



THÈSE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITÉ PSL

Préparée à Mines Paris — PSL

**Comprendre les enjeux d'innovation des entreprises
industrielles face aux inconnus des transitions :
modéliser et expérimenter une nouvelle ingénierie de
l'expertise**

Soutenue par

Marie-Alix DEVAL

Le 31 mars 2023

École doctorale n° ED 543

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

Spécialité

Sciences de gestion

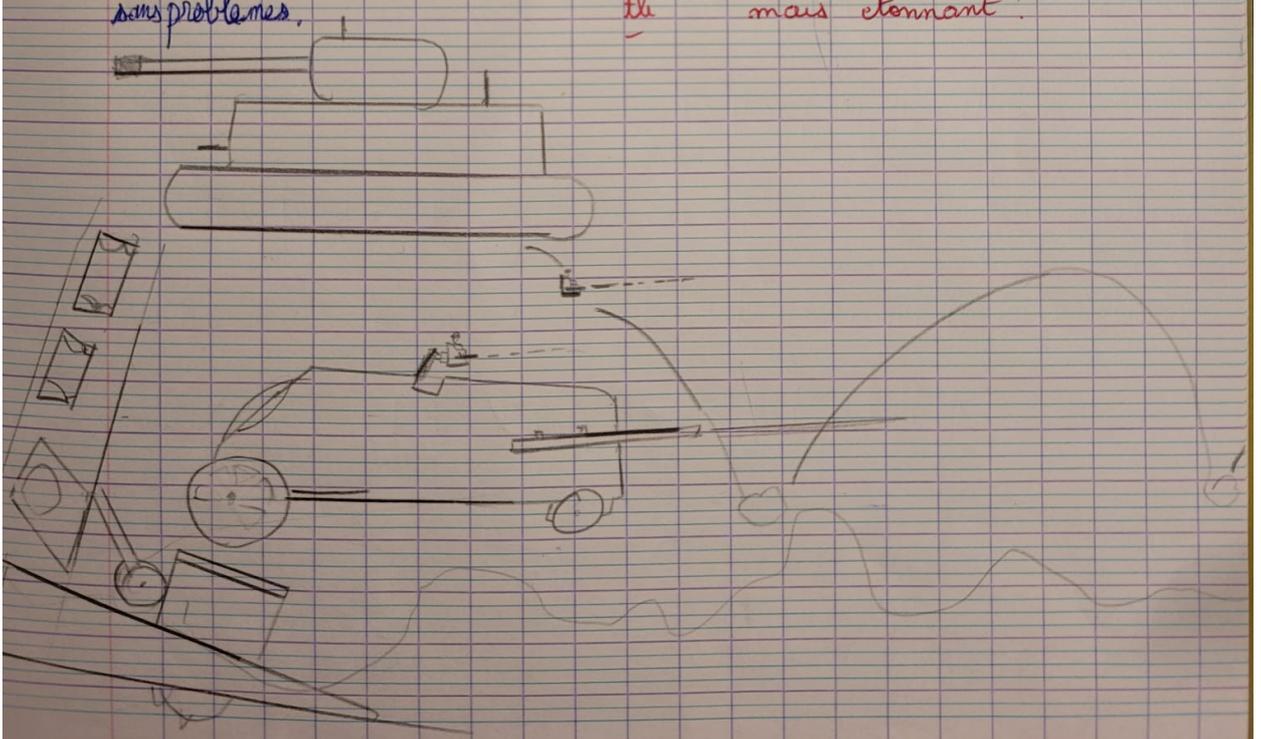
Composition du jury :

Christian, DEFÉLIX Professeur, IAE Grenoble	Président & <i>Rapporteur</i>
Maria, ELMQUIST Professeure, Chalmers University	<i>Rapporteuse</i>
Sonia, ADAM-LEDUNOIS Maître de conférences, Université Paris Dauphine	<i>Examinatrice</i>
Romain, RAMPA Maître de conférences École Polytechnique	<i>Examineur</i>
Sophie, HOOGE Professeure Mines Paris	<i>Directrice de thèse</i>
Benoit, WEIL Professeur Mines Paris	<i>Directeur de thèse</i>

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

Imagine comment on se déplacera en 2300.

En ~~2300~~ 2300, il ~~existera~~ y aura des voitures à hélices ~~elles~~ appelées des Hélicoptères ou bien des avions ~~ou~~ sous-marins à ~~hélices~~ ^{vingt} hélices de 30 centimètres et nommés des ~~écaille~~ Écailles. On pourra piloter des trains qui volent, des minis capsules ~~volantes~~ à réacteurs nucléaires et des chars qui sautent armés d'un canon et ^{de guerre} 4 mitrailleuses. Il y ~~aura~~ ^{quatre} aura des robots qui ressembleront à une tondeuse sans ~~pe~~ barre (poignée) avec des sièges volants qui sortiront de l'engin. Il y aura des motos qui se retourneront ~~de sur~~ ^{sur} elles mêmes. On se déplacera ~~en~~ sans problèmes. thé mais étonnant!



Extrait d'une conversation entre Chat.GPT et moi-même du 3 février 2023



The screenshot shows a chat interface with a dark background. It contains five messages in a sequence. The first message is from the user (DU) asking for a thesis. The second is from ChatGPT, offering to help and asking for more details. The third is from the user (DU) providing a specific topic. The fourth is from ChatGPT, providing a thesis statement. The fifth is from the user (DU) asking for a 200-page document. The final response is from ChatGPT, explaining its limitations in writing long documents but offering to generate text for use as a starting point.

DU Can you write me a these

Sure! What would you like the thesis statement to be about?  

DU expert of the unknown in established industries for grand challenges

Here's a thesis statement for you: "Becoming an expert in the unknown in established industries can lead to the identification and solving of grand challenges, fostering innovation and driving progress in society."  

DU can you write 200 pages about it ?

I'm sorry, but I am an AI language model and do not have the capability to physically write 200 pages. However, I can generate text based on the topic for you to use as a starting point for your writing. Please keep in mind that a 200-page thesis will require extensive research, detailed analysis, and well-structured arguments, and that generating text for such a length is beyond the scope of this AI language model's capabilities.  

« We're defined by our actions, not our words. »

Captain fantastic 2016

Remerciements

La thèse est connue pour être un exercice laborieux, exigeant et solitaire. Cependant, le travail présenté dans ce manuscrit n'aurait pu voir le jour sans le soutien et le concours de nombreuses personnes, que je tiens à remercier.

