale. Fondements anti-utilitaristes. Le bord de l'eau*. <http://www.ccic-cerisy.asso.fr/sciencesociale15.html>
- Radaelli, G., Guerci, M., Cirella, S., & Shani, A. B. (2014). Intervention research as management research in practice: Learning from a case in the fashion design industry. *British Journal of Management*, 25(2), 335-351.
- Radder, H. (2009). The philosophy of scientific experimentation: A review. *Automated Experimentation*, 1(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/1759-4499-1-2>
- Ramasesh, R. V., & Browning, T. R. (2014). A conceptual framework for tackling knowable unknown unknowns in project management. *Journal of Operations Management*, 32(4), 190-204. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2014.03.003>
- Reichenbach, H. (1938). *Experience and prediction: An analysis of the foundations and the structure of knowledge*. The University of Chicago Press.
- Rheinberger, H.-J. (1997). *Toward a History of Epistemic Things: Synthesizing Proteins in the Test Tube*. Stanford University Press.
- Ricœur, P. (2005). Devenir capable, être reconnu. *Esprit* (1940-), 125-129.
- Ricœur, P. (2007). Capacités personnelles et reconnaissance mutuelle. *Anthropologie philosophique. Écrits et conférences*, 3, 445-452.
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Publishing Group.
- Sadin, S. R., Povinelli, F. P., & Rosen, R. (1989). The NASA technology push towards future space mission systems. *Acta Astronautica*, 20, 73-77.
- Sahakian, J., & Ben Mahmoud-Jouini, S. (2021). Design as a Dynamic Capability: A Building Capability Framework (SSRN Scholarly Paper ID 3894466). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3894466>
- Sangiorgi, D. (2011). Transformative Services and Transformation Design. *International Journal of Design*, 5(2), 29-40.
- Segrestin, B. (2003). *La gestion des partenariats d'exploration : Spécificités, crises et formes de rationalisation*. [Thèse de doctorat, Paris, ENSMP]. <https://www.theses.fr/2003ENMP1127>

- Seidel, V. P., & O'Mahony, S. (2014). Managing the Repertoire: Stories, Metaphors, Prototypes, and Concept Coherence in Product Innovation. *Organization Science*, 25(3), 691-712. <http://www.jstor.org/stable/43660904>
- Sen, A. (2000). *Development as Freedom*. Anchor.
- Sen, A. (2010). *The Idea of Justice* (1st edition). Penguin.
- Servajean-Hilst, R., & Ben Mahmoud-Jouini, S. (2019). Les pratiques conduisant au succès ou à l'échec des coopérations d'innovation entre clients et fournisseurs. *Decisions Marketing*, 94(2), 71-87. <https://www.cairn.info/revue-decisions-marketing-2019-2-page-71.htm>
- Simpson, J. (1978). What weather modification needs—A scientist's view. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 17(6), 858-866.
- Simsek, Z. (2009). Organizational Ambidexterity: Towards a Multilevel Understanding. *Journal of Management Studies*, 46(4), 597-624. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00828.x>
- Space Task Group. (1969). *The Post-Apollo Space Program: Directions for the Future*. Available in NASA Historical Reference Collection, History Office, NASA Headquarters, Washington, D.C. <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/taskgrp.html>
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional Ecology, 'Translations' and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420. <https://doi.org/10.1177/030631289019003001>
- Steen, M., Manschot, M., & Koning, N. D. (2011). Benefits of Co-design in Service Design Projects. *International Journal of Design*, 5(2), 53-60.
- Straub, J. (2015). In search of technology readiness level (TRL) 10. *Aerospace Science and Technology*, 46, 312-320. <https://doi.org/10.1016/j.ast.2015.07.007>
- Szostak, B. L. (2006). La profession de designer. *Revue française de gestion*, 161(2), 125-138. <https://www.cairn.info/revue-francaise-de-gestion-2006-2-page-125.htm>
- Szostak, B. L. (2018). Créativité, innovation et fournisseur, comment créer de la valeur en SCM ? *Revue française de gestion*, 277(8), 171-175. <https://www.cairn.info/revue-francaise-de-gestion-2018-8-page-171.htm>
- Thomke, S. (2014). Accelerating Learning by Experimentation. In *Management of the Fuzzy Front End of Innovation* Springer International Publishing, 125-140. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01056-4\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01056-4_10)
- Tronto, J. C., Maury, H., & Mozère, L. (2009). Un monde vulnérable : Pour une politique du care. Éd. la Découverte. <https://bibliotheques.paris.fr/Default/doc/SYRACUSE/904067/un-monde-vulnerable-pour-une-politique-du-care>
- Valibhay, C. (2021). *Le Brevet, norme de gestion de l'activité inventive. Nouveaux modèles pour penser une gestion des capacités inventives*. [Thèse de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE)]. <http://www.theses.fr/s188906>
- Vargo, S. L., & Lusch, R. F. (2008). Service-dominant logic: Continuing the evolution. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 36(1), 1-10.
- Vinck, D. (1992). *Du laboratoire aux réseaux. Le travail scientifique en mutation*. Luxembourg: Office des Publications Officielles des Communautés Européennes.
- Vinck, D. (2009). De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière : Vers la prise en compte du travail d'équipement. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 3, 1(1), 51. <https://doi.org/10.3917/rac.006.0051>
- Weil, B. (1999). *Conception collective, coordination et savoirs : Les rationalisations de la conception automobile* [Thèse de doctorat, Paris, ENMP]. <https://www.theses.fr/1999ENMP0965>
- Wilson, A., Schulman, R., Bankston, K., & Herr, T. (2016). *Bugs in the system*. Washington DC: New America.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th edition). SAGE.

- Yu, F., Pasinelli, M., & Brem, A. (2018). Prototyping in theory and in practice: A study of the similarities and differences between engineers and designers. *Creativity and Innovation Management*, 27(2), 121-132. <https://doi.org/10.1111/caim.12242>
- Zahra, S. A., Neubaum, D. O., & Hayton, J. C. (2016). *Handbook of research on corporate entrepreneurship*. Edward Elgar Publishing.

# PARTIE B

---

## ARTICLES DE LA THÈSE



# Chapitre 6. Article 1

What does the proof-of-concept (POC) really prove?  
A historical perspective and a cross-domain analytical study

**Abstract:** Even though proof of concept (POC) has become a common practice in organizations, in internal and external decision-making and coordination processes, the literature in strategic management has so far given little attention to the subject. In this paper, we address the following questions: Where does the notion of POC come from and how has it evolved over time? How does POC constitute a particular category of proof? To answer these questions, we first conducted a historical study of the genesis of the concept, namely in the American aerospace and aeronautics ecosystem. Then, we conducted an analytical study of the transfer of the concept in the ecosystems of biomedical, public research, new product development/innovation/entrepreneurship and finally information technology. This paper has shown that the term, which originated in the 1960s at NASA, has gradually become successful in contexts where new actors had to be brought into the previously highly integrated design value chain, often from the front end. In this sense, the POC, as a proof of validation and exploration, seems to be a particularly useful tool for 'buyers' and 'sellers' in innovation processes.

**Keywords:** POC, TRL, design, validation, exploration

## 6.1 Introduction

The proof-of-concept or POC which is presented as a 'critical step' in the innovation process (Bendavid and Cassivi, 2016) is widely used by companies and their ecosystem. Christophe Reinert, Head of Open Innovation at EDF Group – global leader in low-carbon energy –, does not hesitate to describe the POC as "a step towards innovation and value creation, a learning step that is often decisive if it is well managed" (Comité Richelieu and Le médiateur des entreprises, 2019). However, the POC remains until now abandoned by strategic management research. It may be because the POC is considered either as a solely technical milestone (Eesle et al., 2014) or a buzz word among others in communities of innovative practitioners and what is more an ill-designed notion.

The objective of this paper is to restore the POC by showing that it designates an important strategic and critical moment in value chain evolution. We will see that the POC concept has survived since its creation in the 1960s and amplified over the last decades to address specific challenges of the innovation process. Thus, the POC appears to be a key concept for organizing strategic exchange in design. On the one hand, one must prove that one part is true, and on the other hand, one must show that there are still design activities to be carried out.

In this paper, we seek to investigate two research questions: (1) Where does the concept of 'proof-of-concept' come from and how has it evolved over time? (2) How does 'proof-of-concept' relate to a

peculiar category of proof? To address these research questions, we will use two approaches. The first approach is about conducting a historical perspective to trace back the genesis of the POC concept. The concern is to begin to identify the contexts of use of 'proof-of-concept' in the industrial ecosystem and the nature of the associated proof. The second approach is about conducting a cross-domain analytical study to explore the appropriation of the proof-of-concept by a wide range of actors and sectors. The aim of such a study is to extract from the plural practices of POC a core of common characteristics and a halo of domain-specific specificities. We believe that this common core could be described by the concomitance or even the original articulation between proof and demonstration of residual unknown to explore.

The paper is articulated as follows. In the next section, we will start by recalling the research questions and presenting the research hypothesis before providing an in-depth description of the research approach. We will perform the historical perspective and then the cross-domain analytical study in devoted sections. Then, we will build on these results to discuss the contribution of POC concept for strategic management.

## **6.2 Research Hypotheses and Methodology**

### **6.2.1 Research Hypotheses**

To understand POC concept's emergence and diversity of meaning, our first hypothesis is that the term was coined by NASA in the 1970s in relation to the Technology Readiness Levels (TRLs) and spread over a variety of disciplines such as biomedical and computer sciences. Secondly, despite the existence of plural definitions, we assume that POC handles an original type of proof – a 'double proof' – that bears both known and unknown dimensions of the demonstration.

### **6.2.2 Research Design**

The following research was carried out in two large sequences. The first step was to identify and describe the origins of the term 'proof-of-concept' to reconstruct its genesis. Particular attention was given to tracing the context and environment associated with the first occurrences of this term to finely account for the properties that this type of proof bears. The second step was to analyze the diffusion of 'proof-of-concept' through several transfers. A transfer is defined as an appropriation of 'proof-of-concept' by another ecosystem/discipline than the aerospace and aeronautic ecosystem where the notion was born.

### **6.2.3 Data Collection and Analysis**

To undertake the first part of the study, which is based on a historical perspective, two major methods were used. The first method was to start from the myth concerning POC coming from NASA TRLs – the analysis will show that the cradle of emergence was older. In an operational manner, we started by looking at scientific articles that were written by NASA's collaborators, especially to understand the elements that motivated its emergence. Afterwards we tried to get to the root by investigating reports from NASA and

the U.S. government, and affiliating them to major events in U.S. and international aerospace history. We also looked at more recent reports and scientific articles for a complete timeline. To facilitate understanding and reading of the historical perspective, it was broken down in five major phases. A summarized illustration closes this historical perspective. The second method used was to cross-reference this first genealogical study to confirm it and possibly complete it by investigating the first occurrences of 'proof-of-concept' that can be found in academic literature. In an operational manner, we made a query on JSTOR database using the keywords "proof-of-concept" OR "proof of concept", choosing a publication period prior to 1980 (this date was chosen in view of the historical perspective), with documents in all languages and on the basis of all content. This search yielded twenty-five results. Six results were removed because they were not journal articles (5) or the source that was not accessible (1) prevented us from performing our analysis. Our aim was not to provide a complete and thorough analysis of this literature. We focused our attention on the authors of these articles, especially on behalf of: i) which organization they wrote which is almost always mentioned in the article and ii) their positions in this organization at that time which is almost never mentioned in the article, but knowable through archives on the internet.

To undertake the second part of the study, which is based on a cross-domain analytical study, we investigate 'transfers' in four ecosystems: (1) biomedical, (2) public research, (3) NPD, innovation and entrepreneurship, and (4) information technology. Two principles guided the choice of these ecosystems. The first principle was to study ecosystems that concentrate contemporary POC practices. We validate the first point by a detailed analysis of the ecosystems that could be linked to the first sixty results of a Google query made on 21 April 2020 with the following keywords "proof of concept" OR "proof-of-concept". The second principle was to build a sample of transfers with enough material for defining qualitatively to identify redundant and differentiating properties. We sought to understand what motivates the introduction of the proof-of-concept by trying as much as possible to associate these transfers with trends that have marked the history of the domain and therefore also provide rough temporal landmarks. All in all, it allows us to build conjecture on adoption or specific meanings associated with transfers and propose a cross-domain analytical study that enlightens the function and context of use of the proof for each ecosystem. We adopt a presentation of the transfers that provide a harmonious unfolding of meaning diversity moreover than transfers' temporality.

### **6.3 Genesis of 'Proof-of-Concept' in U.S. Aerospace and Aeronautic Ecosystem: An Historical Perspective**

In this section, we trace the history of the 'proof-of-concept' in the U.S. aerospace and aeronautic ecosystem where this concept was born. To better understand the issues and problems that motivated the creation and deployment of the proof-of-concept, particularly through the Phased Review Process (PRP) and the Technology Readiness (TRL) scale, we review some major dates in American and world spatial history. This section also allows us to make a list of the characteristics of this type of proof with chronological markers. These properties will be taken advantage of in the cross-domain analysis study.

In the first part of this section, we focus on the geopolitical context which prompted the creation of NASA. In a second part, we trace back the first occurrence of 'proof-of-concept' in relation to the Phased Review Process. In a third part, we investigate the dynamics of the emergence of the TRL scale then we cross this historical perspective with the analysis of the first academic publications which mobilized this notion before the end of the 1980s. In a fourth part, we describe the deployment and integration of the TRL scale in NASA's ecosystem. Finally, in a fifth part we stress modern uses of TRLs in NASA's and worldwide aerospace and defense sector.

### 6.3.1 1940s-1950s: Cold War, Space Race, and NASA's Foundation

After World War II began a period of geopolitical battle, known as the Cold War, between the United States (U.S.) and the Soviet Union and their respective allies. In this context, space became a great competitive arena between the two major powers. Through the Space Race each of them sought to show the world its technological superiority and *in fine* its model superiority. In this competition the Soviet Union achieved a major milestone that was not palatable to most Americans in the fall of 1957: they launched the first man-made objects into Earth orbit – Sputnik 1 and Sputnik 2, the first spacecraft which carried a living animal.

Although the U.S. finally succeeded in launching their own satellite Explorer 1 in February 1958 which had been developed by the Army Ballistic Missile Agency, the U.S. Congress remained worried about national security and technological leadership. Therefore, in a message to the Congress in April 1958, President Eisenhower proposed the establishment of a National Aeronautics and Space Agency (NASA) as an independent agency of the U.S. Federal Government that would absorb staff, laboratories, and aerospace research activities of the present National Advisory Committee for Aeronautics (NACA). The creation of NASA was enacted in July 1958. NASA was created to be responsible for civilian or 'peaceful' space science and aeronautical research in its own facilities or by contract and would also perform military research if required by the military departments (Emme, 1961).

### 6.3.2 1960s: Phased Review Process and Proof-of-Concept

Another huge milestone in this Space Race performed by the Soviet Union touched the U.S. in their pride and leadership and pushed them to react. Indeed, in April 1961, the Soviet cosmonaut and pilot Yuri Gagarin was the first human to journey into outer space when his Vostok spacecraft completed an orbit of the Earth. This event triggered the launch of the Apollo Program in May 1961 by President Kennedy. The goal was simple and clear – putting a man on the moon and returning him safely before the decade was out.

To achieve such a challenge and more generally meet the national space policy, NASA developed in the 1960s the Phased Project Planning, commonly referred as the Phased Review Process (Cooper, 1994). According to Cooper (1994), the purpose of the Phased Review Process was to take apart the development process into discrete phases. This process breakdown by phases not only provided a better framework for funding and drawing up contracts, but also aimed at reducing technological risks. Indeed,

this measurement and control was a safeguard for NASA that all the requirements had been met, especially that the engineering tasks had been completed by its teams or its contractors and suppliers before moving on to the next phase. As evidenced by more recent NASA's resources such as the report of David D. Few of the NASA's Ames Research Center (Few, 1987), Phase II was to be named 'proof-of-concept' or 'POC'. This assumption is historically confirmed by a 1966's report which "summarizes and reports the results of the Phase II (proof-of-concept) program for the development of an Advanced Meteorological Sounding System." (Griggs and Wood, 1966). Information about this report was published on the website of the Defense Technical Information Center (DTIC). DTIC is the repository for research and engineering information for the U.S. Department of Defense (DoD) and its ecosystem who also adopted the Phased Review Process as project management methodology (Cooper, 1994).

Although this methodology has been criticized by some executives, it probably helped to meet President Kennedy's challenge. Indeed, in July 1969 the mission Apollo 11 allowed two of the three crew astronauts (Neil Armstrong and Buzz Aldrin) to set foot on the moon and safely come back home.

### 6.3.3 1970s: Emergence of the Readiness Levels at NASA

In September 1969, a few months after this exploit, a report of the Space Task Group entitled 'The Post-Apollo Space Program: Directions for the Future' was published. In this one, the Task Group took stock of the Apollo Program and made recommendations for future space activities (Space Task Group, 1969). It recognized that the Apollo Program stimulated the creation of subsequent technological capability. It is about "the growth of a valuable reservoir of highly trained, competent engineers, managers, skilled workmen and scientists within the government, industry and universities" with the support of "facilities, technology and organizational entities capable of complex management tasks". One of the characteristics of the balanced program for the future envisioned by the Task Group in the same report is 'opportunity'. Indeed, it is stated as a goal that "[a]bundant opportunities exist for further exploitation of this capability. A balanced program will permit adequate attention to applications and science while also creating new opportunities through development of new capability". This is how the Supporting Research Technology (SRT) Program and their mission planners became in charge of adding value to the technological capability developed during the 1960s Apollo Program through their integration into future missions. According to Sadin et al. (1989), the duty of mission managers was to use "program funds to adapt and requalify the 'shelf-stored' technology inventory". On the other side, the Advanced Research Technology (ART) Program and their researchers were responsible for pursuing new concepts (*ibid.*). This approach called 'technology push' or 'opportunity driven' completed the dominant model of 'program pull' or 'need driven' commonly used at NASA where a specific technology was only developed in response to a need previously formulated by the mission planners (Héder, 2017; Sadin et al., 1989).

Such a paradigm shift was successful in some cases but also often raised issues in the 1970s (Sadin et al., 1989; Straub, 2015). According to Sadin et al. (1989), "the differing perceptions of the researchers and the mission planners between the intended and actual proof of readiness was often the cause of an aborted handoff, or technology transfer, of ART [Advanced Supporting Research Technology] to the SRT

[Supporting Research Technology] users". They also explained that the definition of the following categories: 'basic research', 'feasibility', 'development' and 'demonstration' "have caused ambiguous understandings between, the researchers, their management, and the potential program users". NASA's first challenge was to enhance the understanding of the researchers and the mission planners about the 'technology readiness' in order to perform the technology transfer at the good point.

This new paradigm also raised another issue regarding the 'flight readiness' because new concepts and technologies could be developed regardless of a space mission. Indeed, a framework was needed to assess "how proven a certain technology was" in a context where "they cannot necessarily prove their feasibility in an actual space mission at the time of development" (Héder, 2017). NASA's second challenge was to evaluate the 'technology readiness' on a regular basis during its development process.

To respond to these two challenges the NASA Office of Aeronautics and Space Technology (OAST) laid the foundation of the concept of 'readiness levels' in 1974 (Mankins, 2009; Straub, 2015) that were later codified in a paper (Sadin et al., 1989). The terminology 'proof-of-concept' is used to describe the third level named "Proof-of-concept demonstrated, analytically and/or experimentally" (*ibid.*). More generally, readiness levels are claimed to "provide the Agency [NASA], and the communities with which it interacts with a more precise means of describing the depth to which a research and technology program is to be pursued" (Sadin et al., 1989). In that sense, the formalization of readiness levels echoes "the creation and management of boundary objects" which is presented by Star and Griesemer (1989) as "a key process in developing and maintaining coherence across intersecting social worlds". They are "objects [that may be abstract or concrete] which are plastic enough to adapt to local needs and the constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites" (*ibid.*). To that extent, TRL 3 or 'proof-of-concept' may be characterized as a 'boundary object'.

Let us continue by crossing the beginning of this historical perspective with the analysis of academic literature prior to 1980. The institution and position of the authors of the seventeen journal articles, their related use of the POC concept (quote), and references are presented in Table 13. We have not succeeded in finding the positions of all the authors, we thus used the expression 'to be defined (TBD)' in Table 13 to characterize these holes.

Looking for POC roots, we also found two isolated articles in philosophy without correlated interpretation but, it remains important to specify that one of them constitutes the first academic article found which uses the notion as early as 1963 (Rotenstreich, 1963). This first article is about the construction of a philosophical system. The author uses the POC term to underline the ability to manage the unity of knowledge acquisition through concepts assumptions (teleological proof of knowledge unity). The second article (Bunge, 1970) is about the benefits of the interplay between physicists and philosophers. POC is used to designate a step of abstraction within the reasoning in physics (technique of proof of concept independence).

With the exception of these two references in philosophy, the collected information is consistent with our above declaration. Indeed, most of the authors who embrace the terminology have technical

management or engineering positions in the U.S. aerospace and aeronautic ecosystem (cf. Table 13). They worked either at NASA, or in a company or university which most likely had a contract with NASA. Moreover, sometimes articles were written in collaboration between the two institutions, as it can be seen in the last section of the table. Research on vertical and/or short take-off and landing (V/STOL) aircraft, which are aircraft that do not require or have limited runways without being helicopters, has largely caught the attention of these papers. To a lesser extent, another stream of literature, that can be extracted from the sample, is related to the National Science Foundation (NSF) and its contracts to translate research efforts into general public-use applications.

*Table 13: Analysis of the first stakeholders who embrace the terminology of 'proof-of-concept' in academic literature (before 1980)*

Institution / sub-institution	Author's(s) position (year) * TBD: to be defined	Use of the POC concept (quote / reference)
U.S. Federal Agencies		
National Aeronautics and Space Administration		
Ames Research Center	Manager of Advanced VTOL Projects Office & Research Leader of STOL joint flight programs (1973)	"A candidate V/STOL research aircraft design is one that features a promising V/STOL propulsion/control concept, is suitable for <b>proof-of-concept flight investigations</b> , and meets the objectives of austerity and maximum ..."
	Deckert, W. H., & Holzhauser, C. A. (1973), Evaluation of V/STOL Research Aircraft Design, SAE Transactions, 3122-3127.	
Langley Research Center	Chief of the Research Aircraft Flight Division, Aerospace Engineer, & TBD	"... for FAA <b>proof-of-concept evaluations</b> ..."
	Reeder, J. P., Taylor, R. T., & Walsh, T. M. (1974), New Design and Operating Techniques for Improved Terminal Area Compatibility, SAE Transactions, 1714-1731.	
Lewis Research Center	Project Manager (1976)	"Final <b>proof-of-concept type tests</b> in fullscale engines are needed to quantify the achievable levels as well as to evaluate the impact of increased complexity on engine operational characteristics ..."
	Rudey, R. A. (1976), The Impact of Emission Standards on the Design of Aircraft Gas Turbine Engine Combustors, SAE Transactions, 2838-2849.	
Headquarters	Chief of General Aviation Technology Office & TBD (1976)	"and Avco-Ly coming, are carrying out the development of a system for <b>proof-of-concept testing</b> ..."
	Winblade, R. L., & Westfall, J. A. (1976), NASA General Aviation Research Overview-1976, SAE Transactions, 1576-1650.	
Jet Propulsion Laboratory (California Inst. of Tech.)	Geophysical Evaluation Manager, TBD, & TBD (1979)	"During some 3 months of orbital operations, Seasat collected a unique set of global synoptic data on ocean winds, waves, temperature, and topography. All indications from a preliminary analysis of these data are that most of the mission's <b>proof-of-concept objective</b> - the demonstration of nearly all-weather microwave surveillance of the world's oceans - will be met ..."
	Born, G. H., Dunne, J. A., & Lame, D. B. (1979), Seasat mission overview, Science, 204:4400, 1405-1406.	
National Science Foundation		
Office of Intergov. Science and Research Utilization	Director (1974)	"... But the issue now is: How do we go from the <b>proof-of-concept stage</b> to creating the kind of driving, self-sustaining force for application of technology which will begin to make a national impact ..."
	Hersman, M. F. (1974), Science and the Public Sector: A National Policy Overview, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 71:6, 2565.	
Science Education Directorate	Project Manager of the Technological Innovation in Education Group (1975)	"...The Foundation's efforts have been aimed at <b>"proof-of-concept" experiments, demonstrations and field tests</b> designed to reduce the uncertainty for the commercial sector and to offer compelling educational evidence to the academic community ..."
	Molnar, A. R. (1975), Viable goals for new educational technology efforts in science education, Educational Tech., 15:9, 16-22.	

Air Weather Service – redesignated the Air Force Weather Agency in 1997	Captain (1974)  Arnold Jr, C. P. (1975), Selective reconnaissance program of the western North Pacific, Bull. of the Am. Meteorolog. Soc., 56:3, 362-371.	Hayes, J., 1974: Progress towards the <b>proof of concept</b> of a method of determining winds and pressure in planetary boundary layer over oceans by means of the S193 combined microwave radiometer—scatterometer on Skylab in the first two manned periods.  Unpublished Paper Prepared for First IAMAP/IAPSO Assemblies, Melbourne, Australia.
<b>U.S. Companies</b>		
Pratt & Whitney Aircraft – subsidiary of Raytheon Tech. Corp.	Aeronautic Engineer (1971)  Godston, J. (1971), STOL Engine Systems and Sensitivity Factors, SAE Transactions, 1644-1653.	"... further <b>analytical and experimental "proof of concept" technology programs</b> must be undertaken to determine the "best" propulsion system ..."
Rockwell International Corp. – aerospace and defense activities were sold to Boeing in 1996	Supercritical Wing Specialist & TBD (1972)  Palmer, W. E., & Elliott, D. W. (1972), Thick-Wing Flight Demonstrations, SAE Transactions, 1225-1232.  TBD (1973)  Ford, J. C. (1973), Lift-Fan Propulsion/Control System, SAE Transactions, 1229-1242.	"... To provide <b>proof-of-concept flight data</b> on the thick super-critical wing, the U.S. Navy, NASA, and NR-C have teamed up to conduct a series of flight tests on a modified Navy T2-C Buckeye trainer aircraft ..."  "... It is a modified <b>Gulfstream II proof of concept vehicle</b> intended to demonstrate advances in lift-fan..."
Dynatech Corp.	Government Marketing Manager, TBD & Vice President (1976)  Kispert, R. G., Sadek, S. E., & Wise, D. L. (1976), An evaluation of methane production from solid waste, Resource Recovery and Conservation, 1:3, 245-255.	"... A <b>proof-of-concept experimental program</b> has been developed to fill in the gaps of knowledge in order to permit a confident design of a full-scale processing facility for the production of fuel gas from solid waste ..."
<b>U.S. Universities and Research Organizations</b>		
Institute of Gas Technology (IL)	Scientists (1976)  Ghosh, S., Conrad, J. R., Packer, M., Van Ryzin, E. (1976), Anaerobic processes, J. of Water Pollution Control Fed., 48:6, 1115-1137.	"... Bisselle et al. reported on the results of a study undertaken to provide background for a so-called <b>proof-of-concept experiment</b> to be conducted by the NSF..."
University of Charlottesville (VA)	Meteorology Scientist (1978)  Simpson, J. (1978), What weather modification needs—a scientist's view, Journal of Applied Meteorology, 17:6, 858-866.	... On the right, the confirmatory or " <b>proof of concept</b> " experiment is shown, with models to estimate seedability, radar surveillance and a rain sampling subprogram ...  ... On the most important lessons learned in weather modification is the necessity of sequential development, with an "exploratory phase" followed by a confirmatory or " <b>proof of concept</b> " phase ...  ... After digesting and interpreting these results, a " <b>proof of concept experiment</b> " logically follows, which can be modeled, measured and analyzed further by subprograms in parallel with the randomized core program ...
<b>U.S. Collaborations</b>		
NASA Ames Research Center & Boeing Corp.	Research Leader of STOL joint flight programs, TBD, Aeronautical Engineer, & TBD (1971)  Quigley, H. C., Sinclair, S. R. M., Nark Jr, T. C., & O'Keefe, J. V. (1971), A Progress Report on the Development of an Augmentor Wing Jet STOL Research Aircraft, SAE Transactions, 2514-2527.	... The research had advanced to a point by early 1970 that a <b>proof-of-concept</b> ...
University of Kansas (KS) x NASA Flight Research Center	Professor in Aerospace Engineering, Project Engineer & Project Manager (1973)  Roskam, J., Barber, M. R., & Loschke, P. C. (1973), Separate Surfaces for Automatic Flight Controls, SAE Transactions, 1040-1050.	"... SUMMARY It has been shown that the separate surface approach to all- attitude control systems is feasible. It appears that an <b>in-flight proof-of-concept</b> ..."
McDonnell Douglas Corp. x NASA Ames Research Center	TBD & Aerospace Engineering (1977)  Eigenmann, M. F., & Bailey, R. O. (1977), Development of the Propulsion Simulator-A Test Tool Applicable to V/STOL Configurations, SAE Transactions, 3406-3417.	"...This comparison served as a <b>proof-of-concept</b> for the simulator test technique in that good agreement was obtained with the conventional technique..."

### 6.3.4 1980s-1990s: Development and Integration of the Technology Readiness Levels (TRLs) in NASA's Ecosystem

Another landmark event in American spatial history pushed the use of the 'readiness levels' by NASA's practitioners and ecosystem. In January 1986, the terrible accident of Space Shuttle Challenger cost the lives of all the seven crew members aboard. The Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident called 'Rogers Commission' stated that the contributing cause of the accident was linked to deep issues in NASA's decision-making processes (Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident, 1986, p. 83). This dramatic event fostered the revision of the U.S. national space policy that President Reagan approved in January 1988 as explained by the fact sheet released in February 1988 (Office of the Press Secretary, 1988). We learned that among Presidential Directive's goals and objectives, the revised national policy encouraged more coordination and collaboration inside the civil sector (i.e., between NASA and other governmental agencies, companies, and universities), between sectors (civil, national security, commercial), and with international (allies) partners. To continue in this direction President George H. W. Bush announced the Space Exploration Initiative on the 20th anniversary of the Apollo 11 Moon landing. According to Mankins (2009), this space public policy continued and expanded the use of 'readiness levels' that was enriched with an eight and a ninth level and probably had already taken the shape of a scale before the formalization of Technology Readiness Levels (TRLs) scale by Mankins in a white paper in 1995. Such a tool appeared to be even more useful "due to the need to communicate technology readiness status and forecasts between the technology research community and the exploration mission planning community" (Mankins, 2009). This newly expanded TRL scale was also employed in the Integrated Technology Plan for the Civil Space Program in 1991 (OAST, 1991). Indeed, in 1995 Mankins formalized the TRL scale as "a systematic metric/measurement system that supports assessments of the maturity of a particular technology and the consistent comparison between different types of technology" (Mankins, 1995). In this white paper the TRL 3 is reformulated as follows in the new 9-level scale: "Analytical and experimental critical function and/or characteristic proof-of-concept". The paper also provided a short description of each level with an example and its attainment criteria. For the TRL 3, we can read:

At this step in the maturation process, active research and development (R&D) is initiated. This must include both analytical studies to set the technology into an appropriate context and laboratory-based studies to physically validate that the analytical predictions are correct. These studies and experiments should constitute "proof-of-concept" validation of the applications/concepts formulated at TRL 2. For example, a concept for High Energy Density Matter (HEDM) propulsion might depend on slush or super-cooled hydrogen as a propellant: TRL 3 might be attained when the concept-enabling phase/temperature/pressure for the fluid was achieved in a laboratory. Cost to Achieve: Low 'Unique' Cost (technology specific) (Mankins, 1995).

In a later paper, Mankins (2009) enriched the definition he provided a few years earlier. For our research question, a modification and clarifications can be emphasized. The paper clarified the point that a class of inventions may be "proven" analytically whereas another class of inventions "require physical experimental validation – such as those involving highly complicated concepts or those involving environmentally dependent phenomena or novel material effects" (Mankins, 2009). Moreover, the costs

to achieve that were previously presented as low and unique are therefore presented as “low to moderate” because “the costs can vary significantly from one area of research and development to another”. The article also stated that “[b]ecause of the relatively high risk and long lead times, it is less likely that funding at TRL 3 or below would be available from most types of venture funding sources” (Mankins, 2009).

### 6.3.5 2000s-2010s: Modern Uses of TRLs In NASA’s Ecosystem and Worldwide Aerospace & Aeronautic Ecosystem

In their paper, Straub et al. (2015) provided a review of NASA’s uses of TRLs depicted in their public documentation. Table 14 provides a chronological summarized analysis of these uses.

*Table 14: Synthesis of NASA’s uses of TRLs (adapted from Straub et al., 2015)*

Title of the document	Purpose of the document or associated program	Purpose of TRL scale
NASA Research Announcement for the Instrument Incubator Program – NRA 01-OES-xx (2001)	Develop technology activities leading to new systems and measurement techniques to be developed in support of ESE science research and applications.	Framework to evaluate proposals that must provide the current TRL assessment of the system technology, and the anticipated progression of TRL levels throughout the proposed efforts - starting and exit TRL must meet NASA Research Announcement policy.
NASA Risk-Informed Decision Making Handbook – NASA/SP-2010-576 (2010)	Provide guidance for implementing the risk-informed decision-making requirements of NASA Procedural Requirements document.	Risk and uncertainty assessment framework for mission analysis.
NASA System Safety Handbook – SP-2010-580 (2011)	Present the overall framework for system safety to provide the general concepts needed to implement the framework.	Help whether the system design meets the minimum tolerable level of safety or vulnerability to unknown hazards.
NASA Strategic Space Technology Investment Plan (2012)	Provide a focused investment approach to guide NASA’s space technology investment over the next four years within the context of a 20-year horizon.	Guide NASA’s technology investment strategy and portfolio execution through a principle that impel to have a balanced investment across all TRL
NASA Systems Engineering Processes and Requirements – NPR 7123.1B (2013)	Clearly articulate and establish the requirements on the implementing organization for performing systems engineering.	Accurate assessment of technology maturity throughout the life cycle of the project and capabilities to move to higher TRLs. A differentiated description of technology maturity between hardware and software is proposed in the appendix.
NASA Systems Engineering Handbook – NASA/SP-2016-6105 Rev 2 (2016)	Provide general guidance and information on systems engineering useful to the NASA community.	Framework used during the Technology Readiness Assessment (TRA) to systematically determine a system’s technological maturity in terms of TRLs and the difficulty to move to the next TRL.

In 1999, the Armed Services Committee of the U.S. Senate asked the Government Accounting Office (GAO) to investigate the situation of the Department of Defense (DoD). Such an investigation was carried out because the DoD planned to increase funding for new development programs while previous

“programs very often suffered significant delays and vast cost increases” (Héder, 2017). In its report, GAO applied the framework of the TRL scale to assess various programs to better understand why some of them performed well or poorly. They found that DoD integrated technologies anywhere from TRL 2 to TRL 9 and programs that integrated TRL 6-technologies no longer experienced any additional cost. The main message of this report was therefore that by formalizing the maturity of technologies on the TRL scale and by refusing to support technologies that are too immature (below TRL 7 in any circumstances, with the preferred TRL 8 TLR 9), DoD will improve the performance of these acquisition programs (GAO, 1999; Jean, 2018). The DoD adopted the TRL scale in 2000.

Other U.S. governmental agencies “beyond NASA adopted a NASA-derived or NASA-like TRL system” (Straub, 2015). Indeed, on the one hand, some of U.S. governmental agencies such as the Department of Defense (DoD) or the Department of Homeland Security (DHS) closely adopted the TRL with minor wording modifications, and on the other hand, others such as the Department of Energy (DoE) applied major modifications to the 9-level scale.

In the 2000s, the TRL also crossed the border of the U.S. and inspired international space agencies and their contractors such as the European Space Agency (ESA) that adopted the TRL scale in the mid-2000s. In a handbook published in 2008, ESA declared that “the purpose of timely and accurate technology readiness assessments is to inform management and support decisions as part of the implementation of advanced technology system development projects” and “[t]he Technology Readiness Levels have been defined to provide a common metric by means”. In this handbook, ESA took NASA’s thermometer diagram without change and closely followed the technological levels while definitions provided in Mankins’ white paper (1995) were enriched. Moreover, the handbook had an appendix section with “guidelines for the definition of the software technology readiness levels”. In 2013, the TRLs were canonized through the ISO standard 16290 ‘Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria assessment’ which is highly inspired by NASA and DoD. The ISO 16290 standard has replaced the ESA document since (Héder, 2017).

Since the beginning of the 21st century, TRLs has globally gained popularity in numerous organizations (Mankins, 2009) not only in the aeronautical and defense sector but more generally in high-tech industries such as automobile, spreading the POC concept as TRL 3.

### **6.3.6 Historical Perspective Overview**

In Figure 11 we provide an overview of this historical perspective that described the genesis of ‘proof-of-concept’ in the U.S. aerospace and aeronautic ecosystem.

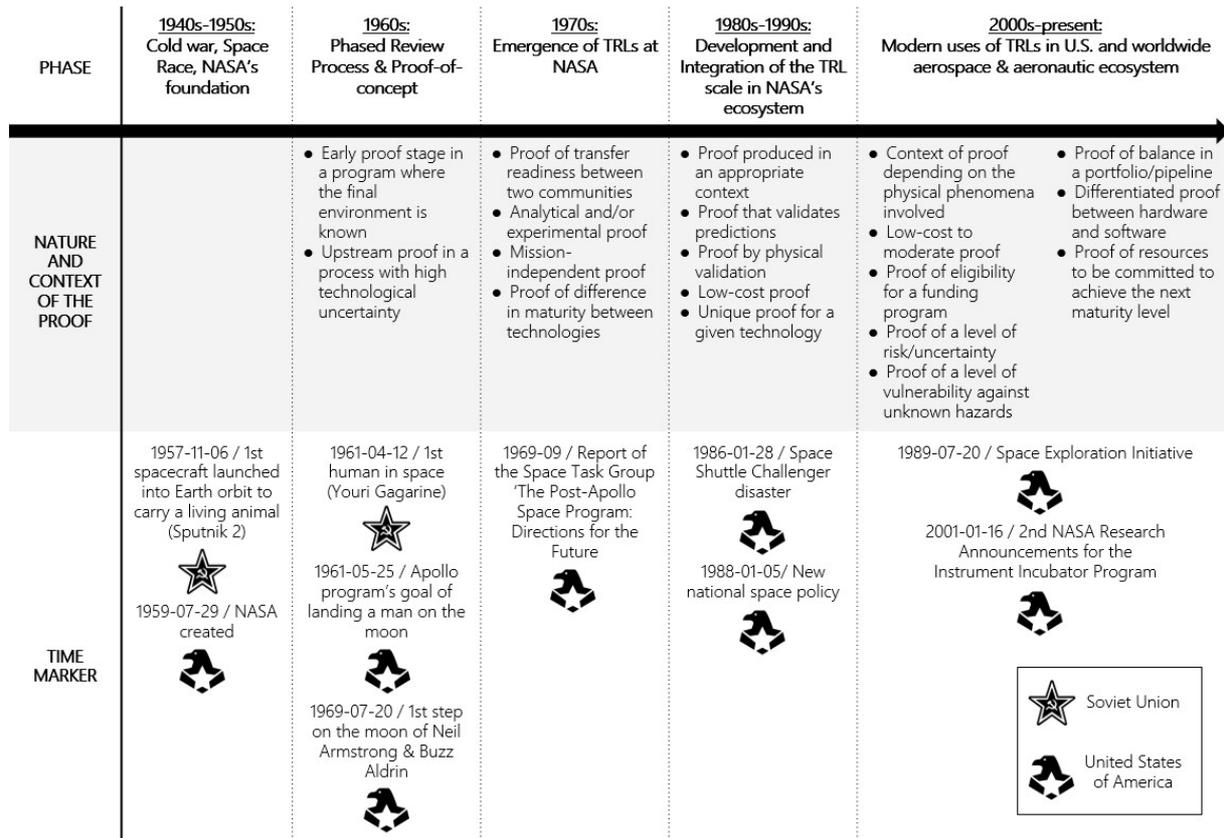


Figure 11: Historical perspective overview

## 6.4 Transfers of 'Proof-of-Concept' In Other Ecosystems: A Cross-Domain Analytical Study

In this section, we will show that 'proof of concept' appropriation in various ecosystems greatly contributed to its broad expansion. The term which appeared in the 1960s has since TRL scale stabilization in the 1990s become widely democratized, as the Google NGRAM graph in Figure 12 clearly shows.



Figure 12: Google NGRAM graph of 'proof of concept' (Literature between 1950 and 2008 from the corpus 'English (2012)')

### 6.4.1 Biomedical Technology: Development and Discovery/Design

The sector that adopted the concept with the closest philosophy is biomedical technology. It is a well-known fact that bringing a new drug to the market is a business of high risk. Indeed, it generally costs about \$2.5 billion and lasts more than twelve years (Avorn, 2015) while the attrition rate along the life cycle is tremendous (Waring et al., 2015). Moreover, following the tradition of modern medicine as an evidence-based practice and responding to the excesses that have marked our history, the pharmaceutical and biomedical industry sectors are today characterized by one of the most regulated environments related to safety and ethics (Jekunen, 2014).

#### *Biomedical Technology Development*

The development process of new pharmaceuticals has been broken into phases for many years. The same mechanism was later employed in the 1960s by NASA through its Phased Review Process. It was probably around the 1980s that the transfer of the 'proof-of-concept' occurred through its insertion in existing stage phases for which regulatory authorities (FDA, ANSM, Health Canada, ...) are guarantors. At that time, such stages became convenient indicators in corporate dashboards for investors who were not necessarily specialized in the biomedical field.

Indeed, in a contemporary way, the second phase of these clinical trials (Phase IIa) is generally presented as 'proof of concept' studies (Cartwright, 2010; Corr and Williams, 2009; Preskorn, 2014, Yuan et al., 2015). During this stage, "the study drug is tested for the first time for its efficacy in patients with the disease or the condition targeted by the medication" (Corr and Williams, 2009), i.e., experimental studies are performed into an appropriate context because the concept involves an environment-dependent phenomena - to be in line with the description of TRL 3 by Mankins (2009). Furthermore, according to the Pharmaceutical Research and Manufactures of America (PhRMA), "[t]he POC demonstrates that the drug did what it was intended to do, that is, interacted correctly with its molecular target and, in turn, altered the disease" (Corr and Williams, 2009). Contrary to later stages of clinical trials, 'proof of concept' studies "typically involv[es] a small number of subjects and more latitude in statistical requirements" (Preskorn, 2014). Such 'proof of concept' or 'POC' studies must "provide evidence that a molecule is likely to be successful in later stages of drug development process (i.e., late phase II and large-scale phase III studies required for U.S. Food and Drug Administration [FDA] approval)" (Preskorn, 2014). In the same way, PhRMA presented the POC as "the earliest point in the drug development process at which the weight of evidence suggests that it is 'reasonably likely' that the key attributes for success are present and the key causes of failure are absent" and "perhaps the key deliverable of exploratory drug development" (Cartwright et al., 2010). In addition to being a milestone in an internal development process to "allow drug developers to make 'Go/No Go' decisions about proceeding with larger, more expensive studies" (Preskorn, 2014), such studies are an 'obligatory passage point' (Callon, 1984) that must sufficiently convince the competent authorities to obtain their agreement to pursue larger clinical trials.