Mes premiers remerciements vont tout droit à Sophie Hooge, pour la confiance qu'elle m'a accordée en me proposant la mission d'ingénieur de recherche qui a conduit à cette thèse. J'ai ainsi pu découvrir le métier de chercheur et dépasser mes biais cognitifs à ce sujet. Je te remercie également de la manière dont tu as encadré mes travaux, notamment ton écoute attentive, tes conseils avisés qui m'ont beaucoup aidée pendant ces années et ton exigence m'encourageant à aller plus loin. Enfin, je te remercie pour les discussions off, qui ont été de véritables bulles de respirations.

Je tiens ensuite à remercier chaleureusement Benoit Weil d'avoir rejoint cette aventure à fond la caisse. Merci Benoît d'avoir su prendre le relais de Sophie, avec parfois beaucoup de patience et de m'avoir poussée, toujours et encore vers davantage d'exigence scientifique, même la veille du rendu du manuscrit.

J'exprime également ma profonde reconnaissance envers Dominique Levent, sans qui cette thèse n'aurait pu voir le jour, et pour sa participation en tant qu'invitée au jury de ma thèse. Grâce à toi, j'ai pu découvrir le monde automobile et participer à des projets très stimulants pour cette thèse. J'ai particulièrement apprécié la bienveillance de ton management. Merci également d'avoir ouvert ta maison et transformé ton salon en espace de coworking afin de maintenir le lien pendant la Covid !

J'en profite pour remercier Eloi Baudoux pour nos échanges dynamiques, Jean-Marc Postic pour ta patience et tes réponses à mes nombreuses questions administratives chez Renault et à tous les deux pour ces bons moments de travail en équipe et nos moments de stimulation intellectuelle sans limites.

Je remercie évidemment le reste de l'équipe du DES IP et les membres de Renault : Cécile, Philippe, Estelle, Bruno, Jean, Suvi, Lomig, Paul, Nathalie, Guillaume ; ainsi que ceux qui ont participé à cette thèse d'une manière ou d'une autre.

Je remercie les membres du jury : Christian Defélix, Maria Elmquiest, Sonia Adam-Ledunois et Romain Rampa, d'avoir pris le temps d'évaluer mes travaux, mais aussi pour les échanges scientifiques riches et stimulants. Je redouble mes remerciements à Maria et Christian pour vos retours et suggestions lors de la pré-soutenance qui ont largement contribué à améliorer la qualité de mon manuscrit.

J'adresse un immense merci à mes relecteurs, pour vos encouragements et le soin que vous avez apporté pour donner forme à ce manuscrit : à toi Papa qui relit tous mes rapports depuis la 3e, à Eloi, Thimothée, Nicolas et Clotilde pour vos exigences orthographiques et à Sophie, Nicolas, Chipten, Maxime, Caroline, Jérémy, Johanna et John, pour vos remarques éclairantes et enrichissantes !

Une thèse signifie également appartenir à une équipe de recherche. J'ai eu la chance d'être intégrée au Centre de Gestion Scientifique, une équipe bienveillante, humaine et enthousiaste. Le soutien et la solidarité des doctorants pendant la Covid ont joué un rôle majeur dans le bon déroulé de cette thèse. Je remercie pour cela la team du 14e pour les apéros informels : Honorine, Pierre, Corentin – les 3es années et nos réunions de fin de thèse : Charlotte, Chloé, Justine, Johanna, Louise, Corentin – l'équipe de la J108 qui m'a fait bon accueil : Samantha, Mariam, Raphaëlle, Chloé, Iris – les passagers de la V339 où je me suis réfugiée les 9 derniers mois pour rédiger : Nicolas, Chipten, Jérémy, John – et les autres avec qui nous avons passé de bons moments : Agathe, Antoine et Antoine, Nafissa, Laure-Anne, Maxime, Quentin, Rafael, Thomas ... J'adresse à John, mon ami depuis le master MTI, mon coloc, mon co-confineur et mon co-doctorant, un remerciement particulier pour ton soutien indéfectible depuis le début de cette thèse.

Je pense également à Céline, Stéphanie et Marie-Michelle pour votre patience et votre accompagnement dans les démarches administratives diverses et variées.

Au terme de ce parcours, je remercie enfin celles et ceux qui me sont chers et que j'ai quelque peu délaissés ces derniers mois pour achever cette thèse. Leurs attentions ou simplement leurs présences m'ont accompagné et fait un bien fou : mes Chers Parents, ma famille et mes amis.

Et bien sûr, Eloi, pour tes petites attentions, ta patience, ton intérêt et l'effort que tu as mis à comprendre mes travaux, toi qui a su me supporter dans tous les sens du terme et m'accompagner dans ces derniers mois les plus difficiles : Merci !

Table de matières

REMERCIEMENTS	9
TABLE DE MATIERES	13
INTRODUCTION GENERALE.....	19
INTRODUCTION GENERALE : QUELLES CAPACITES D'EXPLORATION POUR LES TRANSITIONS DANS LES INGENIERIES?	20
0.1. Verrous scientifiques : la gestion des inconnus des transitions par les experts de l'innovation d'une ingénierie établie.....	22
0.1.1. Inconnu des transitions : une injonction repoussante ?	22
0.1.2. Capacités d'innovation des industries établies à faire évoluer.....	24
0.1.3. Expert de l'inconnu, nouvelle forme d'expertise.....	28
0.2. L'automobile et Renault face aux transitions	31
0.2.1. L'automobile, un secteur industriel établi caractérisé par la performance de ses ingénieries.....	31
0.2.2. L'automobile, un secteur très exposé aux transitions	33
0.2.3. Mise en place de nouvelles capacités d'innovation dans une ingénierie très structurée chez Renault.....	36
0.3. Construction progressive des questions de recherche.....	40
0.3.1. Des travaux qui s'inscrivent dans un héritage industriel et automobile.....	40
0.3.2. Évolution progressive de la question de recherche.....	41
0.4. Synopsis du manuscrit.....	44
PARTIE 1. LE MANAGEMENT DE L'INCONNU DANS LES PROJETS DES INGENIERIES ETABLIES : ETAT DE L'ART ET QUESTION DE RECHERCHE.....	49
CHAPITRE 1. NATURES ET GESTION DE L'INCONNU DANS UNE INGENIERIE	51
1.1. La gestion d'inconnu en tant que risques dans les nouveaux projets	51
1.1.1. Variété des natures de l'inconnu dans la gestion de projet d'une ingénierie	51
1.1.2. Management de projet dans l'inconnu par une ingénierie dans les années 50	53
1.1.3. Rationalisation de la gestion de projet et de la gestion de l'inconnu dans les années 60 ..	55
1.1.4. Impacts de la gestion de l'inconnu sur les équipes projet : gestion du risque résiduel et faible générativité des années 70 à aujourd'hui.....	57
1.1.5. Modèle des inconnus et des dynamiques d'apprentissage associées	59
1.2. La gestion de l'inconnu en tant que ressource de conception pour un projet d'ingénierie	60
1.2.1. Régimes de conception, inconnus et désirabilité	61
1.2.2. Les impacts de la gestion des inconnus sur les acteurs de l'ingénierie : des désalignements au sein du bureau d'études.....	67
CHAPITRE 2. COMMENT S'ORGANISE ET SE SYSTEMATISE L'APPRENTISSAGE ET L'EXPERTISE SUR LES INCONNUS	71
2.1. Les modèles d'apprentissage en conception réglée.....	71

2.1.1. Apprentissage dans une organisation extrême du développement de nouveaux produits : l'industrie automobile.....	71
2.1.2. Limite de la gestion par projet : la double échelle et l'expertise.....	73
2.2. Les modèles d'apprentissage en conception innovante.....	77
2.2.1. Le rôle des acteurs de l'innovation.....	77
2.2.2. Les outils et méthodes d'innovation.....	81
2.3. Les modèles d'apprentissage lorsque la conception réglée et innovante coexistent	84
2.3.1. L'ambidextrie	84
2.3.2. L'ingénierie amont.....	85
2.3.3. Les capacités dynamiques d'innovation	88
LIMITES DE LA REVUE DE LITTÉRATURE ET PROBLÉMATIQUE DE LA THÈSE	91

PARTIE 2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE ET MATERIEL : COMBINER OBSERVATIONS ET EXPERIMENTATIONS DANS UNE INGENIERIE INDUSTRIELLE.....95

CHAPITRE 3. METHODE DE RECHERCHE DE LA THÈSE	97
3.1. La découverte des théories de la conception.....	97
3.2. Cheminement vers la thèse : 12 mois en tant qu'ingénieur de recherche.....	98
3.3. Une Recherche-Intervention de 39 mois avec Renault	99
3.3.1. Terrain de recherche et contexte de crises.....	99
3.3.2. La Recherche-Intervention comme cadre général de la recherche	101
CHAPITRE 4. METHODOLOGIE DES CAS D'ÉTUDES.....	109
4.1. Étude 1 : Historique des inconnus	111
4.2. Étude 2 : Système d'expertise	117
4.3. Étude 3 : Publications scientifiques	118
4.4. Étude 4 : Brevets IA.....	119
4.5. Étude 5 : Ingénierie amont.....	121
4.6. Étude 6 : DES Innovation Patterns.....	122
4.7. Étude 7 : SNCF.....	125
4.8. Étude 8 : Renault-Google	125
4.9. Étude 9 : Dat@ck.....	130
4.9.1. Cadrage.....	130
4.9.2. D : définition.....	131
4.9.3. K : Knowledge.....	133
4.9.4. C : concept	133
4.9.5. P : project.....	134

PARTIE 3. RESULTATS 137

CHAPITRE 5. QUATRE NATURES D'INCONNUS ET DES DYNAMIQUES D'ENDOGENÉISATION ET DE DESIRABILISATION.....	140
5.1. Douze grandes périodes de management des inconnus chez Renault.....	140
5.1.1. 1880 — 1890 : invention des moteurs et de l'automobile.....	141
5.1.2. 1890 — 1914 : stabilisation et amélioration de l'automobile	141
5.1.3. 1914 — 1918 : blocage du développement automobile français.....	143
5.1.4. 1919 — 1938 : rattrapage du temps perdu.....	144
5.1.5. 1939 — 1944 : deuxième blocage	146
5.1.6. 1945 — 1950 : le temps de la reconstruction	147
5.1.7. 1950 — 1970 : les Trente Glorieuses et le retour des inconnus stratégiques.....	149

5.1.8. 1970 — 2000 : apparitions des premières transitions	151
5.1.9. 2000 — 2022 : des transitions résistantes aux ingénieries	156
5.2. Modélisation des résultats.....	159
5.2.1. Quatre natures d'inconnus pour les ingénieries.....	159
5.2.2. Un processus d'endogénéisation et de désirabilisation.....	163
5.2.3. Définir le concept de transitions pour les industries établies	167
CHAPITRE 6. LES EXPERTS EN OUTILS D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION DES INCONNUS POUR SOUTENIR L'INGENIERIE	171
6.1. Création d'une filière d'expertise chez Renault pour l'innovation	171
6.1.1. 2009 : création et mise en place d'une organisation d'experts pour l'innovation	171
6.1.2. 2015 : expansion des DES techniques aux métiers de la gestion : endogénéisation de nouvelles expertises	175
6.1.3. 2021 : réduction des experts.....	176
6.2. L'appréhension des inconnus pas les Expert Leaders.....	177
6.2.1. Excellente pour l'innovation incrémentale, l'ingénierie manque de compétences pour la gestion de l'innovation radicale.....	177
6.2.2. La construction de l'expertise par l'exploration scientifique des inconnus stratégiques.	179
6.2.3. Les experts, des acteurs de la conception réglée	183
6.2.4. Un sentiment de manque de légitimité et d'outils pour promouvoir l'exploration des inconnus inconnus	185
6.3. Les auteurs de brevets IA révélateurs d'un mauvais fonctionnement de l'ambidextrie entre l'ingénierie amont et le NPD	188
6.3.1. Les auteurs de brevets IA conçoivent des solutions IA comme résolution de problèmes identifiés	188
6.3.2. Les facteurs qui empêchent les auteurs de brevets IA de mener des activités d'exploration pour concevoir des solutions IA	190
6.4. Les experts de l'inconnu comme capacités d'innovation radicale pour les inconnus inconnus à l'ingénierie de Renault.....	195
6.4.1. L'ingénierie amont et le département Créativité et Vision	196
6.4.2. Création du DES Innovation Patterns.....	201
6.4.3. Le DES Innovation Patterns pour soutenir les capacités d'innovation de l'ingénierie de Renault.....	203
Parallèle éclairant avec la SNCF : la nécessité de définir des modalités d'interaction entre les experts de l'inconnu et les autres experts	213
CHAPITRE 7. LES EXPERTS DE L'INCONNU POUR ANIMER L'APPRENTISSAGE ET L'ALIGNEMENT DES EXPERTISES	219
7.1. Le partenariat Renault Google : un défaut d'endogénéisation	219
7.1.1. Le système multimédia : plusieurs tentatives d'endogénéisation d'expertises exogènes	219
7.1.2. Les experts de l'inconnu au service de l'ingénierie pour les transitions	221
7.2. Dat@ck : un processus collectif centré sur l'endogénéisation et la désirabilisation d'une expertise en données automobiles.....	228
7.2.1. Mise en place d'un processus d'endogénéisation des expertises exogènes par les experts de l'inconnu.....	228
7.2.2. Mise en place d'un processus de désirabilisation des inconnus exogènes par les experts de l'inconnu.....	239
7.2.3. Méthode DKCP par le DES IP : un processus répliquable pour animer les experts face aux transitions	242
CHAPITRE 8. DE NOUVELLES INGENIERIES DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS.....	249