### *Biomedical Technology Discovery/Design*

In the same vein of Cooper's stage-gate process (1994) that aims to "capture the entire process from idea through to launch, and not just the middle stage, Development", 'proof-of-concept' terminology shifted to upstream process steps to describe "up-front homework or pre-development work" (Cooper, 1994). Indeed, 'proof-of-concept' is used to describe discovery (or design, see Elmquist and Segrestin (2007)) phase studies (Evans and Varaiya, 2003) or preclinical tests/studies (Detela and Lodge, 2019; Fink, 2009) by leveraging in vitro or in vivo models of disease (Detela and Lodge, 2019). This transfer probably occurred in the 1990s with the massive arrival of new technologies (e.g., high-throughput screening) to address drug discovery (Drews, 2000). Drug discovery was then increasingly driven by external biotechnology experts in universities or biotechnology companies rather than chemistry experts of large pharmaceutical companies (Corr and Williams, 2009). Indeed, it appears that the POC was needed to organize the externalization of the upstream process. This more upstream interpretation is largely found through academic literature in biological and biomedical sciences (for instance see Stone et al., 2020). This interpretation is also depicted in pharmaceuticals in the Biomedical Technology Readiness Levels provided in the appendix of the Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook of the DoD (Office of the Director Defense Research and Engineering, 2009). Indeed, we can read that TRL 3 decision criterion is about "[i]nitial proof-of-concept for candidate [drugs or biologics/vaccines] constructs is demonstrated in a limited number of in vitro and in vivo research models". For medical devices, "in vivo and in vivo research models" is replaced by "laboratory model (may include animal studies)" whereas for medical Information Management/Information Technology (IM/IT) and medical informatics, decision criterion is expressed as follows: "Medical informatics data and knowledge representation schema are modeled."

The concomitance of these two interpretations of POC in the world of new biomedical technologies (e.g., in a single research article, see Detela and Lodge (2019)) causes confusion when it comes to technology transfer between laboratories or research organizations to pharmaceutical or medical device companies. In fact, the former type of stakeholders often speaks of POC to describe the fact that they had successfully conducted pre-clinical trials while this language refers to clinical trials for the latter type of stakeholder. This ambiguity in practices was revealed to us by a Technology Transfer Project Manager at SATT Lutec, a French structure that accompanies innovative projects from academic laboratories to the market. Indeed, he said that "the researcher may consider having established his/her POC by validating the mechanism of action on a few human cells while the industrialist thought that the drug had already been tested on several dozen sick patients" (interview date: 4 February 2019).

### **6.4.2 Public Research: Technology Transfer and Funding**

Proof of concept is not only used by researchers in biological or biomedical sciences, but also more generally in the public research ecosystem independently of the discipline. Two main uses of 'proof of concept' can be described.

### *Technology Transfer*

The first use, i.e., technology transfer (Feller, 1990), draws inspiration from the assessment of technology maturity to ensure that the transfer between researchers (ART) to the mission planners (SRT) took place at the right point (Sadin et al., 1989). For instance, Jensen and Thursby (2001) used the terminology of 'proof of concept' to describe a stage of development for university inventions when they were licensed. In the same line, Markman et al. (2005) found that licensing strategy of university-based technology is "strongly influenced by the stage of the technology, which they classify into four overlapping categories including early-stage inventions, proof of concept, reduction to practice, and prototyping". For the 'proof of concept' stage described as follows: "[a]n idea or new technology has been developed to the point that it shows signs of having the proposed effect", licensing for sponsored research is preferred while "market applications are still unclear" (Markman et al., 2005). Clarysse et al. (2007) who studied the creation of academic spin-offs said "[t]he stage of NPD of the spin-off at start-up was defined on a scale where: 1 = idea phase; 2 = proof of concept, i.e.  $\alpha$  prototype; 3 = prototype that works in a real-life environment, i.e.  $\beta$  prototype; 4 = concrete market-ready product."

### *Funding Program*

The second use draws inspiration from the 'proof of concept' funding programs of the U.S. National Science Foundation in the 1970s (Kispert et al., 1976). Indeed, it is not uncommon for governmental (for example, 'BRIDGE Proof of Concept' from the Swiss National Science Foundation) and intergovernmental agencies to offer 'proof of concept' grants (for example, 'ERC PoC 2019' or 'ERC PoC 2020' from the European Research Council in the framework of Horizon 2020 program, the EU research and innovation funding program). On the French portal of the Horizon 2020 program, it is explained that such a grant is offered in order to support the researchers who develop ideas to be able to reach the market and cross the 'valley of death' of innovation. Several universities also support 'proof of concept' activities thanks to challenge funds (Mosey and Wright, 2007). These funds can come from University Technology Transfer Offices (UTTOs) (Markman, 2005) or 'PoC Centers' which help researchers in "the development and verification of a commercial concept, the identification of an appropriate target market, and the development of additional required protectable IP" (Maia and Claro, 2013). The general objective of these grants and incubation programs that sometimes use the reference of TRL 3 is to bring universities and research organizations results closer to industrialization and commercialization.

### **6.4.3 New Product Development, Innovation and Entrepreneurship**

The 'proof of concept' is often used to describe an early phase of the New Product Development (NPD) process (Clarysse, 2007; Heirman, 2007) and innovation processes (Bendavid and Cassivi, 2012) in line with the NASA' Phased Review Process. The transfer occurred in the 1980s and early 1990s (Cooper, 1994) probably due to the large representation of TRL scale' users within the circles of technological management diffusion. In the definition of 'proof-of-concept' given by Bendavid and Cassivi (2012), i.e., the demonstration of the technical feasibility of the concept, one can easily see the footprint of NASA's

TRL 3 definition here. Moreover, as materiality is needed to perform a POC, its occurrence very often goes together with the term 'prototype', and even sometimes the two terms are combined to form a unique concept: 'proof of concept prototype' (Yu et al., 2018).

'Proof-of-concept' is also used to describe a new firm's development stage (Eesley, 2014). Moreover, with the birth of the start-up phenomenon in the early 2000s, entrepreneurs have massively embraced this wording and practice because of its powerful attractiveness, especially towards potential investors (Eesley, 2014). With such a label, entrepreneurs hope to attract and convince them that the concept and the business is worth investing in while providing early evidence of success. This evidence of success can be related to technical or business/market issues. For instance, it is recognized that investors such as Venture Capitalists (VCs) prefer to invest in a technology that has proven its technical feasibility (Clarysse et al., 2017). Moreover, POC enriches market surveys that have their limitations regarding radical innovations for which functional requirements remain to be conceived. The POC will help to determine them through the test of pseudo-solutions on pseudo-users. In the context of B2B or B2BC start-ups, entrepreneurs also aspire to attract potential clients through a 'proof of concept' contract, sometimes paid, sometimes free. These clients are often large groups given the market and the promotional image that it can represent to the start-up and the widespread practice of open innovation in large groups (Chesbrough, 2003; Weiblen and Chesbrough, 2015). According to Bpifrance, the French public investment bank, on the side of start-ups, POC is an opportunity to "generate revenue by acquiring customers [and] to engage quickly with large groups, with few technical constraints, and demonstrate the value of a start-up's services" while on the side of large groups, POC "allows to assess the capacity of the solution to meet the expectations of the large group and to see whether collaboration between the two stakeholders can be considered on a larger scale". In addition, 'proof of concept' is increasingly found in support structures such as (corporate) incubators and accelerators to depict either an entry or an exit point in the same line of NASA's Instrument Incubator Program. In addition, the POC is not confined to cases of entrepreneurship but also applies to cases of intrapreneurship. In that case, the target audience of the POC is internal to the company. Performing a 'proof of concept' study can help intrapreneur "selling the initiative internally and justifying funding" (Hienerth et al., 2011) similarly to entrepreneurs or generate internal feedback before presentation to the client.

Finally, the POC is increasingly represented in the world of design thinking (Brown, 2008; 2009) and design sprint (Knapp et al., 2016). Even if this term is very weakly present or even absent from the original texts and seems to appear from nowhere, it has a real stake and interest in the contracting between design agencies and their clients in a reverse view of NASA and its contractors/suppliers. Indeed, the POC was also appropriated by SMEs such as 'les Sismo', a French independent industrial design and innovation agency. Les Sismo began to use the POC term to put a word on existing practices in the late 2000s. Then, les Sismo embraced the POC in the mid-2010s to characterize a service that can be sold to clients through a quote and therefore to ensure remuneration while the final innovation is still under design.

#### 6.4.4 Information Technology (I.T.): Implementation and Security

Finally, we also find 'proof-of-concept' in the context of implementation and security management, as in I.T. industry.

##### *I.T. Implementation*

Some companies which are looking to implement new software or I.T. solutions do not content themselves to base the choice-making process of the publisher solely on fact sheets, presentations, or 'off-the-shelf' demos. They engage with potential suppliers through a POC in a similar manner that NASA does with contractors, or large companies with start-ups. Indeed, it allows the client company to both have first sight on the future efficiency, compatibility, and user acceptability of the solution, and on the reliability and capability of the potential supplier. As for the other sectors, this transfer probably took place in the 1980s-1990s when companies have undertaken large waves of outsourcing of their I.T. by entrusting external companies such as IBM. Since the rise in capacities of these same companies which have become proposal forces as well as the emergence of start-ups specialized in breakthrough I.T. technologies in the 2000s-2010s, the proposal to conduct a POC only comes from the I.T. company which would like to prospect clients by reassuring them about the value and feasibility in applying their cutting-edge technology (Big data, IA, blockchain, IoT, ...) into use cases of interest for the prospect. The POC can then mark the beginning of a broader collaboration between companies and even a co-design collaboration.

##### *IT Security*

The transfer to the I.T. security ecosystem is probably old because the experts in cybersecurity (i.e., defense and aerospace/aeronautic companies) are the same that first embrace the proof-of-concept terminology. Nevertheless, POC meaning here is more distant: Proof-of-concept is used to stress the vulnerability of an I.T. system to a (potential) cyber-attack or characterize the program or system that revealed this vulnerability or security breach (Wilson et al., 2016). Such a security vulnerability can constitute an entry point for malware capable of altering the DNA of the software or I.T. system and thus reprogramming it to divert its initial use or crashing it. The defect can be identified by developers or security experts before its release or by attackers after its release. Contrary to the numerous tests required to characterize I.T. solutions as 'attack-proof', a proof-of-concept only needs to work once and do not call for more development (e.g., optimization) than those requested to achieve the intended purpose. Proof-of-concept initiative aims to raise awareness about the existence of such a flaw and thus an opportunity or the rest to be done to correct it (Wilson et al., 2016).

#### 6.4.5 Cross-Domain Study Analysis Overview

In Figure 13 we provide an overview of this cross-domain analytical study that described transfers of 'proof-of-concept' in other ecosystems than the U.S. aerospace and aeronautic.

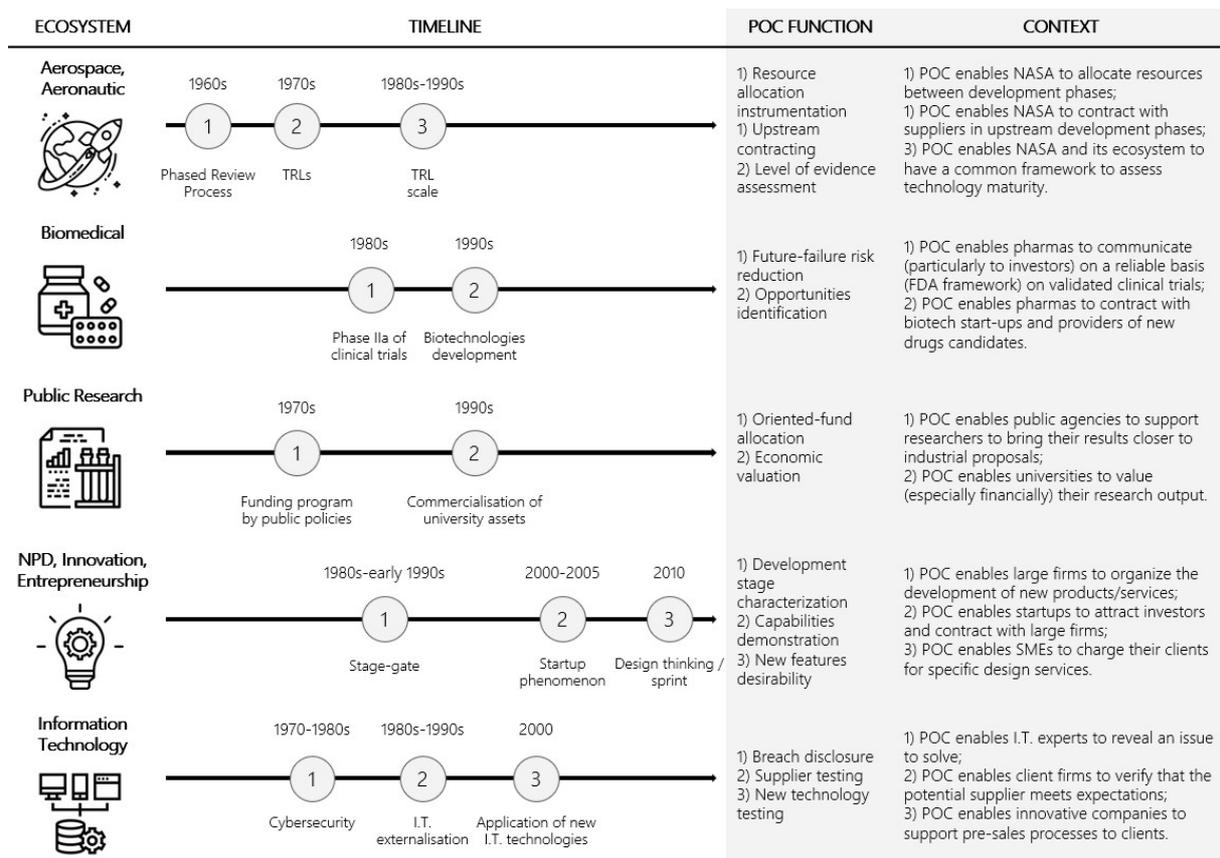


Figure 13: Cross-domain analytical study overview

## 6.5 Discussion and Conclusion

As a reminder, we seek to address the two following questions in the paper: (1) Where does the concept of 'proof-of-concept' come from and how has it evolved over time? (2) How does 'proof-of-concept' relate to a peculiar category of proof?

We showed that the 'proof-of-concept' was born in the 1960s in the U.S. aerospace and aeronautics ecosystem to organize resource allocation and drawing contracts with research and development partners, with the strong objective of putting a man on the Moon before the end of the decade. We saw that the concept was then used in contexts where there was a need to agree on the object of the transaction, in particular to reassure mission planners about the level of evidence achieved by the technology before allowing its transfer and integration into a future mission. A proof was therefore needed even if it could only be partial, knowing that the complete system was not yet there, and the tests were not carried out in the operational environment. We found this same logic of partial proof, or 'double proof', proof of validation and proof of exploration in transfers in the various ecosystems under study. It is quite easy to see a correlation between the appropriation of the POC by an ecosystem and an opening logic of the value chain that occurred. Thus, it is likely that the POC makes possible the entry of new actors. What is rather surprising is that this is not an entry through the downstream, which is rather usual, i.e., a company A handles the entire design and development process and then delegates the manufacturing to a company B. In the context of NASA and transfers, it is rather an entry through the

upstream. It is about contracting management knowing that the design activities have not yet been completed. The POC seems therefore to enable the disintegration of design value chains. When resource allocation or contracting processes already existed, they absorbed the POC while for those, such as public research, who did not, they adopted the TRL scale. While the exploratory nature of the proof is not easily identifiable in NASA's POC; to that end, one must look at the entire process. The articulation of these two types of proof is more easily palpable in the information systems ecosystem.

Characterizing the proof-of-concept as a double piece of proof could help to better position this object relative to other concepts that may appear in the first place as synonyms and are often used interchangeably. Among these terms, we think on the one hand of the 'test bench' or the 'prototype' (in the sense of a validator, see Ben Mahmoud-Jouini and Midler, 2019) which are only oriented towards proof of validation. On the other hand, we can distinguish the POC from the 'mock up', 'concept car/object' or 'stimulators' (*ibid.*) which are rather centered on proof of the need for further exploration as these boundary objects reveal problems, make the learning desirable, etc. As for the concept of 'demonstrator' (*ibid.*), the difference with the POC is more ambiguous because it contains both a demonstration logic (in the almost mathematical sense) and an exhibition logic (of the unknown). The POC might be distinguished from the demonstrator thanks to its supposed ability not only to gather proof of validation and proof of exploration but also to articulate both. Figure 14 underlines this dual function of proof managed by the POC concept.

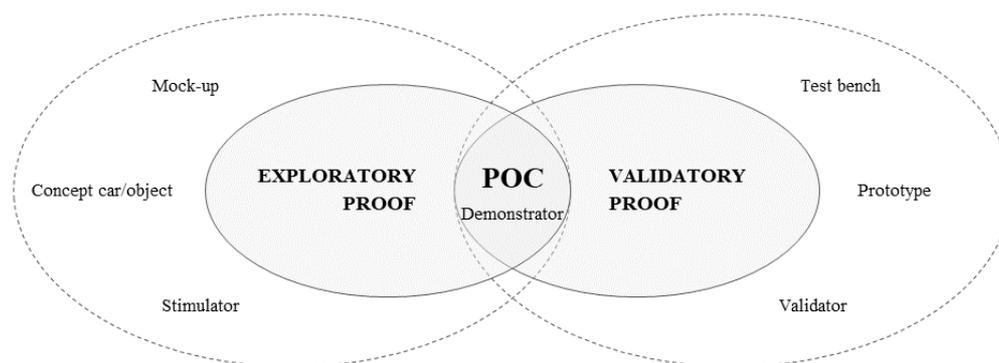


Figure 14: The dual proof function of proof of concept

We saw in this paper that the POC was mobilized in contexts where there were strategic issues regarding the design and evolution of its value chain, and most often upstream. In this sense, the POC has emerged as a particularly useful tool in crystallizing the intermediate stages of knowledge and relationships. The POC has also appeared in this paper as a powerful tool for decision-making thanks to its time pacing effect and the robustness and mastery it brings, even in contexts where uncertainty or even unknown are very present. As such, the POC seems to be part of a limited small number of objects that are capable of supporting decision-makers in highly exploratory contexts.

This paper does have limitations that need further study to address them. Additional work in the dating of transfers deserves to be done to validate our conjecture. Even more, descriptions of transfers especially in the I.T. ecosystems need to be better supported by academic references. For those which are starting

to be corroborated, it would be interesting, in the manner of cladistic phylogeny, to demonstrate more finely the common ancestries and go back to the closest of the transfer time. In addition, in the discussion, we started very succinctly to position the POC in relation to other 'synonyms'. Further research could likely deepen this investigation to better characterize the overlapping areas between POC and these other objects (e.g., experimentation (Thomke, 2003, Gillier and Lenfle, 2019)) as well as what makes the specificities of the POC. Continuing to investigate the thesis that we began to sketch in this article is a stimulating perspective: in particular, we strive to study how the POC can not only concatenate proof of validation and proof of exploration but go further by articulating both and thus obtaining synergistic phenomena.

## References

- Avorn, J. (2015), The \$2.6 billion pill—methodologic and policy considerations, *New England Journal of Medicine*, 372:20, 1877-1879.
- Bendavid, Y., & Cassivi, L. (2012), A 'living laboratory' environment for exploring innovative RFID-enabled supply chain management models, *International Journal of Product Development*, 17:1-2, 94-118.
- BenMahmoud-Jouini, S., & Midler, C. (2020), Unpacking the notion of prototype archetypes in the early phase of an innovation process, *Creativity and Innovation Management*, 29:1, 49-71.
- Brown, T. (2008), Design thinking, *Harvard business review*, 86:6, 84.
- Brown, T. (2009), *Change by design: How design thinking creates new alternatives for business and society*, New York: Collins Business.
- Bunge, M. (1970), The physicist and philosophy, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 1:2, 196-208.
- Callon, M. (1984), Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen of St Brieuc Bay, *The sociological review*, 32:1\_suppl, 196-233.
- Cartwright, M. E., Cohen, S., Fleishaker, J. C., Madani, S., McLeod, J. F., et al. (2010), Proof of concept: a PhRMA position paper with recommendations for best practice, *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 87:3, 278-285.
- Chesbrough, H. (2006), *Open business models: How to thrive in the new innovation landscape*, Boston: Harvard Business Press.
- Clarysse, B., Wright, M., Lockett, A., Mustar, P., & Knockaert, M. (2007), Academic spin-offs, formal technology transfer and capital raising, *Industrial and Corporate Change*, 16:4, 609-640.
- Comité Richelieu and Le médiateur des entreprises (2019), *Osez l'innovation, De l'idée à l'industrialisation : réussissez votre preuve de concept*, ministère de l'Economie et des Finances, Paris.
- Cooper, R. G. (1994), Third-generation new product processes, *Journal of Product Innovation Management*, 11:1, 3-14.
- Corr, P., and Williams, D. (2009), The pathway from idea to regulatory approval: examples for drug development, in: Lo, B. and Field, M.J (Eds.), *Conflict of Interest in Medical Research Education and Practice*, Washington D.C.: National Academies Press, 375-383.
- Detela, G., & Lodge, A. (2019). EU regulatory pathways for ATMPs: standard, accelerated and adaptive pathways to marketing authorisation. *Molecular therapy. Methods & clinical development*, 13:1, 205-232.
- Drews, J. (2000), Drug discovery: a historical perspective, *Science*, 287:5460, 1960-1964.
- Elmqvist, M., & Segrestin, B. (2007), Towards a new logic for Front End Management: from drug discovery to drug design in pharmaceutical R&D. *Creativity and Innovation Management*, 16:2, 106-120.

- Emme, E. M. (1961), *Aeronautics and astronautics: An American chronology of science and technology in the exploration of space, 1915-1960*, Washington D.C.: US Government Printing Office.
- Evans, A. G., & Varaiya, N. P. (2003). Anne Evans: assessment of a biotechnology market opportunity. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 28:1, 87-105.
- Eesley, C. E., Hsu, D. H., & Roberts, E. B. (2014), The contingent effects of top management teams on venture performance: Aligning founding team composition with innovation strategy and commercialization environment, *Strategic Management Journal*, 35:12, 1798-1817.
- Feller, I. (1990), Universities as engines of R&D-based economic growth: They think they can, *Research Policy*, 19:4, 335-348.
- Few, D.D., (1987), *A Perspective on 15 Years of Proof-of-Concept Aircraft Development and Flight Research at Ames-Moffett by the Rotorcraft and Powered-Lift Flight Projects Division, 1970-1985*, Scientific and Technical Information Office, NASA (National Aeronautics and Space Administration), Washington D.C.
- Fink, D. W. (2009), FDA regulation of stem cell-based products, *Science*, 324:5935, 1662-1663.
- GAO (Government Accounting Office). (1999), *Best practices: Better Management of Technology Development Can Improve Weapon System Outcomes*, United States General Accounting Office), Washington D.C.
- Gillier, T., & Lenfle, S. (2019), Experimenting in the unknown: lessons from the Manhattan project, *European Management Review*, 16:2, 449-469.
- Golder, P. N. and Mitra, D. (Eds.). (2018), *Handbook of research on new product development*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Griggs, W. M., Wood, J.K. (1966), *An advanced meteorological system, phase II (proof-of-concept)*. [online] Defense Technical Information Center. Available at: <https://apps.dtic.mil/docs/citations/AD0655389> (accessed 30.04.2020).
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Reich, Y., and Weil, B. (2011), A systematic approach of design theories using generativeness and robustness, *Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design (ICED 11)*, Lyngby/Copenhagen, Denmark, August 15-19, 2011, *Impacting Society through Engineering Design*, 2: Design Theory and Research Methodology, 87-97.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Reich, Y., and Subrahmanian, E. (2018), Design theory: a foundation of a new paradigm for design science and engineering, *Research in Engineering Design*, 29:1, 5-21.
- Héder, M. (2017), From NASA to EU: The evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation, *The Innovation Journal*, 22:2, 1-23.
- Heirman, A., & Clarysse, B. (2007), Which tangible and intangible assets matter for innovation speed in start-ups?, *Journal of Product Innovation Management*, 24:4, 303-315.
- Hienerth, C., Keinz, P., & Lettl, C. (2011), Exploring the nature and implementation process of user-centric business models, *Long Range Planning*, 44:5-6, 344-374.
- Jean F. (2016), *L'échange génératif de technologies innovantes : engagement conceptif et conception de la valeur* [PhD Thesis], PSL Research University.
- Jekunen, A. (2014), Decision-making in product portfolios of pharmaceutical research and development—managing streams of innovation in highly regulated markets, *Drug design, development and therapy*, 8:1, 2009-2016.
- Jensen, R., and Thursby, M. (2001), Proofs and prototypes for sale: The licensing of university inventions, *American Economic Review*, 91:1, 240-259.
- Karlsson, C. (Ed.) (2016), *Research methods for operations management*, London: Routledge.
- Kispert, R. G., Sadek, S. E., & Wise, D. L. (1976), An evaluation of methane production from solid waste, *Resource Recovery and Conservation*, 1:3, 245-255.
- Knapp, J., Zeratsky, J., and Kowitz, B. (2016), *Sprint: How to solve big problems and test new ideas in just five days*, New York: Simon and Schuster.

- Le Masson, P., Weil, B., and Hatchuel, A. (2010), *Strategic management of innovation and design*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Maia, C., & Claro, J. (2013), The role of a Proof of Concept Center in a university ecosystem: an exploratory study, *The Journal of Technology Transfer*, 38:5, 641-650.
- Mankins, J. C. (1995), *Technology Readiness Levels: A White Paper*, Advanced Concepts Office, Office of Space Access and Technology, NASA.
- Mankins, J. C. (2009), Technology readiness assessments: A retrospective, *Acta Astronautica*, 65:9-10, 1216-1223.
- Markman, G. D., Phan, P. H., Balkin, D. B., & Gianiodis, P. T. (2005), Entrepreneurship and university-based technology transfer, *Journal of business venturing*, 20:2, 241-263.
- Marvel, J. A., Saidi, K., Eastman, R., Hong, T., Cheok, G., and Messina, E. (2012), Technology readiness levels for randomized bin picking, In *Proceedings of the Workshop on Performance Metrics for Intelligent Systems*, College Park, Maryland, March 20-22, 2012, 109-113.
- Mosey, S., & Wright, M. (2007), From human capital to social capital: A longitudinal study of technology-based academic entrepreneurs, *Entrepreneurship theory and practice*, 31:6, 909-935.
- OAST (Office of Aeronautical and Space Technology), 1991. *Integrated Technology Plan for the Civil Space Program*, NASA (National Aeronautics and Space Administration), Washington D.C.
- Office of the Director Defense Research and Engineering. (2009). *Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook*, Department of Defense, Washington D.C.
- Office of the Press Secretary (1988), *Fact sheet: Presidential Directive on National Space Policy*, NASA (National Aeronautics and Space Administration) Historical Reference Collection, History Office, NASA Headquarters, Washington D.C.
- Plattner, H., Meinel, C., and Leifer, L. (Eds.). (2018), *Design Thinking Research: Making Distinctions: Collaboration Versus Cooperation*, Cham: Springer.
- Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident. (1986). *Report of the President*. NASA (National Aeronautics and Space Administration), Washington D.C.
- Preskorn, S. H. (2014), The role of proof of concept (POC) studies in drug development using the EVP-6124 POC study as an example, *Journal of Psychiatric Practice*, 20:1, 59-60.
- Ries, E. (2011), *The lean start-up: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses*, New York: Crown Books.
- Rotenstreich, N. (1963), On constructing a philosophical system, *Logique et Analyse*, 6:21/24, 179-194.
- Sadin, S. R., Povinelli, F. P., & Rosen, R. (1989). The NASA technology push towards future space mission systems. *Acta Astronautica*, 20, 73-77.
- Sekaran, U. (1992), *Research methods for business*, New York: John Wiley & Sons.
- Space Task Group (1969), *The Post-Apollo Space Program: Direction for the Future*, NASA (National Aeronautics and Space Administration) Historical Reference Collection, History Office, NASA Headquarters, Washington D.C.
- Star, S. L., and Griesemer, J. R. (1989), Institutional ecology, translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39, *Social studies of science*, 19:3, 387-420.
- Stone, V. M., Hankaniemi, M. M., Laitinen, O. H., Sioofy-Khojine, A. B., Lin, A., Lozano, I. D., ... & Hytönen, V. P. (2020), A hexavalent Coxsackievirus B vaccine is highly immunogenic and has a strong protective capacity in mice and nonhuman primates, *Science Advances*, 6:19, eaaz2433.
- Straub, J. (2015), In search of technology readiness level (TRL) 10, *Aerospace Science and Technology*, 46:1, 312-320.
- Thomke, S. H. (2003), *Experimentation matters: unlocking the potential of new technologies for innovation*, Boston: Harvard Business Press.

- Waring, M. J., Arrowsmith, J., Leach, A. R., Leeson, P. D., Mandrell, S., Owen, R. M., ... & Wallace, O. (2015), An analysis of the attrition of drug candidates from four major pharmaceutical companies. *Nature reviews Drug discovery*, 14:7, 475-486.
- Weiblen, T., & Chesbrough, H. W. (2015), Engaging with start-ups to enhance corporate innovation, *California management review*, 57:2, 66-90.
- Wilson, A., Schulman, R., Bankston, K., & Herr, T. (2016), *Bugs in the system*. Washington D.C.: New America.
- Yu, F., Pasinelli, M., and Brem, A. (2018), Prototyping in theory and in practice: A study of the similarities and differences between engineers and designers, *Creativity and Innovation Management*, 27:2, 121-132.
- Yuan, J., Pang, H., Tong, T., Xi, D., Guo, W., & Mesenbrink, P. (2016), Seamless phase IIa/IIb and enhanced dose-finding adaptive design, *Journal of biopharmaceutical statistics*, 26:5, 912-923.



# Chapitre 7. Article 2

The Logics of Double Proof in Proof of Concept –  
A Design Theory-based Model of Experimentation in the Unknown

**Abstract:** The literature on design distinguishes between exploration-based experimentation and validation-based experimentation. This typology relies on an assumption that exploration and validation cannot and should not be performed simultaneously in the same experimentation. By contrast, some practitioners, such as les Sismo, propose that proof of concept might combine these two logics. This raises the question of what design logic might enable this type of combination of exploration and validation. We first use design theory to build an experimentation design framework. This framework highlights a typology of proof logics in experimentation related to proof of the known and proof of the unknown. Second, we show that these proof models are supported by les Sismo's cases and describe a diversity of arrangements of exploration and validation mechanisms: sequential, parallel, and combinational. Through the formalisation of proof of concept as a double proof (proof of the known and proof of the unknown), we show that proof of concept can be more than a tool for the go/no-go decision by gradually validating propositions, questioning the relevance of propositions, and discovering new propositions to be investigated and tested.

**Key words:** Design theory, unknown, modelling, experimentation, proof of concept

## 7.1 Introduction

Since its introduction in the United States aeronautics and aerospace ecosystem in the 1960s, proof of concept (POC) has progressively become a gold standard early test step in design processes (Bendavid and Cassivi, 2012; Cooper and Sommer, 2016). In the mid-2010s, les Sismo, which is a French independent design studio founded in 1997, adopted this terminology and transformed it into a service offering for its clients. Les Sismo consists of about 20 designers who articulate the skills necessary for the creation, strategy, and realisation of humanist projects for private and public organisations. Les Sismo is renowned for its expertise in POC for service and experience design in the French design community. In 2018, les Sismo shared that it found PoCs to be valuable not only for validation but also exploration. It declared that its PoCs identify some scientific experimentation codes, but did not state them. By contrast, it declared that its PoCs generate results richer than those from scientific experimentation, but did not explain the additional cognitive value achieved compared with scientific experimentation or the manner in which this occurred. Only snippets of additional information can be found in the literature because, to the best of our knowledge, no rigorous, systematic, and scientific research on this notion has been undertaken. The research community has interpreted the massive adoption of POC by various actors and ecosystems in recent years as a trivial phenomenon; however, in our view, it contains an interesting research object. We believe that the success of POC can be explained by its original ability to combine

the proof of the known and proof of the unknown. Our purpose in this paper is to investigate this double nature of POC.

## **7.2 Literature Review and Experimentation Design Modelling**

### **7.2.1 Validation and Exploration: Beyond Negative Interference, Towards Positive Interference**

The literature suggests that there are several possible forms of experimentation (see, for instance, Gillier and Lenfle, 2019). In particular, the design literature has focused on distinguishing between exploration-based experimentation and validation-based experimentation (Ben Mahmoud-Jouini and Midler, 2020; Blomkvist and Holmlid, 2011; Cross, 2008; Nicolaÿ and Lenfle, 2019; Jensen et al., 2017). These typologies reflect a good practice of the scientific method (Hacking, 1983), which recommends that researchers should first explore and then validate (Simpson, 1978). Such a sequential approach is supported by the fact that exploration and validation are identified as two mechanisms that are mutually detrimental. Exploration induces biases in the validation process and, by contrast, validation induces barriers in the discovery process (Guilford, 1957; March, 1991); that is, the literature almost systematically presents the interaction between exploration and validation as destructive, to use the language of wave theory. The massive literature that supports this thesis suggests that this case exists, but we question whether this thesis can be extended. We question whether other interaction scenarios can be considered, for example, a neutral or synergistic interaction in which the performance of the validation and exploration processes performed simultaneously is, respectively, identical to or greater than the performance of the processes performed separately. Additionally, we question whether these typologies are theoretical impossibilities or are waiting for empirical cases to be described. A peripheral part of the literature claims that other arrangements of validation and exploration is possible (Gillier and Lenfle, 2019; Löfqvist, 2009). Some literature, both old and recent, underlines the importance of the scientific method, that is, a systematic, rigorous, and organised activity as a means of discovery (Jobin et al., 2020; Lakatos, 1977; Le Châtelier, 1936; Mees and Leermakers, 1950; Perrin, 1948). However, these studies remain at the statement level and lack a rigorous framework for modelling the production of knowledge associated with the validation and exploration mechanisms. Therefore, we consider what validation and exploration mechanisms are at work in POC, and the associated conditions.

### **7.2.2 Experimentation Modelling: Contributions of Statistical Theory Enriched by Design Theory**

For a long time, the literature on statistical tests has clarified widely disseminated validation logic (Dagnelie, 2000; Emmert-Streib and Dehmer, 2019; Neyman et al., 1933). This logic contains a design hypothesis: we can design at least one unit, and identify and measure some of its characteristics, called variables. Statistical test theory presupposes, more broadly, an intrinsic design activity (e.g., hypothesis design) and sometimes requires design effort when available tools are not appropriate (e.g., a new

observation instrument), but suggests that these elements are given. Moreover, in the test theory framework, the knowledge bases on which the experimentation rely also remain largely implicit. A clarification study could better underline the gap between what was known and unknown before and after experimentation and therefore trace the accumulation or expansion of knowledge. More generally, it could also provide a better understanding of both what happens during experimentation and the results obtained, particularly when they are not as expected. The latest advances in design theory (Le Masson et al., 2017; Hatchuel et al., 2018) may contribute to this explanation effort, and integrate and complete the experimentation modelling provided by test theory and Thomke (2003). Concept-knowledge (C-K) theory (Hatchuel and Weil, 2009) was chosen for formalising a general framework to monitor the reasoning mechanisms of exploration and validation in experimentation (Hatchuel et al., 2013) because of its most advanced ability to account for the generativity of a design process (Hatchuel et al., 2011; Hatchuel et al., 2018). C-K theory models the design process through the dual expansion of the concept space and knowledge space. Knowledge (K) is a logical proposition that can be assessed as true or false. A concept (C) is a desirable proposition that has no logical status in the existing knowledge space (i.e., neither true nor false).

### 7.2.3 Proposal for a General Framework of Experimentation Design based on C-K Theory

The general framework in Figure 15 is based on the following notation. The initial concept is characterised by a partially unknown entity (X), which verifies a set of properties (P), for instance, "common spaces that re-enchant the customer". The expansion of the concept space is performed through the generation of a set of properties (Pi), for instance, "by improving check-in",  $i = 1, \dots, n$  and  $j = 2, \dots, n$ .

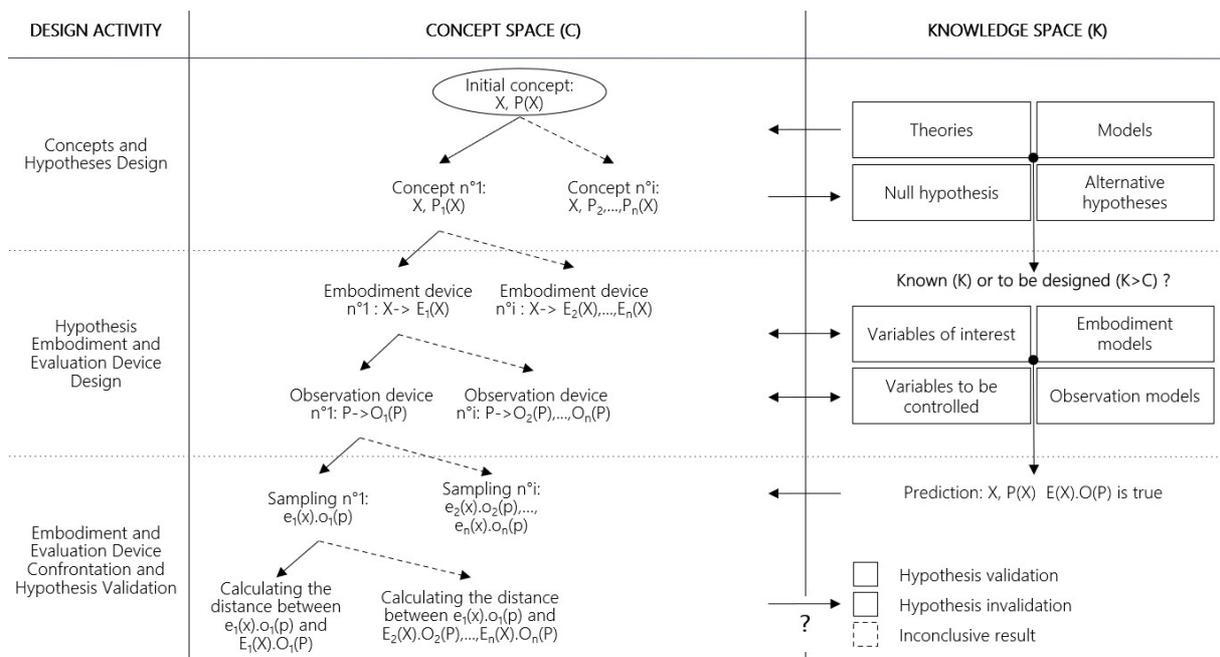


Figure 15: General framework of experimentation design based on C-K theory

## 7.3 Methodology

### 7.3.1 Research Approach

Based on this general framework of experimentation design, we highlight three typologies of learning mechanisms associated with proof models. We call these proof models proof of the known, proof of the known and proof of an independent unknown, and proof of the known and proof of a dependent unknown. For each of these models, we attempt to identify these learning mechanisms in POC cases conducted by les Sismo. We selected five cases of les Sismo's POC following theoretical sampling. In a sense, we chose them for their ability to illustrate the three proof models and not for their potential for generalisation or representativity (Eisenhardt and Graebner, 2007).

### 7.3.2 Data Collection and Analysis

The data collection was performed as part of an intervention research study (Hatchuel and David, 2008; Radaelli et al., 2012) conducted by the authors from October 2018 at les Sismo. We use five client project cases to illustrate the proof models: one to illustrate the mechanism of the proof of the known (Illustration 1.1), two to illustrate the mechanism of the proof of the known and proof of an independent unknown (Illustrations 2.1 and 2.2), and two to illustrate the mechanism of the proof of the known and proof of a dependent unknown (Illustrations 3.1 and 3.2). Regarding Illustrations 1.1, 2.1, 2.2, and 3.1, POC took place between February 2016 and October 2017. Data collection for retrospective analysis was performed between October 2018 and April 2019 through formal and informal interviews with project managers and co-founders. These data were triangulated and supplemented by information from working documents and project deliverables found in les Sismo's digital archives. For Illustration 3.2, a longitudinal study (Åhlström, and Karlsson, 2016) was conducted by the first author between November 2018 to April 2019. The design of the POC started in December 2018 and POC took place in March 2019. Given that the launch of the project was in January 2018, interviews with members of the project team were conducted and information was collected from internal documents (e.g., working documents, minutes of meetings with clients, and deliverables) prior to November 2018. The data from November 2018 was collected through frequent participation in working sessions with the project team or in pairs with the project manager, active participation during the two days of testing, and follow-up on the elaboration of restitution and list of recommendations. For each illustration, we used the same description structure based on the general framework proposed: concept and hypothesis design, hypothesis embodiment and observation device design, embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation, and outcomes.

## 7.4 Three Proof Models and Associated Illustrations

### 7.4.1 Type 1: Proof of the Known

#### *Reasoning Mechanism 1*

This first proof model describes experimentation for which the learning process is limited to the validation or invalidation of a set of hypotheses, for example, performing an operation from the C space to the K space, that is, a conjunction in the terms of C-K theory. The reasoning mechanisms of this type of experimentation are the very essence of a statistical test. Test theory foresees two possible outcomes, that is, the rejection of the null hypothesis in favour of the alternative hypothesis or the rejection of the alternative hypothesis in favour of the null hypothesis, that produce an extension or sophistication of theories and models. Moreover, there is a third transitory case in which the test is inconclusive, that is, sometimes the data tend towards the null hypothesis validation and sometimes the data tend towards the alternative hypothesis validation. This case requires the designer/experimenter to verify its experimental design<sup>11</sup>, and if necessary, use the identification of a new variable to revise its experimental design to conduct a better controlled experimental process in the hope of validating the hypothesis. This proof model relies on sequential logic: exploration and then validation.

### *Illustration 1.1*

**Concept and hypothesis design.** The client organisation was a French hotel chain that offers short- and medium-term rental apartments in cities. In the mid-2010s, the organisation was challenged by new protean competition and changing consumption patterns. In this context, the organisation initiated several projects, such as the renovation of its aparthotels. Unfortunately, this massive investment did not result in significant improvement in the opinion and brand identification of its clients. In 2016, the brief delivered to les Sismo was to help the organisation to transform common spaces to re-enchante customers. Les Sismo started its mission by conducting observations and interviews in the common areas of a hotel (e.g., corridors, lifts, parking, and rubbish bin area). It conducted an observation relevant to an inquiry in the rubbish bin area. Indeed, it observed that almost-new objects were abandoned next to the rubbish bins. By pushing the investigation with employees, les Sismo learned that this observation was not an isolated case, and a large number of clients stayed for several months for professional reasons. These professional customers enjoyed customising their apartments with accessories (e.g., cushions, curtains, small furniture, and frames). Les Sismo proposed an object library in the hotel lobby containing items that clients could borrow free of charge and without a time limit simply by notifying an employee. These objects would allow clients to customise or equip their apartment to make their stay more pleasant. The project sponsors were resistant to this idea because they feared that the items would be stolen. The project sponsors finally conceded that they should not automatically dismiss the concept based on this hypothesis, but the hypothesis had to be validated using field experimentation.