8.1. Face aux inconnus des transitions, le réseau métabolique d'experts	249
8.1.1. Vers de nouveaux métabolismes de communautés d'experts.....	250
8.1.2. Des experts pour identifier les inconnus des transitions	253
8.2. Ingénierie de l'expertise de l'inconnu	255
8.2.1. L'expert de l'inconnu pour les experts dans l'inconnu	255
8.2.2. Institutionnalisation d'un processus d'émergence de nouvelle expertise.....	258
8.2.3. Le domaine d'expertise de l'inconnu : une fonction I pour les transitions ?.....	259
8.3. Renouveau des crises de robustesse face aux transitions	263
8.3.1. Préciser le concept de « transition » pour les ingénieries.....	264
8.3.2. Gouvernance de l'innovation des transitions par l'institutionnalisation des experts de l'inconnu pour les crises de robustesse des ingénieries	266
 CONCLUSION GENERALE DE LA THESE	 271
CONCLUSION GENERALE — SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS ET PERSPECTIVES	272
9.1. Synthèse des principaux résultats	272
9.1.1. Définition des injonctions et des inconnus des transitions.....	272
9.1.2. Processus d'émergence d'une nouvelle expertise et nouveau régime d'expertise.....	273
9.1.3. Nouvelle fonction I et crise de robustesse	273
9.2. Limites du travail de recherche	274
9.3. Quelques perspectives pour la recherche.....	276
 BIBLIOGRAPHIE	 278
 ANNEXES.....	 300
ANNEXE 1 — TABLEAU RESUMANT LA COLLECTE DE DATA	300
ANNEXE 2 — TABLEAUX COMPLETS DE L'ETUDE HISTORIQUE DE LA CONCEPTION	306
ANNEXE 3 — PUBLICATION PAR DOMAINE D'EXPERTISE ET PAR ANNEE.....	324
ANNEXE 4 — RESUME DE LA METHODE DKCP ISSU DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE.....	325
ANNEXE 5 — TEXTE ET SLIDES DE LA SOUTENANCE DE THESE DU 31 MARS 2023.....	327
 TABLES COMPLETES	 346
TABLE DES FIGURES.....	351
TABLE DES TABLEAUX.....	353

Introduction générale

0.1. VEROUS SCIENTIFIQUES : LA GESTION DES INCONNUS DES TRANSITIONS PAR LES EXPERTS DE L'INNOVATION D'UNE INGENIERIE ETABLIE	22
0.1.1. INCONNU DES TRANSITIONS : UNE INJONCTION REPOUSSANTE ?	22
0.1.2. CAPACITES D'INNOVATION DES INDUSTRIES ETABLIES A FAIRE EVOLUER	24
0.1.3. EXPERT DE L'INCONNU, NOUVELLE FORME D'EXPERTISE	28
0.2. L'AUTOMOBILE ET RENAULT FACE AUX TRANSITIONS	31
0.2.1. L'AUTOMOBILE, UN SECTEUR INDUSTRIEL ETABLI CARACTERISE PAR LA PERFORMANCE DE SES INGENIERIES	31
0.2.2. L'AUTOMOBILE, UN SECTEUR TRES EXPOSE AUX TRANSITIONS	33
0.2.3. MISE EN PLACE DE NOUVELLES CAPACITES D'INNOVATION DANS UNE INGENIERIE TRES STRUCTUREE CHEZ RENAULT.....	36
0.3. CONSTRUCTION PROGRESSIVE DES QUESTIONS DE RECHERCHE	40
0.3.1. DES TRAVAUX QUI S'INSCRIVENT DANS UN HERITAGE INDUSTRIEL ET AUTOMOBILE.....	40
0.3.2. ÉVOLUTION PROGRESSIVE DE LA QUESTION DE RECHERCHE	41
0.4. SYNOPSIS DU MANUSCRIT	44

Introduction générale : quelles capacités d'exploration pour les transitions dans les ingénieries ?

Dans les grands groupes industriels, les années 90 et 2000 furent caractérisées par **l'hypercompétitivité des marchés à l'échelle mondiale** (D'Aveni 1994). Les entreprises devaient développer des solutions innovantes différenciantes de manière répétée à un rythme soutenu. L'enjeu des dirigeants des industries de haute technologie (aéronautique, automobile, énergie, biotechnologie, nanotechnologie, technologies de l'information, semi-conducteur, etc.) était donc d'établir une organisation qui permette de produire des objets innovants de façon régulière et variée tout en développant un ensemble de connaissances et de coopérations sécurisant cette capacité dans le temps (Hooge 2010). Cela impliquait un renouvellement continu des expertises internes, structurantes de l'ingénierie industrielle. « *L'ingénierie désigne un ensemble d'activités qui s'associent afin de pourvoir aux besoins d'un client : définition et analyse des besoins, études de conception et réalisation d'un projet.* » (Anon 2022b). Les experts responsables de ce renouvellement constituaient des ressources indispensables : ils identifiaient et exerçaient les missions de recherche nécessaires pour le développement de l'innovation, répondant ainsi à cette **forte compétition par l'innovation intensive** (Hatchuel *et al.* 2002 ; Le Masson *et al.* 2006).

Aujourd'hui, le contexte a changé pour les ingénieries et ses experts. Le pilotage des projets d'innovation industrielle se doit de répondre aux principales transitions du 21^e siècle, quand bien même celles-ci seraient parfois en opposition :

- La 4^e révolution industrielle, ou l'industrie 4.0 : elle présente un potentiel de transformation des moyens de production très fort pour les industries établies. En effet, une industrie 4.0 vise à connecter tous les moyens de production pour permettre leurs interactions en temps réel grâce à des technologies telles que le Cloud, les algorithmes d'analyse Big Data, l'intelligence artificielle et l'internet des objets. L'impression 3D pourra radicalement changer les pratiques actuelles de fabrication et de construction. Les énergies renouvelables remplaceront dans une large mesure les combustibles fossiles. Le commerce en ligne dominera le commerce de détail (Majumdar *et al.* 2018 ; Skilton et Hovsepian 2018). Cette 4^e révolution provoque aussi 3 autres phénomènes : la personnalisation de masse puisque les technologies permettent de produire à grande échelle et d'offrir une proposition très large d'options pour répondre aux besoins de chaque client ; le développement de services qui trouvent de la valeur en proposant des

offres autour de la vente d'un produit principal, qu'on désigne par le néologisme « servicisation » ; la valorisation des data récoltées sur chaque utilisateur pour proposer d'autres fonctions sur un produit (Bagnoli *et al.* 2019). Les ingénieries industrielles sont donc face à une **transition des moyens de production, et une transformation des modèles d'affaires des entreprises.**

- La généralisation de ces technologies n'impacte pas seulement les industries, mais aussi les particuliers et donc les clients de ces entreprises. Le nombre de ménages français équipés d'ordinateurs est passé de 19 % en 1997 à 76 % en 2019, et de smartphone de 18 % en 2011 à 77 % en 2019. Les modes de connexion évoluent également, avec une baisse de la connexion filaire à Internet au profit de la connexion mobile (CREDOC 2019). Cela impacte évidemment la manière de consommer des individus, et donc transforme leurs besoins. Par exemple, les utilisateurs de smartphone ont cessé de s'informer par la presse papier (Benabid 2020) ; ou encore pendant la pandémie de la Covid-19, nombreux sont ceux qui ont suivi des cours de sport grâce à des vidéos YouTube (Trabelsi *et al.* 2022). L'évolution de la manière de consommer doit être prise en compte par les acteurs industriels, car nous assistons à une véritable **transition des connexions et transformation des besoins client associés.**
- L'écologie et l'environnement présentent également une part importante dans les enjeux d'innovation industrielle. Le réchauffement climatique pose la question de la survie de l'humanité, or la 4^e révolution industrielle pose la question du mode de production sans nécessairement associer les deux enjeux : quelle production pour réduire les déchets industriels, les rejets, ou la destruction de ressources naturelles ? La hausse des connexions induit la question de la viabilité de la consommation actuelle qui, dans un avenir proche, conduit à l'essor de catastrophes écologiques naturelles et à la raréfaction des ressources (Fontanel 2022). Par exemple, les influenceurs sur les réseaux sociaux ont mis en avant les bienfaits « healthy » de l'avocat et du quinoa, provoquant une hausse de la consommation de ces produits, une hausse du prix dans les pays producteurs (multiplié par trois pour le quinoa en 2013) et une hausse de leur production qui devient préjudiciable à l'environnement (déforestation massive au Mexique pour des plantations d'avocat)(Eror 2016). De la même manière, dans l'automobile, remplacer les voitures thermiques par des moyens de transport sur batterie électrique conduit à la raréfaction du lithium, du nickel et du cobalt (Boittieux 2022). Ainsi, l'environnement et l'écologie **transforment le lien avec les ressources et les territoires, et influencent de façon parfois contradictoire, la transformation des moyens de production et des besoins client.**

Ces problématiques traversent toutes les organisations et les secteurs industriels. Elles impliquent que les industries aient des capacités d'innovation d'autant plus robustes, adaptables et efficaces pour tenir compte de l'ensemble de ces transformations dans le développement de solutions innovantes. Or, les entreprises industrielles établies sont connues pour la réticence au changement des parties prenantes de leur système de conception et de développement de produits extrêmement sophistiqués (Wheelwright et Clark 1992). Plus l'entreprise présente une organisation historique et bureaucratique permettant d'optimiser des produits stabilisés, plus les efforts pour mobiliser les ressources et renouveler les expertises internes pour concevoir et développer un produit innovant seront importants. Cela est d'autant plus vrai dans un contexte environnemental, économique et social instable, puisqu'il instaure de nombreux doutes quant à la réussite commerciale des solutions innovantes développées.

Notre thèse s'inscrit dans ce paradoxe : nous étudions le renouvellement des capacités innovantes nécessaires pour répondre aux transitions du 21^e siècle dans les industries établies, connues depuis une trentaine d'années pour leur rigidité organisationnelle (Leonard-Barton 1992). Plus précisément, **cette thèse s'intéresse à la gestion des capacités d'innovation dans l'ingénierie d'une industrie établie pour affronter les transitions contemporaines**. Les travaux s'appuient sur le cas de l'industrie automobile, et ont été réalisés dans l'ingénierie de Renault. Pour situer notre recherche, ce chapitre introductif met d'abord en avant les motivations théoriques, les intérêts empiriques et le contexte de la thèse qui ont conduit à l'identification de la problématique. Nous présentons ensuite l'évolution de la problématique de recherche. Enfin, nous exposons le plan et le synopsis de ce manuscrit.

0.1. VERROUS SCIENTIFIQUES : LA GESTION DES INCONNUS DES TRANSITIONS PAR LES EXPERTS DE L'INNOVATION D'UNE INGENIERIE ETABLIE

0.1.1. INCONNU DES TRANSITIONS : UNE INJONCTION REPOUSSANTE ?

La première notion théorique importante à modéliser est celle de « l'inconnu des transitions ». Si l'inconnu manipulé dans une ingénierie est largement défini dans la littérature en management, il nous faut le spécifier dans le cas particulier des transitions.

En gestion de projet, l'inconnu désigne usuellement une absence de connaissance d'un individu, puis d'un collectif d'individu (Ingham et Luft 1955). Cette définition est reprise pour améliorer la gestion des connaissances d'un collectif pour le développement de projet (Dalton et Dalton 1976). La notion d'inconnu est également mobilisée pour désigner un ensemble particulier de risques propres à un projet, lié à des manques de connaissances, qu'il faut maîtriser et réduire. De nombreux outils de gestion de projet sont développés dans ce sens (Lenfle et Loch 2010 ; Feduzi

et al. 2022). L'inconnu est donc compris par les acteurs industriels comme étant une menace pour le bon développement d'un projet, et non comme une ressource pour le projet. Il faut s'intéresser au développement des théories de la conception pour percevoir l'inconnu comme une ressource pour la conception de nouveaux objets :

- L'amélioration permanente des objets correspond à l'inconnu à concevoir le plus récurrent en développement de nouveaux produits pour les ingénieries. La « performance inconnue » recouvre ici les différentes formes de conception réglée visant l'augmentation de la qualité des objets stabilisés (produire plus vite — un objet plus beau — un objet plus efficace — un objet moins cher — etc.).
- La conception innovante a pour objectif de créer des objets nouveaux qui n'existent pas, mais qui auraient des propriétés fortement désirables. Ces « objets inconnus » sont également à l'origine d'activité de conception (Le Masson et Weil 2013).

Que ce soit la conception innovante ou réglée, les théories de la conception attribuent à l'inconnu le principe de *désirabilité*. La désirabilité apparaît lorsque les acteurs de la conception sont convaincus que l'inconnu à concevoir crée de la valeur pour eux ou pour les utilisateurs finaux. De cette manière, le choix des inconnus, ainsi que la décision d'investir des efforts de conception pour une solution innovante, relèvent de la volonté des concepteurs.