**Hypothesis embodiment and observation device design.** Les Sismo bought and installed a library containing about 20 items (e.g., lamps, frames, mirrors, fitness weights, and cushions) in the lobby of a

---

<sup>11</sup> Nous utilisons l'expression « experimental design » comme un synonyme de « design of experiments », couramment traduit par « plan d'expériences » en français.

hotel in the chain. The service was promoted at the reception desk and through a sign on the library stating "items to borrow for personalising your apartment". The POC lasted six months. The objects were tracked during the six months by the receptionists using a very simple and low-cost system. Each item was labelled with a code (three letters and two digits) and referenced in an Excel spreadsheet. When a client wanted to borrow an item, a receptionist retrieved the associated code and registered it in the Excel spreadsheet. The receptionists regularly compared the library inventory and the data in the Excel spreadsheet. Les Sismo conducted observations and interviews during the first week to survey the client experience in relation to the object library.

**Embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation.** During the test period, no theft was reported, to the great surprise of the client sponsors, which allowed les Sismo to invalidate the client's hypothesis. The original evaluation setup enabled the observation of a phenomenon that was even further from the sponsors' view of their clients: the receptionists tracked an increase in the quantity of objects through the contributions of some clients.

**Outcomes.** The POC allowed les Sismo to invalidate the client's hypothesis and validate its own hypothesis. The POC permitted the validation of the desirability and viability of the concept. At the end of the POC, the test establishment decided to integrate the object library in a sustainable manner in terms of both the content and logistics. At the end of 2020, two-thirds of the aparthotel network implemented the object library, which represents about 80 establishments.

## 7.4.2 Type 2: Proof of the Known and Proof of an Independent Unknown

### *Reasoning Mechanism 2*

This second proof model describes experimentation that not only allows hypothesis validation but also reveals unknown peripheral variables, that is, variables that do not have a direct impact on the outcome of the hypothesis validation. Such a discovery requires the prior design of an extended observation device and model to enable this capture, and clarification of knowledge bases to enable its recognition as a novelty. In this proof model, validation and exploration are performed in parallel. The exploration mechanism relies on the validation mechanism, but does not interfere with it. The designer/experimenter takes advantage of the experimental scenario to explore the periphery.

### *Illustration 2.1*

**Concept and hypothesis design.** The client organisation was a major European hotel group that faced similar challenges to those presented in the previous illustration. The group asked les Sismo to help it to reinvent the hosting experience in one of its hotel brands to attract new customers, particularly Millennials. The inspiration phase highlighted that Millennials want to save money, even if it means more work for them. The ideation phase gave rise to the hypothesis that a collaborative economy could be implemented by asking clients to perform certain tasks in return for economic savings. Les Sismo wanted to test what tasks customers were willing to perform and how they wanted to be rewarded.

**Hypothesis embodiment and observation device design.** For a few days, the clients of a hotel in the chain were offered the possibility of undertaking some tasks (e.g., make the bed, vacuum, wash windows, and carry out small repairs) in exchange for a €5 voucher that could be used in a selection of shops nationally. Tasks were calibrated to last no more than 30 minutes and did not require training. Each task had a checklist and the required items or tools. These kits evolved during the week. The hotel's employees were responsible for explaining the test, in addition to the promotion of daily tasks, checking each accomplished task, and rewarding clients. During the test week, there was a follow-up of the tasks performed by clients and the discount vouchers provided. In a complementary manner, les Sismo conducted observations and interviews with clients and employees. It investigated why the clients were more willing to perform some tasks, and their motivation.

**Embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation.** Twenty vouchers were given away in a holistic manner. Only "basic" and "self-contained" tasks were performed. Indeed, clients only performed tasks they were familiar with and did not perform tasks that could have an impact on someone other than themselves. One guest vacuumed a corridor, but every other task (small repairs, painting jobs, and window washing) remained undone. Regarding the possibility of making a bed, 90% of clients took the sheets and accepted making their beds and 50% declared that they would have done this without a reduction. Les Sismo learned that people accepted making their beds to ensure that it was done according to their expectations and, above all, to control the cleanliness of the mattress.

**Outcomes.** The POC clarified the field of validity of the concept relative to the possibility of the client performing certain tasks in exchange for a reduction. Furthermore, the POC revealed a peripheral variable: the importance to the client of easily checking the cleanliness of the mattress.

### *Illustration 2.2*

**Concept and hypothesis design.** The client organisation was a state agency in charge of employment. Its role is to compensate job seekers and guide them back to work, and to guide companies in their recruitment. In connection with its strategic plan for 2020, the organisation developed a new digital pathway for job seekers that was a great success. The agency wanted to replicate this success in the physical pathway of job seekers. Therefore, the agency launched a consultation in 2016 to obtain help with the development of a new agency model for its 1,000 local offices across the country. This consultation was won by les Sismo. Based on the inspiration phase conducted by les Sismo, a work axis emerged about a warmer and more reassuring welcome, and gave rise to a co-creation workshop dedicated to this theme. Propositions were made about furniture, decoration, space design, posture, and speech. Les Sismo formulated the hypothesis that meetings between counsellors and job seekers would be warmer if they were side by side rather than face to face. When les Sismo began to survey the employees, strong reactions emerged from some counsellors who categorically refused this new posture. As the discussion progressed, les Sismo understood that there were two types of meetings. The first type was dedicated to guiding the job seeker on his/her way back to work. The second type was dedicated to the discussion of financial support. This type of meeting was sometimes difficult, particularly regarding

overpayments. It was not uncommon for the tone to rise and the job seeker to become aggressive. The side-by-side posture was therefore a source of fear for counsellors who had regularly experienced this type of scenario. The traditional desk and face-to-face posture had the merit of creating a safe distance.

**Hypothesis embodiment and observation device design.** These first interviews helped les Sismo to narrow the test sample. The POC was conducted only for the first type of meeting in a voluntary agency for one week. The advisory areas were equipped with tables of different shapes (rectangular, square, and round) to test new postures. Two types of seats were installed around this table: a fixed seat for the job seeker and a mobile seat for the advisor, which allowed him/her to choose a position around the table. To facilitate the different types of positions during the interview, the advisors were equipped with portable computers. During the test week, les Sismo conducted observations of meetings between advisors and job seekers when possible, and interviewed them both to evaluate the advantages and disadvantages of each table shape. The criteria covered the exchange quality, screen sharing, freedom of movement, position ergonomics, and feeling of security. The last criterion was added following preliminary discussions.

**Embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation.** The POC generated information on the effects of this new posture; both positive (enhancement of human contact, apprehension reduced by conviviality, pleasant and peaceful environment for all, and dynamic and pedagogical posture) and negative (delicate proximity to difficult people, lack of ergonomics and practicality because of the table legs, and nuisance caused by the open architecture). A very interesting critical variable was indicated by advisors: the sound level. Being closer naturally invited job seekers to speak less loudly, which tended to reduce aggression and therefore, create a climate of confidence and serenity.

**Outcomes.** The POC allowed not only the validation of a new posture and the furniture characteristics that could promote and ease it, but also the identification of an unknown peripheral variable, which was the sound level.

### 7.4.3 Type 3: Proof of the Known and Proof of a Dependent Unknown

#### *Reasoning Mechanism 3*

This third proof model describes experimentation that reveals unknown variables that play a significant role in the outcome of hypothesis validation through invalidation or inconclusiveness. In the sense of test theory, it describes the identification of an unknown moderating variable, that is, a variable that changes the strength or direction of the effect between the two variables of interest. Such a discovery requires extended prior exploration (e.g., alternative hypotheses, embodiment and observation devices and models, and sampling) to enable the unknown variable to be captured. The discovery forces the designer/experimenter to clarify the validity conditions of the theory or model on which the hypotheses are based. This new known variable may be seen as an additional variable to be controlled or measured in future experimentation or as a source of innovation. This new known variable forces the

designer/experimenter to revise knowledge previously considered as established, that is, a K-reordering; and design undecidable hypotheses, models, and theories, that is, perform an operation from the K space to the C space, that is, a disjunction in the terms of C-K theory. In this proof model, validation and exploration are combined, and both mechanisms positively interfere with each other.

### *Illustration 3.1*

**Concept and hypothesis design.** The client organisation was a cooperative supermarket chain. An internal innovative challenge underlined the issue that it was difficult for some customers (e.g., older adults and frail people) to carry heavy items, and raised the idea of developing a new service to offer support to customers with heavy loads. Les Sismo was asked by the headquarters of the organisation to prototype and test the concept in 2016. The service concept can be divided into three main steps: scanning the labels of the heavy items using the supermarket's mobile application, presenting the barcodes in the mobile to the cashier for scanning, and collecting the heavy items at the supermarket's drive-through. The client organisation and les Sismo hypothesised that customers wanted this service to secure the development of the mobile application and its associated logistics.

**Hypothesis embodiment and observation device design.** The service concept was prototyped without the mobile application and implemented during five days at a supermarket in the chain. Service prototyping and delivery required few technical and human resources. The labels of 30 selected items were printed and positioned near the price tag using basic plastic supports. Customers who wanted support to carry these items could pick up the labels and present them to the cashier. The cashier then informed les Sismo representatives, who were wearing T-shirts flocked with the logo of the service concept and wings, who collected the items from the supermarket shelves. They transported the items to the drive-through via roller bins that the supermarket already had and put the items in the boot of the customer's car. For five days, les Sismo conducted observations and interviews with the supermarket's customers. The first hours and days were very disappointing, to the great surprise of the client organisation and les Sismo, because few people used the service. Les Sismo was so persuaded of the relevance of the concept that it made adjustments throughout the week. For example, it tried to improve communication about the service by increasing the service promotion devices and contact points (e.g., on the shopping trolley and at the supermarket's reception desk).

**Embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation.** The POC generated a first key piece of information that could have probably been identified by a prior observation step. When fragile people plan to purchase heavy items that they buy exceptionally (e.g., a bag of barbecue charcoal), they come with a relative, and the shopping session almost becomes an excuse to have company. This learning pushed les Sismo to refocus on items that people bought more regularly (pack of water or milk). The POC generated a second key piece of information that derived from a strange observation. Les Sismo observed an older adult who came to the supermarket at the beginning of the week and strongly refused the service. The same older adult came back a few days later and begged for the service. Les Sismo associated this reversal with the presence and absence of his wife on his first and second visits,

respectively. Les Sismo understood that the customer wanted, with a certain amount of pride, to show his wife that he was still able to carry heavy loads. Similarly, one parent shopping with a child did not tend to accept the service, although it was free of charge. Although the service added an additional step in the parent's journey (a stop at the withdrawal zone), the refusal was more related to the fact that the parent wanted to show that he/she was doing well on his/her own. Once the self-esteem variable was discovered, it helped les Sismo to clarify the following incomprehensible results: people who seemed to be in good shape used the service, whereas people who seemed to be vulnerable refused the service. Indeed, this provided an explanation of why people generally refused or accepted the service. People with good self-esteem tended to accept the service, whereas people with poor self-esteem viewed the service as disturbingly highlighting their vulnerability and therefore tended not to accept the service.

**Outcomes.** The POC allowed an invalidation of the concept for the initial target and, in that sense, led the client organisation to abandon the project while the investment in the project was very low. By contrast, the POC allowed the identification of a critical variable (self-esteem of the customer), which interfered with the test and caused some clients to decline the service.

### *Illustration 3.2*

**Concept and hypothesis design.** The client organisation was a global leader in urban mobility that develops, operates, maintains, and modernises innovative public transport systems. One of the goals reported in its strategic plan for 2025 was to place the travelling experience at the heart of its actions. In connection with this ambition, the client organisation launched a call for tender at the end of 2017 to find help to rethink the traveller's experience at the level of its information and sales areas, which take the form of a traditional counter. Les Sismo won this call for tender. The inspiration and ideation phase led les Sismo to formulate a hypothesis. It believed that the traveller's experience could be improved by the agent having a warmer posture, and that this new posture could be promoted by a new configuration of the counter furniture and area (in the same vein as Illustration 2.2).

**Hypothesis embodiment and observation device design.** Two configurations with different degrees of opening were prototyped. One of the configurations was embodied by a triangular counter with a completely open counter space and no difference in floor height compared with the remainder of the space. The prototyped counter furniture and area were installed during one day in a large network station in a reformed space. Another counter located nearby was closed to maximise the flow of travellers to the test area. A volunteer employee was seconded from his position to participate in the test. Before taking up the position, he was quickly briefed about the actions he could perform in the context of the test (e.g., he could only sell metro tickets). The issue related to queue management had already been identified, and to investigate this issue, different devices were added for the test (e.g., belt barriers) and different configurations were tested. Three designers were dedicated to the observation of the behaviour of travellers and employees during the day of the test of this second configuration. They had different viewpoints of the test area and station. They interviewed volunteer travellers in the station who either tested or did not test the new experience.

**Embodiment and observation device confrontation and hypothesis validation.** Regarding the hypothesis that the traveller's experience would be improved by giving the agent more freedom of movement, the test data were inconclusive. Travellers perceived the agent to be more dynamic and available in general with this new configuration. However, this new configuration induced agent behaviour that les Sismo had imagined, but not its consequences. The agent tended to move away more or less strongly from the counter space to better advise travellers. Returning to the perimeter close to the counter was not a reflex for the agent, but he continued to keep the counter in sight. He only returned to the counter area if someone started to wait there. The issue is that this counter configuration was so disruptive that few people understood that if they waited in this test area an agent would come soon. By contrast, on the way back, the agent was often intercepted by travellers, which created competition and therefore tension for travellers who were still waiting wisely near the counter. Les Sismo had thought about the problem of queue management at the counter level, but not at the station level. As queue management was already an observation criterion and because of les Sismo's observation model and device, les Sismo quickly became aware of this issue. It made this knowledge a lever for creating value through the creation of a new post: a "mobile agent" who was not associated with a counter and could provide an additional service in the station. This new position could limit the pitfall observed because the agent could pass the baton to the mobile agent if the advice required great mobility.

**Outcomes.** The POC clarified the area of validity of the concept: the POC showed the relevance of opening the counter, but not too much. Indeed, the other configuration tested that was semi-open was more appreciated by travellers and agents. Finally, the POC revealed the interdependence between agent mobility and queue management, and generated new creative ideas.

## 7.5 Conclusion and Discussion

In this paper, we investigated the question of what design logic might enable the combination of exploration and validation in proof of concept. We first used design theory to build an experimentation design framework. This framework highlighted a typology of proof logics in experimentation related to proof of the known and proof of the unknown. The key characteristics of these proof models are presented in Table 15. Furthermore, we found that the initial experimentation design influenced the type of proof models that could be achieved. If a minimum experimentation design was required to validate the hypothesis (proof of the known), additional design activity had to be performed to enable the proof of the unknown (e.g., extending the observation model and formulating a variety of hypotheses). The search for proof of the known is a necessary but insufficient condition for proof of the unknown. The more the designer/experimenter systematically explains the design alternatives and the associated knowledge (expansion), the more new concepts and knowledge will be generated.

Table 15: Key characteristics of the three proof models

Proof typology	Arrangement of exploration and validation mechanisms	How knowledge was proved	How the concept was proved
Proof of the known	Sequential: exploration then validation	Extension/sophistication of theories and models	N/A
Proof of the known and proof of an independent unknown	Parallel: experimentation is an opportunity for peripheral exploration	Extension/sophistication of theories and models	Identification of, for ex., unknown peripheral variables and hypotheses
Proof of the known and proof of a dependent unknown	Combinatorial: validation and exploration synergistically interfere	Reconsideration of, for example, variables, hypotheses, models, and theories	Regeneration of, for ex., variables, hypotheses, models, and theories

Second, we succeeded in identifying the three logics in POC cases conducted by les Sismo that were used in this paper as illustrations of the proof models. Experimentation design modelling and proof of the known support why les Sismo felt that its POC followed scientific reasoning. The mechanism for the proof of the known was found in both scientific experimentation and les Sismo's POC. Moreover, the clarification of the three proof models provided a better understanding of how POC can sometimes do more than a statistical test, which is a gold standard for scientific experimentation that focuses only on the proof of the known. In this sense, the POC may have generative properties superior to scientific experimentation. However, the reverse may also be true if the POC is not well designed and conducted; the proof of the known can therefore be reduced or aborted, and consequently, similarly for the proof of the unknown. The mechanisms highlight the difficulty in managing the POC. Indeed, many dimensions are mixed: some are related to the concept space and others to the knowledge space, and often associated with very varied bases of knowledge. Strong expertise is therefore needed to avoid falling back into the paradigm of a negative interaction between exploration and validation. Work remains to be done to investigate the most appropriate context for each of the three logics and explain further the differences between design activities regarding them. We used different client case studies to illustrate the three mechanisms, but further work should show that they are compatible, that is, these three mechanisms can be found in the same POC, but this makes POC management even more complex.

Finally, the modelling of the POC as a double proof, that is, proof of the known and proof of the unknown, enriches the unique representation of POC as a tool for the go/no-go decision (Bendavid and Cassivi, 2012; Cooper and Sommer, 2016). Indeed, beyond being a milestone in the design process, POCs can help with structuring the design process that must deal with the complex process of accumulation of knowledge and rediscussion of certain knowledge, similar to experimentation in the unknown. The mechanisms associated with the double proof provide a better understanding of how POCs can gradually validate dimensions, question the relevance of dimensions, and discover new dimensions to be tested.

## References

- Åhlström, P., & Karlsson, C. (2016), "Longitudinal field studies", In: Karlsson, C. (Ed.), *Research methods for operations management*, 2nd edition, Routledge, Abingdon-on-Thames, United Kingdom, pp. 214-248. <https://doi.org/10.4324/9781315671420>
- Bendavid, Y., & Cassivi, L. (2012), "A 'living laboratory' environment for exploring innovative RFID-enabled supply chain management models", *International Journal of Product Development*, Vol. 17 No. 1-2, pp. 94-118. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2012.051150>
- Ben Mahmoud-Jouini, S., & Midler, C. (2020), "Unpacking the notion of prototype archetypes in the early phase of an innovation process", *Creativity and Innovation Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 49-71. <https://doi.org/10.1111/caim.12358>
- Blomkvist, J., & Holmlid, S. (2011), "Existing prototyping perspectives: considerations for service design", *Proceedings of the 4th Nordic Design Research Conference*, Helsinki, Finland, May 29-31, 2011, pp. 31-40.
- Cooper, R. G., & Sommer, A. F. (2016), "The agile-stage-gate hybrid model: a promising new approach and a new research opportunity", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 33 No. 5, pp. 513-526. <https://doi.org/10.1111/jpim.12314>
- Cross, N. (2008), *Engineering design methods*, 4th edition, Wiley, Chichester, United Kingdom.
- Dagnelie, P. (2000), "La planification des expériences : choix des traitements et dispositif expérimental", *Journal de la Société française de statistique*, Vol. 141 No. 1-2, pp. 5-29.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007), "Theory building from cases: Opportunities and challenges", *Academy of Management Journal*, Vol. 50 No. 1, pp. 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- Emmert-Streib, F., and Dehmer, M. (2019), "Understanding statistical hypothesis testing: the logic of statistical inference", *Machine Learning and Knowledge Extraction*, Vol. 1 No. 3, pp. 945-961. <https://doi.org/10.3390/make1030054>
- Gillier, T., & Lenfle, S. (2019), "Experimenting in the unknown: lessons from the Manhattan project", *European Management Review*, Vol. 16 No. 2, pp. 449-469. <https://doi.org/10.1111/emre.12187>
- Guilford, J. P. (1957), "Creative abilities in the arts", *Psychological Review*, Vol. 64 No. 2, pp. 110-118. <https://doi.org/10.1037/h0048280>
- Hacking, I. (1983), *Representing and intervening: introductory topics in the philosophy of natural science*, 25th edition, Cambridge University Press, New York, United States of America.
- Hatchuel, A., and David, A. (2008), "Collaborating for management research, from action research to intervention research in management", In: A. B. Shani, S. A. Mohrman, Pasmore, W.A., Stymne, B., & Adler, N. (Eds.), *Handbook of collaborative management research*, SAGE Publications, Thousand Oaks, pp. 143-162. <http://dx.doi.org/10.4135/9781412976671>
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2009), "CK design theory: an advanced formulation", *Research in Engineering Design*, Vol. 19 No. 4, pp. 181-192. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-008-0043-4>
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Reich, Y., & Subrahmanian, E. (2018), "Design theory: a foundation of a new paradigm for design science and engineering", *Research in Engineering Design*, Vol. 29 No. 1, pp. 5-21. <http://dx.doi.org/10.1007/s00163-017-0275-2>
- Hatchuel, A., Le Masson, P., Reich, Y., & Weil, B. (2011), "A systematic approach of design theories using generativeness and robustness", *Proceedings of the 18th International Conference on Engineering Design*, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 15-19 August, 2011, pp. 87-97.

- Hatchuel, A., Reich, Y., Le Masson, P., Weil, B., & Kazakçi, A. (2013), "Beyond models and decisions: situating design through generative functions", Proceedings of the 19th International Conference on Engineering Design, Seoul, Korea, 19-22 August, 2013, pp. 233-242.
- Jensen, M. B., Elverum, C. W., & Steinert, M. (2017), "Eliciting unknown unknowns with prototypes: introducing prototrials and prototrial-driven cultures", *Design Studies*, Vol. 49 No. 1, pp. 1-31. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2016.12.002>
- Jobin, C., Le Masson, P., & Hooge, S. (2020), "What does the proof-of-concept (POC) really prove? A historical perspective and a cross-domain analytical study", XXIXème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, Online, June 10-12, 2020.
- Lakatos, I. (1977), *The methodology of scientific research programmes*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
- Le Châtelier, H. (1887), "Du mécanisme de la découverte scientifique", In: Letté, M. (2004), *Henry Le Chatelier (1850-1936) ou la science appliquée à l'industrie*, Presses universitaires de Rennes, Rennes, France. <https://doi.org/10.1016/10.4000/rh19.1171>
- Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2017), *Design theory*, Springer International Publishing AG, New York, United States of America. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-50277-9>
- Löfqvist, L. G. (2009), "Design processes and novelty in small companies: a multiple case study", Proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design, Palo Alto, United States of America, August 24-27, 2009.
- March, J. G. (1991), "Exploration and exploitation in organizational learning", *Organization Science*, Vol. 2 No. 1, pp. 71-87. <https://doi.org/10.1287/orsc.2.1.71>
- Mees, C. E. K., and Leermakers, J. A. (1950), *The organization of industrial scientific research*, 2nd edition, McGraw-Hill, New York, United States of America.
- Neyman, J., & Pearson, E. S. (1933), "On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Vol. 231No. 694-706, pp. 289-337.
- Nicolaj, A., & Lenfle, S. (2019), "Experimenting and prototyping the design of complex services", *European Review of Service Economics and Management*, Vol. 2019-2 No. 8, pp. 55-90.
- Perrin, J. (1948), *La nouvelle espérance*, Presses Universitaires de France, Paris, France.
- Radaelli, G., Guerci, M., Cirella, S., & Shani, A. B. (2012), "Intervention research as management research in practice: learning from a case in the fashion design industry", *British Journal of Management*, Vol. 25 No. 2, pp. 335-351. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2012.00844.x>
- Simpson, J. (1978), "What weather modification needs—a scientist's view", *Journal of Applied Meteorology*, Vol. 17 No. 6, pp. 858-866.
- Thomke, S. H. (2003), *Experimentation matters: unlocking the potential of new technologies for innovation*, Harvard Business Press, Brighton, United States of America.

# Chapitre 8. Article 3

La preuve de concept : un levier de régénération des organisations de santé par le développement de capacités de conception collective ?

**Résumé :** Les enjeux d'innovation contemporains – notamment dans le secteur de la santé – appellent à une transformation nouvelle des organisations, et plus largement des systèmes sociotechniques. Un levier de régénération de ces organisations est l'instauration d'un régime d'innovation répétée et durable. Au travers d'une étude de cas unique, nous explorons l'aptitude des preuves de concept (POC) à contribuer au développement de capacités de conception collective permettant de soutenir ce régime. Cette étude de cas s'appuie sur un projet de design intitulé « repenser les urgences pour les patients âgés en perte d'autonomie et en situation de handicap ». Il a été porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et l'agence de design les Sismo, et soutenu financièrement par la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (CNSA). Notre cadre d'analyse décrivant des capacités organisationnelles orientées conception a la vertu d'esquisser la pluralité des formes que peuvent prendre ces capacités de conception collective, et des acteurs qui les expriment et les développent grâce au POC selon une modalité de type formation-action. Le POC doit être utilisé comme une méthode « éclair » pour valider des hypothèses de valeur, mais aussi pour développer et explorer les conditions organisationnelles (connaissances, compétences, légitimités ...) manquantes pour poursuivre le processus de conception collective, et donc amorcer la régénération de l'organisation. Notre étude souligne également les limites méthodologiques du POC dans cette mission, notamment celle de restreindre l'exploration à quelques alternatives de conception, qui plus est des alternatives pour lesquelles les terrains d'expérimentation sont déjà connus et faciles d'accès. Pour identifier et contrôler le risque d'alimenter ainsi un régime d'« innovation orpheline », nous recommandons aux managers de POC de réaliser un référentiel de conception Concept-Knowledge (C-K).

**Mots-clés :** Preuve de concept, régime d'innovation, organisation orientée conception, capacités de conception collective, hôpital, urgences

## 8.1 Introduction

La complexité des enjeux d'innovation contemporains – notamment dans le secteur de la santé (vieillesse de la population, développement des maladies chroniques, etc.) – appelle à une transformation nouvelle des organisations, plus profonde et holistique que des adaptations locales (Hatchuel et al., 2002 ; Sangiorgi, 2011). Les enjeux sont si complexes que la conception d'une innovation seule, aussi utile soit-elle, ne peut que se révéler limitée pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il est rare qu'un nouveau produit, service, processus, etc. constitue la panacée, un remède permettant de résoudre toutes les ramifications d'un problème dont les contours restent généralement flous. Ensuite, l'appropriation de cette innovation par l'organisation nécessite de concevoir son intégration dans les

routines de l'organisation ou leurs évolutions. Enfin, les enjeux étant en constante mutation, la ou les réponses développées ne pourront apporter pleinement satisfaction que de manière transitoire. Les organisations doivent donc se doter d'une capacité de régénération, de reconfiguration (Teece et al., 1997), d'innovation répétée (Hatchuel & Le Masson, 2001). Toutefois, ces besoins managériaux contemporains posent de nouveaux défis sur la description des propriétés d'une organisation capable de se régénérer, et l'implémentation des routines, processus, et méthodes qui soutiennent ces capacités.

La preuve de concept (POC, pour *proof of concept*) fait partie des nombreuses méthodes de gestion de projet de conception innovante nées dans les agences gouvernementales états-uniennes entre les années 1940 et 1960, en lien avec la Seconde Guerre mondiale (e.g., projet Manhattan) ou la guerre froide (e.g., programme Apollo) (Gillier & Lenfle, 2019 ; Hodgson, 2004 ; Johnson, 2013). Le POC est une des dernières méthodes d'expérimentation amont développées dans cette période par la NASA : elle vise à mettre à l'épreuve, dans un environnement pertinent, un concept sur un périmètre spatial et temporel limité. Depuis, le POC a montré empiriquement sa capacité à générer des apprentissages organisationnels au-delà du simple transfert de technologie ou de connaissances (Jobin et al., 2019 ; Moniot & Massé, 2019 ; Percie du Sert & Midler, 2019 ; Space Task Group, 1969). Dans cette lignée, nous explorons dans ce papier l'aptitude **de la preuve de concept (POC) à aider les organisations et le système de santé à se transformer, et plus particulièrement se régénérer grâce au développement de capacités de conception collective.**

Pour ce faire, nous réalisons dans la partie suivante un état de l'art sur les POC dans la littérature en management de l'innovation, et les effets organisationnels des projets de design transformationnel et des POC, puis formulons notre question de recherche. Dans une partie dédiée aux matériels et méthodes, nous détaillons le protocole et le design de recherche, à savoir une étude de cas unique s'appuyant sur un projet de design « repenser les urgences pour les patients âgés en perte d'autonomie et en situation de handicap », porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et l'agence de design les Sismo. Nous présentons ensuite le cas ainsi que la méthode de collecte et d'analyse des données. La partie résultat est organisée en deux sous-parties suivant un cadre d'analyse des capacités organisationnelles orientées conception : les capacités de conception collective qu'a permis de développer le POC et ses limites. Dans la partie qui clôture cet article, nous présentons un tableau synthétisant les résultats de cette étude de cas, puis discutons la contribution académique de nos travaux et proposons des recommandations managériales pour la gestion des POC.

## 8.2 État de l'art et questions de recherche

### 8.2.1 Le POC dans la littérature en management de l'innovation : d'une méthode de conception coopérative à une méthode de conception collaborative

#### *Émergence du POC à la NASA : naissance d'une méthode de conception coopérative*

La preuve de concept (POC) est née dans les années 1960 à la NASA dans le contexte du programme Apollo (Jean, 2016 ; Jobin et al., 2020), programme spatial états-unien qui avait pour objectif de poser un homme sur la Lune avant la fin de la décennie. À cette époque, le POC faisait plus largement partie d'une

instrumentation organisationnelle appelée « *Phased Project Planning* » ou « *Phased Review Process* » (R. Cooper, 1994) ; le POC constituant généralement la phase II de ce processus (Few, 1987). Le POC a été pensé comme un outil de transaction venant cadencer, organiser un processus de conception prescrit par les planificateurs de mission. Le POC constituait à la fois un outil de transaction interne et externe sachant que les activités de conception pouvaient être, soit réalisées par des salariés de la NASA ou d'autres agences gouvernementales états-uniennes, soit déléguées à des *prestataires* industriels ou académiques. En septembre 1969, le rapport « *The Post-Apollo Space Program: Directions for the Future* » a souligné les importants apprentissages organisationnels générés sur l'ensemble de l'écosystème aérospatial états-unien par le programme Apollo ; la mission Apollo 11 étant alors considérée tel un POC, une étape intermédiaire réussie vers une exploration sur Mars (Space Task Group, 1969).

### ***Diffusion du POC : vers une méthode de conception collaborative***

Alors que le POC comme méthode de transaction ou transfert avait rendu possible la réalisation de tâches de conception de manière séquentielle, séparée, indépendante, entre acteurs du système sociotechnique, le POC est de nos jours de plus en plus utilisé par les praticiens de la conception dans des contextes d'innovation collaborative. L'approche collaborative est présentée dans la littérature comme un modèle d'action approprié, pour ne pas dire nécessaire, vis-à-vis des enjeux d'innovation contemporains (Agogué et al., 2013 ; Nicolini et al., 2012) même si certaines critiques émergent (par exemple, voir Oliver et al., 2019). Il peut s'agir de collaborations entre des acteurs de différentes disciplines, professions au sein d'une même organisation (Nicolini et al., 2012), entre une organisation et ses usagers (Sanders & Stappers, 2008), ou entre des organisations ; en dehors de quelques cas de coopération, le plus souvent, il s'agit de collaboration entre des designers consultants et leur organisation cliente (Yu & Sangiorgi, 2018). Des ateliers dits collaboratifs ou participatifs donnent souvent le cadre à ces collectifs pour mener des activités de co-conception, dans une logique plus ou moins exploratoire. On retrouve cette logique aussi bien dans la méthode Design thinking (Rauth et al., 2014) que dans les ateliers de conception KCP (Hooge et al., 2016).

Au-delà d'un collectif éphémère qui se réunit lors d'un ou de plusieurs ateliers de conception, certains collectifs s'inscrivent dans une dynamique plus large de partage de connaissances pour devenir une communauté pouvant prendre différentes formes organisationnelles (association, cluster industriel, communauté de pratique, groupement d'experts ...) (Agogué et al., 2017 ; Crespin-Mazet et al., 2018 ; Le Masson & Weil, 2014). Certaines organisations dites « **organisations orientées conception** » ont pour vocation de piloter des processus créateurs de concepts, d'objets, de compétences et de métiers nouveaux (Hatchuel et al., 2002). Ce type d'organisation peut notamment prendre la forme de « collèges de l'inconnu » décrits par Le Masson & Weil (2014). Les auteurs montrent que ces collectifs, qui se forment aux interstices du système sociotechnique existant, ont pour vocation d'enrichir les concepts imaginables vis-à-vis d'un champ d'innovation, par exemple, le chanvre pour la construction ou l'autonomie des personnes âgées. Alors que l'existence d'inconnus communs partagés a soutenu l'émergence de ces collectifs, c'est leur régénération et leur non-appropriabilité par un acteur en

particulier qui les fait perdurer (*idib.*). Ces collectifs sont particulièrement pertinents dans les cas d'« innovation orpheline » (Agogué et al., 2017), c'est-à-dire lorsque bien que « les demandes d'innovation sont explicites et étendues par divers acteurs (entre autres industriels, institutions, laboratoires de recherche, usagers), l'innovation proposée ne semble pas répondre aux attentes » (Agogué, 2013).

Ces collectifs d'un genre particulier appellent des outils et « méthodes de gestion originales et particulièrement exigeantes [...] pour gérer des formes de cohésions très particulières (les acteurs doivent coopérer alors que les intérêts ne sont pas encore connus) » (Le Masson & Weil, 2014). Le référentiel de conception *Concept-Knowledge* (C-K) est un exemple d'outil qui a été développé dans ce sens (Agogué et al., 2012). Ce référentiel permet de « dresser l'ensemble des voies d'innovation possibles et cartographier le champ d'innovation, visualisant les voies existantes et celles qui sont pour le moment encore non explorées » (Agogué, 2013). Sachant la capacité du POC à générer du collectif dans l'inconnu (Ben Mahmoud-Jouini & Charue-Duboc, 2017 ; Jobin et al., 2019) suivant une double logique de validation et d'exploration (Jobin et al., 2020, 2021), le POC ne pourrait-il pas être une de ces méthodes de gestion en permettant le développement de capacités de conception collective ?

## 8.2.2 Les effets organisationnels des projets de design transformationnel et des POC

### *Du design de service au design transformationnel*

Les années 2000 marquent l'émergence d'une nouvelle représentation du rôle du design de service, à la fois chez les praticiens et les chercheurs : la conception de service, qui peut nécessiter une transformation organisationnelle pour assurer sa mise en œuvre et sa performance (Karpen et al., 2017), n'est plus seulement vue comme une fin en soi mais comme un moyen d'accompagner les processus de transformation des organisations et des communautés, et plus largement de soutenir des transformations sociétales (Sangiorgi, 2011). Autrement dit, la transformation organisationnelle passe du statut d'éventuel sous-produit de l'activité de conception au statut d'objet de conception pour lequel la conception de service constitue un moyen d'action. Ce nouveau modèle du design a été formalisé en tant que « *transformative design* » par le *Design Council*. Voici les principales propriétés des projets de design transformationnel (Burns et al., 2006) :

- **La définition et redéfinition du cahier des charges**, car les designers interviennent avant la définition du cahier des charges et participent à la formulation du problème à résoudre ;
- **La collaboration entre les disciplines**, car la complexité des défis contemporains exige des efforts multidisciplinaires ;
- **L'utilisation des techniques de conception participative**, car les utilisateurs et les travailleurs de première ligne peuvent apporter leurs idées, leur expertise et leurs connaissances ;
- **Le renforcement des capacités et non de la dépendance**, car les projets de transformation visent à constituer les capacités et les compétences nécessaires pour soutenir un changement continu ;

- **La conception au-delà des solutions traditionnelles**, car les concepteurs doivent aborder les problèmes avec une perspective plus holistique ;
- **La création d'un changement fondamental**, car les projets permettent aux participants de s'emparer d'une vision et aux champions de poursuivre le changement organisationnel de manière parallèle au travail quotidien de l'organisation.

### ***Nouveaux enjeux posés par le design transformationnel et effets des POC sur les organisations***

Tandis que la littérature fait état que les cabinets de design de service s'engagent de plus en plus dans des projets de design transformationnel, elle souligne de nouveaux enjeux pour les designers-consultants. La nouvelle approche basée sur la transformation organisationnelle implique de repenser la relation avec les clients. D'une part, l'organisation cliente doit être suffisamment en confiance, ou en crise, pour autoriser un périmètre d'intervention des designers qui peut donner à voir et impacter les rouages de l'organisation (Yu & Sangiorgi, 2018), et donc aussi ses capacités de conception collective. D'autre part, la posture des designers évolue ; ils deviennent des catalyseurs, facilitateurs, connecteurs (Junginger & Sangiorgi, 2009). Autrement dit, le rôle d'intermédiaire d'innovation des designers change (Bessant & Rush, 1995 ; Howells, 2006).

Qui dit nouveau rôle, dit également nouvelles compétences et nouvelles méthodes, peu décrites dans la littérature (Yu & Sangiorgi, 2018), et pour lesquelles les designers ne sont pas toujours formés (Burns et al., 2006). Alors que des compétences relatives à l'observation, l'empathie et la créativité sont nécessaires dans le « design traditionnel », l'ambition de transformation organisationnelle orientée conception requiert des compétences nouvelles, complémentaires des savoirs en place dans les cabinets (Yu & Sangiorgi, 2018). Le designer doit savoir mobiliser des compétences relatives à l'encadrement, au mentorat, à la facilitation, à la gestion du changement, mais aussi avoir la capacité d'appréhender rapidement la structure, les pratiques, les processus et la culture de l'organisation cliente (Sangiorgi, 2011).

Yu et Sangiorgi (2018) soulèvent que les impacts organisationnels de ces nouvelles pratiques de design transformationnel restent largement inconnus. Leur article vise justement à apporter un éclairage sur cette question. Ils ont caractérisé trois modèles d'intervention des designers consultants – livraison, partenariat, facilitation – et étudié la nature de l'impact organisationnel et les objets de changement de ces modèles (ressources physiques/technologies, acteurs humains, processus et routines). L'article montre également que l'impact organisationnel n'est pas inhérent à toute intervention des designers et qu'un ensemble de conditions doivent être réunies (client déjà sensibilisé au design de service, existence d'une relation privilégiée avec le client, présence d'un référent stable du côté client sur une certaine durée...).

Le constat de Yu et Sangiorgi (2018) va dans le même sens que certains auteurs qui ont travaillé sur les objets intermédiaires de conception (Carlile, 2002 ; Nicolini et al., 2012) dont les POC font partie. Ainsi, Jobin et al. (2019) montrent que les impacts des POC ne sont pas naturels, systématiques, et même, ne sont pas toujours positifs pour les acteurs. En bref, les effets organisationnels des POC restent à l'heure

actuelle, dans une certaine mesure, mal connus et, dans une large mesure, difficiles à mesurer du fait de leur nature tacite et dispersée dans le temps et dans l'espace et donc difficiles à piloter.

### ***Le potentiel du design de service pour les organisations de santé***

La question suivante : « *How can designers working with communities affect and transform organizations or, vice versa, how can designers working within organizations affect and positively transform user communities?* » (Sangiorgi, 2011) intéresse les organisations du secteur de la santé depuis le milieu des années 2000. Cette dynamique se reflète par le développement des Living Labs Santé et Autonomie (LLSA) et de processus de co-conception dans le monde francophone (Picard, 2017) et de l'approche d'*Experience-Based (Co-)Design (EBCD)* dans le monde anglo-saxon (Donetto et al., 2015). Cette approche a notamment été appliquée au contexte des urgences (Iedema et al., 2010 ; Piper et al., 2012), et plus spécifiquement des personnes âgées aux urgences (Blackwell et al., 2017).

D'après Sangiorgi (2011), « *When designers engage in transformational projects they have a huge responsibility, especially when engaging with vulnerable communities.* » Cette responsabilité implique notamment « *a reflection on which transformations we aspire to, why we do so, and most importantly, on who is benefitted.* » La littérature fait beaucoup état de projets de conception guidés par des principes démocratiques, et de manière massive, par une approche « *human/user-centered* » ; tout en sachant que ces projets ne relèvent pas toujours d'une conception participative avec l'utilisateur du futur service (Sanders & Stappers, 2008). L'*empowerment* ou l'« encapacitation » des individus et des communautés est également souvent recherchée ; le développement de capacités devant leur permettre de retrouver une autonomie, une capacité à agir, voire à (re)prendre le contrôle de leur vie (Ehn, 2008 ; Fleury, 2019 ; Nussbaum, 2001 ; Sen, 2000), notamment pour ce qui a trait à leur santé (Department of Health, 2005). En dehors de la littérature sur l'éducation thérapeutique du patient (ETP) (Tourette-Turgis & Thievenaz, 2014), la littérature reste discrète sur la nature de ces capacités et la manière de les développer. D'ailleurs, comme dans les séances d'ETP où le processus d'apprentissage n'est pas unilatéral (médecin vers patient mais aussi patient vers médecin et patient vers autres patients), la littérature semble indiquer que le POC pourrait être un outil de gestion de ce « *cogenerative learning process* » (Elden & Levin, 1991) entre les différentes parties prenantes du processus de conception, même au-delà de celles en interaction directe avec le patient.

### **8.2.3 Question de recherche**

Cet état de l'art nous permet de préciser notre question de recherche :  **dans quelle mesure le POC permet-il de soutenir (ou non) le développement de capacités de conception collective, leviers de la régénération des organisations ou systèmes sociotechniques ?**

## **8.3 Matériels et méthodes**

### **8.3.1 Protocole et design de recherche**

Notre protocole de recherche est basé sur une connaissance approfondie et longitudinale d'un cas. Pour proposer des éléments de réponse précis à cette question, nous nous appuyons sur l'exploration conduite par une étude de cas unique. D'après Voss et al. (2016), « *the use of a single case study allows for greater depth of exploration* ». Ce design de recherche nous paraît particulièrement pertinent dans la mesure où il s'agit de comprendre un phénomène difficile à limiter à un temps court ou un sous-ensemble de l'organisation : les impacts et conditions organisationnelles des POC générateurs de capacité de conception collective. Cette méthode nous permet de croiser une grande variété de sources de données comme des entretiens, des données d'archives, des ethnographies et des observations, pour obtenir la description la plus fine possible du phénomène étudié dans une de ses occurrences (Eisenhardt & Graebner, 2007 ; Yin, 2014). Bien sûr, il s'agit ici d'une exploration : la richesse du cas nous permettra de poser des hypothèses plus précises à confirmer sur d'autres terrains pour éliminer des résultats idiosyncrasiques (« *The first [limitation of single cases] is the limit to the generalizability of the conclusions, models or theory developed from one case study. When only one case is used, there may also be other potential problems (Leonard-Barton, 1990)* ») ; ou biaisés par notre perception du cas (« *These include the risks of misjudging of a single event, and of exaggeration easily available data.* ») (Voss et al., 2016, p. 174).

Toutefois, deux éléments méthodologiques complémentaires nous permettent de réduire cette limite de l'étude de cas unique. D'abord, l'étude a eu lieu au sein d'un dispositif plus large de recherche-intervention (Hatchuel & David, 2007 ; Radaelli et al., 2014) au sein de l'agence de design les Sismo, ce qui a permis aux auteurs de construire une intimité forte avec les principaux acteurs du cas et des compétences d'analyse adaptées à notre problématique. Les Sismo est un studio de design co-fondé en 1997 par les designers Antoine Fenoglio et Frédéric Lecourt, basé à Paris et à Lavaufranche, en Creuse. Aujourd'hui, les Sismo sont une vingtaine de designers. Ils se présentent comme articulants avec finesse et pertinence l'ensemble des compétences nécessaires à la création, la stratégie, la réalisation de projets humanistes, pour des organisations privées, publiques ou parapubliques.