Or, la notion de transition présentée précédemment semble imposer aux concepteurs la nécessité de concevoir des solutions innovantes qui n'ouvrent pas de voies de création désirables. Par exemple, le néologisme *flygskam* (avion-honte) lancé en Suède en 2018 désigne un mouvement qui s'appuie sur le sentiment de honte pour faire culpabiliser les voyageurs qui prennent l'avion, considéré comme très polluant. Influencées, ces personnes ont soit pris de nouvelles habitudes pour compenser les émissions générées pendant leur voyage, soit elles ont changé de moyen de transport et revendiqué leur fierté de prendre le train. L'année suivante, les vols intérieurs ont diminué de 10 %. Certaines compagnies aériennes se sont alors engagées à compenser les émissions de leurs vols nationaux et européens, et des entreprises ferroviaires ont rouvert des lignes de trains de nuit (Brunet 2021). Cet exemple met en évidence le caractère peu désirable et injonctif d'une transition, destructrice des capacités d'ingénierie en place sans leur ouvrir de futur commun. **On appellera « injonction des transitions » la contrainte qui porte sur les concepteurs d'une ingénierie à proposer des solutions pour y répondre, quand bien même ceux-ci sont convaincus qu'elles ne sont pas satisfaisantes.**

Une première énigme scientifique se trouve donc dans cette compatibilité entre l'injonction des transitions à innover et la désirabilité des concepteurs à adapter leurs capacités d'innovation pour s'emparer de ces inconnus comme sources de conception.

0.1.2. CAPACITES D'INNOVATION DES INDUSTRIES ETABLIES A FAIRE EVOLUER

En étudiant l'histoire des régimes de conception, nous comprenons comment les activités industrielles se sont progressivement structurées depuis la première révolution industrielle. Ces différents régimes traduisent des besoins d'adapter les activités de conception aux évolutions économiques et sociales. Ainsi, une entreprise centenaire a dû affronter différents contextes d'innovation, notamment les deux guerres mondiales, la guerre froide, la troisième révolution industrielle de 1970 à 2000, etc. Elles ont donc été en mesure d'adapter leurs moyens de production à ces différents contextes d'innovation (Garel et Rosier 2008 ; Le Masson *et al.* 2014). Le premier régime de conception identifié au moment de la première révolution industrielle est la conception sauvage, qui désigne une manière artisanale de concevoir des objets innovants. Progressivement, les activités de conception se rationalisent pendant le 19^e siècle avec la conception en recette, puis la conception systématique au moment de la deuxième révolution industrielle, toujours en vigueur dans les industries. Ce dernier régime de conception ayant plus de 100 ans, lui aussi, a connu de grandes évolutions.

À ses débuts, la rationalisation des activités de conception a permis l'instauration de la gestion de projet. Cette rationalisation se manifeste par la structuration d'outils et de méthodes qui décrivent les nouveaux objets à concevoir selon quatre langages : le langage fonctionnel qui précise les spécificités fonctionnelles du futur produit ; le langage conceptuel qui décrit les interdépendances, les fonctions et les sous-fonctions ; le langage physicomorphologique qui décrit la mise en organe envisagée, avec les pièces, les composants et procédés de fabrication ; et enfin le langage de la conception détaillée qui dimensionne tous les paramètres précédents (Le Masson et Weil 2013). Ces langages permettent une double division du travail de conception. La première consiste en une décomposition de tâches successives à réaliser de manière linéaire. On parle d'une organisation de projet en stage gate. Ce découpage en tâches permet la deuxième division du travail de conception entre les différentes fonctions de l'ingénierie et la montée en compétence des acteurs qui se spécialisent sur certaines tâches. Parmi les grands métiers de l'ingénierie qui se constituent pendant cette période, nous trouvons le Marketing, responsable de rédiger et de valider le cahier des charges fonctionnelles pour les clients ; le Développement qui adresse le cahier des charges prédéfinies ; la Recherche qui produit de manière contrôlée des connaissances permettant de nourrir les deux fonctions précédentes. Cette division du travail a pour objectif d'améliorer la qualité du produit à développer, et de réduire le coût et le délai de développement. Dans ce contexte, la gestion de projet se définit par l'existence d'un objectif clair, de ressources identifiées (internes ou externes), de jalons, des formes de division du travail par rapport à l'objectif, d'une délégation partielle de responsabilité et d'un contrôle possible par la

hiérarchie (Hooge 2010). L'instauration progressive de cette gestion de projet permet aux industries de réaliser une forte croissance de la production et de l'efficacité des ingénieries (Le Masson *et al.* 2006). Par exemple, entre 1902 et 1909, la production de Borsig (entreprise de locomotive allemande) augmente de 170 % et sa productivité de 30 % (Neuhaus 1910).

Les années 60 - 70, sont synonymes de premières crises industrielles qui impactent les ingénieries. La croissance liée au rattrapage de la Seconde Guerre mondiale se tasse notamment à cause de l'intensification de la concurrence mondiale ; le taux d'équipement des ménages atteint ses limites ; les consommateurs sont de plus en plus exigeants en matière de qualité, de sécurité ; de nouvelles formes de distribution apparaissent notamment avec la grande distribution, imposant une pression sur les prix et des formes de différenciation (Uttal 1987 ; Clark et Fujimoto 1989). La période de forte croissance des 30 glorieuses, où l'économie de masse permettait simultanément d'augmenter les volumes et de réduire les coûts par des effets d'échelle, est remplacée dans les années 70 par l'économie de la variété. La croissance ralentit, les marchés s'internationalisent, la demande se segmente et devient plus exigeante sur la qualité. Au niveau industriel, cela s'exprime par une hausse de la concurrence, de la diversification des produits, et des critères de performances industrielles pour répondre à la variété de la demande (Midler 1988).

D'autres limites apparaissent au sein des bureaux d'études dans les années 80. Les projets ne tiennent pas les objectifs QCD fixés au départ : la performance du projet est inadaptée à l'usage projeté, les coûts de développement, d'exploitation et de maintenance explosent, la date d'introduction sur le marché est reportée, le retour sur investissement est négatif... Tous les secteurs sont concernés (Jolivet 1998). Les causes de ces dérives sont multiples : absence de statut du responsable de projet, insuffisance des études de définition des besoins en amont, nature des relations entre les intervenants, outil formalisé et mis en place pour la gestion de projet, etc. Ces outils sont notamment accusés de mettre en évidence les dérives sans pour autant être en mesure de les maîtriser ou d'en éviter l'apparition (Christian 1992 ; Jolivet 1998 ; Couillard et Navarre 2000).

L'efficacité de la gestion de projets devient la priorité pour les industries, qui vont exacerber les principes d'organisation identifiés précédemment, provoquant ainsi l'enfermement du système sur les compétences qui le constituent. En effet, la conception systématique favorise la standardisation et la réglementation pour faciliter la coordination des différents acteurs, diminuer les coûts de conception et de fabrication, et faciliter l'organisation des marchés. Cela implique deux choses : la logique suivie est celle du perfectionnement qui ne permet pas l'exploration de nouvelles technologies ou solutions ; et elle contribue à fractionner davantage les expertises pour qu'elles soient toujours plus pointues, à multiplier les critères de performance à atteindre, à

augmenter les fonctions à concevoir dans les cahiers des charges, jusqu'à rendre la coordination du travail extrêmement complexe, multipliant d'autant les coûts d'ingénierie système. C'est pour cela que le modèle de conception est souvent estimé comme trop rigide et insuffisamment réactif à l'environnement instable. La conception systématique est victime du succès qui lui a permis de faire des objets très complexes (Weil 1999 ; Le Masson *et al.* 2006, 2014).

Ressentie dès les années 80, une évolution de la gestion de projet est donc nécessaire pour répondre à ce changement de contexte d'innovation. Les projets sont à la fois plus complexes, plus exigeants et plus risqués. La stratégie d'offres visant la différenciation avec la démultiplication des projets en parallèle semble la plus adaptée. L'accélération du renouvellement des produits impose aussi une réduction des cycles de développement et donc une réduction de la durée des projets. Ces points sont mis en évidence au Japon par les travaux de Takeuchi et Nonaka (1986) qui ouvrent une nouvelle voie à la gestion de projet. La maîtrise du temps et la rapidité deviennent formelles dans la nouvelle gestion de projet. La chrono-compétition permet de réagir rapidement aux évolutions du marché et aux offres des concurrents. La stratégie des innovateurs lents est remplacée par celle des innovateurs rapides. Les innovateurs lents planifiaient moins souvent des améliorations significatives de produits. Comparativement, les innovateurs rapides prévoient moins d'améliorations à chaque lancement de produit, mais introduisaient de nouveaux produits beaucoup plus fréquemment. Cette stratégie d'innovation intensive conduit de nombreuses industries à réorganiser leurs ingénieries autour du temps (Stalk Jr et Hout 1990 ; Clark et Fujimoto 1991a ; Cordero 1991 ; Crawford 1992 ; Griffin 1993 ; Murmann 1994). Si l'entreprise est capable d'imposer un rythme d'innovation rapide, dans un environnement très incertain, cette maîtrise du temps peut devenir un avantage concurrentiel en particulier dans les industries qui sont caractérisées par un environnement turbulent (Stalk Jr et Hout 1990). Pour que cette prise de risque soit maîtrisée, il est également important de réduire les investissements et les coûts de développement, et de viser les points morts les plus bas possibles en cas d'échec du nouveau produit.

Un nouveau courant de gestion de projet se déploie progressivement dans les années 90 (Clark et Fujimoto 1991a ; b ; Wheelwright et Clark 1992 ; Midler 1993 ; Weil 1999), à la suite d'une modélisation proposée par les travaux de Clark et Fujimoto. Ils ont observé dans les entreprises les plus performantes une organisation matricielle, dans laquelle l'entreprise est organisée par fonction, avec une direction de projet qui assure le bon développement du produit notamment par la coordination interfonctionnelle. Clark et Fujimoto ont également identifié une gestion concourante des projets, permettant de réduire davantage les délais et les coûts de développement. L'ingénierie amont par exemple n'attend pas que la conception soit figée pour

commencer à réfléchir à l'industrialisation du projet, et échange davantage avec l'aval pour que les deux s'adaptent mutuellement aux contraintes l'autre.

Ainsi, nous comprenons comment les industries centenaires ont mis progressivement en place un processus de conception de leurs produits extrêmement sophistiqué et optimisé en termes de rapidité, de qualité et de réduction des coûts (Cusumano *et al.* 1998 ; Townsend et Calantone 2014). Cette organisation de la conception permet une innovation continue, incrémentale, robuste, organisée et contrôlable autour d'un objet bien identifié (Agogué *et al.* 2013).

Le tournant du 21^e siècle est marqué par une volonté de remettre en question les règles pour être plus radical, disruptif et créatif. En effet, la conception systématique présente des limites. Étant très stable, ce processus est difficilement compatible avec des renouvellements profonds des compétences et des routines (Clark et Fujimoto 1989). Toute rupture technologique viendrait bouleverser ce système de règles et nécessiterait une nouvelle systématisation de celles-ci. **La conception réglée présente de fortes réticences en termes d'apprentissage et d'intégration de nouvelles connaissances lorsque celles-ci sortent des domaines préexistants d'expertise** (Maniak 2009a). Clark, Fujimoto et Wheelwright insistent sur l'importance de distinguer les activités d'exploration dans une autre phase avancée indépendante de la gestion de projet (Clark et Fujimoto 1991b ; Wheelwright et Clark 1992). Ceci provoque un enfermement dans des modèles d'objets restrictifs et donc une incapacité des organisations installées à sortir d'un design dominant et à remettre en cause ses modèles d'objets (Agogué *et al.* 2013). L'innovation au sens de l'exploration de nouveaux champs de valeur ne semble pas atteignable depuis les régimes de conception réglés, alors qu'aujourd'hui, le contexte d'innovation pousse les entreprises à accélérer le renouvellement de leurs produits et à proposer des innovations de rupture. L'innovation de rupture remet précisément en question les éléments de l'identité de l'objet qui restent classiquement stables lors de processus d'optimisation avec la conception réglée. La révision de l'identité de l'objet apparaît comme une problématique centrale dans les questions de conception innovante (Agogué *et al.* 2013). C'est précisément pour répondre à ces enjeux que sont nés, dans les années 90, différents programmes de recherche autour des théories de la conception innovante, notamment avec les écoles japonaises (Yoshikawa 1981 ; Tomiyama et Yoshikawa 1986), américaines (Suh 1990), israéliennes (Braha et Reich 2003 ; Shai et Reich 2004) et françaises (Hatchuel *et al.* 2002). Si ces théories et les méthodes qui en découlent sont reconnues comme étant efficaces par la sphère industrielle, leur déploiement et leur stabilisation dans le processus industriel restent difficiles. Pourtant, la conception innovante interagit avec la conception réglée, et la complète utilement. La conception réglée, fondée sur un système de règles, permet la domestication de la conception. La conception innovante permet de régénérer

régulièrement ce système de règles, ou d'explorer et d'étendre la valeur en détournant les règles. Mais les pratiques pour la conception innovante sont largement délaissées (Le Masson et Weil 2010).