Ensuite, l'étude s'inscrit dans un partenariat longitudinal liant les Sismo, la Chaire de philosophie à l'hôpital et l'équipe de recherche en management de l'innovation de Mines ParisTech. Ce partenariat a permis un suivi dans la durée des parties prenantes du cas, en amont et en aval des observations approfondies ici, et donc de la cohérence des résultats. Il a également conduit l'ensemble des acteurs à développer des capacités de co-construction théorique avec les chercheurs (Eisenhardt & Graebner, 2007). En effet, l'étude de cas porte sur un projet commun entre la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo entre février 2019 et juillet 2021 et réalisé dans le cadre d'un appel à projets de la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie. Or, le partenariat entre ces acteurs est plus ancien : avec la philosophe Cynthia Fleury-Perkins, titulaire de la Chaire de philosophie à l'hôpital, les Sismo ont lancé le programme « *design with care* » en 2018, avec l'intention de mener des expérimentations qui mettent en relation le design et la philosophie pour « penser et faire » face aux grands changements contemporains.

Si ces partenariats nous ont conduits à adopter d'autres postures vis-à-vis des acteurs présentés ici, dans le cadre de l'étude de cas, nous avons joué spécifiquement le rôle d'observateurs des transformations,

d'expérimentateurs et d'analystes de l'expérience commune. En effet, le projet sur la thématique des urgences hospitalières avait vocation à être le premier terrain d'expérimentation conjointe d'une nouvelle pratique de POC – nommée « *proof of care* » – pour les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital. Elle est décrite par leurs représentants comme « des expérimentations ayant pour but principal de rendre capacitaires les acteurs concernés et de produire, dans la mesure du possible, des externalités positives (des impacts positifs extra-financiers) » (Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019). Du fait du côté expérimental de ce projet, les Sismo et Cynthia Fleury-Perkins ont souhaité impliquer la doctorante qui conduisait la recherche-intervention pour les accompagner – en étant membre à part entière de l'équipe projet – qui n'est qu'autre que la première auteure de ce papier.

### 8.3.2 Présentation du cas

La Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA) a été créée en 2004 dans le contexte de « la canicule de l'été 2003 et le sentiment que la situation des personnes âgées ou handicapées nécessitait un effort partagé de l'ensemble de la nation » (Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, 2014). Sa mission première était de gérer le budget de la « journée de solidarité » récemment instaurée. Au fil des années et des textes de loi, la CNSA s'est vu attribuer de nombreuses autres missions dont celle de trouver de nouvelles solutions d'accompagnement pour les personnes âgées et les personnes handicapées par le financement de projets. Dans ce contexte, la CNSA a lancé en juin 2018 un appel à projets intitulé « Handicap et perte d'autonomie : innovation sociale par le design » pour encourager des collaborations entre acteurs du champ du handicap et de la perte d'autonomie et designers. La CNSA entendait ainsi « acculturer le secteur aux approches de design ; intéresser les designers aux enjeux du handicap et de la perte d'autonomie ; faire émerger des réponses innovantes à partir de constats de terrain ; vérifier/donner à voir le potentiel du design comme mode de construction de solutions, de services et de politiques publiques dans le champ de l'autonomie » (Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie, 2018). La Chaire de philosophie à l'hôpital – en tant que porteur de projet – et les Sismo – en tant que prestataire design – ont déposé et remporté un projet de design intitulé « Repenser les urgences pour les personnes âgées en perte d'autonomie et personnes handicapées » et composé d'une étape de *proof of concept/care*. Un partenariat non contractualisé avec le chef du service des urgences de l'hôpital européen Georges-Pompidou (HEGP, AP-HP), également ancien administrateur de la CNSA, a donné accès au terrain de l'immersion à l'expérimentation. Les urgences de l'HEGP constituent le deuxième service d'urgences d'Île-de-France en termes de nombre de personnes âgées accueillies chaque année.

Le projet a débuté avec une phase d'observation ethnographique de plus de quarante heures au sein de l'HEGP (qui constitue le deuxième service d'urgences d'Île-de-France en termes de nombre de personnes âgées accueillies chaque année), et du Pôle Santé Sarthe et Loir (service d'urgences et EPHAD) et la réalisation de vingt-sept entretiens formels avec des patients/aidants, professionnels des urgences, du grand âge et du handicap. Cette phase a permis d'identifier trois axes d'amélioration : l'hospitalité, la coordination, l'attention sur lesquelles les Sismo ont fait travailler, dans le cadre d'un atelier de co-création, des professionnels de santé en contact avec des patients âgés et vulnérables (ne travaillant pas

à l'HEGP) ainsi que des représentants d'associations. Les idées qui sont sorties de cet atelier ont nourri la formalisation de huit concepts présentés dans la Table 16. Ces concepts ont été scénarisés sur des posters et présentés lors d'une journée de partage au sein de la salle de staff du service des urgences de l'HEGP.

Table 16 : Concepts scénarisés

Thématique	Nom des concepts et courte description
Hospitalité : Apporter des éléments de confort	(1) <i>Pack confort</i> : un sac qui apporte des éléments de confort et qui permet aux patients de garder leurs repères ; (2) <i>Check-point SAMU</i> : un accompagnement du SAMU qui rassure et prépare à un passage aux urgences ; (3) <i>En cas d'urgence</i> : un accompagnement sur le long terme pour avoir les bons réflexes en amont des urgences
Coordination : Fluidifier le parcours patient	(4) <i>Pass chronique</i> : un pass pour consulter plus rapidement un médecin spécialiste ; (5) <i>IT.néraire</i> : le repérage patient pour faciliter le travail des soignants et diminuer l'attente perçue.
Attention : Intégrer l'entourage du patient	(6) <i>Accueil des aidants</i> : un livret d'accueil aidant et dispositifs de médiation au sein du service d'urgence ; (7) <i>Cure de jouvence</i> : un chariot bien-être à disposition des aidants et patients au sein du service des urgences ; (8) <i>Les éclaireurs</i> : le numéro d'aide pour une meilleure compréhension de la fiche de sortie.

Quatre de ces huit concepts ont été enrichis et remodelés à la suite de la journée de partage à l'HEGP et d'entretiens complémentaires réalisés avec des experts en grand âge et handicap, puis prototypés en interaction avec les professionnels des urgences de l'HEGP. Voici les quatre concepts en question et leur nouvelle présentation suivant la chronologie du parcours patient – amont, pendant, aval des urgences – : (3') *En cas d'urgence* : un guide préparant les patients et leurs proches à un éventuel passage aux urgences ; (1') *Pack confort* : une sacoche fixée au brancard contenant des éléments de confort et d'éventuels effets personnels du patient ; (5') *IT.néraire* : une solution de géolocalisation des patients pour fluidifier et sécuriser leur prise en charge ; (8') *Les éclaireurs* : un ensemble de dispositifs de communication visant à faciliter le parcours administratif des patients post-urgences. Le *Pack confort*, *IT.néraire* et *les éclaireurs* ont fait l'objet d'un POC au sein du service des urgences de l'HEGP pendant trois jours en décembre 2019, puis pendant deux jours en janvier 2020. Les Sismo se sont entourés de deux entreprises pour prototyper et tester le *Pack confort* et *IT.néraire*, respectivement nommées entreprise partenaire n°1 et entreprise partenaire n°2 dans la suite du papier. L'entreprise partenaire n°1 commercialise des distributeurs et des trousse de produits d'hygiène, notamment pour les hôpitaux, comme l'HEGP qui en a fait installer un en septembre 2019 dans son service. Elle a assuré gracieusement l'adaptation d'une centaine de pochettes achetées dans le commerce et la fourniture des produits d'hygiène (masque, boule *quies*, bain bouche, lingettes rafraîchissantes, plaid). L'entreprise partenaire n°2 commercialise une solution de géolocalisation des patients pour des cliniques dans le cadre de soins ambulatoires, par exemple des opérations programmées. Elle a prêté quelques bracelets de géolocalisation et créé un environnement de test en adaptant l'interface soignant à l'architecture de l'HEGP. Elle a également fait installer l'infrastructure (bornes dans les faux plafonds) nécessaire au test du dispositif en « vie quasi-réelle ». Comme nous reviendrons dessus plus tard, seuls des tests d'acceptation de géolocalisation et d'ergonomie du bracelet vis-à-vis du patient et une présentation de l'interface soignant ont finalement pu être réalisés sur le temps du POC. En amont du POC, les acteurs et lieux clés,

les scénarios d'usage et les itérations envisagées ont été explicités pour chacun des trois concepts, ainsi que les objectifs du POC en termes de validation d'hypothèse et d'exploration, dans un document appelé « protocole de POC ». Le protocole de POC a été rédigé par l'équipe projet des Sismo et de la Chaire de philosophie à l'hôpital. Il se voulait à la fois un outil de travail interne pour l'équipe projet ainsi qu'un outil de communication avec les parties prenantes du POC (urgences HEGP, entreprises partenaires, CNSA) lors de sa préparation. Ce document a servi de base à la « présentation des interventions » qui a été réalisée par l'équipe projet aux équipes de l'HEGP en salle de staff lors du lancement du POC. Après le POC, l'équipe projet a discuté et formalisé les apprentissages du POC sur la base des observations, entretiens et photos réalisées. Ces apprentissages ont nourri un kit de déploiement « ouvert à tous », pensé comme un mode d'emploi des solutions en vue de leur mise en place à l'HEGP ou dans toute autre structure intéressée. Quelques versions papier et une version numérique de ce kit de déploiement ont été remises aux cadres de santé, points de contact clé dans tout le projet, ainsi qu'au chef de service en juillet 2020.

**Encadré 6 : Grandes phases et étapes du projet Urgences**

Phase A : Émergence, dépôt et acceptation du projet (avant février 2019)

- Rencontre de Cynthia Fleury avec des praticiens hospitaliers de médecine d'urgence autour du concept d'« urgences gérées par les patients »
- Atelier C-K par des élèves-ingénieurs de Mines Paris - PSL sur le sujet « urgences gérées par les patients » - printemps 2018
- Rencontre des Sismo avec la CNSA autour de l'appel à projets (AAP) : « Handicap et perte d'autonomie : innovation sociale par le design » – *printemps 2018*
- Rencontre des Sismo avec le chef de service des urgences de l'HEGP – *septembre 2018*
- Dépôt du projet « Repenser les urgences pour les personnes âgées en perte d'autonomie et personnes handicapées » par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo à l'AAP de la CNSA – *septembre 2018*
- Acceptation du projet par la CNSA – *décembre 2018*

Phase B : Réalisation du projet (entre février 2019 et juillet 2020)

- Étape 1 : Enrichissement (février – mai 2019)
  - Observation ethnographique à l'HEGP (service des urgences) – *mars/avril 2019*
  - Entretiens avec patients/aidants, professionnels des urgences, du grand âge et du handicap – *février - mai 2019*
  - Comité de pilotage de projet n°1/restitution de la 1<sup>ère</sup> phase d'enrichissement à l'HEGP – *avril 2019*
  - Observation ethnographique au PSSL (service des urgences et EPHAD) – *mai 2019*
  - Cartographie des parties prenantes et expérience patient – *avril/mai 2019*
- Étape 2 : Co-création (juin 2019)
  - Comité de pilotage de thèse de Caroline Jobin dédié au cas du projet urgences – *juin 2019*
  - Atelier de co-création chez les Sismo avec une diversité d'acteurs hors l'HEGP – *juin 2019*
  - Remise du rapport intermédiaire à la CNSA – *juin 2019*
- Étape 3 : Scénarisation (juillet – août 2019)
  - Présentation des concepts à l'HEGP et collecte des retours – *août 2019*
  - Sélection des concepts à tester – *septembre 2019*
  - Comité de pilotage de projet n°2/restitution de la présentation des concepts à l'HEGP – *septembre 2019*
- **Étape 4 : Preuve de concept/Preuve de soin (septembre 2019 – janvier 2020)**

- Conception du POC (démonstrateurs, partenariats avec deux industriels, protocole de test)
- Première session du POC à l'HEGP (3 j) – *décembre 2019*
- Deuxième session du POC à l'HEGP (2 j) dont une séance de restitution « à chaud » devant une grande partie des parties prenantes (internes et externes à l'HEGP) le dernier jour ; *la veille de l'admission aux urgences de l'HEGP d'un patient qui constituera quelques jours plus tard le premier décès officiel dû à la Covid-19 hors d'Asie – janvier 2020*
- Étape 5 : Analyse et valorisation (janvier 2020 – juillet 2020)
  - Bilan entre les Sismo et Cynthia-Fleury Perkins – *janvier 2020*
  - Réunion Direction HEGP/les Sismo/Entreprise partenaire n°2 – *février 2020*
  - Remise du rapport final et du kit de déploiement à la CNSA – *juin 2020*
  - Vague d'entretiens semi-directifs post-POC à l'HEGP – *juillet 2020*
  - Participation au congrès ACFAS 2021 - Intersections du design : Prendre soin par le design – *mai 2021*

### 8.3.3 Collecte des données

Les données concernant la phase A du projet ont été collectées grâce à des entretiens avec la référente du projet chez les Sismo et la consultation de documents internes aux Sismo et à la Chaire de philosophie à l'hôpital (documents de travail, réponses à l'appel à projets ...) et externes (communications et description de l'appel à projets de la CNSA). Les données concernant la phase B du projet ont été principalement collectées grâce à la tenue de carnets de terrain de la recherche-intervention, à la rédaction de comptes-rendus des comités de pilotage, à la réalisation et l'enregistrement d'entretiens semi-dirigés, ainsi qu'à la consultation de données secondaires internes (documents de travail, présentations, livrables ...).

Afin d'analyser les impacts, apprentissages et conditions organisationnelles du POC, dix entretiens semi-dirigés ont été réalisés, en face à face, avec les parties prenantes du POC par la première auteure de ce papier. Deux ont été réalisés sur le moment et lieu du POC tandis que les huit autres ont été réalisés six mois environ après le POC, soit durant une période d'accalmie entre la première et la deuxième vague Covid, permettant ainsi un certain recul des acteurs et une meilleure évaluation des effets moyen-terme du POC. Cette série d'entretiens post-POC conduite auprès de professionnels des urgences de l'HEGP visait à interroger un échantillon d'acteurs ayant été impliqués dans le POC, et dans la mesure du possible depuis le début du projet. Vu qu'il était impossible de vouloir interroger l'ensemble des personnels des urgences de l'HEGP, nous nous sommes attachés à identifier et organiser un entretien avec au moins un représentant des figures d'acteur suivantes : aide-soignant, cadre de santé, infirmier, médecin, secrétaire médicale. Nous avons choisi, dans cette étude exploratoire, de ne pas interroger de patient car nous estimions que son contact avec le POC était trop restreint pour qu'il puisse développer des capacités de conception collective. Concernant les cadres de santé, médecin et secrétaire médicale, ils ont été choisis car ils se sont montrés particulièrement impliqués dans le POC. Moyennant un biais de sélection positive, il paraissait d'autant plus pertinent de discuter avec eux du développement de capacités de conception collective. Concernant les aides-soignants et l'infirmier, nous avons pu avoir accès à eux sur leur temps de travail grâce à un détachement permis par les cadres de santé précédemment interrogés. Un double

biais a donc été à l'œuvre, celui de la disponibilité du personnel à la date des entretiens et celui de sélection introduit par les cadres de santé. Plus de détails concernant l'ensemble des entretiens sont fournis dans la Table 17.

Table 17 : Description des entretiens semi-directifs

Personnes interrogées	Date et lieu	Thématiques abordées au travers des questions	Durée	Enregistrement
Deux représentantes de l'entreprise partenaire n°1	Pendant la POC (20/12/2019) aux urgences de l'HEGP	Implantation de l'entreprise sur le secteur des produits de confort/bien-être à l'hôpital : types de produits, canaux de distribution + Capacités de conception de l'entreprise	Environ 20 min	Non
Référent projet CNSA	Pendant la POC (24/12/2019) aux urgences de l'HEGP	Comparaison de ce projet avec les autres projets soutenus par la CNSA + Pour/contre de différentes stratégies de montage de projet de ce type	Environ 30 min	Non
PDG de l'entreprise partenaire n°2	Après la POC (12/02/2020) à Station F	Histoire de l'entreprise + Implication de l'entreprise dans le projet et impacts organisationnels du projet + Apprentissages et attentes personnelles vis-à-vis du POC	73 min	Oui
Interne de médecine générale des urgences l'HEGP	Après la POC (27/02/2022) au CRI	Forces et faiblesses organisationnelles du projet + Effets organisationnels provoqués par le projet/le POC	47 min	Oui
Deux cadres de santé des urgences l'HEGP	Après la POC (15/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC	90 min	Oui
Secrétaire médicale des urgences l'HEGP	Après la POC (20/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC + Focus sur <i>les éclaireurs</i>	28 min	Oui
Aide-soignant des urgences l'HEGP	Après la POC (20/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC + Focus sur le <i>pack confort</i>	57 min	Oui
Aide-soignant des urgences l'HEGP	Après la POC (20/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC + Focus sur le <i>pack confort</i>	40 min	Oui
Infirmier des urgences l'HEGP	Après la POC (20/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC + Focus sur le <i>pack confort</i>	50 min	Oui
Médecin des urgences l'HEGP	Après la POC (20/07/2020) aux urgences de l'HEGP	Apprentissages et effets organisationnels provoqués par le projet/le POC + Focus sur <i>IT.néraire</i>	48 min	Oui

### 8.3.4 Analyse des données

Pour explorer le potentiel du POC à générer des effets organisationnels orientés conception, et plus particulièrement une meilleure capacité à concevoir collectivement, nous nous sommes dotés d'un cadre d'analyse qui est présenté dans la Table 18. Pour construire les descripteurs de notre cadre d'analyse, nous avons choisi de nous appuyer sur les caractéristiques d'un projet de transformation proposées par

Burns et al. (2006) qui semblent être particulièrement pertinentes au regard de notre question de recherche et de notre étude de cas.

En effet, la collaboration entre les disciplines, l'utilisation des techniques de conception participative et le renforcement des capacités et non de la dépendance sont des marqueurs clés de la transformation du secteur de la santé (Department of Health, 2005). La définition et redéfinition du cahier des charges et la conception au-delà des solutions traditionnelles constituent des indicateurs pertinents dans des cas d'innovation orpheline (Agogué, 2013) tels que les urgences pour les personnes âgées et en situation de handicap (Sénat, 2017). Enfin, l'intention de transformation portée par les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital au travers du « *design with care* » et des « *proofs of care* » (Fleury, 2019 ; Fleury-Perkins & Fenoglio, 2019) fait écho au renforcement des capacités et à la création d'un changement fondamental.

Ces différentes caractéristiques nous permettent ainsi de désigner en regard six descripteurs de l'implémentation dans un collectif de capacités organisationnelles orientées conception que nous précisons ici. Lorsque le collectif mobilise l'une des caractéristiques proposées par Burns et al. (2006), nous pourrions considérer qu'il l'a fait avec succès pour l'organisation si cela a induit la capacité correspondante en conception.

Table 18 : Cadre d'analyse

Caractéristiques d'un projet de transformation par Burns et al. (2006)	Descripteurs de capacités organisationnelles orientées conception d'après Hatchuel et al. (2002) ; Le Masson & Weil (2014)
Définition et redéfinition du cahier des charges	Capacité de définir et redéfinir ce qu'il reste à concevoir
Utilisation des techniques de conception participative	Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception
Collaboration entre les disciplines	Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires
Renforcement des capacités et non de la dépendance	Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives
Conception au-delà des solutions traditionnelles	Capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception ouvrant des pistes de performance variées
Création d'un changement fondamental	Capacité de générer une action collective

## 8.4 Résultats

### 8.4.1 Les capacités de conception collective qu'a permis de développer le POC

#### *Capacité à définir et redéfinir ce qu'il y a à concevoir*

Pendant la durée du POC, **quelques fonctions se sont révélées avoir plus de valeur qu'attendu et certaines ont même émergé, ce qui a conduit à reformuler ce que serait le cahier des charges des objets à développer.** Par exemple, pour le *Pack confort*, la pochette – le contenant du pack – importe beaucoup, si ce n'est plus que le contenu (éléments de bien-être) : « *les patients apprécient surtout de disposer d'un*

*espace personnel, fermé, où ils peuvent ranger leurs effets personnels, et accessible facilement depuis le brancard, d'autant plus quand ils ont des difficultés motrices. La sacoche permet de s'approprier l'espace et offre un point de repère. » (Rapport final pour la CNSA). La nécessité de proposer un petit espace « poubelle » dans le pack confort a été identifiée lors des observations et entretiens patients réalisés pendant le POC.*

Le POC a plus largement permis de **clarifier et de révéler une grande partie des éléments qu'il restait à concevoir collectivement**. En ce sens, le cas du POC d'*IT.néraire* est exemplaire dans la mesure où il a permis de soulever ou d'affiner très rapidement tout un tas de questions, sachant que la solution testée était déjà commercialisée pour un autre usage médical. En voici quelques-unes : quels sont les patients cibles ? combien faut-il de bracelets ? Quels sont les différents cas d'usage et scénarios de fugue auquel doit répondre la technologie de géolocalisation et l'organisation hospitalière ? Qui doit se charger de récupérer les bracelets et le dissocier numériquement du patient ? qui et comment doit-on le nettoyer ? comment tracer le consentement du patient à être géolocalisé et porté le bracelet, au moment où on lui installe mais aussi tout au long de son séjour aux urgences, d'autant plus lorsqu'il est dans un état de vulnérabilité aigu ? comment organiser et rendre la collecte de données compatible avec la réglementation ? En quoi est-ce utile et comment interfacer toutes ces données avec le dossier patient ?

### ***Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception***

Le POC (et plus largement tout le projet de design) a été marqué par **l'implication d'un certain nombre de parties prenantes au plus proche du terrain, notamment** les équipes paramédicales des urgences qui **ne sont pas classiquement mobilisées** de la sorte, notamment **autant en amont dans un projet d'innovation** :

« On participe au tout début d'un projet, on est des acteurs dans ce projet donc on n'a pas une sorte de **responsabilité** ce serait, le mot est fort, mais on a un rôle majeur [...]. C'était plutôt le côté gratifiant, de se dire que voilà **on participe à l'élaboration** d'un projet et dès le début on va essayer de le mener à bien jusqu'au bout, parce que voilà **vous nous faites confiance**. » (Aide-soignant n° 1, entretien post-POC)

« Une équipe qui vient développer un projet avec nous, **c'est pas quelqu'un, un commercial qui arrive avec un produit à vendre**, là c'est quelqu'un qui vient développer au sein de notre service un produit, ça veut dire comme tu dis qu'on est acteur, et pis il y a une sorte de relation de confiance qui se crée, qui s'instaure, ... ouais en plus **vous avez tapé à tous les niveaux** tu parles de cadre sup, cadre, aide-soignant, infirmier, médecin [...] Comme je te l'ai dit précédemment vous **n'arrivez pas avec un produit tout fait** quoi, la preuve les deux fois où on s'est rencontré, vous arrivez avec un prototype qui est développé après avec des apports. » (Aide-soignant n°2, entretien post-POC)

« De savoir que c'était comme une porte ouverte où chacun y allait au moment où il pouvait, je trouvais ça très bien [...] Ils ont pu revenir et puis **dire ce qu'ils pensaient**, ce qui n'a pas trop marché voilà et ça c'était bien de voir que je mets en place, ok je donne **je participe** et tout et j'ai un moment pour dire ah non ça ça n'a pas trop marché car les gens, les personnes âgées, non ce n'était pas leur truc [...] et ça c'était **important de pouvoir le dire**. » (Cadre de santé n°1, entretien post-POC)

D'une manière raisonnable au vu de leur état de santé, **les patients ont été invités à donner leur avis et faire des propositions d'amélioration sur les dispositifs** lors du POC, principalement le *Pack confort*, qui relève de l'expérientiel. Certains patients se sont montrés très participatifs, par exemple, un patient jeune souffrant d'une maladie chronique se retrouvant souvent aux urgences a accepté que les designers prennent en photo la manière dont il s'était approprié le *Pack confort*. Il a spontanément déclaré vouloir repartir avec pour en faire « *le sac auquel [il] pensera[i]t pour l'hôpital* » soulignant que « *d'habitude [il] prépare [s]on sac au dernier moment mais là il serait déjà prêt avec les essentiels* » (verbatim extraits de la prise de notes d'un échange avec un patient installé dans un brancard dans la zone d'attente couchée pendant le POC), confirmant ainsi une hypothèse qu'avaient les designers vis-à-vis de l'extension de la valeur du concept aux patients avec une maladie chronique. Ce patient a également été force de proposition avec l'idée d'ajouter un emplacement pour une photo ; lui y mettrait une photo de sa famille, elle pourrait lui donner du courage et le reconforter dans ses moments de crise.

Des jeunes en service civique et des retraités bénévoles œuvrant dans le service ont également été sollicités dans le POC pour obtenir leur impression sur les dispositifs testés et leur potentielle intégration dans le service.

### ***Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires***

Le POC (et plus largement le projet) a permis la **collaboration entre les professionnels des urgences et les designers**. Alors que certains hospitaliers ont vu d'emblée une « *opportunité de travailler avec de nouvelles personnes* » (Secrétaire médicale, entretien post-POC), d'autres étaient, au début du projet, sceptiques quant à l'apport de cette collaboration : « *Au début, c'est ça, qu'est-ce quelqu'un de l'extérieur peut nous apporter ?* » (Cadre de santé n°2, entretien post-POC). Ce scepticisme a largement été levé par la pertinence des problématiques identifiées et les solutions proposées : « *Dès lors où on a vu ça, c'était pas mal, on a compris que c'était un apport, une prise en compte de ce qu'on pouvait faire en plus pour le patient, on s'est jeté dessus* » (Cadre de santé n°1, entretien post-POC). Il est intéressant de souligner que les acteurs interrogés mettent plus en avant le caractère externe des designers que leur discipline/expertise, comme en témoigne de nouveau le verbatim suivant : « *Moi j'aime bien l'idée de travailler avec des acteurs extérieurs à l'hôpital* » (Aide-soignant n°2, entretien post-POC).

La POC a finalement permis de **faire travailler une grande partie des disciplines représentées (administratives, paramédicales, médicales) dans un service d'urgence sur un projet commun**. Cela a été plus complexe lorsque les professionnels relevaient d'autres départements que les urgences, qui fonctionnent avec des temporalités différentes, par exemple les services informatiques, comme nous le verrons dans la sous-partie suivante et reviendront dessus dans la partie dédiée aux limites.

### ***Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives***

Ce renforcement des capacités se traduit dans un premier temps par **l'acquisition de connaissances spécifiques** selon un mode de « *cogenerative learning* » (Elden & Levin, 1991) :

« Appris quelque chose, je ne pense pas vraiment avoir appris [...] **c'était plus nous qui vous appreniez** du coup comment fonctionnent vraiment les urgences et **toutes les mécaniques un peu inconnues du grand public**. Parce

que je sais que quand on avait parlé de la plaquette, de la pochette, du mini-bracelet, nous on a posé plein de problématiques dont vous n'étiez même pas au courant. [...] Donc à la limite nous au niveau apprentissage bah **sauf le fait comme j'ai dit tout à l'heure que je ne savais pas que ça existait, ce bracelet traceur, en soi je n'ai pas l'impression d'avoir vraiment appris grand-chose.** [...] Vous nous avez appris comment fonctionnaient les récepteurs, le bionettoyage, la plaquette par rapport à l'utilisation mais après en contrepartie on vous a appris comment ça se passait dans la vraie vie. » (Infirmier, entretien post-POC)

L'apprentissage ne se limite pas aux individus/collectifs des urgences et aux designers mais concerne également les parties prenantes qui gravitaient autour du POC, tel que le PDG de l'entreprise partenaire n°2 :

« [J'ai appris] **les logiques d'un fonctionnement d'un service d'urgences et puis toute la partie publique que je ne connaissais pas du tout**, que je découvre, qui est extrêmement différente du privé [...] [Nom de l'entreprise mère] ce sont des cliniques, ce n'est pas du tout, du tout, du tout les mêmes fonctionnements ! » (PDG de l'entreprise partenaire n°2, entretien post-POC)

Le POC semble **aider les acteurs à mieux identifier les connaissances qui leur manquent**, comme le souligne aussi ce verbatim : « *Je ne connais pas quatre numéros [de téléphone] sur cinq.* » (Chef de service des urgences à propos du concept les éclaireurs, en salle de staff, pendant le POC), **ou qu'ils détiennent** : « *En vous parlant, je réalise que je fais, je sais plein de choses* » (Secrétaire médical, pendant le POC).

Le développement de ces capacités concerne également les **capacités de gestion de projet** qui pourront être mises à profit sur des projets futurs. L'emphase est souvent mise sur la **gestion des relations avec les parties prenantes** :

« Déjà la manière de gérer l'intégration de ce genre de projet, il faut vraiment le **faire de manière intégrée avec toute la structure** quoi ... les projets un peu en franc-tireur comme ça ... ça ne peut pas fonctionner car un moment on aura besoin de quelqu'un et **les gens qu'on fait rentrer dans la boucle trop tard derrière il y a une résistance ...** » (Médecin urgentiste, entretien post-POC)

Le POC se révèle être un catalyseur des apprentissages sur cet aspect, comme en témoignent les deux citations suivantes d'acteurs impliqués dans la gestion de la conception du POC aux côtés des Sismo :

« Clairement, J0 **on ferait une réunion avec tout le monde** et le service informatique pour bosser ensemble. [...] **Mon idée était moins on a d'intervenant plus on est flexible**, et c'est vrai ça il n'y a pas de soucis, **mais plus on a de monde dans la boucle plus on a de puissance d'intervention**, de solutions proposées et cela compense largement à moyen terme. » (Médecin urgentiste, entretien post-POC)

« C'est très formateur mais bon maintenant si c'était à refaire est-ce que je saurai que ... peut-être que je m'y serai prise autrement avec l'équipe designer, en disant **à telle étape il faut penser à inclure untel**, telle spécialité voilà à chaque étape, **voilà qui on inclut, qui doit arriver et l'avertir assez suffisamment en amont pour pas que ça crée de problèmes diplomatiques**, etc. » (Cadre de santé n°1, entretien post-POC)

*Capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception ouvrant des pistes de performance variée*

Tout d'abord, le POC a permis la conception de solutions non traditionnelles aux urgences dans la mesure où elles ne correspondent pas à la création de soin, tel que généralement admis dans une institution de *cure* par excellence. Concevoir des **solutions pour un soin qui n'est plus seulement « technique » ou « médical » mais orienté *care*** :

« C'est plus lors de la présentation en fait, **c'était particulier** donc forcément ça porte de l'intérêt et mon avis n'était que positif. C'est bien justement d'**assurer un meilleur confort aux personnes âgées et aux autres patients** qui sont là pendant des heures. » (Aide-soignant n°2, entretien post-POC)

« Il y avait le côté pratique, je pense qu'il y avait le côté, **je prends soin de vous, je vous offre un petit pack confort** [...] **le soin était délocalisé sur le bien-être.** » (Cadre de santé n°1, entretien post-POC)

Par ailleurs, les **bénéficiaires de ce soin**, de cette attention qui espérait être générée par les solutions, ne se restreignaient pas aux **patients mais aussi à leurs aidants, ainsi qu'aux professionnels des urgences** :  
« *Vous faites ça aussi pour améliorer notre quotidien* » (Aide-soignante n°1, entretien post-POC)

Au-delà des bénéfices générés directement par la solution, la conception des dispositifs a également été l'occasion de **concevoir la reconnaissance de certains acteurs** qui se sentent souvent « invisibles » par l'institution hospitalière alors qu'ils sont clés dans le vécu du patient. C'est notamment le cas des aides-soignants, **acteurs clés du *care* à l'hôpital** ! L'enjeu pour les designers a été d'associer les aides-soignants à une étape du parcours patient bien que leur action soit largement longitudinale : « *En effet, le parcours illustré permet de valoriser l'ensemble des corps de métiers du soin aux urgences qui doivent fonctionner main dans la main : il est ainsi essentiel d'y faire figurer les aides-soignants dont le rôle pourtant primordial est souvent laissé dans l'ombre.* » (Extrait du kit de déploiement).

Enfin, cette conception au-delà des solutions traditionnelles a permis d'engager des acteurs porte-parole d'autres formes de performance dans les **entreprises** partenaires du POC, notamment l'entreprise partenaire n°2 **pour qui les urgences et l'hôpital public ne faisaient pas partie de leur feuille de route**, ou en tout cas pas à court terme :

« Le déploiement de [nom de la solution de l'entreprise n°2 qui est aussi le nom de leur solution] aux urgences **ne faisait pas du tout partie de la feuille de route** [...] et **rentrer à l'AP-HP, cela ne faisait pas partie de ma mission** après c'est une opportunité que je trouvais magnifique donc je l'ai défendu en interne pour qu'on puisse le faire. » (Entreprise partenaire n°2, entretien post-POC)

### **Capacité de générer une action collective**

Comme nous allons le voir dans ce paragraphe, la création de changement fondamental, d'action collective, peut prendre plusieurs formes et donc montrer que les effets (et donc le succès) d'un POC vont bien au-delà de la simple validation et déploiement des solutions testées. Par exemple, le POC a **favorisé la prise de conscience de mauvaises habitudes**, des « *choses qu'on ne remarque plus parce qu'on est dedans* » (Cadre de santé n°2, entretien post-POC) **et la volonté d'y remédier** :

« Ça nous oblige à parfois **reprenre des réflexions sur des choses qui sont rentrées vraiment dans des habitudes**, typiquement le patient sur un brancard pendant plusieurs heures en fin de nuit, c'est quelque chose qu'on n'aime pas faire mais, au final, on a fini par s'habituer à le faire, c'est devenu le truc gênant ... c'est la pierre dans notre

jardin qu'on contourne tous les jours, **on la voit même plus et là se demander ce qu'on pouvait faire pour leur confort, ça oblige à repenser ça [...]. La géolocalisation ça nous aussi réobligé à réfléchir comment on pouvait fluidifier le parcours patient** » (Médecin urgentiste, entretien post-POC)

Le POC laisse entrevoir un cas de **transformation durable de la représentation mutuelle des acteurs**, notamment entre le service des urgences et le service informatique. Mieux, ces changements de représentation induits par cette situation de co-conception sur la phase du POC a **amélioré la compréhension mutuelle des rôles et expertises de chacun et favorisé la mise en place de nouveaux modes de coordination** :

« Je pense que ça a amélioré globalement l'entente entre les urgences et le service informatique ... qui est bonne mais on s'est retrouvé sur d'autres projets où le fait qu'on ait eu [...] une discussion assez franche [...] fait qu'eux ça les a **aidés à identifier les interlocuteurs chez nous et nous ça nous a aidés à identifier les acteurs chez eux** ... ce qui n'est pas toujours évident. Mais par exemple, on a mis en place depuis, l'intégration automatique des constantes de bases de déchocage dans les dossiers et **je savais à qui je devais envoyer un mail quand ça marche ou ça ne marche pas, que j'ai identifié pendant la phase d'instauration [POC] de la géoloc**. De même qu'on a instauré la dictée orale dans le service et on a **tout de suite fait ça très conjointement** avec le service informatique au lieu de se dire, c'est malheureusement l'image qu'ils avaient dans le service avant que les mecs on les appelaient ils ne répondaient jamais, ils venaient au bout de quatre jours et puis ils ne nous aidaient pas vraiment. **Alors qu'en fait si on les associe dès le départ, ils sont assez proactifs dans tout** mais il ne faut pas partir du principe qu'ils ne sont pas bons et qu'ils ne vont pas nous aider. En fait parce que, en plus ils sont techniquement plus que corrects [...] ils ont de vraies compétences, **ils sont meilleurs que l'image que j'en avais moi d'avant, en vrai quand on travaille avec eux c'est vraiment pas mal quoi !** » (Médecin urgentiste, entretien post-POC)

Les transformations se sont également traduites en termes de **changement de comportements, de pratiques**, malgré la fin du POC et l'épuisement des stocks de *Pack confort* dans le cas suivant :

« **Maintenant systématiquement** [...] si on sait que le patient est là depuis un moment, **on a tendance à aller le voir et lui poser des questions plus pertinentes**, vous avez plus besoin de vous rafraîchir ?, vous voulez faire un brin de toilette ? On essaie d'assurer son confort toujours avec le système de chaud, froid [...] le drap, s'il veut une couverture plus épaisse, qui rappelle du coup un peu le côté avec le plaid ... et puis c'est vrai qu'**on a plus le pack confort donc on se débrouille avec ce qu'on a actuellement** mais on pose beaucoup plus de questions me concernant [...] parce que voilà **par rapport à cette expérimentation j'ai vu que** ça plaisait à un bon nombre de patients et **c'est des questions toutes bêtes mais en fait c'est ce qu'attendent les patients.** » (Aide-soignant n°1, entretien post-POC)

Les dispositifs facilement répliquables par les équipes internes, comme *les Éclaireurs*, ont **poursuivi leur « vie » dans le service des urgences et même au-delà** selon les dires d'une secrétaire médicale du service :

« On donne, oui oui, c'est dans tous les services [...] si si on distribue, ça nous aide à moins perdre de temps avec chaque patient parce qu'ils ont toutes les explications sur ce document [...] **au contraire c'est parti dans les services, les postes de soin ça y est toujours** [...] **on le remet systématiquement à tout le monde**, la personne qui a besoin d'aide, on l'aide toujours bien entendu » (Secrétaire médicale, entretien post-POC).

#### 8.4.2 Les limites du POC dans le développement de capacités de conception collective

### *Capacité à définir et redéfinir ce qu'il y a à concevoir*

Il a été difficile de **modifier le cahier des charges des solutions testées après la présentation des concepts aux équipes de l'HEGP, parfois en termes d'ajouts de fonctions, parfois en termes de retraites de fonctions.** Pour l'ajout de fonctions, nous pouvons citer un exemple sur le concept *IT.néraire* ; le chef de service aurait souhaité combiner la technologie de géolocalisation au poignet avec un système de monitoring miniaturisé. Sachant les développements actuels dans le domaine, aucun acteur à la connaissance de l'équipe projet n'était en mesure de proposer à l'expérimentation sous quelques semaines cette double fonction, une entreprise partenaire a été trouvée au regard de la fonction primaire, la géolocalisation. Pour le retrait de fonctions, nous pouvons citer un exemple sur le concept *Pack confort*. Au-delà du fait que ce concept faisait écho à un projet qui tenait à cœur au chef de service et qu'il avait déjà essayé par ailleurs d'expérimenter, de mettre en œuvre, en vain – et qu'il était donc difficile de ne pas le tester – il a été difficile « d'enlever » des éléments de confort cités par le chef de service, comme le bain bouche par exemple.

### *Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception*

Lors du POC, la **conception participative avec les patients a été limitée** du fait de leur fragilité physique et mentale (douleur, stress ...) **de même qu'avec leurs aidants** qui sont temporairement si ce n'est rarement admis dans les zones de soin et qui sont généralement également dans un état fragile. Les patients dans un état critique n'ont bien sûr pas été mobilisés, du fait de leur état, tout en sachant qu'ils n'étaient pas la cible principale des dispositifs testés.

Il a parfois été **difficile de mobiliser le personnel des urgences, notamment médical.** Au-delà du fait que les « *urgences, c'est de la continuité du soin pour tout le monde* » (*Médecin urgentiste, entretien post-POC*), rares sont ceux qui ont un temps dédié pour du « hors soin », et quand il existe il est rarement dédié ou mis à profit pour travailler sur des projets d'amélioration des urgences. La faible implication des médecins en termes d'effectif peut également s'expliquer par la surcharge de travail induite par de nombreux postes vacants ou des mises à disposition.

Enfin, de manière critique, **des acteurs clés travaillant dans d'autres départements que les urgences n'ont pas été mobilisés voire pas réussis à être mobilisés par les designers dans la préparation du POC.** Il est notamment question des services informatique et communication ainsi que la direction générale. Au-delà des éléments qui seront mentionnés dans la sous-partie suivante, cette sous-mobilisation de ces acteurs s'explique, d'après nous, en partie par leur représentation par les équipes des designers et des urgences comme des « acteurs-décideurs » pour les équipes administratives et des « acteurs d'exploitation » pour les équipes techniques et non pas comme de potentiels (co-)concepteurs, acteurs de l'exploration :

« On a été obligé de se coordonner avec eux pour l'accès internet de géoloc ... et de la géoloc ils [la direction générale] ont rattrapé le reste du projet et ... ils ont donné leur avis sur plein de choses pour lesquelles **on ne les avait pas sollicités forcément initialement mais c'est quand même une structure aux autorités de tutelle** qui ont un avis qui est plus que consultatif ... » (*Médecin urgentiste, entretien post-POC*).

« Du service informatique, on aurait l'impression qu'on peut se passer d'eux [...] mais il n'en reste pas moins que **si dans deux ans le système est pérennisé** et qu'on a besoin de quelqu'un pour une borne qui ne marche plus, **c'est eux qu'on va appeler.** » (Médecin urgentiste, entretien post-POC)

Sous certains aspects, la direction générale s'est même révélée être un co-concepteur « puissant » grâce à sa vision globale des acteurs et de leurs compétences sachant un *turnover* important et son positionnement autoritaire permettant de mobiliser certains acteurs. Ainsi, les « frottements » avec la direction générale lors de la séance de restitution du POC a provoqué l'organisation par la direction générale d'une réunion. Cette réunion a réuni les parties prenantes clés, qu'il était notamment compliqué d'identifier ou d'impliquer, et ce d'autant plus par un externe, pour amener le projet plus loin. Il avait notamment été convenu, en concertation avec les équipes des services informatiques et travaux, qu'un contrat serait signé entre l'hôpital et l'entreprise partenaire n°2 pour réaliser une semaine de POC, cette fois-ci en condition « quasi réelle » fin mars 2020 ... mais la crise Covid a tout remis en question.

### ***Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires***

Au-delà des questions de conception participative, les problématiques entre le service des urgences et le service informatique relèvent de difficultés d'affinités et de collaboration entre plusieurs départements de l'hôpital. Alors qu'une demande de « *coordination avec l'équipe informatique pour l'accès au WIFI* » (cf. *présentation des Sismo lors du COPIL n°2*) pour le concept *IT.néraire* a été faite par les Sismo en septembre 2019, le chef de service a soulevé la possibilité de conduire l'expérimentation sans eux : « *on peut le faire en mode pirate* » (*verbatim extrait des notes prises lors de ce COPIL*), autrement dit mener l'expérimentation sans collaborer avec le service informatique. Les Sismo et l'entreprise partenaire n°2 ont découvert tardivement que cette hypothèse était en grande partie erronée et qu'ils avaient besoin d'eux pour ouvrir des accès informatiques. La prise de contact tardive, qui plus est par des externes à l'hôpital avec lesquels aucun contrat n'avait été signé, a naturellement généré une réticence de leur part : « *L'informatique n'avait pas été concertée et donc ils avaient du mal à ce qu'on les inclue comme ça dans le projet, dans un projet dans lequel ils ne s'étaient pas investis, ils n'avaient pas pris part.* » (*Cadre de santé n°1, entretien post-POC*).

Au niveau du service des urgences, très rares sont les exemples de collaboration directe entre des disciplines/métiers qui ne sont pas de la même ligne hiérarchique. Certes, aides-soignants, infirmiers et cadres de santé ont interagi entre eux autour du projet mais ces paramédicaux ont très peu directement interagi avec les médicaux par exemple.

### ***Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives***

Bien que les professionnels des urgences, comme les cadres de santé interrogées, pensent être plus à même de gérer ce type de projet dans le futur, on peut se demander **quels apprentissages pourraient être appliqués à d'autres projets qui ne seraient pas une réplique exacte** de celui-ci. Lors de l'entretien post-POC, la cadre de santé n°2 a notamment évoqué un autre projet – sur le bien-être des soignants – , qui semble porter des enjeux de conception bien différents du projet présenté dans l'article (notamment car le produit est déjà entièrement conçu et commercialisé par une entreprise), et ses difficultés pour le

gérer. Au-delà des projets futurs, les **capacités des acteurs terrain à mettre en œuvre les dispositifs, d'autant plus lorsqu'ils ne sont pas « clé en main », questionnent les acteurs eux-mêmes :**

« Nous si on veut continuer sur des projets, on est seul au monde ?! » (Cadre de santé n°2, entretien post-POC)

« Je pense qu'il faut qu'on soit accompagné [...] qu'on soit accompagné au début et après le projet est lancé et qu'on le maintienne sur la durée mais c'est vrai qu'**avant tout on est des soignants et pas des designers !** » (Cadre de santé n°1, entretien post-POC)

### **Capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception ouvrant des pistes de performance variée**

Pour rappel, à l'issue de la présentation des concepts scénarisés à l'HEGP, quatre concepts ont été sélectionnés pour être prototypés (« concepts retenus ») dont trois qui ont fait l'objet d'un POC à l'HEGP, et quatre autres ne l'ont pas été (« concepts écartés », ils ont fait l'objet de recommandations remises au chef de service). Au-delà des motifs d'exclusion légitime de ces concepts qui sont présentés dans la Figure 16, il s'est agi avant tout d'un **exercice de priorisation**. En effet, bien que le POC se veut suivre des principes d'expérimentation frugale, il n'en reste pas moins qu'il s'agit **d'une étape demandeuse de ressources conséquentes pour assurer sa conception, sa réalisation et son analyse**. Il y avait donc également intérêt à **retenir un nombre et un type de concepts compatibles avec le budget défini dans le devis** de la prestation de design qui avait été signé au tout début du projet, soit avant de connaître la nature des concepts !

Parmi les motifs pour lesquels ces concepts ont été écartés, nous pouvons observer une convergence avec les remarques faites dans les sous-parties précédentes dédiées à la capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception et la capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires. Ainsi, un des **freins majeurs à la conception de solutions alternatives a été la nécessité, et la difficulté de mobiliser dans la préparation du POC** (prototypage dans des temps contraints), **des acteurs à la fois externes aux urgences** (les services de spécialité pour le concept de *pass chronique*) et **à l'hôpital** (par exemple un SAMU pour le concept de *check-point SAMU*).

Apporter des éléments de confort au patient			Fluidifier le parcours patient		Intégrer l'entourage du patient		
<b>Pack confort</b>	<b>Check-point SAMU</b>	<b>Préparer l'imprévu</b>	<b>Pass chronique</b>	<b>ITinéraire</b>	<b>Accueil des aidants</b>	<b>Cure de jouvence</b>	<b>Les éclaireurs</b>
<b>Concept retenu</b> Dispositif plébiscité et attendu par les soignants. Besoin des patients de réappropriation de l'espace observé en phase d'enrichissement.	<b>Concept écarté</b> Forte complexité de mise en œuvre (implication d'acteurs hors équipe projet). Besoin de valider d'abord l'utilité du sac lui-même.	<b>Concept retenu</b> Permet de tester un dispositif où le patient est le principal acteur (forte dimension capacitaire). Test peu coûteux et simple à entreprendre.	<b>Concept écarté</b> Complexité d'implication d'acteurs non présents dans l'équipe projet. Reste à faire en conception et ethnographie avant la phase de POC trop conséquent.	<b>Concept retenu</b> Dispositif plébiscité par les soignants. Deux hypothèses à tester l'acceptation du dispositif par les patients et ses bénéfices en termes de liberté.	<b>Concept écarté</b> Peur des soignants d'être plus sollicités. Impossibilité de mobiliser une personne sur cette tâche. Point d'accueil mis en place naturellement avec la sécurisation des espaces de soin en cours de projet.	<b>Concept écarté</b> Action déjà en partie mise en place dans le service mais peu visible (la preuve de l'appétence pour le dispositif était moins nécessaire).	<b>Concept retenu</b> Perspective de gain de temps pour l'ensemble du personnel. Besoin fort d'orientation et de clarification de la suite des soins. Test peu coûteux et facile à mettre en place.

Figure 16 : Justification des concepts retenus et écartés par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo (Extrait du rapport final remis à la CNSA)

### *Capacité de générer une action collective*

En termes de poursuite du développement et de mise en œuvre des solutions testées, l'impact du POC paraît limité. À l'échelle de l'HEGP, la **temporalité du POC** peut être en cause sous différents aspects. Tout d'abord, la crise Covid est venue frapper l'hôpital quelques jours, quelques semaines après la fin du POC, compromettant notamment la mise en place du contrat d'expérimentation entre l'HEGP et l'entreprise partenaire n°2. Par ailleurs, les deux sessions de POC cumulées ont représenté moins de cinq jours d'expérimentation, durée qui s'est révélée d'autant plus limitée pour générer des apprentissages qu'il a fallu prendre sur ce temps pour informer et mobiliser progressivement les équipes au fil de leur prise de poste, plus particulièrement celles qui n'avaient pas assisté aux présentations de la salle de staff. Par exemple, pour le *Pack confort*, il a fallu interagir presque individuellement avec chaque soignant des trois équipes qui se passent le relais sur vingt-quatre heures, tout en sachant que les équipes n'étaient pas identiques sur les jours de POC et qu'il fallait ainsi chaque jour consacrer du temps pour les inclure dans l'expérimentation. Enfin, le « soufflet » est en **grande partie retombé** lorsque le POC s'est terminé. Beaucoup de soignants ont fait part, lors des entretiens, de leur volonté de poursuivre les expérimentations sur plusieurs semaines, et les cadres de santé ont souligné l'importance de le faire « dans la foulée » du POC, lissant ainsi la période de test et la période de mise en œuvre (provisoire) :

« Une fois que ça se met en marche, il ne faut pas que ça s'arrête parce que sinon, il faut qu'on reprenne depuis le début, pas début début, mais pour relancer en fait. » (Cadres de santé n°2, entretien post-POC)

Au-delà des questions de temporalité et de positionnement de la direction générale, c'est la **poursuite de l'ingénierie du projet** en interne ou par un acteur tiers pour prendre la suite des Sismo **qui a manqué et qui n'a pas su être développée par l'intermédiaire du POC**.

Également, l'impact du POC en dehors de l'HEGP a été limité. Les occasions de communication, et notamment de diffusion du cahier de déploiement, ont été reportées (par exemple, l'ouverture de la Maison POC Prendre soin dans le cadre de Lille 2020, Capitale mondiale du design, pour laquelle Cynthia Fleury-Perkins et les Sismo étaient commissaires d'exposition, le congrès ACFAS ou encore les pitch projet lors des Rencontres Recherche Innovation CNSA qui n'auront lieu qu'en début d'année prochaine). Plus largement, il a manqué d'un acteur concepteur et animateur d'une communauté autour du sujet « urgences et personnes âgées ».

## 8.5 Discussion et conclusion

### 8.5.1 Synthèse des résultats

Dans la Table 19, nous synthétisons les principaux résultats de cette étude de cas.

Table 19 : Synthèse des résultats

Descripteur des capacités organisationnelles de conception	Capacités de conception collective que le POC a permis de développer	Capacités de conception collective que le POC n'a pas permis de développer
Capacité de définir et redéfinir ce qu'il reste à concevoir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Révélation de la valeur de certaines fonctions et identification de nouvelles ;</li> <li>- Clarification et révélation d'une grande partie des éléments qu'il reste à concevoir collectivement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difficultés à modifier le cahier des charges des solutions testées, parfois en termes d'ajout, ou même de retrait de fonctions lorsqu'elles tiennent à cœur à la personne qui prend le risque d'accueillir le POC.</li> </ul>
Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implication d'un certain nombre de parties prenantes au plus proche du terrain, notamment celles qui ne sont pas classiquement mobilisées dans les phases amonts des projets d'innovation ;</li> <li>- Invitation des patients à donner leur avis et faire des propositions d'amélioration sur les dispositifs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible implication des patients, du fait de leur état de fragilité, et de leurs aidants ;</li> <li>- Difficultés de mobilisation de certains personnels des urgences, notamment médicaux ;</li> <li>- Faible/difficultés d'implication des acteurs en dehors du service qui a accueilli le POC.</li> </ul>
Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collaboration entre les professionnels des urgences et les designers ;</li> <li>- Implication d'une grande partie des professions représentées dans un service d'urgence sur un projet commun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collaboration difficile avec les professionnels travaillant en dehors du service qui a accueilli le POC ;</li> <li>- Collaboration exclusive entre des personnes de la même ligne hiérarchique (paramédicaux d'un côté, médicaux d'un autre et administratif encore d'un autre).</li> </ul>
Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives utiles à la conception	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acquisition de connaissances spécifiques/identification de connaissances manquantes ;</li> <li>- Reconnaissance de connaissances existantes ;</li> <li>- Acquisition/renforcement de compétences de gestion de projet, notamment des relations avec les parties prenantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacités limitées d'application des apprentissages à d'autres projets qui ne soient pas une réplication exacte ;</li> <li>- Capacités limitées des acteurs terrain à développer les compétences nécessaires à la mise en œuvre des dispositifs, d'autant plus lorsqu'ils ne sont pas « clé en main ».</li> </ul>
Capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception pour des pistes de performance variée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception de solutions pour un soin qui n'est plus seulement « technique » ou « médical » mais orienté <i>care</i> et dont les patients ne sont pas les seuls bénéficiaires ;</li> <li>- Conception de la reconnaissance des acteurs clés du <i>care</i> à l'hôpital ;</li> <li>- Conception de l'intérêt de prestataires pour les urgences et l'hôpital public sur lesquels ils ne sont pas positionnés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitation du nombre et de la nature des concepts qui peuvent faire l'objet d'un POC car il s'agit d'une étape particulièrement demandeuse de ressources financières (restreintes par le devis) et humaines (certains acteurs sont plus difficiles à mobiliser, notamment dans des délais restreints).</li> </ul>

<p>Capacité de générer une action collective</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prise de conscience de mauvaises habitudes et d'y remédier ;</li> <li>- Cas d'une transformation de la représentation mutuelle et de la coordination des acteurs ;</li> <li>- Changement des comportements, des pratiques ;</li> <li>- Utilisation en routine de nouvelles solutions.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Au niveau de l'HEGP : faible poursuite du développement et mise en œuvre des solutions à cause de la temporalité du POC et des capacités d'ingénierie de projet limitées en interne, que le POC n'a pas suffisamment permis de développer ;</li> <li>- En dehors de l'HEGP : faible communication du POC et du cahier de déploiement à cause de la crise Covid et du manque d'acteur concepteur et animateur d'une communauté autour du sujet de l'appel à projets.</li> </ul>
--	---	---

### 8.5.2 Discussion de la contribution académique

Bien que les résultats de cette étude exploratoire s'appuient sur un cas unique, et qui plus est dans la santé, nous pensons que les contributions que nous en dégageons peuvent s'avérer utiles à d'autres systèmes sociotechniques. En effet, d'une part, la santé semble constituer un cas extrême vis-à-vis des problématiques de management de l'innovation et de design transformationnel (Eisenhardt & Graebner, 2007), et d'autre part, incarner un faisceau de propriétés (bureaucratie professionnelle, expertises dispersées, diversité des prescripteurs, forte réglementation ...) qui peuvent être retrouvées dans d'autres systèmes sociotechniques. Ce papier apporte une meilleure compréhension de l'aptitude des preuves de concept (POC) à contribuer au développement de capacités de conception collective permettant de soutenir un régime d'innovation répétée et durable, levier de la transformation des organisations et systèmes sociotechniques. Cette étude a tout d'abord montré qu'il était intéressant d'étudier les effets organisationnels des POC à l'aide d'un cadre d'analyse inspiré de Burns et al. (2006) décrivant six capacités organisationnelles orientées conception (Hatchuel et al., 2002 ; Le Masson & Weil, 2014) : capacité de définir et redéfinir ce qu'il reste à concevoir ; capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception ; capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires ; capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives utiles à la conception ; capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception pour des pistes de performance variée ; capacité de générer une action collective. Ce cadre d'analyse, qui nécessite bien sûr d'être perfectionné et validé par des recherches ultérieures, a la vertu d'esquisser la pluralité des formes que peuvent prendre les capacités de conception collective, et des acteurs qui les expriment et les développent. Autrement dit, il révèle comment les « non-concepteurs » (e.g., les professionnels du soin) ont tout autant un rôle à jouer dans les processus de conception que les concepteurs « traditionnels » (e.g., les designers, les ingénieurs). À ce titre, nous aurions pu plus nous intéresser aux patients et leurs aidants, ainsi qu'à la CNSA. Par ailleurs, nos résultats montrent des effets prometteurs des POC dans le développement de ces capacités organisationnelles orientées conception ; les POC semblant agir selon une modalité de type formation-action. Ces résultats méritent d'être confirmés, par l'étude d'autres cas, tout autant que les limites que nous avons observées. Cependant, il nous semble d'ores et déjà important de souligner une potentielle limite critique des POC ; celle de restreindre l'exploration à quelques alternatives de conception, qui plus est des alternatives pour lesquelles les

terrains d'expérimentation sont déjà connus et faciles d'accès. Enfin, nous nous demandons si, pour favoriser la régénération des organisations, il ne faudrait pas penser des stratégies de sessions de POC successives ou programmées régulièrement.

### 8.5.3 Recommandations managériales

Cette étude de cas exploratoire permet également d'ébaucher des recommandations managériales à destination des parties prenantes de POC. Le POC doit être utilisé comme un moyen « éclair » pour valider des hypothèses de valeur, mais aussi pour développer et explorer les conditions organisationnelles (connaissances, compétences, légitimités ...) manquantes pour poursuivre le processus de conception collective, et donc engager la régénération de l'organisation ou du système sociotechnique. Cela implique qu'il est préférable que les managers du POC réalisent, en amont du POC, un diagnostic des capacités de conception collective (est-ce que l'organisation sera capable de réaliser de ce qui a été validé et explorer les inconnus qui sont apparus ?). Pour réaliser ce diagnostic, les managers pourront s'appuyer sur le cadre d'analyse que nous avons utilisé et qui est présenté dans la Table 18. Cela implique également que les managers du POC soient vigilants, à la lumière du diagnostic, à introduire au plus tôt dans le processus, des acteurs compétents et en capacité (technique ou industrielle) de faire exister les déploiements ultérieurs, surtout quand celle-ci ne dispose de bureau d'études interne comme l'hôpital. Il est également clé pour le manager du POC d'organiser très tôt une discussion sur les intentions de régénération et du « champ opératoire » donné par la gouvernance de l'organisation ou du système sociotechnique (où est-ce que l'organisation se sent prête à se transformer, s'engager, en termes d'investissement financiers, ressources humaines, etc. en cas de validation des hypothèses de valeur, de succès du POC ?). Le POC va contribuer à éclairer les voies désirables pour l'organisation et l'ambition qu'il peut leur être conférées. Bien qu'étant le garde-fou principal, la durée du POC doit rester compatible avec les enjeux de validation et d'exploration en question. Cela implique que la préparation amont et les apprentissages aval soient eux aussi dimensionnés en cohérence avec ces enjeux, or ceux-ci sont souvent peu visibles par les acteurs du collectif. Enfin, les managers doivent être conscients des limites méthodologiques du POC dans la régénération des organisations. Nous avons notamment mentionné une exploration réduite sur certaines voies, et donc un risque d'innovation orpheline. Pour diagnostiquer et donc mieux contrôler ce risque d'innovation orpheline, nous recommandons de réaliser un référentiel de conception *Concept-Knowledge* (C-K), mentionné dans l'état de l'art (Agogué, 2013 ; Agogué et al., 2012). Nous invitons plus généralement les managers de POC à consulter la troisième colonne de la Table 19 portant sur les capacités de conception collective que le POC n'a pas permis de développer dans notre étude de cas pour en déduire qu'elles pourraient être les limites dans leur cas, avec l'objectif de déployer des approches complémentaires pour y faire face.

## Bibliographie

Agogué, M. (2013). L'innovation orpheline : Lutter contre les biais cognitifs dans les dynamiques industrielles. Presses des Mines.

- Agogué, M., Berthet, E., Fredberg, T., Le Masson, P., Segrestin, B., Stoetzel, M., Wiener, M., & Ystr m, A. (2017). Explicating the role of innovation intermediaries in the "unknown": A contingency approach. *Journal of Strategy and Management*, 10(1), 19-39. <https://doi.org/10.1108/JSMA-01-2015-0005>
- Agogué, M., Masson, P. L., & Robinson, D. K. (2012). Orphan innovation, or when path-creation goes stale: A design framework to characterize path-dependence in real time. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(6), 603-616. <https://doi.org/10.1080/09537325.2012.693672>
- Agogué, M., Ystr m, A., & Le Masson, P. (2013). Rethinking the role of intermediaries as an architect of collective exploration and creation of knowledge in open innovation. *International Journal of Innovation Management*, 17(02), 1350007. <https://doi.org/10.1142/S1363919613500072>
- Ben Mahmoud-Jouini, S. B., & Charue-Duboc, F. (2017). Experimentations in emerging innovation ecosystems: Specificities and roles. The case of the hydrogen energy fuel cell. *International Journal of Technology Management*, 75(1-4), 28-54. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2017.085699>
- Bessant, J., & Rush, H. (1995). Building Bridges for Innovation: The Role of Consultants in Technology Transfer. *Research Policy*, 24, 97-114. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(93\)00751-E](https://doi.org/10.1016/0048-7333(93)00751-E)
- Blackwell, R. W. n e, Lowton, K., Robert, G., Grudzen, C., & Grocott, P. (2017). Using Experience-based Co-design with older patients, their families and staff to improve palliative care experiences in the Emergency Department: A reflective critique on the process and outcomes. *International Journal of Nursing Studies*, 68, 83-94. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2017.01.002>
- Burns, C., Cottam, H., Vanstone, C., & Winhall, J. (2006). Transformation Design. Design Council. <https://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/red-paper-transformation-design.pdf>
- Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie. (2014). Rapport 2014 : 10 ans de solidarité pour l'autonomie. [https://www.cnsa.fr/documentation/cnsa\\_rapportactivite2014\\_versioninteractive.pdf](https://www.cnsa.fr/documentation/cnsa_rapportactivite2014_versioninteractive.pdf)
- Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie. (2018, juin 22). Communiqué : Appel à projets : « Handicap et perte d'autonomie : innovation sociale par le design ». CNSA. <https://www.cnsa.fr/documentation-et-donnees-espace-presse/2018/communiqué-appel-a-projets-handicap-et-perse-dautonomie-innovation-sociale-par-le-design>
- Carlile, P. R. (2002). A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development. *Organization Science*, 13(4), 442-455. <https://doi.org/10.1287/orsc.13.4.442.2953>
- Cooper, R. (1994). Third Generation New Product Process. *Journal of Product Innovation Management*, 11, 3-14. [https://doi.org/10.1016/0737-6782\(94\)90115-5](https://doi.org/10.1016/0737-6782(94)90115-5)
- Crespin-Mazet, F., Goglio-Primard, K., & Grenier, C. (2018). Social Collectives: A Partial Form of Organizing that Sustains Social Innovation1. *Management International*, 21(3), 35-46. <https://doi.org/10.7202/1052763ar>
- Department of Health. (2005). Creating a Patient Led NHS Delivering the NHS Improvement Plan. Department of Health. [https://www.plymouth.ac.uk/uploads/production/document/path/1/1921/dh\\_4106507.pdf](https://www.plymouth.ac.uk/uploads/production/document/path/1/1921/dh_4106507.pdf)
- Donetto, S., Pierri, P., Tsianakas, V., & Robert, G. (2015). Experience-based Co-design and Healthcare Improvement: Realizing Participatory Design in the Public Sector. *The Design Journal*, 18(2), 227-248. <https://doi.org/10.2752/175630615X14212498964312>
- Ehn, P. (2008). Participation in Design Things. 92-101.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of management journal*, 50(1), 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- Elden, M., & Levin, M. (1991). Cogenerative Learning: Bringing Participation into Action Research. In W. Whyte, *Participatory Action Research* (p. 127-142). SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781412985383.n9>
- Few, D. D. (1987). A Perspective on 15 Years of Proof-of-concept Aircraft Development and Flight Research at Ames-Moffett by the Rotorcraft and Powered-Lift Flight Projects Division, 1970-1985. National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Office. [https://books.google.fr/books?id=g\\_LPxwEACAAJ](https://books.google.fr/books?id=g_LPxwEACAAJ)

- Fleury, C. (2019). Le soin est un humanisme. Gallimard. <https://www.cairn.info/revue-projet-2019-6-page-96.htm>
- Fleury-Perkins, C., & Fenoglio, A. (2019). Le design peut-il aider à mieux soigner ? Le concept de proof of care. *Soins*, 64(834), 58-61. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2019.02.016>
- Gillier, T., & Lenfle, S. (2019). Experimenting in the Unknown: Lessons from The Manhattan Project. *European Management Review*, 16(2), 449-469. <https://doi.org/10.1111/emre.12187>
- Hatchuel, A., & David, A. (2007). Collaboration for Management Research. Shani, AB, Mohrman, SA A, Pasmore, WA, Stymne, S., Adler, N., *Handbook of Collaborative Management Research*, Sage, 143-162.
- Hatchuel, A., & Le Masson, P. (2001). Innovation répétée et croissance de la firme (micro-économie et gestion des fonctions de conception). *Cahiers de recherche- Ecole des mines de Paris, Centre de gestion scientifique*.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2002). De la gestion des connaissances aux organisations orientées conception. *Revue internationale des sciences sociales*, 171(1), 29. <https://doi.org/10.3917/riss.171.0029>
- Hodgson, D. E. (2004). Project Work: The Legacy of Bureaucratic Control in the Post-Bureaucratic Organization. *Organization*, 11(1), 81-100. <https://doi.org/10.1177/1350508404039659>
- Hooge, S., Béjean, M., & Arnoux, F. (2016). Organising for radical innovation: The benefits of the interplay between cognitive and organisational processes in kcp workshops. In *The Role of Creativity in the Management of Innovation: Vol. Volume 27 (p. 205-237). World Scientific (Europe)*. [https://doi.org/10.1142/9781786342010\\_0011](https://doi.org/10.1142/9781786342010_0011)
- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(5), 715-728. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>
- Iedema, R., Merrick, E., Piper, D., Britton, K., Gray, J., Verma, R., & Manning, N. (2010). Codesigning as a Discursive Practice in Emergency Health Services: The Architecture of Deliberation. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 46(1), 73-91. <https://doi.org/10.1177/0021886309357544>
- Jean, F. (2016). L'échange génératif de technologies innovantes : Engagement conceptif et conception de la valeur (Numéro 2016PSLEM082) [Theses, Université Paris sciences et lettres]. <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01719685>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2019, juin). Can proof-of-concept (PoC) make people be more generative? - Uncovering the Sismo's design of « generative PoC ». 26th Innovation and Product Development Management Conference (IPDMC). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02100279>
- Jobin, C., Hooge, S., & Le Masson, P. (2020, juin). What does the proof-of-concept (POC) really prove? A historical perspective and a cross-domain analytical study. XXIXème conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique (AIMS). <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02570321>
- Jobin, C., Hooge, S., & Masson, P. L. (2021). The logics of double proof in proof of concept: A design theory-based model of experimentation in the unknown. *Proceedings of the Design Society*, 1, 3051-3060. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.566>
- Johnson, S. B. (2013). Technical and institutional factors in the emergence of project management. *International Journal of Project Management*, 31(5), 670-681. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2013.01.006>
- Junginger, S., & Sangiorgi, D. (2009). Service Design and Organizational Change: Bridging the Gap Between Rigour and Relevance. *International Association of Societies of Design Research*, 4339-4348.
- Karpen, I. O., Gemser, G., & Calabretta, G. (2017). A multilevel consideration of service design conditions: Towards a portfolio of organisational capabilities, interactive practices and individual abilities. *Journal of Service Theory and Practice*, 27(2), 384-407. <https://doi.org/10.1108/JSTP-05-2015-0121>
- Le Masson, P., & Weil, B. (2014). Réinventer l'entreprise : La gestion collégiale des inconnus communs non appropriables. In *L'entreprise, point aveugle du savoir*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01083252>

- Moniot, A., & Massé, D. (2019). La face cachée des programmes d'incubation pour startups: Entre vecteurs d'alignement des acteurs et outils de vassalisation. *Observatoire Projet Innovation Conception/École polytechnique*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02873887>
- Nicolini, D., Mengis, J., & Swan, J. (2012). Understanding the Role of Objects in Cross-Disciplinary Collaboration. *Organization Science*, 23(3), 612-629. <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0664>
- Nussbaum, M. C. (2001). *Women and Human Development: The Capabilities Approach*. Cambridge University Press.
- Oliver, K., Kothari, A., & Mays, N. (2019). The dark side of coproduction: Do the costs outweigh the benefits for health research? *Health Research Policy and Systems*, 17(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s12961-019-0432-3>
- Percie du Sert, F.-G., & Midler, C. (2019). D'un projet exploratoire à l'organisation de l'ambidextrie. Le cas ZDS. *Observatoire Projet Innovation Conception/École polytechnique*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02872859>
- Picard, R. (2017). *La co-conception en Living Lab santé et autonomie 1: Concepts, méthodes et outils*. ISTE Group.
- Piper, D., Iedema, R., Gray, J., Verma, R., Holmes, L., & Manning, N. (2012). Utilizing experience-based co-design to improve the experience of patients accessing emergency departments in New South Wales public hospitals: An evaluation study. *Health Services Management Research*, 25(4), 162-172. <https://doi.org/10.1177/0951484812474247>
- Radaelli, G., Guerci, M., Cirella, S., & Shani, A. B. (2014). Intervention research as management research in practice: Learning from a case in the fashion design industry. *British Journal of Management*, 25(2), 335-351.
- Rauth, I., Carlgren, L., & Elmquist, M. (2014). Making It Happen: Legitimizing Design Thinking in Large Organizations. *Design Management Journal*, 9. <https://doi.org/10.1111/dmj.12015>
- Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5-18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>
- Sangiorgi, D. (2010). Transformative Services and Transformation Design. 65-76.
- Sen, A. (2000). *Development as Freedom*. Anchor.
- Sénat. (2017). Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires sociales sur les urgences hospitalières. <https://www.senat.fr/rap/r16-685/r16-685.html>
- Space Task Group. (1969). *The Post-Apollo Space Program: Directions for the Future*. Available in NASA Historical Reference Collection, History Office, NASA Headquarters, Washington, D.C. <https://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/taskgrp.html>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199708\)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z)
- Tourette-Turgis, C., & Thievenaz, J. (2014). L'éducation thérapeutique du patient : Champ de pratique et champ de recherche. *Savoirs*, n° 35(2), 9-48. <https://www.cairn.info/journal-savoirs-2014-2-page-9.htm>
- Voss, C., Johnson, M., & Godsell, J. (2016). Case research. In *Research methods for operations management* (p. 181-213). Routledge.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5. edition). SAGE.
- Yu, E., & Sangiorgi, D. (2018). Exploring the transformative impacts of service design: The role of designer-client relationships in the service development process. *Design Studies*, 55, 79-111. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2017.09.001>

# Annexe 1

Rapport final du projet Urgences remis à la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie



Avec le soutien de la  
**Appel à projets  
« Handicap et perte  
d'autonomie :  
innovation sociale  
par le design »**

## Repenser les Urgences pour les patients en situation de handicap et âgés en perte d'autonomie

Rapport du porteur de projet

Version 2 - juin 2020

## Sommaire

Note de synthèse	p. 3
Présentation du projet	p. 6
Description de la démarche	p. 12
Résultats de la démarche et perspectives	p. 19
Bilan critique de l'expérience de design	p. 30
Conclusion	p. 40

# Note de synthèse

## Note de synthèse

Présentation du projet

Description de la démarche de design

Résultats de la démarche et perspectives

Bilan critique de l'expérience de design

Conclusion

3

## Note de synthèse

### Partie 1/2

**Point de contact critique entre la ville et l'hôpital, les services d'urgences font face à de nombreux défis étroitement liés au vieillissement de la population**

(augmentation continue de leur fréquentation, modification importante des profils et des demandes des patients dont les prises en charge ne doivent plus seulement être médicales mais psycho-médico-sociales, ...).

Compte tenu de leur situation critique, les urgences hospitalières et les soins non programmés font régulièrement l'objet de rapports et de propositions, souvent similaires et centrées sur le mode de fonctionnement des organisations de santé. **La Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo souhaitent s'inscrire dans un positionnement complémentaire en s'intéressant au vécu singulier des usagers des urgences, et plus spécifiquement à la population spécifique des 'autonomie d'autonomie**

**personnes âgées en perte d'autonomie et en situation de handicap, afin d'améliorer la qualité de leur parcours.**

À cet égard, une démarche de design a été entreprise dans le but d'imaginer et de concevoir de manière collaborative des solutions apportant du soin (care) aux usagers des urgences. **La pertinence et la valeur de ces solutions ont été mises à l'épreuve du terrain, par l'intermédiaire de POC (proofs of concept), auprès de l'un des principaux partenaires terrains de ce projet, à savoir l'Hôpital Européen Georges-Pompidou (AP-HP).**

**Les quatre solutions retenues s'inscrivent sur l'ensemble du parcours des patients.**

**En cas d'urgence** est un livret de prévention et d'accompagnement des patients dans l'acquisition de compétences et de bons réflexes en amont des urgences.

4

## Note de synthèse

### Partie 2/2

**Mon côté personnel** agit sur le confort et l'autonomie des patients grâce à une sacoche fixée au brancard qui permet de conserver leurs effets personnels et les accessoires fournis, le tout à portée de main.

**IT.néraire**, à travers une solution de géolocalisation des patients, évite le risque de fugue tout en fluidifiant la prise en charge et facilitant le travail des soignants.

**Les éclaireurs** facilitent la sortie des urgences par une meilleure information des patients et contribue ainsi à désengorger le standard pour consacrer plus d'attention aux patients vulnérables.

Les quatre solutions et leur kit de déploiement sont mises à disposition par la Chaire de Philosophie à l'hôpital tous les établissements qui souhaiteraient les mettre en place à travers une **licence Creative Commons CC-BY-NC**.

**Une approche réflexive et critique de la démarche de design a notamment permis de soulever quatre grands questionnements** : (1) les limites et bénéfices d'un positionnement en tant que designers externes, (2) un mode de projet et d'interaction à repenser face au contexte du projet et des urgences, (3) le POC en environnement contraint : la nécessité d'aller au-delà de la désirabilité, et (4) dans un écosystème hospitalo-universitaire, le designer doit-il agir tel un scientifique ?

Ce projet de design vient plus largement nourrir les bases théorique et pratique du *Design with Care* et la méthodologie associée : les "Proofs of Care ©".

5

# Présentation du projet

Note de synthèse

**Présentation du projet**

Description de la démarche de design

Résultats de la démarche et perspectives

Bilan critique de l'expérience de design

Conclusion

6

## Présentation du projet

### La Chaire de philosophie à l'hôpital

Ouverte en janvier 2016, abritée au GHU Paris Psychiatrie et Neurosciences dirigée et créée par Cynthia Fleury-Perkins, professeur de philosophie et psychanalyste, la Chaire de philosophie à l'hôpital propose de réinventer une fonction soignante en partage entre le médecin et son patient, entre l'hôpital et le reste de la société, en particulier l'école et l'université.

En introduisant les Humanités - la philosophie, les sciences humaines, les arts - au cœur de toute structure de soin grâce à l'enseignement, la critique, la recherche et le partage d'expérience, la Chaire de Philosophie à l'Hôpital veut enrichir le soin et faire communiquer les sphères de connaissance comme celles et ceux qui les mettent en pratique ou en bénéficient, par le biais de séminaires comme d'expérimentations innovantes.



#### **Cynthia Fleury-Perkins - Porteur du projet**

Fondatrice de la Chaire de philosophie à l'hôpital, titulaire de la Chaire humanités & santé au CNAM et professeure associée à Mines ParisTech.

7

## Présentation du projet

### Les Sismo

Fondé il y a 22 ans, les Sismo est un studio de design indépendant. Depuis sa genèse, le studio a suivi toutes les mutations, jusqu'à investir l'ensemble des champs des métiers du design. Reconnu pour ses réponses pertinentes et élégantes dans l'accompagnement à l'innovation des organisations publiques et privées, le studio affirme son positionnement résolument humaniste par le *Design with care*.

Souvent primé pour ses créations iconiques, ses outils méthodologiques et ses expositions grand public, les Sismo constituent un collectif hors norme d'une trentaine de talents, des doubles profils, tous issus de formations en design. Les profils intégrés dans le studio sont les suivants : architecte, designer de services, designer stratégique, ingénieur, sociologue, anthropologue, entrepreneur, designer industriel, UX/UI designer, etc.



#### **Les Sismo - Partenaire designer**

Un studio de design qui affirme son positionnement résolument humaniste par le *Design with care*.

8

## Présentation du projet

### Constats ayant motivés la démarche de design

**Point de contact critique entre la ville et l'hôpital, les services d'urgence hospitalière sont confrontés à une hausse ininterrompue** de leur fréquentation, atteignant ainsi 21,4 millions passages annuels en 2017, soit 2 fois plus qu'en 1997 [1]. Bien que multiples et souvent systémiques, les motifs qui expliquent ce recours croissant sont intimement liés au **vieillessement de la population**.

En plus de drainer toujours plus de patients, cette dynamique démographique vient déstabiliser les structures et les équipes. En effet, il n'est plus seulement question d'assurer la prise en charge des urgences vitales mais aussi, voire surtout, d'assurer la **prise en charge de**

**patients avec des complications inhérentes à leurs maladies chroniques, souvent multiples** [2].

Cette prise en charge n'est bien souvent **pas seulement le résultat d'une fragilité médicale seule mais d'une fragilité psycho-médico-sociale**, nécessitant ainsi des modalités de soin d'autant plus holistiques et spécifiques [2].

A propos, il est reconnu que la **personne âgée est une "patientèle au profil particulier"**, e.g., elle y reste en moyenne 2 fois plus longtemps (soit en moyenne 4 heures), est soumise à un tiers d'exams supplémentaires, est 2,6 fois plus susceptible d'être hospitalisée que les 15-74 ans [3].

Référence [1] : DRESS (2019). La médecine d'urgence.

Référence [2] : Sénat (2017). Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires sociales sur les urgences hospitalières.

Référence [3] : DRESS. (2017). Les personnes âgées aux urgences : une patientèle au profil particulier.

## Présentation du projet

### Objectifs et enjeux de la démarche

Compte tenu de leur situation critique, les urgences hospitalières et les soins non programmés font **régulièrement l'objet de rapports "soulevant bien souvent les mêmes interrogations, établissant des constats identiques, et avançant des propositions similaires** [1]" Majoritairement, même s'il existe bien sûr des exceptions (voir e.g. [2]), ces rapports ont comme **point de focal les institutions et leur mode de fonctionnement plutôt que les patients en tant qu'individus singuliers**.

**La Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo souhaitent s'intéresser au vécu singulier des usagers des urgences, plus spécifiquement celui des personnes**

**âgées en perte d'autonomie et en situation de handicap, afin d'améliorer la qualité de leur parcours de soin dans des situations d'urgence**. Pour aborder cet enjeu crucial, la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo souhaitent **adopter une approche par le design**.

Cette approche se devait d'être **centrée sur les parcours et vécus des usagers**, afin d'**imaginer de façon collaborative des solutions innovantes**. Certaines d'entre elles devaient ensuite être **testées en situation réelle, au contact du terrain, par l'intermédiaire de POC** (proofs of concept) dont les **apprentissages** devaient nourrir un **kit de déploiement** à destination de tout acteur intéressé.

Référence [1] : Sénat (2017). Rapport d'information fait au nom de la commission des affaires sociales sur les urgences hospitalières.

Référence [2] : ARS & CRSA Pays de la Loire (2017). Etude sur les attentes des usagers des services d'urgences des établissements de santé en Région Pays de la Loire

## Présentation du projet

Terrains d'étude : plusieurs modalités de participations

	Hôpital européen Georges-Pompidou AP-HP	Pôle Santé SARTHE-ET-LOIRE	CENTRE HOSPITALIER DE GUÉRET	Hôpital privé d'Antony
	<b>Observations et interviews terrain, atelier et expérimentations au SAU</b>	<b>Observations et interviews terrain au SAU et à un EPHAD</b>	<b>Interview du directeur du CH</b>	<b>Interview d'un médecin urgentiste</b>
	Hôpital accueillant la 2 <sup>ème</sup> plus grande population de +75 ans d'IDF, avec comme sponsor du projet, Pr Juvin, chef de service d'urgence	Établissement, en fort contraste contextuel vis-à-vis de l'HEGP, composé de 2 EHPAD et d'un foyer d'accueil pour adultes handicapés.	Hôpital avec un contexte proche du PSSSL, faisant office d'objet de comparaison et de validation des tendances observées.	Hôpital privé reconnu par les experts du handicap pour sa qualité de prise en charge des personnes en situation de handicap.
	.Paris 15 <sup>ème</sup> arr., milieu urbain .Population de 75+ ans : 8,8% .Établissement de grande taille .160 passages / jour (adultes)	.Sud-Sarthe, milieu rural .Population de 75+ ans : 12,5 % .Établissement de taille moyenne .70 passages / jour	.Guéret (Creuse), milieu rural .Population de 75+ ans : 15,5% .Établissement de taille moyenne .59 passages / jour	.Antony (IDF), milieu urbain .Population de 75+ ans : 9,1 % .Plus grand service d'urgence du secteur privé .180 passages / jour (adultes)

11

# Description de la démarche de design

Note de synthèse

Présentation du projet

**Description de la démarche de design**

Résultats de la démarche et perspectives

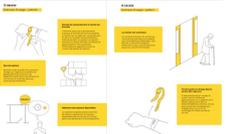
Bilan critique de l'expérience de design

Conclusion

12

## Description de la démarche de design

Synthèse des étapes et de la chronologie du projet

ENRICHISSEMENT	IDÉATION	SCÉNARISATION	PROOF OF CONCEPT / CARE	VALORISATION
FÉVRIER - AVRIL 2019	JUIN 2019	JUILLET - AOÛT 2019	DÉCEMBRE 2019 - JANVIER 2020	T1 2020
				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Observations terraines</b> (HEGP + PSSL) et <b>des entretiens</b> dans une démarche la plus globale possible</li> <li>• Synthèse des <b>apprentissages</b> et des <b>opportunités de création</b></li> <li>• <b>Cartographie de l'expérience</b> patient</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Génération collective d'idées</b> de solutions en associant médecine de ville, spécialistes de la gérontologie, association de patient, ...</li> <li>• Synthèse et enrichissement et <b>formulation des concepts</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Présentation des concepts à l'HEGP</b></li> <li>• Présentation des concepts à <b>des associations et acteurs du handicap</b></li> <li>• Présentation des retours sur les concepts à l'HEGP et <b>sélection des concepts à tester</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conception (démonstrateurs, partenariats, protocole de test)</b></li> <li>• <b>5 jours de test à l'HEGP avec animation</b> (formations, observations, entretiens, itérations, ...)</li> <li>• <b>Restitution des apprentissages du POC</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elaboration d'un kit de déploiement</b></li> <li>• <b>Valorisation de la démarche</b> dans les travaux de la Chaire de Philosophie à l'Hôpital, la thèse "PoC générative" et auprès des acteurs publics</li> </ul>

## Description de la démarche de design

Étape 1 : Enrichissement



**27 ENTRETIENS**  
(hors immersion)



**+40H**  
**D'IMMERSION**



**1 RECHERCHE**  
**ACADÉMIQUE**

### Patients / aidants

4 patients âgés, 4 aidants

### Professionnels des urgences

1 infirmière (CHU Nîmes), 5 médecins urgentistes (HEGP : Dr Patrick Pelloux, Marie Roux, Richard Chocron, Isabelle Vassor, Hôpital privé d'Antony : David Ammar), 1 directeur médical SAMU 94, 6 médecins de l'association "Les Transmetteurs"

### Professionnels hors-urgences

1 infirmière à domicile, 1 aide soignante (EHPAD), 1 gestionnaire de cas complexes Maia, 1 directrice de CLIC, 1 ergothérapeute, équipe mobile de gériatrie, 2 médecins spécialisés (Thierry Billette, Bruno Philippe), 1 famille d'accueil adulte handicapé, 2 infirmières et une étudiante infirmière en foyer d'accueil pour adultes handicapés (PSSL), 1 directeur de CH (Guéret), 1 directrice et 1 chef de projet innovation (Serre AP-HP)

au sein de trois structures :

. Le service d'urgence de l'**Hôpital Européen Georges Pompidou** (28h en binôme)

. Le service d'urgence du **Pôle Santé Sarthe et Loir** (8h30 en binôme)

. L'**EHPAD du Pôle Santé Sarthe et Loir** (3h30).

Ces observations ont permis de couvrir l'ensemble des plages horaires d'ouverture du service des Urgences, y compris en nocturne.

*Dans le cadre de la thèse à l'école des Mines de Paris : Preuve de concept générative : quels processus pour soutenir la conception collective innovante ? Le cas des POC dans le soin*

### Sources

Rapports d'instances gouvernementales et régionales, thèses de médecine, mémoires de recherche, études de l'Ecole des Mines de Paris, littérature scientifique, articles de presse, ...

### Thématiques

Notion d'urgence, histoire de la médecine d'urgence et de la gériatrie, innovations dans la prise en charge des patients gériatriques, pédiatriques, handicapés, conception collaborative en santé, ...

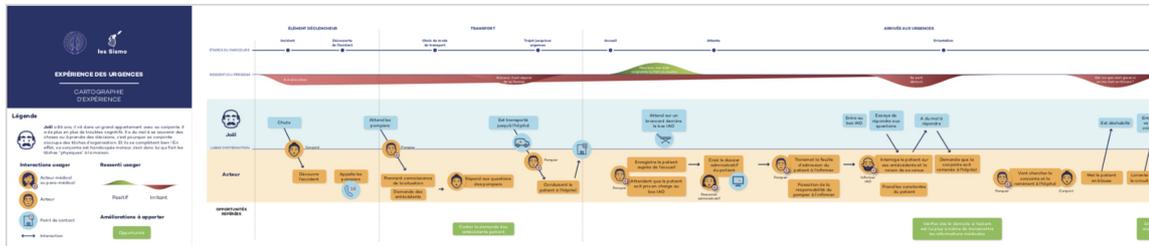
### Périmètre

En France et à l'international.

14

## Description de la démarche de design

### Étape 1: Enrichissement - Extrait de la cartographie d'expérience



A partir des observations et des entretiens, nous avons représenté **le parcours d'un patient âgé aux urgences, depuis l'incident déclencheur jusqu'à la sortie de l'hôpital.**

Il s'agit d'un cas réaliste bien que fictif, qui permet de se projeter dans le vécu du patient et de factueliser l'ensemble de ses interactions.

Cet outil visuel a été utilisé pendant l'atelier d'idéation (étape 2) pour permettre aux participants d'entrer en empathie avec le persona et d'imaginer des solutions qui puissent répondre à ses besoins.

15

## Description de la démarche de design

### Étape 1: Enrichissement - Synthèse des apprentissages et des opportunités de création



16

## Description de la démarche de design

### Étape 2 : Idéation

#### 1 ATELIER chez les Sismo

- Tour de table des participants et de l'équipe Sismo
- Présentation du projet, des apprentissages et des **opportunités de création** : **hospitalité, attention, coordination**
- 3 sessions d'idéation collective sur chacun des 3 temps - **amont, pendant et aval des urgences** - à partir d'une **cartographie d'expérience** suivant d'un couple de personnes âgées et d'une **matrice créative** ©.

#### 9 PARTICIPANTS

- **Patients et aidants** : Patients, représentant de l'association d'aidants Avec nos proches
- Professionnels de santé en contact **avec des patients âgés et vulnérables** : Chef de service de gériatrie retraitée, ergothérapeute au sein d'un CLIC, Infirmier d'équipe mobile de gériatrie, médecin d'équipe mobile de gériatrie, médecins généralistes, médecins de l'association Les Transmetteurs

#### 3 CATÉGORIES DE CONCEPTS générées

##### Se préparer à une situation imprévue

Sac contenant différents éléments qui augmentent le confort des patients au sein du service d'urgence ; déclinaison en plusieurs temporalités de déploiement (dans le service, juste avant, en prévention).

##### Mieux repérer pour fluidifier

Aide au personnel soignant à avoir plus de contrôle sur la situation et le repérage de différents éléments (patients chroniques, patients, lits) afin d'améliorer le parcours de nos usagers (plus de rapidité, plus de convivialité, plus de liberté, plus de confort, etc).

##### Intégrer l'écosystème du patient au parcours de soin

Méilleure intégration de l'ensemble des proches et personnels du quotidien ; différentes échelles (intégration dans le service de soins, intégration au soin, intégration au système de prévention).

17

## Description de la démarche de design

### Étape 2 : Idéation - Matrice créative© utilisée lors de l'atelier

La matrice créative© conçue pour l'atelier s'appuie sur les trois grands terrains d'opportunité identifiés lors de la phase d'enrichissement, croisés avec les 3 temps d'un passage aux urgences. En effet, il nous est apparu primordial de faire échanger les participants sur l'ensemble du parcours et non uniquement sur l'intervention aux Urgences proprement dite.

Cet outil, développé par les Sismo, a permis de définir les participants en leur proposant des inspirants issus d'autres univers, parfois très éloignés du secteur médical, qui répondent à des problématiques similaires à celles rencontrées par les patients des urgences.

	HOSPITALITÉ	ATTENTION	COORDINATION
AMONT	 Check-list invités	 Préparation à l'accouchement	 Zenly
PENDANT	 Cuisine partagée JoJoJoe	 Les compagnons du voyage	 Sauve qui veut
AVAL	 Hoba code	 Renault - Mum Button	 Transfert aéroport

18

## Description de la démarche de design

### Étape 2 : Idéation - Analyse et priorisation des concepts

Les concepts créatifs imaginés grâce à l'atelier ont été enrichis et analysés conjointement par les designers et la Chaire de Philosophie à l'hôpital sous deux angles complémentaires :

- **les bénéfices attendus pour les usagers**, en priorité les patients vulnérables mais aussi les aidants et les soignants au sens large
- **des critères éthiques et pragmatiques**, liés à la mise en capacité des acteurs et à la dimension sociale de la solution ainsi qu'à son potentiel de déploiement (coûts, facilité de mise en oeuvre,...).

Les concepts présentant le plus de potentiel au regard de ces aspects ont été privilégiés pour la scénarisation.

Toujours prêt La préparation aux urgences sur le long terme		Ouverture : Et si ce dispositif pouvait servir à autre chose qu'aux situations d'urgences hospitalières ? ex. Aller garder mes petits enfants en vitesse lorsqu'ils sont malades, etc.	Amont
<b>Bénéfices ...</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacité à aborder plus sereinement une situation d'urgence.</li> <li>Augmentation du niveau de confort aux urgences.</li> <li>Mise en charge plus optimisée.</li> <li>Apport de repères familiaux au sein d'un service d'urgence.</li> <li>Dependance aux aidants réduite.</li> </ul>		<b>Critères éthiques et pragmatiques</b> <b>Éthiques</b> Rend capacitaire <input checked="" type="checkbox"/> Met en valeur l'individu <input type="checkbox"/> Écoute les savoirs de chacun <input checked="" type="checkbox"/> Permet de faire société <input checked="" type="checkbox"/> <b>Pragmatiques</b> Est facilement exécutable <input checked="" type="checkbox"/> Prend en compte tous les coûts <input checked="" type="checkbox"/> Est facilement déployable <input type="checkbox"/>	
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacité à aborder plus sereinement une situation d'urgence.</li> <li>Apport d'éléments qui lui permettent d'être actif dans la prise en charge.</li> </ul>			
 <ul style="list-style-type: none"> <li>Dossier médical complet, prise en charge et orientation facilitée et accélérée.</li> <li>Facilité à joindre et informer les proches.</li> <li>Patient et aidant plus démunis donc plus faciles et moteurs dans la prise en charge.</li> </ul>			

Bénéfices pour les principaux acteurs

Critères d'évaluation éthiques et pragmatiques

19

## Description de la démarche de design

### Étape 3 : Scénarisation



**8 CONCEPTS**  
scénarisés



sous un format  
**pédagogique**



lors d'une **JOURNÉE DE PARTAGE**  
aux urgences de l'HEGP

#### Apporter des éléments de confort au patient

- Pack confort
- Check-point SAMU
- Préparer l'imprévu

#### Fluidifier le parcours patient

- Pass chronique
- IT.néraire

#### Intégrer l'entourage du patient

- Accueil des aidants
- Cure de jouvence
- Les éclaireurs

#### .Présentation du concept

.Bénéfices pour les acteurs

.Scénario d'usage

.Coût et financement

.Evaluation

- critères éthiques : rend capacitaire, valorise l'individu, valorise les savoirs de chacun
- critères pragmatiques : est facilement exécutable, déployable, prend en compte l'impact environnemental et sociétal

**Pour quoi ?** Présenter les concepts et recueillir des critiques pour enrichir et choisir ceux qui seront testés

**Comment ?** Stands présentant posters et maquettes, médiation

**Qui ?** près de 300 contributions de tous les métiers (aide-soignants, agent hospitalier, chef de service, infirmiers, internes, médecins, bed manager, cellule innovation de la DPT) ainsi que d'acteurs du monde du handicap (En 10 saveurs) et l'association Les transmetteurs

20

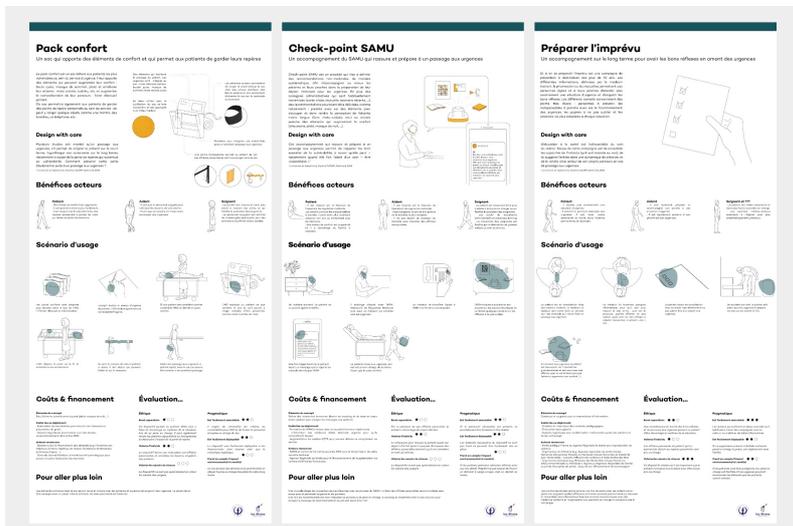
## Description de la démarche de design

### Étape 3 : Scénarisation - Exemple de présentation des concepts

Chaque concept a fait l'objet d'une **description détaillée**, présentant notamment un **scénario d'usage** (c'est-à-dire la façon dont la solution pourrait être utilisée par le patient et/ou les soignants).

Ces éléments, complétés parfois par des **premières maquettes**, ont permis aux équipes des Urgences de challenger et d'enrichir les solutions dans une démarche de **co-construction** adaptée aux contraintes du terrain.

*Ci-contre : les 3 concepts portant sur le confort du patient*



21

## Description de la démarche de design

### Étape 3 : Scénarisation - Collecte des retours, priorisation et sélection en vue du POC

Certains concepts, tels que le pack confort ou le dispositif de géolocalisation, ont été plébiscités par les soignants et professionnels de santé.

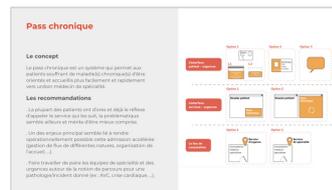
Il nous a donc semblé opportun de les retenir pour :

- mesurer l'**adhésion des patients au concept** (est-elle à la hauteur de l'engouement des soignants ?)
- évaluer la **capacité de mise en oeuvre** au sein du service
- éviter tout effet déceptif et nous **assurer de l'adhésion des équipes terrain** à la démarche, essentielle pour la réalisation du POC.

Il nous a également semblé important de tester des concepts sur l'ensemble du parcours du patient, c'est-à-dire portant aussi sur l'amont et l'aval des Urgences.



Échanges et enrichissement avec les équipes du service des Urgences.  
NB : La possibilité de laisser des retours en autonomie a été offerte pour permettre une large participation, notamment des équipes de nuit



Les concepts non retenus ont fait l'objet d'une fiche de synthèse intégrant des recommandations, qui ont été remises à l'HEGP à l'issue de l'étape de scénarisation.

22

## Description de la démarche de design

### Étape 3 : Scénarisation - Concepts retenus et écartés pour le POC

Apporter des éléments de confort au patient			Fluidifier le parcours patient		Intégrer l'entourage du patient		
<b>Pack confort</b>	<b>Check-point SAMU</b>	<b>Préparer l'imprévu</b>	<b>Pass chronique</b>	<b>IT.inéraire</b>	<b>Accueil des aidants</b>	<b>Cure de jouvence</b>	<b>Les éclaireurs</b>
							
<b>Concept retenu</b> Dispositif plébiscité et attendu par les soignants. Besoin des patients de réappropriation de l'espace observé en phase d'enrichissement.	<b>Concept écarté</b> Forte complexité de mise en oeuvre (implication d'acteurs hors équipe projet). Besoin de valider d'abord l'utilité du sac lui même.	<b>Concept retenu</b> Permet de tester un dispositif où le patient est le principal acteur (forte dimension capacitaire). Test peu coûteux et simple à entreprendre.	<b>Concept écarté</b> Complexité d'implication d'acteurs non présents dans l'équipe projet. Reste à faire en conception et ethnographie avant la phase de POC trop conséquent.	<b>Concept retenu</b> Dispositif plébiscité par les soignants. Deux hypothèses à tester : l'acceptation du dispositif par les patients et ses bénéfices en termes de liberté.	<b>Concept écarté</b> Peur des soignants d'être plus sollicités. Impossibilité de mobiliser une personne sur cette tâche. Point d'accueil mis en place naturellement avec la sécurisation des espaces de soin en cours de projet.	<b>Concept écarté</b> Action déjà en place dans le service mais peu visible (la preuve de l'appétence pour le dispositif était moins nécessaire).	<b>Concept retenu</b> Perspective de gain de temps pour l'ensemble du personnel. Besoin fort d'orientation et de clarification de la suite des soins. Test peu coûteux et facile à mettre en place.

23

## Description de la démarche de design

### Étape 3 : Scénarisation - Recommandations sur les concepts écartés

#### Exemple pour Check-point SAMU

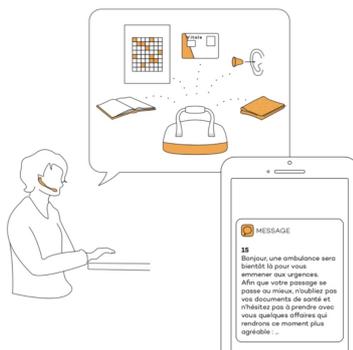
**Check-point SAMU**

**Le concept**

Check-point SAMU est un procédé qui vise à délivrer des recommandations non médicales aux patients et à leurs proches afin de les accompagner au mieux dans la préparation de leur départ imminent pour les urgences : prendre avec soi les documents administratifs mais aussi des éléments pour rendre l'attente moins éprouvante.

**Les recommandations**

- . Augmenter le taux de recours à la régulation pré-hospitalière (15) avant la venue aux urgences par une campagne de sensibilisation.
- . Sensibiliser au signalement systématique de l'endroit où les documents et affaires importantes sont rangées.
- . Introduire un module dans le plan de formation des ARM (formation diplômante et continue à généraliser).



24

## Description de la démarche de design

Étape 4 : Proof of concept / Proof of care©



### 4 CONCEPTS PROTOTYPÉS

#### Concepts retenus pour le test

Préparer l'imprévu, pack confort, IT.néraire, les éclairateurs

#### Conception des partenariats et des démonstrateurs

**Adéquat** : customisation de pochettes achetées dans le commerce et fourniture des éléments de confort (masque, boules quies, plaid et lingettes)

**Ambu'stage - ICADE** : fourniture des bracelets de géolocalisation et de l'interface soignant

#### Conception du protocole de test

Objectif du POC, planning, hypothèses, éléments d'évaluation et d'exploration, ...



### 5 JOURS DE POC en situation réelle à l'HEGP

#### Initialisation

Installation et formation des équipes

#### Observations et Entretien

.Observations macro (ambiance, parcours...) et micro (discours, postures, gestuelle, interactions, ...)

#### Itérations pendant le POC (exemples)

- Nouveau lieu de distribution des packs
- Ajout d'un schéma explicatif
- Intégration des dispositifs des éclairateurs dans la pochette de sortie

#### Autres sessions de POC

- Auprès de particuliers âgés ou en situation de handicap
- Auprès de professionnels de santé



### 1 RAPPORT DE RESTITUTION

#### Synthèse analytique des appren-tissages du POC pour chacun des concepts

#### Evolution des concepts (exemples)

- Mise au point du système de fixation du pack au brancard
- Rédaction des outils de communication, amélioration de l'accessibilité

#### Recommandations pour la mise en oeuvre des solutions avec les services support de l'hôpital (exemples)

- Intégration dans les procédures d'hygiène de l'hôpital
- Installations techniques

25

## Description de la démarche de design

Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Caractérisation

Le POC est une étape d'**expérimentation**, bien qu'elle soit réalisée *in situ*, s'inscrit dans la phase **amont du processus de conception**. Cela veut dire que le POC ne constitue **pas la validation finale des activités de conception mais une étape intermédiaire** qui va permettre de **générer des apprentissages**, qui sont nécessaires à la production ultérieure du kit de déploiement.

À ce stage, il est plus approprié de parler de **l'amélioration potentielle que pourrait produire les concepts sur les parcours usagers** (dans la même lignée que la phase IIa des essais cliniques pour un nouveau médicament) que d'amélioration réelle de ces parcours (qui renvoie plus à la phase III des essais cliniques voire à la notion de *real world evidence*, c'est-à-dire une fois que l'innovation est totalement conçue, figée et commercialisée).

L'enjeu général du POC est double :

- Le POC permet de **recueillir des premiers éléments de preuve - des indices** - qui laissent à penser que le concept pourrait **répondre à la problématique, à la fois en termes d'usage (proof of concept) ou de soin généré (proof of care©)**. Il permet également de comparer plusieurs alternatives d'incarnation de ce concept.
- Le POC aide également à **découvrir de nouvelles itérations / alternatives possibles plus génératives de soin** et **soulever les questions clés qu'il faudra répondre** pour rendre possible le déploiement futur du dispositif émanant du concept.

26

## Description de la démarche de design

### Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Protocole de POC (1/2)

Exemple du pack confort (extraits)

**Le pack confort**  
Présentation

**Objectif du POC**  
Tester l'appétence des patients pour un élément qui leur apporte confort et compréhension au cours de leur passage aux urgences. Tester l'intégration du dispositif au processus de travail. Faire évoluer les dispositifs pour répondre au mieux aux besoins des patients et soignants.

**Acteurs**  
Aide-soignant et infirmier  
Patient spécifique  
Briocardier  
Cadre de santé (logistique)

**Lieux clés**  
Salle de staff (stockage global et packs récupérés)  
ZAC et poste de soin (stock journalier packs)



Le pack confort est un **sac** accroché sur la **barrière du brancard, côté patient**. Celui cherche à apporter du **bien-être** aux patients **pendant leur prise en charge** aux urgences. Le pack contient donc des éléments de protection (boule quies et masque de sommeil) et de toilette (lingettes désodorisantes et bain de bouche). Le sac contient également un **parcours repositionnable** pour permettre au patient de mieux comprendre son parcours. Ce parcours est plastifié pour permettre aux soignants d'y ajouter des annotations. Le sac devient un espace que le patient peut **investir** pour y ranger ses **affaires personnelles**.

Pour chaque concept, nous avons énoncé l'objectif du POC, i.e., les apprentissages recherchés mais aussi rappelé les acteurs et les lieux clés de ce concept.

**Le pack confort**  
Distribution du pack

**Qui ?**  
Les **aides soignants** et les **infirmiers** sont les premiers en charge de la distribution des packs confort.

**Quand ?**  
Les packs seront distribués **plutôt en début de nuit et pendant la nuit**. Pendant la **journée** ils sont distribués **au cas par cas**.

**Où ?**  
Les packs sont stockés dans la **ZAC** et le **bureau infirmier** dans le circuit long. Le stock est renouvelé tous les jours. Les packs ne sont distribués qu'aux patients de circuit long.

**Pour qui ?**

-  Les patients **pré-porte** (qui auraient dû être en UHCD mais qui sont en circuit long faute de place)
-  Les patients qui passent la **nuit en box ou dans la ZAC** (Zone d'attente couchée)
-  Les patients qui sont **particulièrement désorientés**

Des profils de patients cibles ont été présentés aux équipes lors des mini-séances de formation. Il s'agissait plus de recommandations que de critères de distribution à suivre à la lettre.

27

## Description de la démarche de design

### Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Protocole de POC (2/2)

Exemple du pack confort (extraits)

**Le pack confort**  
Scénario d'usage

- 1. Repérage du besoin**  
Le patient correspond aux différents critères.
- 2. Récupération du pack**  
L'aide soignant va chercher le sac au poste de soin ou dans la ZAC. Une feuille d'analyse doit être remplie.
- 3. Présentation du pack**  
Le sac et ses fonctionnalités sont présentés. Le patient accepte ou non le pack.
- 4. Installation du pack**  
Le sac est installé sur le brancard et ouvert.
- 5. Utilisation du pack**  
Être vigilant à ce que le pack sauve le patient s'il y a un changement de brancard.
- 6. Urgence**  
En cas d'urgence (ex: arrêt) il n'y a pas besoin de décrocher le pack. Il ne gênera pas ou se détachera seul.
- 7. Collecte des packs**  
Si le patient laisse son pack à l'hôpital, le pack doit être collecté et rangé dans le sac prévu à cet effet.

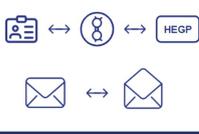
Pour chaque concept, un scénario d'usage du test synthétisait les grandes étapes et les acteurs impliqués à chacune d'elles. Dans la mesure du possible, ces étapes étaient réalisées par les équipes hospitalières.

**Le pack confort**  
Sac

**Hypothèses**  
Les patients s'approprient le sac et, ils le voient comme un espace personnel où ils peuvent ranger leurs affaires.  
Le sac évoque un univers domestique.  
Le rangement des affaires personnelles dans un dispositif "officiel" crée un sentiment de sécurité.

**Élément d'évaluation et d'exploration**  
Nombre de patients qui utilisent le sac pour y ranger leurs affaires personnelles sur le nombre de packs distribués.  
Le sac est vu comme un élément domestique, quels aspects du sac évoquent cet univers ?

**Itérations**  
**Version du pack :** tissu ou solide.  
**Ajust d'éléments graphiques :** inscription du nom, éléments de compréhension, qui guident l'utilisation, logo HEGP.  
**Disposition du sac :** sac présenté ouvert ou fermé.



Pour chaque sous-élément du concept, des hypothèses ont été formulées, des itérations / alternatives ont été pensés et des critères d'évaluation et d'exploration ont été identifiés.

28

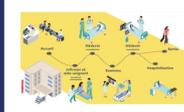
### Description de la démarche de design

#### Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Méthode d'analyse des POC (1/2)

Exemple du pack confort (extraits)

<p><b>Pack confort</b> Les questionnements</p> <p><b>Comment apporter du confort aux patients au cours de leur passage aux urgences ?</b></p>	<p><b>Principales hypothèses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les éléments améliorent le bien-être des patients, ils lui permettent de se protéger de l'effervescence des urgences.</li> <li>• Les patients s'approprient le sac et, ils le voient comme un espace personnel où ils peuvent ranger leurs affaires.</li> <li>• La remise du pack crée un moment d'accueil qui permet de déclencher des discussions.</li> <li>• Le parcours explicatif devient un support de discussion et est utilisé spontanément par le personnel.</li> </ul>
---	--

Pour chaque concept, nous avons rappelé la problématique et les principales hypothèses qui ont guidées les apprentissages du POC.

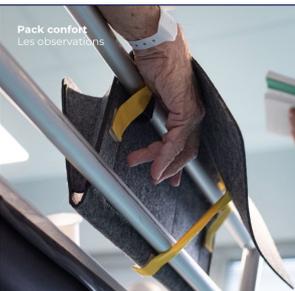
<p><b>Pack confort</b> Le dispositif</p> <p>Le pack confort est un sac fixé sur la barrière du brancard, côté patient. Il contient des éléments de bien-être et de toilette (boules quies, masque de sommeil, lingettes rafraichissantes). Le sac est devenu ensuite un espace que le patient peut investir pour y ranger ses affaires personnelles.</p> <p>Projet réalisé en partenariat avec : <b>Adéquat</b> Le service d'assistance</p>	 <p>Le sac, accroché sur le brancard</p> <p>Les éléments de bien-être et de toilette : maillage, boule quies, lingettes, solution buccale.</p>  <p>Parcours explicatif destiné aux soignants (outil de dialogue)</p>  <p>Parcours explicatif destiné aux patients, accroché sur le sac.</p>
---	--

Chaque concept était composé de plusieurs éléments : les apprentissages s'intéressaient à chacun d'entre eux pris de façon unitaire et à leur combinaison.

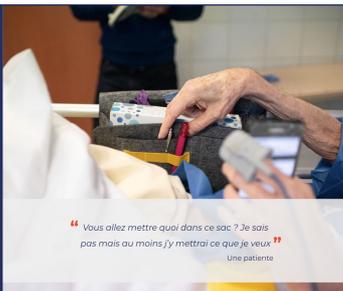
### Description de la démarche de design

#### Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Méthode d'analyse des POC (2/2)

Exemple du pack confort (extraits)

<p><b>Pack confort</b> Les observations</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Le discours adopté par l'équipe soignante pour présenter le pack au patient.</li> <li>→ L'ergonomie du pack, pour les soignants, et les patients.</li> <li>→ L'utilisation et l'appropriation du sac comme un objet personnel.</li> <li>→ L'utilisation des éléments de bien-être (boule quies, masque, lingettes, bain de bouche).</li> <li>→ L'intégration du pack dans les étapes de travail des soignants et les processus existants.</li> </ul>
---	---

Lors du POC, les designers ont menés des observations et des entretiens auprès des patients, de leurs proches et des personnels hospitaliers sur des points spécifiques qui avaient été définis dans le protocole.

<p><b>Pack confort</b> Apprentissage #9</p> <p>Un sac perçu comme un espace personnel à investir, qui confère un sentiment de liberté.</p> <p>Grâce au sac, le patient retrouve un élément sur lequel il a une emprise. Le pack a deux bénéfices majeurs : le premier est pratique, le patient accède plus facilement à ses affaires personnelles. Le second est psychologique : la présence des affaires personnelles est ressentie tout comme la liberté liée à l'utilisation du pack.</p>	 <p><b>“ Vous allez mettre quoi dans ce sac ? Je sais pas mais au moins j'y mettrai ce que je veux ”</b> Une patiente</p>
--	---

Le POC a produit de nombreux apprentissages. Chaque apprentissage, co-validé par les trois designers, a été appuyé par des verbatims d'entretien et des photos issues des observations. Ces apprentissages ont nourri le kit de déploiement.

## Description de la démarche de design

### Étape 4 : Proof of concept / Proof of care© - Synthèse des principaux apprentissages

Concept testé	en situation réelle à l'HEGP	auprès de particuliers vulnérables	auprès de professionnels de santé	Commentaires et principaux apprentissages
<b>Préparer l'imprévu</b>		<b>x</b>	<b>x</b>	Le POC a montré que le dispositif est bien compris et pris en main par les personnes âgées ou en situation de handicap, mais ne suffit pas à enclencher une prise de conscience et la préparation active d'un sac dédié à un éventuel départ aux Urgences. Le message passe mieux s'il est relayé et encouragé par l'entourage.
<b>Pack confort</b>	<b>x</b>	<b>x</b>		Le contenant importe plus que le contenu du pack : les patients apprécient surtout de disposer d'un espace personnel, fermé, où ils peuvent ranger leurs effets personnels, et accessible facilement depuis le brancard, d'autant plus quand ils ont des difficultés motrices. La sacoche permet de s'approprier l'espace et offre un point de repère. Le POC a permis d'améliorer la conception du sac (fixation au brancard, matériaux, poches, ...) ainsi que le circuit logistique.
<b>IT.néraire</b>	<b>x</b>			Suite à des difficultés techniques puis à la gestion de la crise sanitaire, l'intégralité du dispositif fonctionnel n'a pas pu être testé sur la période ; le POC a été concentré sur l'acceptation de la géolocalisation par les patients et les modalités de gestion du bracelet de géolocalisation. Si la remise du bracelet est bien acceptée par les patients, une attention particulière doit être accordée au recueil du consentement éclairé de celui-ci et à la charge supplémentaire induite pour le personnel soignant.
<b>Les éclairateurs</b>	<b>x</b>			Le POC a révélé une palette plus large des bénéfices attendus par ce dispositif, à savoir diffuser une information fiable, compréhensible, homogène non seulement aux patients mais aussi en interne au sein du service. Le standard a observé une baisse du nombre d'appels, permettant de dégager du temps pour le suivi des patients âgés ou vulnérables.

31

## Description de la démarche de design

### Étape 5 : Valorisation



#### AUPRÈS DE PRATICIENS

##### Élaboration et diffusion du kit de déploiement

.Contenu : éléments pour reproduire les solutions  
 .Public : services et établissements intéressés par les solutions et la démarche  
 .Canal : site internet de la CNSA et de la Chaire de philosophie à l'hôpital

##### Publications

.Participation au Congrès National des Equipes Mobiles de Gériatrie (prévu en 09/2020)  
 .Participation aux 6<sup>èmes</sup> Rencontres CNSA recherche & innovation (prévu en 10/2020)  
 .Articles programmés sur la période 2020-2021 dans des revues de praticiens



#### AUPRÈS D'EXPERTS

##### Conférences

.Les nouveaux modes de conception dans le "bien-vieillir" (atelier Tarkett)  
 .POC générative dans le soin (French Tech et sous-direction de l'innovation de la Direction Générale des Entreprises)

##### Rencontres

.Directeur du living lab (cLLPAS) de l'ICM  
 .Directeur technique du living lab (LUSAGE) de l'hôpital Broca  
 .Facilitatrice d'innovation à la Matmut  
 .Industrial process leader à Decathlon  
 .Patient Experience Lab Manager à AstraZeneca



#### AUPRÈS DE CHERCHEURS

##### Conférences

.Congrès annuel de l'Association francophone pour le savoir "Prendre soin par le design" (reporté à 05/2021) : *Prendre soin des urgences hospitalières : exemple d'un proof of care ©*.  
 .Autres conférences prévues en 2021 dans le cadre de la thèse de Caroline Jobin sur POC générative

##### Articles

.Programmés sur la période 2020-2021 dans des revues généralistes en design/gestion et spécialisés dans la santé  
 .Manuscript de thèse de Caroline Jobin (2021)

32

# Résultats de la démarche et perspectives

Note de synthèse

Présentation du  
projet

Description de la  
démarche de  
design

**Résultats de la  
démarche et  
perspectives**

Bilan critique de  
l'expérience de  
design

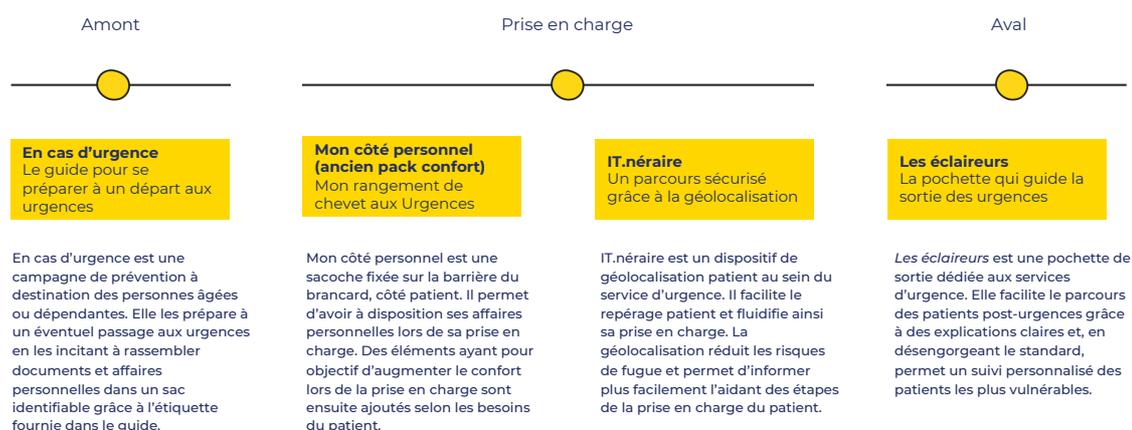
Conclusion

33

## Résultats de la démarche et perspectives

### Synthèse des solutions proposées par les designers

Les quatre solutions portent sur l'ensemble du parcours des patients aux Urgences :



34

## Résultats de la démarche et perspectives

### En cas d'urgence : description de la solution et des bénéfices

Comme la femme enceinte prépare sa valise de maternité pour faciliter son départ lors de l'accouchement, il nous est apparu important que **les personnes âgées ou vulnérables disposent d'un sac contenant le minimum nécessaire** (documents administratifs, informations de santé, coordonnées des personnes à contacter, objets personnels...) **immédiatement accessible et reconnaissable en cas d'hospitalisation en urgence, ou même planifiée.**

L'objectif est double :

- d'une part, **informer les soignants des antécédents, allergies et traitements en cours**, ce qui facilite le diagnostic et donc la mise en place d'un traitement adapté
- d'autre part, **préparer et rassurer les patients** qui peuvent conserver avec eux les affaires personnelles qu'ils ont souhaité emporter et dont la famille peut être prévenue.



Remise du guide par les professionnels de santé et médico-social, en direct ou via un aidant



Mise en oeuvre des recommandations : préparation d'un sac dédié à la prise en charge en urgence



Départ aux Urgences, utilisation du sac et transmission des informations de santé

35

## Résultats de la démarche et perspectives

### En cas d'urgence : reproductibilité de la solution et perspective de déploiement

Cette campagne de prévention et de sensibilisation pourrait être portée à différents niveaux :

- **au niveau national** directement par le ministère de la Santé par exemple, à travers une campagne média pour un impact général à l'échelle du pays ;
- **au niveau des départements** par l'intermédiaire des CLIC par exemple (centre local d'information et de coordination) dont la mission est d'accompagner et d'informer les personnes âgées ;
- **au niveau local par les prescripteurs de santé** que sont les médecins généralistes et les pharmaciens ;
- enfin **au niveau individuel** par toute personne concernée pour elle-même ou pour un proche.

#### Plan de mise en oeuvre

1. Impression et pliage des guides, dans la version proposée ou en l'adaptant

2. Distribution dans les points de contacts

3. Information des acteurs de santé de la mise en place de ce dispositif

4. Accompagnement des personnes vulnérables dans la préparation de leur sac et de la fiche santé

## Résultats de la démarche et perspectives

### Mon côté personnel : description de la solution et des bénéfices

Les personnes âgées ou vulnérables se trouvent facilement désorientées aux Urgences. Le fait de **disposer à proximité immédiate d'un espace faisant à la fois office de chevet, de rangement et de poubelle** s'avère très **rassurant tout en augmentant l'autonomie**. La personne hospitalisée peut ainsi garder à portée de main ses lunettes, ses papiers, éventuellement son téléphone portable, ... et les utiliser de façon autonome selon ses besoins.

En fonction des situations, différents éléments peuvent être remis au patient : masque pour le sommeil, mouchoirs en papier, bouchons d'oreille, etc.

Fixé directement au brancard, ce dispositif améliore le **confort et l'intimité** des patients et leur offre un **point de repère** qu'ils peuvent s'approprier alors qu'ils sont dans un environnement inconnu et potentiellement stressant.

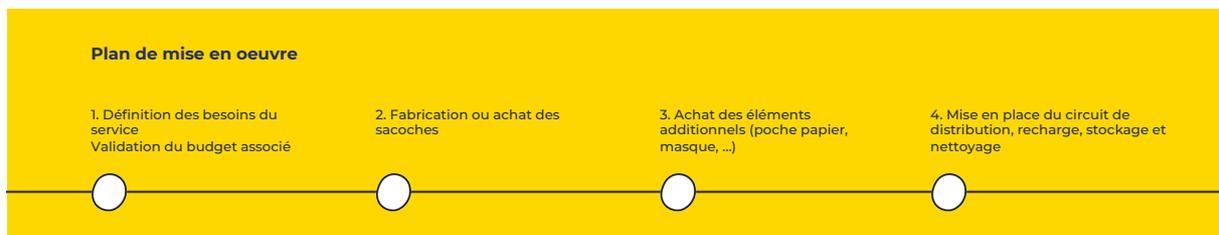


37

## Résultats de la démarche et perspectives

### Mon côté personnel : reproductibilité de la solution et perspective de déploiement

Cette solution est destinée aux services d'Urgences, ainsi qu'aux services d'hospitalisation ambulatoire en l'absence de table de chevet ou de mobilier permettant de conserver à portée de main ses effets personnels.



## Résultats de la démarche et perspectives

### IT.néraire : description de la solution et des bénéfices

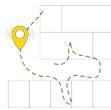
Le personnel soignant consacre un temps important au suivi et à la recherche des patients au sein des services d'urgences à travers des outils manuels dont l'efficacité est discutable.

En plus d'un **gain de temps grâce à la visualisation en temps réel de l'occupation des lits du service, la géolocalisation des patients permet de prévenir les situations de fugue ou de sortie intempestive du service auxquelles certains patients sont sujets, avec un risque important pour les patients fragiles.**

Par ailleurs, grâce à ce dispositif, le patient est rassuré sur sa prise en charge et pourra se sentir plus libre de se déplacer au sein du service sans perturber le travail des équipes soignantes.



Recueil du consentement et remise du bracelet de géolocalisation



Suivi du patient, détection des sorties non autorisées ou fugues, gestion des espaces disponibles



Sortie du patient  
Intégration du dispositif dans le circuit de bionettoyage du service

39

## Résultats de la démarche et perspectives

### IT.néraire : reproductibilité de la solution et perspective de déploiement

Cette solution peut être mise en place à plusieurs échelles dans un établissement de santé :

- uniquement au sein du service des Urgences, sur lequel nous nous sommes focalisés pour le projet
- ou **dans l'ensemble de l'établissement**, ce qui est apparu comme plus pertinent suite aux échanges avec les acteurs hospitaliers.

Plusieurs sociétés ont développé et commercialisent des solutions de géolocalisation adaptées aux hôpitaux et cliniques. Pour information, dans le cadre de l'expérimentation, nous avons utilisé la solution Ambu'stage, développée par le groupe Icade, qui dispose de l'ensemble du matériel hardware ainsi qu'une interface soignant dédiée à la localisation des patients sur un plan interactif du service.

#### Plan de mise en oeuvre

1. Validation des objectifs et du budget alloué au projet

2. Définition des besoins et du cahier des charges, y compris techniques

3. Sélection d'un partenaire et d'une solution de géolocalisation

4. Préparation à la mise en oeuvre opérationnelle (installation software et technique, gestion des bracelets, ...)



## Résultats de la démarche et perspectives

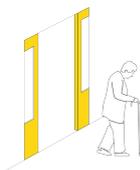
### Les éclaireurs : description de la solution et des bénéfices

En fournissant des informations pratiques dédiées aux urgences dans une pochette de sortie, la solution Les éclaireurs améliore **la connaissance et l'autonomie des patients** sur la marche à suivre, suite à leur passage à l'hôpital.

Si cette solution ne s'adresse pas spécifiquement aux patients âgés ou en situation de handicap, **en déchargeant le standard des questions les plus fréquentes, elle permet d'allouer du temps pour le suivi**

**téléphonique des patients les plus fragiles et de limiter ainsi le risque de rechute.**

Enfin, la mise en oeuvre de cette solution est une opportunité pour clarifier l'organisation et la répartition de certaines tâches au sein du service et de l'établissement. Une fois finalisé, ce document fait office de **référence sur les informations pratiques liées à l'aval des Urgences** et permet ainsi un discours homogène par l'ensemble du personnel.



Remise de la pochette de sortie, complétée par le médecin sur la suite de la prise en charge



Suivi téléphonique des patients les plus vulnérables

41

## Résultats de la démarche et perspectives

### Les éclaireurs : reproductibilité de la solution et perspective de déploiement

L'ensemble des services d'urgence peuvent mettre en place le concept Les éclaireurs, ainsi que tous les services et établissements de santé qui remettent des documents et un protocole de traitement aux patients à l'issue d'une hospitalisation.

Cette bonne pratique, frugale et peu coûteuse, a un impact positif sur l'image perçue du service par les patients.

#### Plan de mise en oeuvre

1. Adaptation de la pochette de sortie à l'établissement (fond et forme)

2. Impression, découpe et pliage des pochettes

3. Mise en place des pochettes dans le service

4. Organisation pour le suivi des patients les plus fragiles

# Bilan critique de l'expérience de design

Note de synthèse

Présentation du  
projet

Description de la  
démarche de  
design

Résultats de la  
démarche et  
perspectives

**Bilan critique de  
l'expérience de  
design**

Conclusion

43

## Bilan critique de l'expérience de design

### Éléments de contexte et méthodologie

Dans cette partie, il est attendu que le porteur de projet, ici la Chaire de philosophie à l'hôpital, présente son analyse de l'expérience design. Dans le contexte de ce projet, il est important de rappeler que **le porteur n'est ni un service d'urgence, ni établissement en particulier.**

Afin que cette note critique soit la plus riche possible, nous avons fait le choix de **compléter le point de vue de la Chaire de philosophie à l'hôpital par celui des équipes du service des urgences de l'Hôpital Européen Georges-Pompidou**, principal partenaire et terrain d'expérimentation de ce projet, à travers les retours du **Pr Philippe Juvin**, chef de service, et du **Dr Olivier Bory**, interne de médecine générale et coordinateur du Health Lab du Centre de Recherche Interdisciplinaire.

Les rencontres réalisées auprès d'experts mentionnés à la page 18 ont également nourri cette note.

Ce bilan critique est organisé autour de **deux grandes parties**. La première partie est axée sur l'**analyse de chacune des quatre solutions**, tandis que la seconde partie porte sur une **analyse de la démarche de design**, thématique par thématique.

44

## Bilan critique de l'expérience de design

### En cas d'urgence

Ce concept, basé sur la prévention et l'accompagnement des patients dans l'acquisition de bons réflexes à avoir en amont des urgences, avait provoqué des avis divergents au sein de l'HEGP lors de la présentation. C'est la pluralité de ces positions qui ont motivés son expérimentation.

Par ailleurs, **la montée en compétences et en capacité des patients** afin qu'ils soient acteurs de leur santé est un sujet d'étude majeur pour la Chaire de philosophie à l'hôpital. Dans ce contexte, ce dispositif vise à réduire l'appréhension et la découverte de ce "nouveau monde" que représente les Urgences.

L'apport du design sur ce concept se traduit notamment par la forme du dispositif final, à la fois reproductible et simple d'utilisation. En incluant une étiquette à bagage, on met en place **une incitation douce et pratique, un nudge, qui invite la personne âgée ou en situation de handicap à se préparer à un éventuel passage aux Urgences.**



#### Faisabilité du déploiement

Ce dispositif a vocation à être déployé par un acteur institutionnel (ministère de la santé, mutuelles, ...).

Il s'agit d'un outil de communication et de prévention facilement opérationnalisable, dont le contenu peut être adapté et dont la valeur tient à son potentiel de diffusion.

45

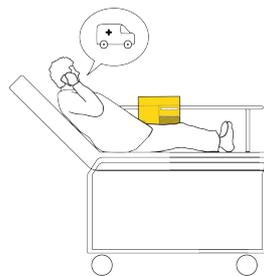
## Bilan critique de l'expérience de design

### Mon côté personnel (ex pack confort)

Cette solution a été retenue pour l'expérimentation car elle faisait écho à un levier d'amélioration identifié par l'HEGP en référence aux kits de toilettes distribués par les compagnies aériennes. Ce dispositif aspire à **donner aux patients les plus vulnérables une prise sur leur environnement et des capacités d'auto-soin**, ce besoin a été identifié lors de l'ethnographie. L'idée sous-jacente est de **réduire la perte de repère et in fine la perte d'autonomie lors du retour à domicile.**

Une cadre de santé nous a mis en contact avec le groupe X, qui a offert les éléments de confort et la customisation de 100 packs pour le POC.

Les tests, en conditions réelles au moyen de démonstrateurs que les patients pouvaient garder après leur sortie, ont été très positifs et ont permis d'améliorer la conception de la pochette, son contenu ainsi que le discours associé.



#### Faisabilité du déploiement

Pour être opéré de façon pérenne, ce dispositif nécessite de mettre en place un circuit efficace de gestion logistique des sacoches et des éléments additionnels (stockage, commande, nettoyage, remise aux patients et récupération après usage).

46

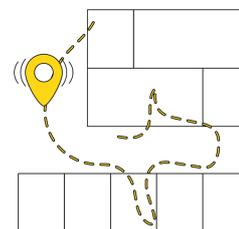
## Bilan critique de l'expérience de design

### IT.néraire

Le concept de **géolocalisation des patients, répondant à une demande des équipes sur les besoins d'information et des enjeux de sécurité pour les patients âgés et plus largement désorientés**, a été sélectionné pour le POC.

Pour prototyper le bracelet patient et l'interface soignant, le système Y du groupe Z a été retenu car 1) ce type de solutions était déjà disponible en chirurgie ambulatoire, 2) leur technologie demandait une infrastructure légère, de faible émission d'ondes, avec une application facile à prendre en main et 3) il pouvait être testé gratuitement.

Les délais liés au développement technique et aux autorisations diverses (SI, hygiène, ...) ont permis de mener uniquement des **tests d'acceptation et d'ergonomie** du bracelet auprès des patients cibles et de l'interface soignant via une simulation. **L'HEGP souhaitait poursuivre l'expérimentation en fonctionnement** : une semaine de tests était prévue fin mars, reportée suite à la crise Covid 19.



#### Faisabilité du déploiement

Pour être opéré de façon pérenne, ce dispositif nécessite un investissement financier et le lancement d'un projet dédié (définition d'un cahier des charges, appel d'offres et contractualisation avec un fournisseur de solutions, développements techniques, ...), qui peuvent être des freins.

47

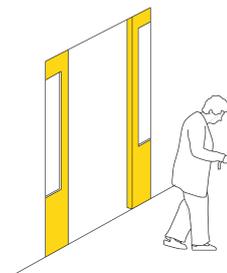
## Bilan critique de l'expérience de design

### Les éclairieurs

L'accompagnement des patients en sortie des urgences a attiré l'attention du chef de service et des équipes car **les bénéfices attendus seraient partagés entre les patients, les soignants et les administratifs**.

L'enthousiasme s'est largement confirmé lors de l'expérimentation de démonstrateurs sous forme de prospectus, élaborés en collaboration avec les équipes. Par exemple, une agent les a photocopiés avant le départ des designers et a clairement exprimé son souhait de les implanter. Par **un dispositif frugal et centré sur le patient (et non sur l'organisation)**, le design contribue ici à fluidifier le parcours de façon très efficace.

Si la fiche de contact bénéficie aux patients cibles et à leur entourage, les autres éléments ont un **bénéfice rebond en dégageant des ressources au standard pour améliorer le suivi des patients vulnérables**. Par ailleurs, ce dispositif a permis de centraliser l'information au sein du service pour les patients mais aussi pour l'ensemble du personnel.



#### Faisabilité du déploiement

Sous réserve d'adapter le format et le contenu au contexte de l'établissement, ce dispositif est facilement déployable au sein des services d'urgence.

48

## Bilan critique de l'expérience de design

### Les limites et bénéfices d'un positionnement en tant que designers externes

La première difficulté à laquelle les designers ont fait face a été **l'indisponibilité des acteurs des Urgences liée à l'épidémie de grippe** au démarrage du projet. Cela a empêché la tenue d'une réunion de lancement qui aurait permis de mieux cadrer le projet et les attentes de chacune des parties prenantes.

Bien que dans l'ensemble l'implication des équipes du service d'urgence de l'Hôpital Européen Georges-Pompidou (HEGP) au projet soit remarquable, **l'absence de contractualisation formelle entre la Chaire de philosophie à l'hôpital et le service a probablement réduit le niveau d'engagement et la mobilisation des parties prenantes extérieures au service.**

Par ailleurs, **l'absence de chef de projet ou de relais stable au sein de l'HEGP**, autre que le chef de service d'urgence, **a été source de complexification du projet et nécessité un engagement accru des designers.**

Malgré ces difficultés, les designers ont su particulièrement bien **s'intégrer auprès des soignants et de l'ensemble du personnel, tous métiers confondus, et leur transmettre un état d'esprit**, basé notamment sur la collaboration et la capacité à tester les solutions et à itérer à partir des retours terrain. En adoptant **une posture à la fois humble et constructive**, les designers ont mis en place une **collaboration fructueuse qui dépasse le fonctionnement hiérarchique traditionnel** au sein d'un service des Urgences, ce qui a permis d'enrichir les concepts et d'améliorer les solutions au fil des échanges et des POC.

49

## Bilan critique de l'expérience de design

### Un mode d'intervention à adapter face au contexte du projet et des urgences

Dans une certaine mesure, **les designers ont réussi à adapter leur démarche aux contraintes des Urgences.** Le remaniement de l'idéation est à ce titre un bon exemple : ne pouvant extraire les personnels des urgences sur une durée d'une journée, les designers ont organisé des stands de présentation au sein de l'hôpital où chacun pouvait se rendre selon sa disponibilité pour prendre connaissance et enrichir les éléments formalisés.

**Cette initiative a été saluée de tous, notamment par les profils opérationnels qui sont très rarement mobilisés dans les projets relatifs au fonctionnement de l'hôpital.**

Cependant, **les designers n'ont pas toujours su exploiter de la manière la plus efficace le temps limité** que leur ont accordé les équipes (modalité, fréquence d'interaction, gestion des rotations de personnel...). Par exemple, plusieurs réunions ont entraîné une **redondance**

**d'information pour certains participants, provoquant parfois des frustrations.**

Par ailleurs, **l'absence d'une figure de 'client' unique** - à la fois commanditaire et aux commandes du déploiement - **a contribué à distendre certaines phases du projet.**

Enfin, le Pr Juvin a souhaité agir en **autonomie vis-à-vis du reste de la structure**, un bon moyen d'accéder rapidement à l'expérimentation mais qui a freiné l'objectif de pérennisation des dispositifs. Dans ce contexte, les designers ont dû particulièrement faire preuve de **pédagogie et de diplomatie** pour intégrer a posteriori les acteurs et décideurs extérieurs au service et permettre l'avancée du projet suite aux POC.

50

## Bilan critique de l'expérience de design

Le POC en environnement contraint : la nécessité d'aller au-delà de la désirabilité

Ce projet vient plus particulièrement questionner l'étape de POC (*proof of concept*) telle que l'appréhende les designers des Sismo, qui inclut notamment les phases de prototypage et de test, classiques en design thinking. **Cet exercice de mise à l'épreuve de leur pratique de POC faisait partie intégrante des objectifs initiaux de la Chaire de philosophie à l'hôpital et des Sismo.**

Selon les Sismo, un POC est "une étape d'expérimentation grande nature permettant de confronter ses idées à la réalité en testant l'appétence des utilisateurs concernés". **Ce projet a permis d'éclaircir certaines limites du POC, centré sur la désirabilité**, notion clé pour les designers qui défendent une approche centrée sur l'humain.

**Pour pouvoir déployer des solutions innovantes dans des environnements contraints tels que les services**

**d'urgence, il paraît indispensable de traiter des questions de la faisabilité (eu égard aux règles juridiques, d'hygiène, ...) et de la viabilité, principalement économique mais aussi environnementale.**

**Or, cela s'avère complexe à mettre en oeuvre dans le cadre d'un projet de design, à la fois en termes de temporalité** (le POC étant frugal et limité dans le temps) **et de compétences** (les connaissances nécessaires doivent pouvoir être identifiées en amont pour ensuite être acquises voire sourcées).

Bien que les designers aient conscience de ces enjeux et de leurs impacts sur le potentiel de déploiement des solutions, **l'issue d'un projet de design exploratoire tel que celui mené aux urgences ne peut prétendre aboutir à une mise en production immédiate** ; des études complémentaires devront être menées pour valider et opérer le déploiement.

51

## Bilan critique de l'expérience de design

Dans un écosystème hospitalo-universitaire, le designer doit-il agir tel un scientifique ?

L'écosystème hospitalo-universitaire, et plus particulièrement la recherche clinique qui s'y déroule, constitue l'un des environnements où la rigueur éthique et scientifique est la plus marquée. **Le designer peut-il aborder un projet de design en santé de la même manière qu'il peut le faire dans d'autres environnements plus traditionnels ?**

Cette rigueur s'incarne notamment dans la manière d'organiser, de mener et d'évaluer un projet de recherche. En ce sens, le **protocole de recherche** tient une place centrale dans la mesure où il apporte un cadre (qui a ses limites) qui explicite l'objectif de la recherche, les hypothèses associées et les méthodes de travail et d'évaluation. Bien que ce protocole ait été posé par les designers, il a été exploité uniquement en tant que document de travail interne, et non comme un **outil de communication** auprès des équipes médicales et

paramédicales. Même si ce protocole n'était pas intégralement construit comme l'aurait fait un hospitalo-universitaire, son partage aux équipes, en amont de l'expérimentation, aurait très probablement **facilité l'adhésion et l'engagement des équipes, notamment médicales**. Ce partage aurait également eu le mérite de sensibiliser les équipes à une approche plus qualitative des projets en santé, aujourd'hui largement restreinte au quantitatif et aux statistiques.

Au même titre qu'ils se sont **enrichis des pratiques d'autres disciplines** (e.g., l'ethnographie), les designers pourraient **faire de même avec la recherche qualitative voire quantitative, notamment pour gagner en robustesse et faciliter la décision de déploiement dans des environnements sensibles à ces arguments.**

52

## Bilan critique de l'expérience de design

### La générativité permise par la démarche de design

L'intervention des designers a contribué à mobiliser, voire à **féderer une grande diversité d'acteurs qui d'ordinaire souffrent de cloisonnement** et qui ont encore moins l'occasion de **s'inscrire collectivement dans une dynamique d'innovation commune** autour de l'amélioration de la prise en charge aux urgences des patients âgés et vulnérables.

En ce sens, l'**impact social du POC** (*proof of concept* ou *proof of care*) est notoire. Il a permis **d'engager, autour d'une problématique commune, à la fois des patients et leurs proches** (qui ont notamment été impliqués dans la conception), **des équipes hospitalières, qu'elles soient médicales, paramédicales ou administratives mais aussi des industriels**. Le POC a notamment apporté une meilleure connaissance mutuelle des acteurs et induit des **modalités de raisonnement plus collectives**.

Ce projet a été non seulement fédérateur mais aussi **moteur dans le passage à l'acte**. Ainsi, nous avons découvert que plusieurs concepts expérimentés (le pack confort, mais aussi les éclairieurs) répondaient à des idées, des envies ou le début de projets initiés au sein du service mais qui n'avaient pas aboutis jusqu'alors. **Au travers des expérimentations très concrètes, les designers ont dédramatisé le passage à l'acte et attiré l'attention et l'intérêt à la fois des professionnels de santé et administratifs ainsi que la direction de l'Hôpital Européen Georges-Pompidou** sur cette question de l'amélioration de la prise en charge des urgences des patients âgés et vulnérables.

Nous espérons que les activités de promotion du projet et que le kit de déploiement pourront plus largement inspirer les acteurs de cet écosystème à l'échelle nationale.

53

# Conclusion

Note de synthèse

Présentation du projet

Description de la démarche

Résultats de la démarche et perspectives

Bilan critique de l'expérience de design

**Conclusion**

54

## Conclusion

### Le *care* aux Urgences

Cette démarche a permis de **questionner la capacité du design à apporter du soin (*au sens de care*) aux usagers (patients, accompagnants, soignants, administratifs, ...)** des urgences hospitalières, et plus spécifiquement les personnes âgées en perte d'autonomie et en situation de handicap. Ce soin a non seulement été **apporté par les solutions** qui ont été imaginées et expérimentées mais aussi **par la démarche de design**. En ce sens, ce projet s'inscrit plus largement dans les travaux communs de la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo autour du ***Design with care***, dont les bases théorique et pratique ont été enrichies par ce projet.

Au-delà du soin, l'approche centrée usager a permis de **re-questionner**, dans une certaine mesure, **l'hypothèse selon laquelle les soignants (et les politiques) sont en pleine connaissance des attentes des patients**.

Par ailleurs, du fait du contexte d'expérimentation, les solutions n'ont pu être que **peu mises à l'épreuve auprès de personnes en situation de handicap**.

Enfin les résultats de ce projet, traduits dans les **kits de déploiement**, sont disponibles en licence **Creative Commons CC-BY-NC** et accessibles à toutes les structures qui voudront les utiliser. Toutefois, selon les solutions et les contextes d'implémentation, le niveau d'effort à fournir peut être très variable, allant de simples adaptations à une mise en oeuvre plus complexe (appel d'offres, évolution de processus, développement industriel, ...).

Cela nécessitera probablement un accompagnement spécifique pour assurer la réussite du déploiement et le soin apporté aux usagers, qu'ils soient patients, aidants ou soignants, des urgences.

55

**La Chaire de philosophie à l'hôpital**

[www.chaire-philo.fr](http://www.chaire-philo.fr)

**Les Sismo**

[www.sismodesign.com](http://www.sismodesign.com)

56

# Annexe 2

Présentation de la soutenance de thèse du 24 mars 2022 accompagnée de notes explicatives

## La preuve de concept comme outil de développement des capacités de générativité collective : modélisation, expérimentation et conditions de performance

Thèse de doctorat de l'Université PSL  
Préparée à Mines Paris - PSL

Soutenance de  
Caroline JOBIN  
Le 24 mars 2022

École doctorale n° 543  
Sciences de la Décision, des Organisations, de la  
Société et de l'Échange

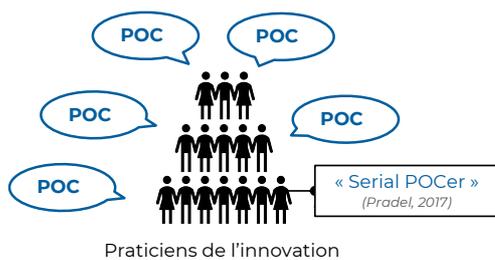
Spécialité  
Sciences de gestion



### Composition du jury :

- Bérangère SZOSTAK, *Professeure des universités, ISM-IAE de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines* (Présidente)
- Siham BEN MAHMOUD-JOUINI, *Professeure associée, HEC Paris* (Rapporteure)
- Jean-François BOUJUT, *Professeur, INP Grenoble* (Rapporteur)
- Cynthia FLEURY-PERKINS, *Professeure, CNAM* (Examinatrice)
- Sophie HOOGE, *Professeure, Mines Paris – PSL* (Directrice de thèse)
- Pascal LE MASSON, *Professeur, Mines Paris – PSL* (Directeur de thèse)
- Antoine FENOGLIO, *Co-fondateur et designer, les Sismo* (Invité)

### La preuve de concept, c'est tendance ? POC is the New Black?



Renforcement du phénomène par la multiplication des appels à projets de POC



(Comité Richelieu & le médiateur des entreprises, 2021)

#### Énigme : Pourquoi un tel engouement et si transversal ?

- ★ **Pré-supposé 1 : Rôle clé dans les étapes d'évaluation et de décisions de « go no go »** des processus de R&D, d'innovation, et d'entrepreneuriat (Bendavid & Cassivi, 2012 ; Benraouane & Harrington, 2020 ; Midler et al., 2021 ; Ulrich & Eppinger, 2008)
- ★ **Pré-supposé 2 : Symptôme de problématiques de gestion des régimes d'innovation contemporains** nécessitant la (ré-)génération simultanée des écosystèmes et la nature des objets qu'ils conçoivent (Ben Mahmoud-Jouini & Charue-Duboc, 2017 ; Delannoy, 2021)

Nombreux sont les praticiens de l'innovation à revendiquer la réalisation de preuves de concept, souvent abrégé par POC, le sigle de proof of concept. À tel point que certains sont même étiquetés comme des

« serial POCer ». Comment l'illustre les logos, ces praticiens œuvrent dans une diversité de type d'organisation et de secteur. On observe aussi un renforcement de cette pratique par l'intermédiaire de la multiplication des appels à projets de POC émanant des pouvoirs publics mais aussi des entreprises ou des associations. Mais pourquoi un tel engouement et pourquoi est-il aussi transversal ? Au regard de la littérature, nous formulons les deux pré-supposés suivants : (1) Le POC joue un rôle clé dans les étapes d'évaluation et de décisions « go no go » des processus de R&D, d'innovation et d'entrepreneuriat ; (2) Le POC est le symptôme, la manifestation visible de problématiques de gestion des régimes d'innovation contemporains qui se doit de régénérer de manière simultanée les écosystèmes et la nature des objets qu'ils conçoivent.

### Approfondissement des deux pré-supposés

**Pré-supposé 1 : Rôle clé dans les étapes d'évaluation et de décisions de « go no go »** des processus de R&D, d'innovation, et d'entrepreneuriat

**Pré-supposé 2 : Symptôme de problématiques de gestion des régimes d'innovation contemporains** nécessitant la (ré-)génération simultanée des écosystèmes et la nature des objets qu'ils conçoivent

Accord sur l'objet (Quoi ?)

Accord sur le collectif (Qui ?)



GO



NO GO



?  
(Laurent, 2019 ; Laurent & Tironi, 2015)



?  
(Midler et al., 2021)

**Faire collaborer les**

différentes expertises (Terwiesch & Loch, 2004 ; Nicolini, Mengis & Swan, 2012 ; Bogers, & Horst, 2014)

**Financer** une partie du processus d'innovation (Eesley et al., 2014)

**Anticiper** certains problèmes (Carlile, 2002 ; Seidel & O'Mahony, 2014)



**Matérialiser** des idées (Bendavid & Cassivi, 2012)

**Stimuler la créativité** (Ewenstein & Whyte, 2009 ; Ben Mahmoud-Jouini, Midler, Cruz & Gaudron, 2014)

**Recueillir** le retour des clients potentiels (Lynn et al., 1996)

(Midler et al., 2021, Dossier POC, L'Observatoire PIC, École Polytechnique)

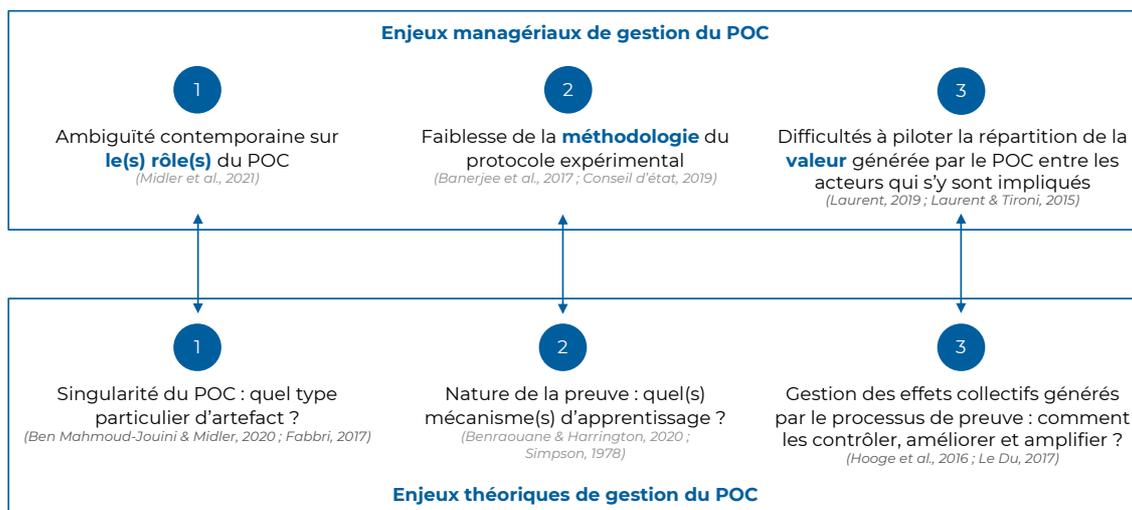
Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

3

Concernant le pré-supposé 1, il existe deux situations assez simples où le POC permet un accord de même nature sur l'objet (le quoi ?) et les acteurs qui vont porter la suite du processus (le qui ?), permettant de prendre soit une décision de GO ou de NO GO. Cependant deux autres situations sont possibles : l'accord est négatif sur l'objet mais positif sur le collectif, et vice-versa. Quelle est la nature de la décision à prendre ? Que faire face à ces situations qui sont en fait très loin d'être marginales comme le laisse à penser le pré-supposé 2 ?

Vis-à-vis de celui-ci, Midler et des membres du master PIC, ont souligné l'importance du POC dans sa capacité à : matérialiser des idées nouvelles, faire collaborer les différentes expertises en phase de créativité, anticiper certains problèmes qu'il va falloir surmonter dans les phases ultérieures de la conception, stimuler la créativité, recueillir le retour des clients potentiels pour apprécier l'attractivité du concept et ajuster la conception de l'innovation, ou encore participer au financement du processus d'innovation. Ces différentes fonctions laissent à penser que le POC est un outil, un couteau suisse auquel les praticiens de l'innovation peuvent avoir recours dans une diversité de situations.

## Motivations de la thèse



Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

4

Les approfondissements de ces pré-supposés mettent en évidence l'ambiguïté sur le ou les rôles des POC. Par ailleurs, de manière récurrente est soulignée la faiblesse méthodologique du protocole expérimental qui a pour conséquence de produire des résultats non concluants ou sources d'erreur pour les preneurs de décision. Enfin, il existe des difficultés à piloter la répartition de la valeur générée par le POC entre les acteurs qui s'y sont impliqués ; par exemple entre un grand groupe et une startup, ou une entreprise et la société civile.

Ces trois enjeux managériaux font écho à trois enjeux théoriques. (1) Est-ce que la popularité du POC est le fruit de la seule re-labellisation d'un ensemble d'artefacts ou est-elle liée à la propriété singulière qu'il porte, et que nous chercherons à expliciter ? On peut faire l'hypothèse que cette singularité a un lien avec la preuve, premier mot de la notion preuve de concept. (2) Mais de quelle nature de preuve s'agit-il ? Quels sont les mécanismes de production de connaissances, d'apprentissage associés ? En quoi diffèrent-ils d'une expérimentation scientifique ou d'un test d'un concept en marketing ? Le processus de preuve se veut par essence collectif : il y a toujours au moins un concepteur de la preuve et un destinataire de celle-ci. (3) Comment gérer les effets collectifs générés par le processus de preuve et plus particulièrement comment contrôler, améliorer et amplifier ces effets ?

## Contexte : Thèse CIFRE avec les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital



Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

5

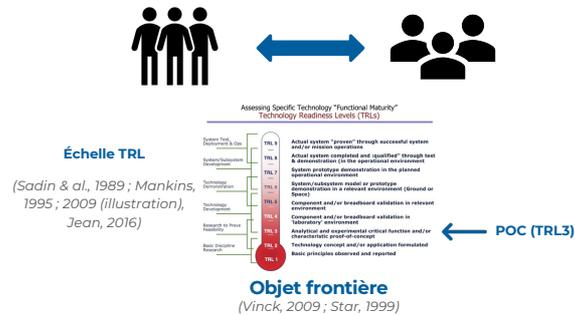
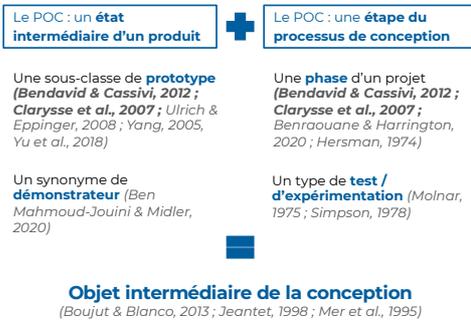
Nous avons étudié ces enjeux en nous appuyant sur le dispositif CIFRE mis en place entre la doctorante, le Centre de gestion scientifique de Mines Paris - PSL et l'agence de design les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital. Pourquoi était-il intéressant de mettre en place ce type de collaboration ? Voici trois raisons principales : (1) un accès privilégié à une richesse de données empiriques ; (2) un terrain favorable à une approche réflexive et expérimentale ; et (3) une volonté de faire exister un type particulier de POC avec une focale non plus sur le concept – l'innovation en train de naître – mais davantage sur les parties prenantes de l'innovation, et le développement de leurs capacités, en écho aux principes humanistes et des éthiques du *care*.

## Analyse de la littérature sur la singularité, modélisation et gestion du POC

6

Vis-à-vis de ces enjeux, que peut nous apporter l'analyse de la littérature sur la singularité, modélisation et gestion du POC ?

## 1 Le POC, un type particulier d'artefact ?



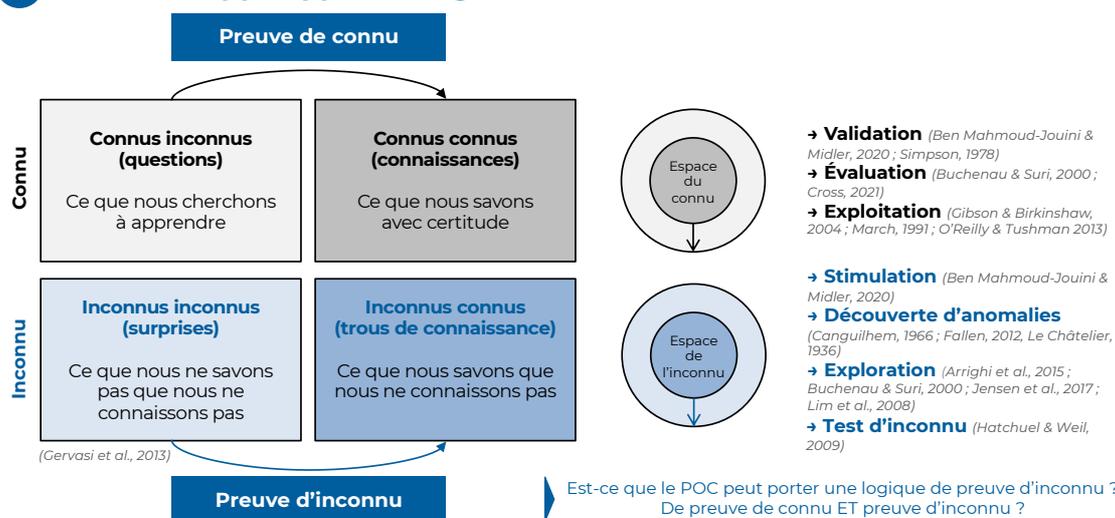
En quoi le POC porte des propriétés particulières qui le distingue des autres objets intermédiaires et frontières ?

Question de recherche n°1 : Qu'est-ce qui est **générique** dans la diversité des pratiques contemporaines du POC ?

Dans la littérature, le POC est parfois représenté comme un état intermédiaire d'un produit : une sous-classe de prototype, un synonyme de démonstrateur, et parfois comme une étape du processus de conception : une phase d'un projet mobilisant un type de test/d'expérimentation. Cette double représentation, que l'on peut retrouver parfois au sein d'un même article, fait du POC un « objet intermédiaire de la conception ».

En plus de faire partie de la longue liste des objets intermédiaires, il semble également faire partie de celle des objets frontières dans son ambition à mieux organiser l'échange, la coordination entre des collectifs éclatés et aux expertises hétérogènes. C'est justement dans ce but que Stanley Sadin et ses collègues de la NASA ont créé dans les années 1970 les *technology readiness level* ou TRL. Le POC constitue le troisième niveau de maturité fonctionnelle d'une échelle qui en compte aujourd'hui neuf. Mais finalement, en quoi le POC porte des propriétés particulières qui le distingue des autres objets intermédiaires et frontières ? Dans la ligne de ce questionnement, nous chercherons à identifier dans la diversité des pratiques contemporaines POC ce qui est générique, ce qui appartient au genre POC.

## 2 Mécanisme(s) d'apprentissage dans un POC ?



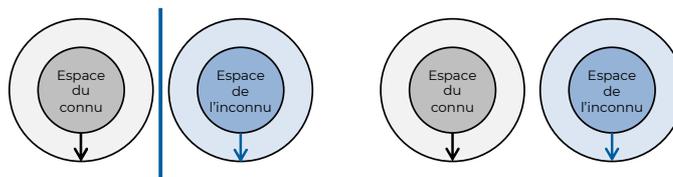
Introduction **Analyse de la littérature** Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

8

La littérature en gestion de projet, notamment celle s'intéressant plus particulièrement aux connaissances et aux risques, a proposé une typologie dite Rumsfeld pour distinguer ce qui relève du connu et de l'inconnu. Dans le connu, il y a les choses que nous savons avec certitude (les connaissances) et ce que nous cherchons à apprendre (les questions). L'opération de transformation des questions en connaissances provoque l'extension de l'espace du connu. Cette opération de transformation a été décrite dans différentes littératures – expérimentation scientifique, prototypage et ambidextrie – sous les noms de validation, évaluation ou exploitation. Nous étiquetons cette opération *preuve de connu* que nous décrivons comme la reconnaissance collective de l'opération de transformation de l'espace du connu, reconnaissance matérialisée par la flèche.

Dans l'inconnu, il y a les choses que nous savons que nous ne connaissons pas (les trous de connaissance) et ce que nous ne savons pas que nous ne connaissons pas (les surprises). Selon les littératures, cette transformation a été décrite comme de la stimulation, la découverte d'anomalies ou l'exploration. Nous étiquetons *preuve d'inconnu* la reconnaissance collective de l'opération de transformation de l'espace de l'inconnu. Elle fait écho au test d'inconnu décrit dans la théorie C-K, qui consiste à tester si une idée, un concept est bien un concept au sens de la théorie C-K, c'est-à-dire un inconnu considéré collectivement comme suffisamment intéressant pour que le collectif veuille travailler dessus, y consacrer des ressources. Plus fondamentalement, est-ce que le POC peut porter une logique de preuve d'inconnu ? Une logique de preuve de connu et de preuve d'inconnu ?

## 2 Cohabitation entre les deux preuves ?



Champ de littérature (Preuve de connu / Preuve d'inconnu)	Cohabitation néfaste	Cohabitation possible
Expérimentation scientifique (validation / découverte)	<i>Bernard (1865); Reichenbach (1938); Simpson (1978)</i>	<i>Lakatos (1978); Le Châtelier (1887); Mees &amp; Leermakers (1950); Perrin (1948)</i>
Prototypage et expérimentation en management de l'innovation (évaluation / exploration-)	<i>Cross (2021, p. 30); Jensen et al. (2017); Lim et al. (2008); Ries (2012)</i>	<i>Ben Mahmoud-Jouini &amp; Midler (2020); Blomkvist &amp; Holmlid (2010); Buchenau &amp; Suri (2000); Brown (2008); Löfqvist (2009); Ramasesh &amp; Browning (2014); Thomke (2014)</i>
Ambidextrie (exploration / exploitation)	<i>Gupta et al. (2006); March (1991); O'Reilly &amp; Tushman (2013); Simsek (2009)</i>	<i>Brix (2018); Cao et al. (2009); Caniels et al. (2017); Gibson &amp; Birkinshaw (2004); Gupta et al. (2006); Lubatkin et al. (2006)</i>

Question de recherche n°2 : Quels sont les **agencements** entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans un POC ?

Introduction **Analyse de la littérature** Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

9

D'ailleurs, la cohabitation entre preuve de connu et preuve d'inconnu ne va pas de soi. Un premier volet de la littérature suggère même que cette cohabitation est néfaste. Elle recommande d'opérer un cloisonnement entre les deux processus. Une telle recommandation nécessite de bien distinguer ce qui relève du connu et de l'inconnu et pose la question de la manière de construire un cloisonnement pertinent. Un autre volet de la littérature suggère que la cohabitation est possible mais elle reste discrète sur les conditions pour que cette cohabitation ne provoque pas d'interférences négatives. Ainsi, nous pouvons nous questionner sur les types d'agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu qu'il est possible de trouver dans un POC.

## 3 Effets du POC sur les collectifs ?

- ★ Description d'un **ensemble d'effets socio-organisationnels** : compréhension commune des attributs souhaités, meilleure coordination des tâches, meilleur engagement des acteurs, ... (*Ben Mahmoud-Jouini & Midler, 2020; Carlile, 2002; Jeantet, 1998; Mer et al., 1995; Seidel & O'Mahony, 2014; Vinck, 2009; Yu et al., 2018*)
- ★ La génération de ces effets (positifs) ne semblent **pas automatique** (*Nicolini et al., 2012, Seidel & O'Mahony, 2014*) : quels effets peut-on générer avec un POC ?
  - ▶ Quels sont les modes de gestion du POC permettant de générer et amplifier les **effets pro-générateurs** ?
- ★ Le POC ne **risque-t-il pas de générer voire renforcer des effets collectifs indésirables connus** :
  - Ambiguïté et quiproquo (*Schön, 1997; Szpirglas, 2006*)
  - Effets de fixation cognitifs et/ou sociaux (*Agogué, 2013; Hooge et al., 2016*)
  - Polarisation des collectifs (pour vs. contre) (*Le Du, 2017*)
  - Exclusion de certains acteurs (*Akrich, 1987*)
  - ▶ Quels sont les modes de gestion du POC permettant de contrôler et d'améliorer les **effets anti-générateurs** ?

Question de recherche n°3 : En quoi et comment le POC peut-il contribuer à développer des **capacités de conception collective** ?

Introduction **Analyse de la littérature** Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

10

La littérature a associé aux objets intermédiaires et frontières un ensemble d'effets socio-organisationnels tel qu'une compréhension commune des attributs souhaités, une meilleure coordination des tâches, un meilleur engagement des acteurs ... Cependant, certains auteurs ont souligné que la génération de ces effets n'était pas automatique, systématique, ce qui soulève deux questions : quels effets peut-on vraiment générer avec un POC et quels sont les modes de gestion permettant de générer et amplifier les effets pro-générateurs ?

Les effets qui ont tendance à être souvent mis en avant sont positifs. Est-ce qu'un POC plongé dans un milieu d'acteurs hétérogène ne risque-t-il pas de générer voire renforcer des effets collectifs indésirables connus comme les ambiguïtés et les quiproquos, les effets de fixation cognitifs et/ou sociaux, la polarisation des collectifs voire l'exclusion de certains acteurs ... Et donc, quels sont les modes de gestion du POC permettant de contrôler et d'améliorer les effets anti-générateurs ? Ainsi, nous nous demanderons enfin en quoi et comment le POC peut-il contribuer à développer des capacités de conception collective ?

## Questions & démarche de recherche

## Questions de recherche

**?** Comment le POC peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?

1

Qu'est-ce qui est **générique** dans la diversité des pratiques contemporaines du POC ?



2

Quels sont les **agencements** entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans un POC ?



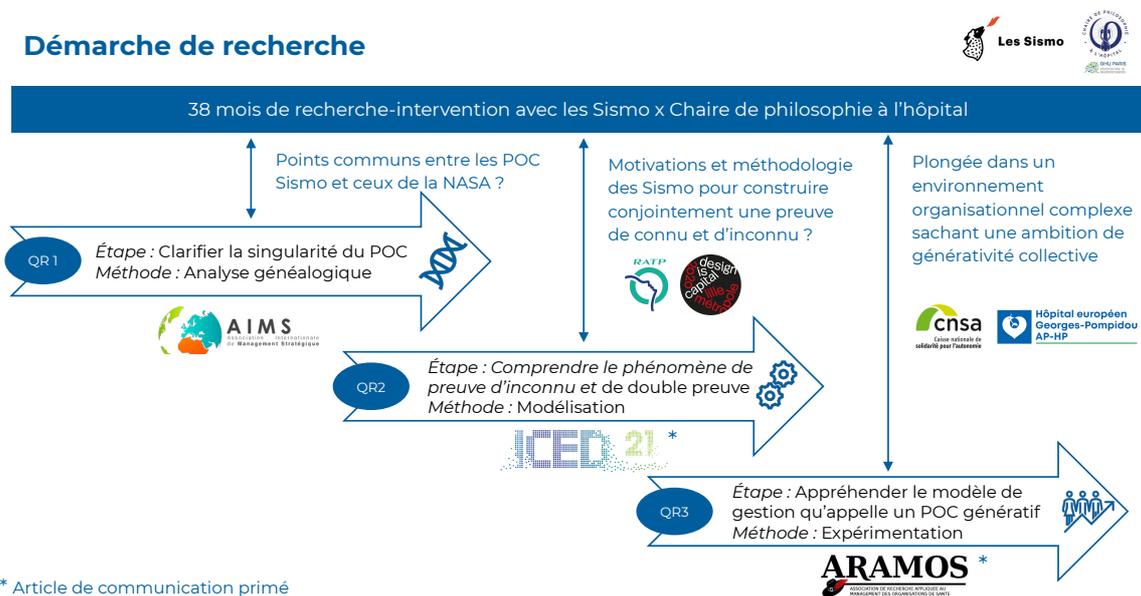
3

En quoi et comment le POC peut-il contribuer à **développer des capacités de conception collective** ?



Fort de cette analyse de la littérature, nous avons dégagé une problématique de recherche : comment le POC peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ? Nous instruirons cette problématique au moyen des trois questions de recherche que nous venons d'introduire.

## Démarche de recherche



Chacune de ces questions de recherche renvoie à des étapes clés de la recherche-intervention réalisée pendant trente-huit mois auprès des Sismo et de la Chaire de philosophie à l'hôpital. La première question vise à clarifier la singularité du POC grâce à une analyse généalogique. La deuxième question vise à comprendre le phénomène de preuve d'inconnu et de double preuve grâce à un travail de modélisation. La troisième vise à appréhender le modèle de gestion qu'appelle un POC génératif grâce à l'expérimentation. Cette recherche-intervention nous a incités à nous intéresser (1) aux points communs

entre les POC Sismo et ceux de la NASA ; (2) aux motivations et à la méthodologie des Sismo pour construire conjointement une preuve de connu et d'inconnu ; et (3) nous a permis une plongée dans un environnement organisationnel complexe avec le projet Urgences qui portait une ambition de générativité collective. Les comités de pilotage avec les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital ainsi qu'une confrontation régulière avec la communauté académique, notamment lors de l'AIMS 2020, ICED 2021 et ARAMOS 2021 ont stimulé cette recherche.

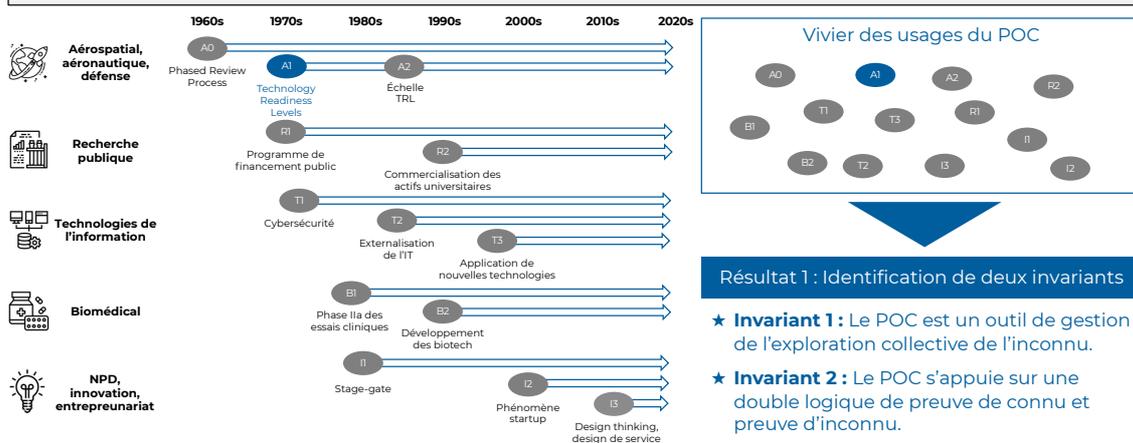
Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?

# Résultat 1 : Généricité

14

## Analyse généalogique : Cartographie des (in)variants du POC

Méthode : **Analyse généalogique** à partir de données secondaires académiques, institutionnelles, grises  
 → Analyse **longitudinale** : Requête Google Ngram + JSTOR  
 ↓ Analyse **transversale** : Requête Google web + JSTOR



Nous avons réalisé une analyse généalogique à partir de données secondaires académiques, institutionnelles, et grises. L'analyse longitudinale a permis de confirmer que le POC est né dans le secteur aérospatial et aéronautique ... mais de manière antérieure à l'échelle TRL qui n'est en fait qu'un premier variant – nommé A1 – du POC apparu dans les années 1960. L'analyse transversale a permis de nourrir un vivier des usages du POC en s'intéressant aux principaux secteurs qui se sont emparés du POC : la recherche publique, les technologies de l'information, le biomédical et l'innovation. Dans ce vivier, nous avons identifié deux invariants. Le premier invariant confirme que le fait que le POC est un objet intermédiaire et frontière en tant qu'outil de gestion de l'exploration collective de l'inconnu. Le second invariant permet de reconnaître dans le POC une sous-classe d'artefact qui s'appuie sur une double logique de preuve de connu et preuve d'inconnu.

### Illustrations des invariants

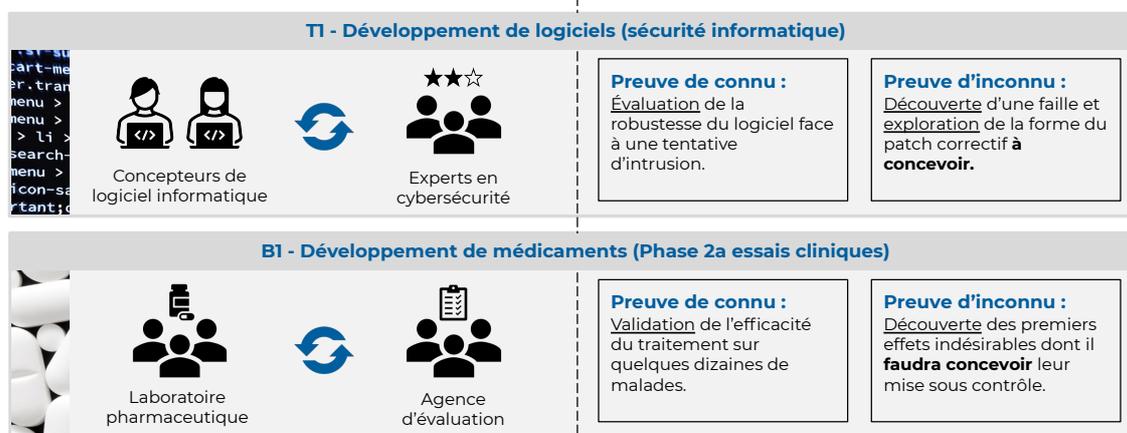


Illustrons l'occurrence de ces deux invariants dans deux pratiques : la sécurité informatique dans le développement de logiciels et la phase 2a des essais cliniques de nouveaux médicaments.

## Illustrations des invariants

**Invariant 1 :** Le POC est un outil de gestion de l'exploration collective de l'inconnu.

**Invariant 2 :** Le POC s'appuie sur une double logique de preuve de connu et d'inconnu.



Introduction Analyse de la littérature Questions **Résultat 1 : Généricité** Résultat 2 : Agencements Résultats 3 : Capacités Discussion & Conclusion

17

Le POC est un outil de gestion de l'exploration collective de l'inconnu entre, respectivement, des concepteurs de logiciels informatiques et des experts en cybersécurité, et un laboratoire pharmaceutique et une agence d'évaluation. En sécurité informatique, le POC permet non seulement d'évaluer la robustesse du logiciel face à une tentative d'intrusion mais aussi de découvrir une faille et d'explorer la forme du patch correctif à concevoir. Dans la phase 2a des essais cliniques, le POC se doit – de manière réglementaire – non seulement de valider l'efficacité du traitement sur quelques dizaines de malades mais aussi de découvrir les premiers effets indésirables dont il faudra concevoir leur mise sous contrôle.

Maintenant que nous avons montré que le POC peut porter une logique de double preuve de connu et d'inconnu, poursuivons par l'étude des agencements entre ces deux preuves.

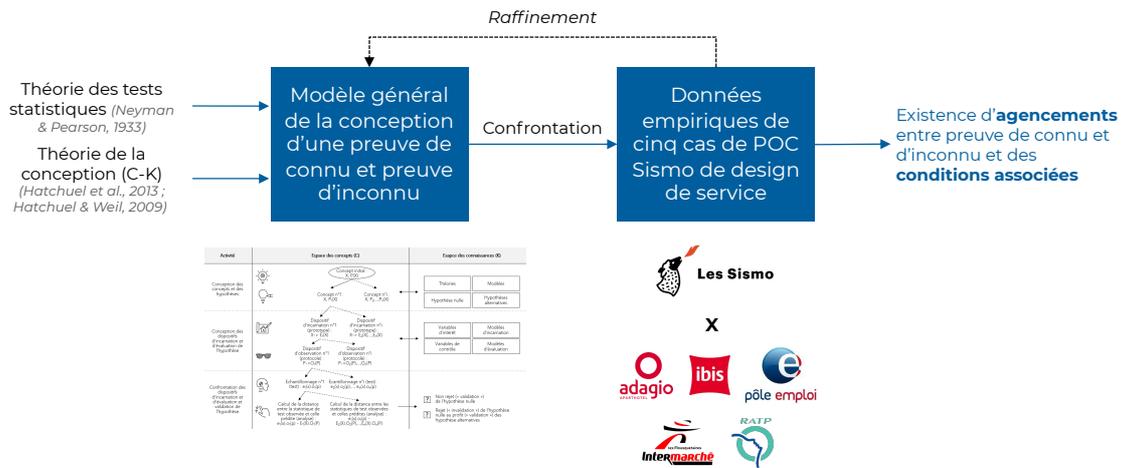
*Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?*

**Résultat 1 :**  
Double preuve

## Résultat 2 : Agencements

18

## Méthode : Modélisation de différents agencements de la double preuve



Afin de pouvoir étudier les agencements entre preuve de connu et preuve d'inconnu, nous nous sommes dotés d'un modèle général de la conception capable de modéliser conjointement les deux processus. Pour construire ce cadre d'analyse, nous nous sommes appuyés sur deux théories. D'une part, la théorie des tests statistique qui décrit une logique de preuve, *a priori* plus de preuve de connu. Pourquoi avoir choisi de mobiliser la preuve statistique, qui, de manière restrictive, n'attrape pas la variété des preuves ? Tout d'abord, parce qu'elle offre un cadre sur lequel raisonner. Ensuite, parce qu'il ne s'agit pas de n'importe quel cadre : c'est un cadre de référence connu voire reconnu par les communautés avec qui nous étions amenés à interagir (scientifiques, ingénieurs, designers, marketeurs...). Enfin, ce cadre s'appuie sur des hypothèses. Les hypothèses sont justement ce qui lie les pratiques des scientifiques et des concepteurs même si elles sont reconnues de nature différente.

D'autre part, nous avons mobilisé la théorie C-K pour sa capacité à modéliser les raisonnements dans l'inconnu et notamment clarifier où il peut y avoir preuve d'inconnu dans un test statistique. Avec l'appui de ce cadre d'analyse, nous avons étudié les formes d'émergence de preuve de connu et d'inconnu dans cinq POC de design de service conçus et réalisés par les Sismo. Bien sûr dans les faits, la confrontation du modèle général avec les données du terrain a provoqué un mouvement itératif qui a permis de raffiner les éléments du modèle. Ce travail de modélisation a conduit à montrer l'existence de différents agencements de preuve de connu et d'inconnu et des conditions associées.

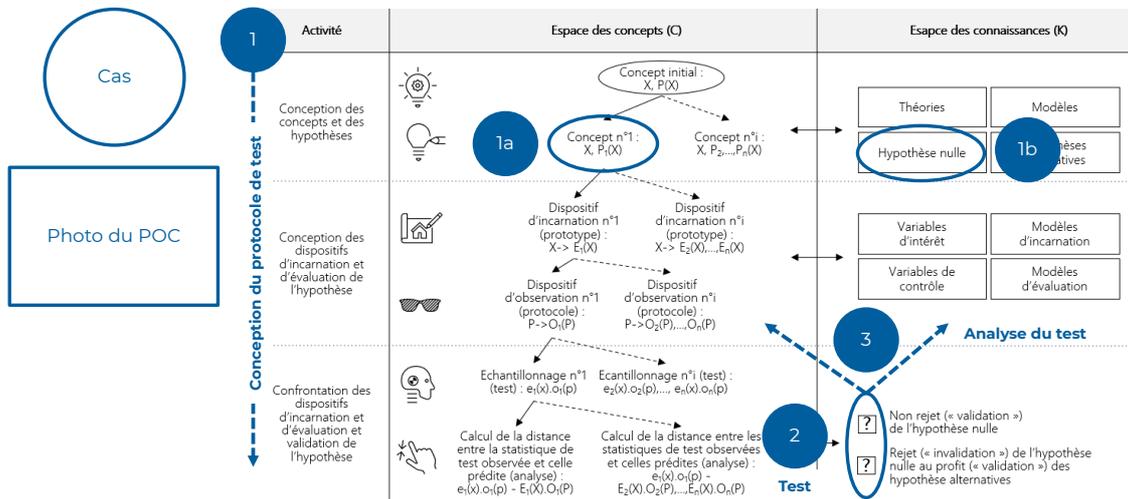
### Synthèse des différents agencements de double preuve identifiés



Résultat 2 : Il existe trois agencements de preuve de connu et d'inconnu.

Nous avons plus particulièrement identifié trois types d'agencements : (1) un agencement séquentiel où les inconnus ne sont pas discutés à l'étape de preuve de connu mais feront l'objet de l'étape suivante ; (2) un agencement parallèle où la preuve de connu est une occasion de réaliser de manière indépendante la preuve d'un inconnu périphérique ; et (3) un agencement intriqué où la preuve de connu et preuve d'inconnu interagissent entre elles.

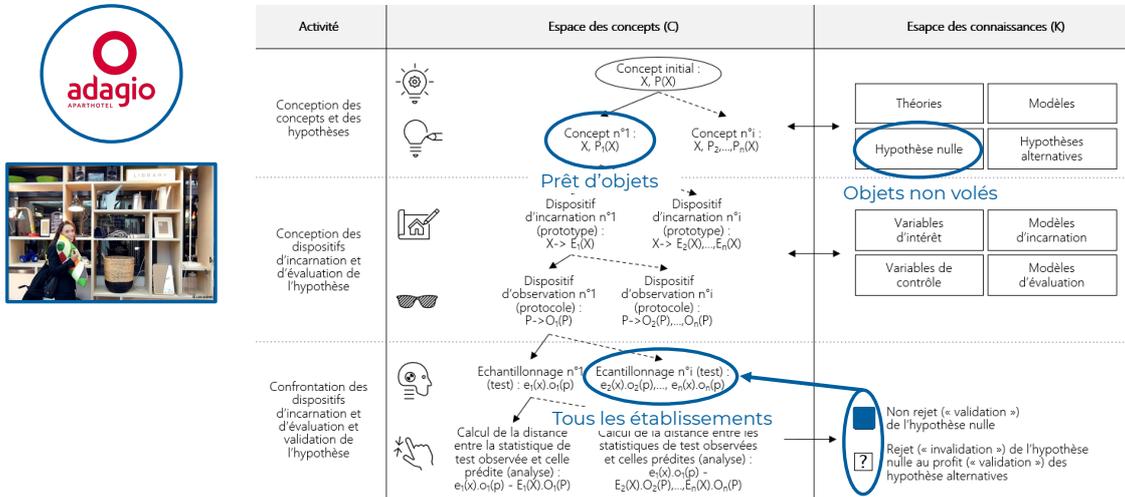
### Grille de présentation des régimes de double preuve



Pour présenter ces trois agencements, nous allons nous appuyer sur trois cas pour lesquels je présenterai succinctement mais de manière systématique : (1) deux éléments clés de la phase de conception du protocole de test que modélise ce cadre général par une descente progressive dans l'arbre C-K, le concept testé et l'hypothèse associée ; (2) la connaissance produite par l'enregistrement et le test

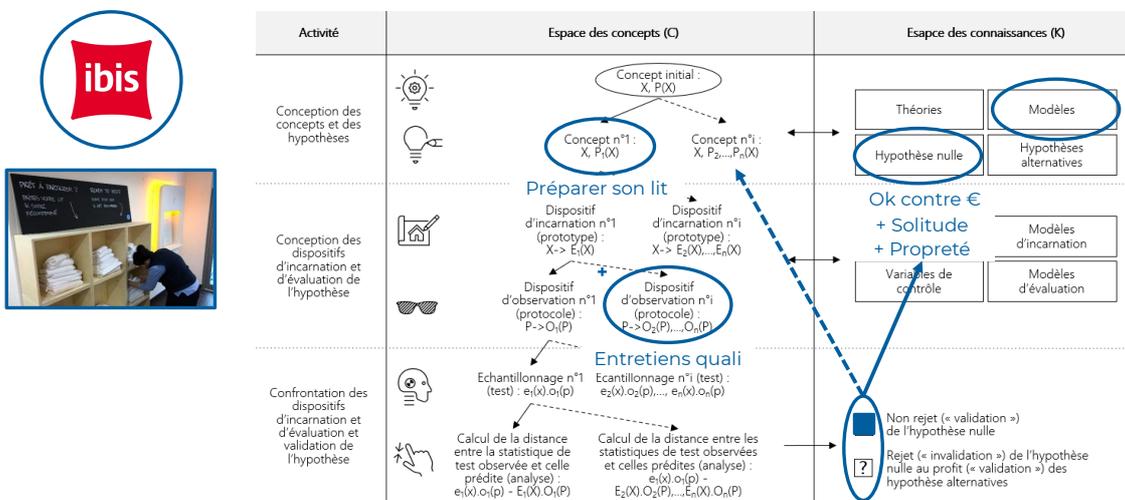
d'hypothèse ; et (3) l'analyse du test qui consiste en la mise en rapport de cette nouvelle connaissance avec le reste des autres connaissances et concepts.

### Agencement séquentiel entre preuve de connu et preuve d'inconnu



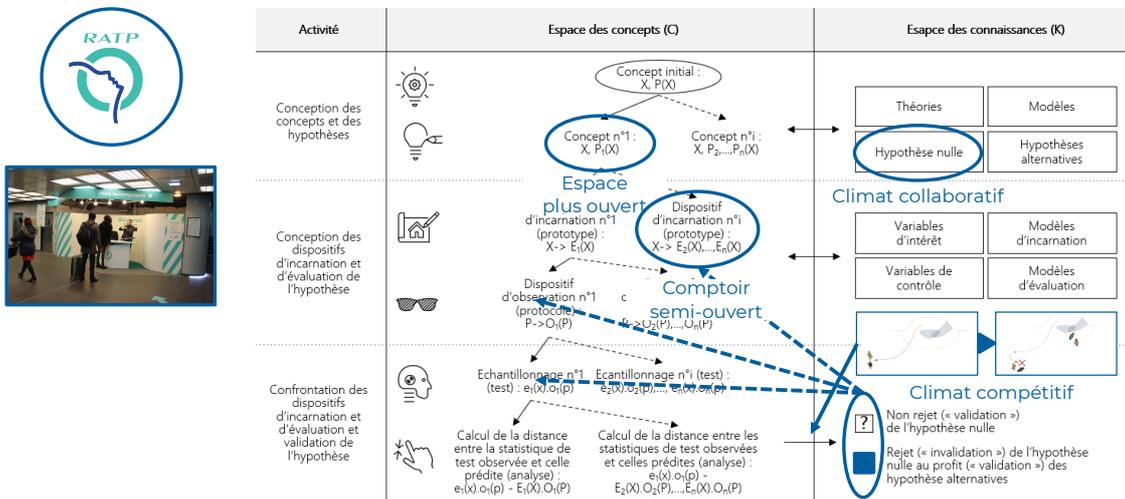
Dans le cas Adagio Aparthotel, un des concepts testés était le prêt d'objets permettant aux clients de personnaliser leur logement. L'hypothèse testée était la suivante : les objets seront rendus avant le départ des clients, autrement dit ne seront pas volés. Le test réalisé en vie réelle pendant six mois dans un établissement n'a révélé aucun vol et donc validé l'hypothèse initiale des Sismo, et donc fait la preuve de connu. Cette preuve de connu a permis d'enclencher la prochaine phase du projet, à savoir la conception du cahier de déploiement et l'opérationnalisation progressive de celui-ci dans tous les établissements de la chaîne.

### Agencement parallèle entre preuve de connu et preuve d'inconnu



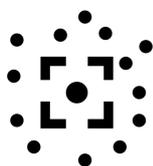
Dans le cas d'Ibis Hôtel, un des concepts testés était la réalisation de certaines tâches – comme le fait de faire son lit – par les clients eux-mêmes en échange d'un bon d'achat. L'hypothèse testée était la suivante : les gens sont prêts à donner un coup de main moyennant un geste commercial. Le test réalisé dans un établissement pendant une semaine a montré que 80% des gens acceptaient de faire leur lit, et donc fait la preuve de connu. Le POC a également mis en évidence que la motivation économique n'était pas la principale ou du moins pas la seule motivation, faire son lit facilite la vérification de la propreté du matelas et la socialisation. Ainsi, le POC a permis de faire la preuve de deux inconnus périphériques : les voyageurs professionnels souffrent de solitude et la propreté du matelas est chère aux voyageurs. Pour faire cette preuve d'inconnu, la réalisation d'entretiens qualitatifs en complément d'observations pendant le POC ainsi que la mobilisation d'observations ethnographiques réalisées en amont du POC ont été nécessaires.

### Agencement intriqué entre preuve de connu et preuve d'inconnu

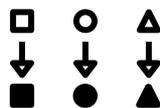


Dans le cas de la RATP, un des concepts testés était un espace comptoir d'information et de vente plus ouvert sur la salle d'échange. Les hypothèses associées étaient les suivantes : un espace ouvert (1) valorise la posture de l'agent et (2) instaure un climat collaboratif avec les voyageurs. Le résultat du test réalisé quelques heures dans la gare de Lyon n'a pas été celui escompté : (1) l'agent a tendance à s'éloigner du comptoir pour se montrer pleinement investi dans sa mission de conseil, ce qui crée un (2) climat compétitif entre les voyageurs qui attendent auprès du comptoir et ceux dans la salle d'échange. De la sorte, la preuve d'inconnu et de preuve de connu interagissent entre elles. Ces nouvelles connaissances invitent à revoir la méthode principale d'échantillonnage et le dispositif d'observation centré initialement sur l'espace comptoir mais aussi le dispositif d'incarnation qui pourrait n'être que semi-ouvert comme cela a également été testé.

## Points clés



**Contexte et management-  
dépendant**



Nécessite de savoir **adapter  
sciemment la méthodologie**  
employée à la situation



**Pas de hiérarchie ex nihilo**  
entre les agencements

Voici les points clés à retenir vis-à-vis de ce deuxième résultat. Le fait d'obtenir un agencement séquentiel, parallèle, ou intriqué est contexte et management-dépendant. Dans l'agencement séquentiel, le POC s'inscrit dans un processus régi par une logique TRL ou dans un contexte où le couple objet-environnement opérationnel est très bien compris. Il est alors possible de concevoir le cloisonnement du POC de telle sorte que ce dernier soit une pièce d'un puzzle dont on connaît déjà les contours. Dans l'agencement parallèle, la preuve de connu et preuve d'inconnu n'ont pas d'impact entre elles. La pré-structuration des connaissances et des voies alternatives sont clés pour faire la preuve d'inconnu et reconnaître son indépendance. Cela nécessite donc de savoir diagnostiquer la situation et d'adapter sciemment la méthodologie employée ; par exemple ne pas utiliser celle pertinente pour l'agencement séquentiel dans le contexte et les conditions qui tendent vers un agencement intriqué. Enfin, il n'existe pas de hiérarchie *ex nihilo* entre les agencements.

Cette synthèse soulève la nécessité de s'intéresser aux acteurs. Justement le troisième résultat s'intéresse au développement des capacités de conception collective de certains acteurs et au mode de gestion des Sismo dans l'émergence de ces capacités.

Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?

**Résultat 1 :**  
Double preuve

**Résultat 2 :**  
Agencements

## Résultat 3 : Capacités de conception collective

26

### Méthode : Étude de cas unique et longitudinale sur le projet Urgences

#### Ambition du projet Urgences :

Améliorer l'expérience des usagers les plus vulnérables des urgences hospitalières

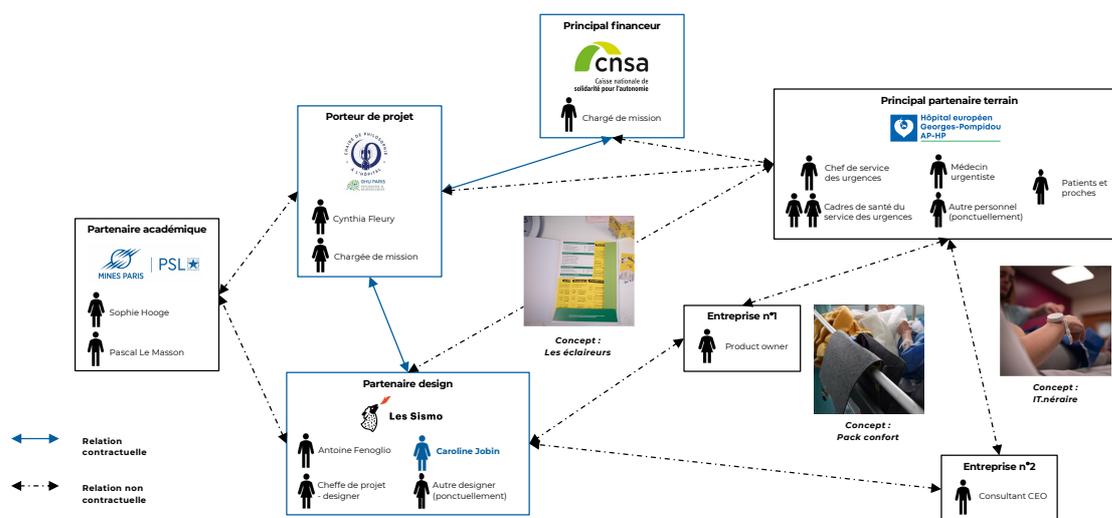


Introduction    Analyse de la littérature    Questions    Résultat 1 : Généricité    Résultat 2 : Agencements    **Résultats 3 : Capacités**    Discussion & Conclusion

27

Dans ce but, nous avons réalisé une étude de cas unique en temps réel sur le projet Urgences qui avait pour ambition d'améliorer l'expérience des usagers les plus vulnérables des urgences hospitalières, par exemple les personnes âgées en perte d'autonomie. Cette étude de cas a été construite pour être longitudinale afin non seulement de pouvoir analyser le processus de POC qui a consisté en une phase de conception, de test et de discussion collective des apprentissages mais également les étapes projet amont et aval. La collecte de données qui s'est étendue sur dix-huit mois a été clôturée par la réalisation d'entretiens semi-directifs six mois après le POC auprès d'un échantillon de parties prenantes impliquées *a minima* sur l'étape de POC.

## Principales parties prenantes du POC : une collaboration atypique

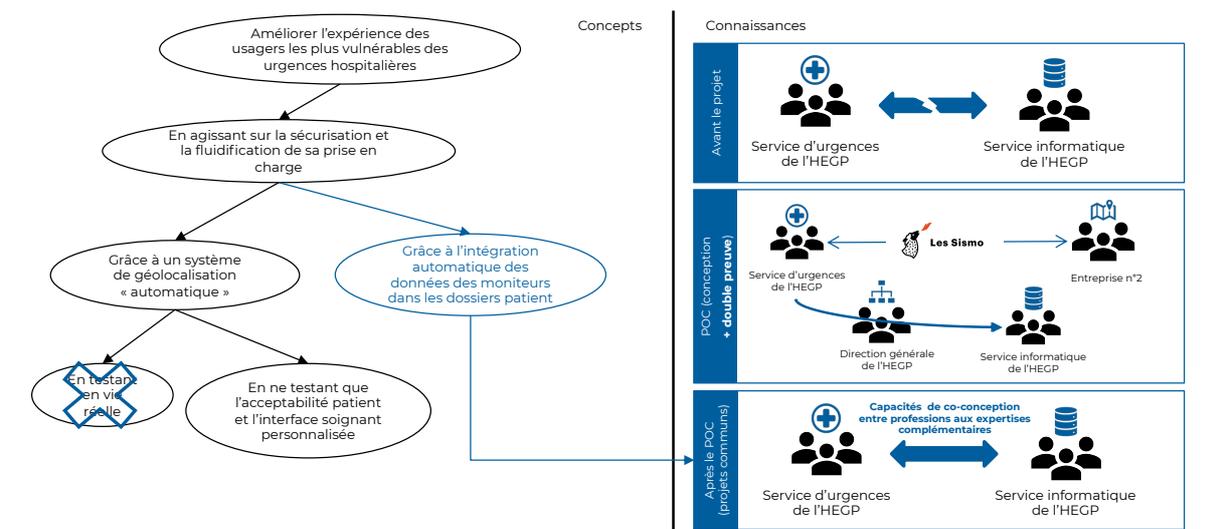


Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements **Résultats 3 : Capacités** Discussion & Conclusion

28

Sachant le cadrage du projet, on aurait pu s'attendre à ce qu'il soit porté par un service d'urgences comme celui de l'Hôpital européen Georges-Pompidou (HEGP, AP-HP) est l'un des services d'Île-de-France qui accueillent le plus de personnes âgées chaque année ou par une ou plusieurs entreprises souhaitant tester leurs solutions. Il n'en est rien. Le projet est né d'un appel à projets de la Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie sur le design social auquel ont répondu conjointement la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo. Cette collaboration atypique mettant en situation de conception collective des acteurs aux expertises hétérogènes constituait un bon cas d'étude. Cette collaboration a abouti à la formulation, au prototypage et au test de plusieurs concepts. Les Sismo se sont appuyés sur deux entreprises pour tester le pack confort et IT.néraire, une solution de géolocalisation des patients. Ils ont également pu bénéficier des recommandations réalisées dans le cadre de la recherche-intervention avec les Mines Paris - PSL.

## Un exemple de développement de capacités de conception collective



Pour vous montrer le phénomène de développement des capacités de conception collective, je vais utiliser un exemple très précis extrait d'un matériau bien plus riche. Cet exemple mobilise deux collectifs particuliers – le service d'urgences et le service des systèmes d'information (SI) de l'HEGP – ainsi que le test du concept de géolocalisation des patients. Avant le POC, le contact était très tendu, voire rompu entre les deux services aux expertises et régimes de fonctionnement très hétérogènes, à tel point que le chef de service d'urgences a recommandé aux Sismo puis à l'entreprise de conduire le POC sans le service SI. Cela s'est en fait avéré tardivement impossible, il fallait pouvoir se connecter sur le réseau informatique de l'hôpital dont le service SI était garant. La mobilisation de la direction générale pendant la phase de conception du POC n'avait alors pas suffi pour obtenir l'accès permettant le test en vie réelle. Les Sismo ont malgré tout poussé à tester ce qui pouvait l'être, à savoir l'acceptabilité du patient et l'interface pour les soignants. La discussion collective à laquelle était présente la directrice adjointe de l'HEGP a permis de montrer la preuve de connu et preuve d'inconnu générée par le POC. La double preuve a permis d'engager la direction générale puis le service SI. La crise Covid est ensuite venue remettre en question le contrat de test qui devait être signé entre l'HEGP et l'entreprise. Dans un entretien réalisé six mois après le POC avec un médecin urgentiste fortement impliqué sur ce concept, ce dernier a clairement expliqué que les interactions qu'ils avaient eues dans le cadre du POC avec le service SI avaient permis à chacun de mieux se connaître et d'apprendre à travailler ensemble. Ils ont notamment mené, depuis, des projets conjoints, dont un permettant l'intégration automatique des données des moniteurs dans les dossiers patients. De fait, nous avons montré que le POC a permis de développer des capacités co-conception entre professions aux expertises complémentaires.

## Capacités développées lors du POC



Résultat 3 : Le POC soutient le développement de capacités de conception collective.

Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements **Résultats 3 : Capacités** Discussion & Conclusion

30

Cette capacité n'est qu'une des six capacités de conception collective dont nous avons observé le développement grâce au POC. Les autres sont celles présentées autour de l'hexagone. Sachant que la génération de ces effets n'est pas automatique, quel rôle ont joué les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital en tant que pilote de l'équipe projet ?

## Logique de rationalisation portée par les pilotes de l'équipe projet



Introduction Analyse de la littérature Questions Résultat 1 : Généricité Résultat 2 : Agencements **Résultats 3 : Capacités** Discussion & Conclusion

31

En écho aux enjeux managériaux présentés en introduction, leur rôle semble d'avoir porté une logique de rationalisation du POC visant à augmenter la capacité d'agir des parties prenantes, en recherchant un équilibre entre preuve de connu et preuve d'inconnu, permettant ainsi l'exploration d'inconnus partagés

entre une variété d'acteurs. Sachant que ce projet constituait une expérimentation de ce nouveau type de POC, ces rôles – qui renvoient en fait à des capacités de gestion du POC – pourraient bien sûr être améliorés et renforcés.

Comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective ?

**Résultat 1 :**  
Double preuve

**Résultat 2 :**  
Agencements

**Résultat 3 :** Développement de capacités de conception

## Discussion & Conclusion

32

### Principales contributions et implications

**Pré-supposé 1 : Rôle clé dans les étapes d'évaluation et de décisions de « go no go »** des processus de R&D, d'innovation, et d'entrepreneuriat (Bendavid & Cassivi, 2012 ; Benraouane & Harrington, 2020 ; Midler et al., 2021 ; Ulrich & Eppinger, 2008)

**Le POC est un outil régi par une logique de double preuve**  
(Résultats 1 + 2)

- ★ Révèle une deuxième logique de **preuve (d'inconnu) non institutionnalisée**
- ★ Complexifie et enrichit les étapes d'évaluation et de décisions « go no go » : **création d'irréversibilité tout en offrant des capacités à redéfinir les objectifs suivants**
- ★ Éclaire les **difficultés de gestion** : risque de se méprendre sur le type d'agencement, complexité de l'analyse s'il n'existe pas d'échelle TRL (ou équivalent), etc.

**Pré-supposé 2 : Symptôme de problématiques de gestion des régimes d'innovation contemporains** nécessitant la (ré-)génération simultanée des écosystèmes et la nature des objets qu'ils conçoivent (Ben Mahmoud-Jouini & Charue-Duboc, 2017 ; Delannoy, 2021)

**Le POC est un outil au service du développement de capacités de conception collective** (Résultats 1 + 2 + 3)

- ★ Les situations d'**accords hybrides peuvent se transformer en GO** si le POC permet de développer des capacités de conception collectives, qui sont indépendantes de l'objet.
- ★ Le POC soutient le développement de **capacités différenciées selon les compétences préexistantes** :
  - Pour les **organisations conceptrices** : le POC permet d'être **plus ambitieux sur l'objet à concevoir**
  - Pour les **organisations peu conceptrices** : le POC permet de **faire exister un collectif de conception**

Discutons à présent les principales contributions de la thèse, leurs implications et les perspectives de recherches qu'elles ouvrent. Repartons des deux pré-supposés présentés en introduction. Le fait d'avoir montré que le POC est un outil régi par une logique de double preuve révèle une deuxième logique de preuve (d'inconnu) non institutionnalisée. Cette contribution complexifie et enrichit les étapes

d'évaluation et de décisions « go no-go » en les représentant comme des étapes de création d'irréversibilité tout en offrant des capacités à redéfinir les objectifs suivants. Elle éclaire également les difficultés de gestion : risque de se méprendre sur le type d'agencement, complexité de l'analyse s'il n'existe pas d'échelle TRL ou équivalent, etc. Ensuite, le fait d'avoir montré que le POC est un outil au service du développement de capacités de conception collective permet d'avancer que les situations d'accords hybrides peuvent se transformer en GO si le POC permet de développer des capacités de conception collectives, qui sont en partie indépendantes de l'objet. Nous avons également pu observer que le POC soutient le développement de capacités différenciées selon les compétences préexistantes des organisations : pour les organisations dites conceptrices – car elles sont dotées d'un département R&D ou d'un bureau d'études – le POC permet d'être plus ambitieux sur l'objet à concevoir, tandis que pour les organisations peu conceptrices, le POC permet de faire exister un collectif de conception. Clôturons cette présentation avec des perspectives de recherche.

## Perspectives de recherche

### Le POC avec un outil régit par une double preuve (Résultats 1 + 2)

- ★ Quelle **norme de gestion mobilisant le cadre de la double preuve** pourraient porter les pouvoirs publics (au-delà de l'échelle TRL) ?
- ★ Qu'est-ce que serait le **guide de gestion du POC** pour aider les acteurs à mieux tirer parti de leurs investissements **au regard des grands défis sociétaux** ?
- ★ Comment mieux gérer le processus de **preuve d'inconnu dans les phases aval du POC** (déploiement, mise à l'échelle, ... ) ?

★ Poursuivre le développement et l'expérimentation de **méthodes pédagogiques** permettant de soutenir la réalisation de **POC plus génératifs**

★ Poursuive l'étude des conditions de la **(ré-)génération des capacités de conception des acteurs des systèmes de santé**

### Le POC peut être un outil au service du développement de capacités de conception collective (Résultats 1 + 2 + 3)

- ★ Comment les **intermédiaires de l'innovation (cabinets, living labs, pôles de compétitivité, SATT, IRT, ... )** pourraient-ils mieux soutenir le développement de capacités de conception collective **grâce au POC** ?
- ★ **Quelles synergies entre la double preuve et les autres méthodes** revendiquant le développement de capacités de conception collective ?

# Table des matières détaillée

---

Remerciements .....	v
Liste des figures .....	ix
Liste des tables.....	x
Liste des encadrés.....	x
Avant-propos .....	xi

## PARTIE 1 : CHAPEAU DE LA THÈSE

<b>Chapitre 1. Introduction générale.....</b>	<b>3</b>
1.1 Motivations empiriques de la thèse.....	3
1.1.1 Un engouement généralisé pour les preuves de concept par les praticiens de l'innovation : POC is the New Black?.....	3
1.1.2 Un engouement qui est de plus en plus marqué par des critiques .....	4
1.1.3 Une initiative d'augmentation de la générativité des preuves de concept portée par l'agence de design les Sismo et la Chaire de philosophie à l'hôpital .....	5
1.2 Motivations théoriques de la thèse .....	7
1.3 Problématique de recherche de la thèse.....	8
1.4 Contexte de la recherche.....	8
1.4.1 Une thèse dans la continuité des travaux du Centre de gestion scientifique de Mines Paris - PSL.....	8
1.4.2 Une thèse CIFRE avec l'agence de design les Sismo .....	9
1.4.3 Une thèse en partenariat avec la Chaire de philosophie à l'hôpital .....	11
1.5 Plan & Synopsis de la thèse .....	11
<b>Chapitre 2. Cadrage théorique &amp; questions de recherche.....</b>	<b>13</b>
2.1 Couplage entre connaissances et relations dans la preuve de concept.....	13
2.1.1 Couplage originel entre savoirs et relations dans la preuve de concept .....	13
2.1.2 Positionnement de la preuve de concept dans la littérature sur les objets intermédiaires et frontières.....	14
2.1.3 La preuve de concept : un objet complexe à transmettre .....	15
2.2 Modélisation des effets cognitifs de la preuve de concept.....	16
2.2.1 Deux visions quant aux interactions entre preuve de connu et d'inconnu.....	17
2.2.2 Construction d'un modèle général de la conception d'une preuve expérimentale.....	18
La théorie des tests statistiques : un référentiel pertinent pour modéliser la preuve de connu .....	18
La théorie C-K, un référentiel pertinent pour modéliser la preuve d'inconnu .....	21
Proposition d'un cadre conceptuel de la conception d'une preuve expérimentale par hybridation des principes de la théorie des tests statistiques et théorie de la C-K.....	22

2.3	Impacts de la preuve de concept sur les collectifs.....	23
2.3.1	Le cas de la mission Apollo 11.....	23
2.3.2	Des impacts conditionnés par une gouvernance spécifique : les apports du management de l'innovation et de l'éthique du care .....	25
<b>Chapitre 3. Méthodologie de recherche.....</b>		<b>27</b>
3.1	Mon cheminement avant la thèse.....	27
3.1.1	Santé et ingénierie .....	27
3.1.2	La découverte des sciences de gestion .....	27
3.1.3	Motivation pour la thèse : un sujet à la croisée de la gestion, de la conception et de la santé .....	28
3.2	Une recherche-intervention de trente-huit mois avec les Sismo.....	28
3.2.1	Présentation du terrain de recherche.....	29
	Les POC chez les Sismo : émergence, institutionnalisation et développement.....	29
	La collaboration entre les Sismo avec Cynthia Fleury-Perkins et la Chaire de philosophie à l'hôpital : comment enrichir les POC avec l'éthique du care ? .....	31
3.2.2	La recherche-intervention comme cadre général de la recherche.....	32
	La recherche-intervention : une démarche de recherche pertinence au vu de notre problématique de recherche.....	32
	Questionnements des Sismo .....	33
	Interactions avec les Sismo .....	34
	Interactions avec la communauté académique.....	35
	Interactions avec d'autres praticiens.....	37
3.2.3	Démarche de recherche-intervention.....	38
3.3	Méthodologie des articles .....	38
3.3.1	Article 1.....	38
	Méthode de recherche : analyse généalogique de la preuve de concept.....	38
	Matériel de recherche : des données d'archives spécifiques à chaque secteur.....	39
3.3.2	Article 2.....	40
	Méthode de recherche : modélisation de l'agencement entre preuve de connu et preuve d'inconnu dans la preuve de concept .....	40
	Matériel de recherche : cinq cas de POC Sismo.....	40
3.3.3	Article 3.....	43
	Méthode de recherche : une étude de terrain longitudinale d'une preuve de concept portant une ambition explicite de générativité .....	43
	Matériel de recherche : un projet de design porté par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo sur l'amélioration de l'expérience usager des urgences hospitalières .....	47
<b>Chapitre 4. Synthèse des articles.....</b>		<b>49</b>
4.1	Synthèse de l'article 1 .....	49
4.2	Synthèse de l'article 2 .....	51

4.4	Synthèse de l'article 3 .....	54
<b>Chapitre 5. Discussion &amp; conclusion générale .....</b>		<b>57</b>
5.1	Discussion des résultats de la thèse .....	57
5.1.1	Discussion des résultats sur les éléments génériques des preuves de concept (QR1) .....	57
5.1.2	Discussion des résultats sur l'agencement de la double preuve (QR2) .....	59
5.1.3	Discussion des résultats sur le développement des capacités collectives (QR3).....	62
5.2	Implications des résultats de la thèse .....	66
5.2.1	Implications sur la gestion des preuves de concept au service des politiques publiques....	66
5.2.2	Implications sur la gestion des preuves de concept au service du soin .....	67
5.3	Conclusion générale .....	68
5.3.1	Rétrospectives des étapes du travail de recherche et présentation de ses limites.....	69
5.3.2	Synthèse des principaux résultats de la thèse.....	70
5.3.3	Perspectives de recherche .....	70
<b>Références.....</b>		<b>73</b>

## **PARTIE B : ARTICLES DE LA THÈSE**

<b>Chapitre 6. Article 1.....</b>		<b>85</b>
6.1	Introduction .....	85
6.2	Research Hypotheses and Methodology.....	86
6.2.1	Research Hypotheses .....	86
6.2.2	Research Design .....	86
6.2.3	Data Collection and Analysis.....	86
6.3	Genesis of 'Proof-of-Concept' in U.S. Aerospace and Aeronautic Ecosystem: an Historical Perspective.....	87
6.3.1	1940s-1950s: Cold War, Space Race, and NASA's Foundation .....	88
6.3.2	1960s: Phased Review Process and Proof-of-Concept.....	88
6.3.3	1970s: Emergence of the Readiness Levels at NASA .....	89
6.3.4	1980s-1990s: Development and Integration of the Technology Readiness Levels (TRLs) in NASA's Ecosystem.....	92
6.3.5	2000s-2010s: Modern Uses of TRLs In NASA's Ecosystem and Worldwide Aerospace & Aeronautic Ecosystem.....	94
6.3.6	Historical Perspective Overview .....	95
6.4	Transfers of 'Proof-of-Concept' In Other Ecosystems: A Cross-Domain Analytical Study	96
6.4.1	Biomedical Technology: Development and Discovery/Design.....	97
	Biomedical Technology Development .....	97
	Biomedical Technology Discovery/Design .....	98
6.4.2	Public Research: Technology Transfer and Funding.....	98

Technology transfer .....	99
Funding program.....	99
6.4.3 New Product Development, Innovation and Entrepreneurship.....	99
6.4.4 Information Technology (I.T.): Implementation and Security.....	101
I.T. Implementation .....	101
IT Security .....	101
6.4.5 Cross-Domain Study Analysis Overview .....	101
6.5 Discussion and Conclusion .....	102
References .....	104
<b>Chapitre 7. Article 2.....</b>	<b>109</b>
7.1 Introduction .....	109
7.2 Literature Review and Experimentation Design Modelling.....	110
7.2.1 Validation and Exploration: Beyond Negative Interference, Towards Positive Interference.....	110
7.2.2 Experimentation Modelling: Contributions of Statistical Theory Enriched by Design Theory.....	110
7.2.3 Proposal for a General Framework of Experimentation Design based on C-K Theory .....	111
7.3 Methodology .....	112
7.3.1 Research Approach .....	112
7.3.2 Data Collection and Analysis.....	112
7.4 Three Proof Models and Associated Illustrations .....	112
7.4.1 Type 1: Proof of the Known.....	112
Reasoning Mechanism 1.....	112
Illustration 1.1.....	113
7.4.2 Type 2: Proof of the Known and Proof of an Independent Unknown.....	114
Reasoning Mechanism 2 .....	114
Illustration 2.1.....	114
Illustration 2.2 .....	115
7.4.3 Type 3: Proof of the Known and Proof of a Dependent Unknown.....	116
Reasoning Mechanism 3 .....	116
Illustration 3.1.....	117
Illustration 3.2 .....	118
7.5 Conclusion and Discussion .....	119
References .....	121
<b>Chapitre 8. Article 3.....</b>	<b>123</b>
8.1 Introduction .....	123
8.2 État de l'art et questions de recherche .....	124
8.2.1 Le POC dans la littérature en management de l'innovation : d'une méthode de conception coopérative à une méthode de conception collaborative.....	124

Émergence du POC à la NASA : naissance d'une méthode de conception coopérative .....	124
Diffusion du POC : vers une méthode de conception collaborative.....	125
8.2.2 Les effets organisationnels des projets de design transformationnel et des POC.....	126
Du design de service au design transformationnel .....	126
Nouveaux enjeux posés par le design transformationnel et effets des POC sur les organisations.....	127
Le potentiel du design de service pour les organisations de santé.....	128
8.2.3 Question de recherche .....	128
8.3 Matériels et méthodes.....	128
8.3.1 Protocole et design de recherche.....	128
8.3.2 Présentation du cas.....	130
8.3.3 Collecte des données.....	133
8.3.4 Analyse des données.....	134
8.4 Résultats.....	135
8.4.1 Les capacités de conception collective qu'a permis de développer le POC.....	135
Capacité à définir et redéfinir ce qu'il y a à concevoir .....	135
Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception.....	136
Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires.....	137
Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives.....	137
Capacité d'explorer une diversité d'alternatives de conception ouvrant des pistes de performance variée .....	138
Capacité de générer une action collective.....	139
8.4.2 Les limites du POC dans le développement de capacités de conception collective....	140
Capacité à définir et redéfinir ce qu'il y a à concevoir .....	141
Capacité d'identifier et mobiliser au bon moment les expertises utiles au processus de conception.....	141
Capacité de co-concevoir entre professions aux expertises complémentaires.....	142
Capacité de développer des connaissances et des compétences individuelles et collectives.....	142
Capacité de générer une action collective.....	144
8.5 Discussion et conclusion .....	144
8.5.1 Synthèse des résultats.....	144
8.5.2 Discussion de la contribution académique.....	146
8.5.3 Recommandations managériales.....	147
Bibliographie .....	147
<b>Annexes.....</b>	<b>151</b>



## RÉSUMÉ

---

Conçue dans les années 1960 à la NASA dans le contexte du programme Apollo, la preuve de concept – ou POC pour *proof of concept* en anglais – a connu un succès grandissant au fil des décennies auprès des praticiens de l'innovation. Davantage encore qu'à l'époque, le régime d'innovation contemporain requiert d'explorer collectivement l'inconnu. Les processus de conception se sont complexifiés : l'identité des objets et des collectifs sont rarement prédéterminés. Ils doivent être conçus collectivement et simultanément. Dans ce contexte, la thèse étudie comment la preuve de concept peut devenir un outil de développement des capacités de générativité collective.

Tout d'abord, la recherche a confirmé par une étude généalogique que le POC était et est encore le symptôme d'un régime d'innovation se devant de fédérer et faire travailler ensemble des collectifs d'exploration. Ces collectifs comprennent des acteurs aux expertises et légitimités hétérogènes, souvent issus d'institutions variées. Le POC est un des rares outils de gestion permettant d'organiser l'exploration collective de l'inconnu. Il est particulièrement adapté à ces situations parce qu'il porte une double logique de preuve : une « preuve de connu », processus expérimental permettant de générer de nouvelles connaissances et de les valider (i.e., de les reconnaître collectivement comme vraies ou fausses) et une « preuve d'inconnu », processus expérimental permettant de générer de nouveaux concepts et de guider leur exploration (i.e., de nommer collectivement un inconnu interprétable).

Ensuite, grâce à l'étude rétrospective de preuves de concept conçues et réalisées par l'agence de design les Sismo, la thèse a identifié qu'il existe différents arrangements entre preuve de connu et preuve d'inconnu et qu'une cohabitation est possible et bénéfique. De manière contre-intuitive, les travaux ont montré que plus la preuve de connu est recherchée et de qualité, plus elle permet de faire émerger de manière simultanée la preuve d'inconnu, et vice-versa. La question des compétences de l'expérimentateur ressort comme l'élément critique pour permettre cette cohabitation, et avoir un POC à fort pouvoir génératif.

Enfin, la thèse propose une étude de cas longitudinale d'une preuve de concept conduite par la Chaire de philosophie à l'hôpital et les Sismo, qui portait explicitement une ambition de (plus forte) générativité. Ces travaux ont affirmé l'hypothèse que le POC doit non plus seulement être étudié, et donc évalué, comme un outil de test d'un concept mais, également ou dorénavant, comme un outil de développement de capacités de conception collective. La recherche a également identifié des conditions de gouvernance critiques pour que ce changement de paradigme puisse s'opérer au profit de la société.

## MOTS CLÉS

---

Preuve de concept ; générativité ; capacités collectives ; expérimentation ; conception ; soin

## ABSTRACT

---

Developed in the 1960s at NASA in the context of the Apollo program, proof of concept (POC) has become increasingly popular with innovation practitioners over the decades. Even more than then, the contemporary innovation regime requires collective exploration of the unknown. Design processes have become more complex: the identity of objects and collectives are rarely predetermined. They must be designed collectively and simultaneously. In this context, the thesis investigates how proof of concept can become a tool for developing collective generative capacities.

First, the research confirmed through a genealogical study that the POC was and still is the symptom of an innovation regime that has to federate and make exploration collectives work together. These collectives include actors with heterogeneous expertise and legitimacy, often from various institutions. The POC is one of the few management tools that can be used to organise the collective exploration of the unknown. It is particularly well suited to these situations because it carries a double logic of proof: a 'proof of the known', an experimental process that allows new knowledge to be generated and validated (i.e., to be collectively recognised as true or false), and a 'proof of the unknown', an experimental process that allows new concepts to be generated and guides their exploration (i.e., to collectively name an interpretable unknown).

Secondly, through the retrospective study of proofs of concept designed and implemented by the design agency les Sismo, the thesis identified that there are different arrangements between proof of the known and proof of the unknown and that cohabitation is possible and beneficial. Counter-intuitively, the work has shown that the more proof of the known is sought and of quality, the more it allows proof of the unknown to emerge simultaneously, and vice versa. The question of the experimenter's skills stood as the critical element for allowing this cohabitation, and having a POC with strong generative power.

Finally, the thesis proposes a longitudinal case study of a proof of concept conducted by the Chair of philosophy at the hospital and les Sismo, which explicitly carried an ambition of (stronger) generativity. This work reinforced the hypothesis that the POC should no longer be studied, and thus evaluated, only as a tool for testing a concept but also, or henceforth, as a tool for developing collective design capacities. The research also identified critical governance conditions for this paradigm shift to take place for the benefit of society.

## KEYWORDS

---

Proof of concept; generativity; collective capacities; experimentation; design; care