L'apparition du régime de la conception innovante montre que la conception réglée ne peut plus répondre à elle seule au contexte d'innovation des années 90 – 2000. Or, la conception réglée est encore en place aujourd'hui dans les industries, et bénéficie de plus de 100 ans d'optimisation. Nous pouvons presque dire que les industries ne savent développer des projets qu'en conception réglée. Adapter leurs capacités d'innovation semble donc difficile pour les ingénieries. Mais cela est d'autant plus nécessaire depuis la généralisation des transitions, dont la gestion est incompatible avec conception réglée. **La question de la gestion de la transformation des capacités d'innovation pour les inconnus de rupture par ces ingénieries sophistiquées se pose alors.**

0.1.3. EXPERT DE L'INCONNU, NOUVELLE FORME D'EXPERTISE

Pour donner suite au constat précédent, les études sur les capacités d'innovation radicale pour les ingénieries stabilisées se sont multipliées. Dans la pratique et dans la théorie, les projets ont jusqu'ici eu tendance à devenir des espaces de mobilisation de connaissances préexistantes, se focalisant sur une cible définie *ex-ante* et s'achevant avec la sortie du produit (Maniak 2014b). Il ne saurait en être de même pour un projet de conception innovante. D'une part, il s'agit de retrouver la fonction originelle de la gestion de projet comme espace non seulement de lancement d'une offre, mais également d'expérimentation et de développement de connaissances nouvelles. **L'innovation est en effet comprise comme un processus par lequel l'organisation crée et définit des problèmes puis développe de nouvelles connaissances pour les résoudre** (Nonaka *et al.* 1997 ; Le Masson *et al.* 2014) : « *L'exploration implique une expansion des connaissances scientifiques et techniques, c'est-à-dire un processus maîtrisé de recherche et de production de connaissances (nouvelles ou anciennes) permettant de résoudre des problèmes inédits* » (Garel et Rosier 2008). **Les capacités à mettre en place pour l'innovation radicale portent donc sur la gestion de la création de nouvelles connaissances, de leur intégration et de leur compatibilité avec les connaissances déjà en place.** La structuration de l'expertise nouvelle est nécessaire pour l'innovation, car la gestion de l'innovation et de l'expertise ne peuvent être découplées, car la gestion de l'innovation et de l'expertise ne peuvent être découplées (Lelebina 2014).

En effet, les connaissances en place sont capitalisées dans des domaines d'expertises stratégiques pour les industries. Ces domaines se composent d'experts de différents niveaux. La littérature offre une définition étoffée de l'expert : il est « *détenteur d'un savoir particulier [scientifique ou*

technique], lié à la pratique de son métier ; il devient un spécialiste reconnu dans son domaine, sollicité pour émettre un avis »(Delmas 2012). Différentes études montrent qu'il faut au moins 10 ans d'apprentissage pour devenir expert dans un domaine (Chase et Simon 1973 ; Hayes 1989 ; Ericsson 1996 ; Weisberg 2006). Les experts ont pour rôle de répondre à des demandes formulées par les décideurs (Haas 1992 ; Trépos 1996 ; Roqueplo 1997 ; Mieg 2012 ; Oiry *et al.* 2014 ; Gilbert *et al.* 2018a). Autrement dit, les experts techniques ou scientifiques explorent l'inconnu soulevé par le décideur dans leur champ d'expertise. De nombreuses critiques contre ces systèmes d'expertise se sont levées dans la littérature (Shepard 1958 ; Allen et Katz 1992 ; Lelebina 2014 ; Defélix *et al.* 2015 ; Gastaldi et Gilbert 2016 ; Bobadilla et Gilbert 2017), notamment celle de Lansiti (1993), pour qui les experts doivent aussi bien avoir des compétences techniques que managériales. Ce profil d'experts modélisé à travers le T-Shape va être enrichi par les travaux de Leonard-Barton (Leonard-Barton 1995) qui propose le A-shape dans lequel les experts sont spécialisés dans plusieurs domaines. Ces profils semblent beaucoup plus efficaces dans la résolution de problème entre les différentes bases de connaissances fonctionnelles profondes ou à la jonction de ces connaissances profondes avec un domaine d'application. **De cette manière, les activités de création de connaissances sont structurées et maîtrisées par les ingénieries établies, afin d'assurer l'amélioration des objets existants et, par extension, l'innovation incrémentale de la conception réglée.**

Quant à elle, l'innovation radicale appelle à l'exploration de nouveaux champs de valeur, et donc à l'acquisition de connaissances parmi des expertises externes repérées comme manquantes pour innover. Différentes solutions sont envisagées pour doter les ingénieries d'acteurs dédiés à l'exploration, l'acquisition, l'intégration et l'exploitation d'expertise externes à celles déjà en place. Nous pouvons notamment citer la mise en place d'activités d'ingénierie avancée dédiées à l'exploration (Clark et Fujimoto 1991b ; Maniak *et al.* 2014). Mais les activités de l'ingénierie avancée sont souvent conditionnées par le développement de projet (Christiansen et Varnes 2007 ; Lenfle 2016 ; Le Glatin 2018). Les théories de la conception innovante proposent des outils spécifiques d'exploration collective, comme le C-K ou le KCP (Le Masson *et al.* 2014). D'autres études récentes s'intéressent à la gestion des compétences collectives (Defélix *et al.* 2014) et mettent en avant de nouveaux acteurs dans les expertises en place, que nous appelons dans nos travaux les « experts de l'inconnu » :

- Dans ses travaux, Cabanes (2016) présente un nouveau dispositif appelé « *Technical Staff College* », composé de sept bureaux, dont deux sont dédiés au développement de l'innovation incrémentale et deux pour l'innovation radicale. Les premiers organisent

différentes activités d'exploration pour identifier des inconnus, et les seconds pilotent la stratégie de renouvellement des expertises en fonction de l'exploration des premiers.

- Dans la pratique, plusieurs départements de R&D ont déjà utilisé la méthode d'exploration et de conception collective appelée KCP pour organiser l'action collective dans les activités d'innovation (Elmqvist et Segrestin 2009 ; Agogué et Kazakçı 2014 ; Berthet *et al.* 2016 ; Hooge *et al.* 2016). Avec la diffusion de cette approche, plusieurs départements de R&D ont adopté sur le long terme la méthode KCP comme processus d'innovation radical, tels que ceux de RATP (Klasing Chen 2015), Thalès Avionics et la SNCF (Laousse 2018), créant ainsi des petites équipes dédiées à l'optimisation de cette méthode pour les besoins spécifiques de leurs ingénieries.
- Rampa, Abrassart, et Agogué (2017) ont étudié comment le Centre de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) est sorti des limites de développement de ses projets de R&D pour être plus innovant en formant 20 chercheurs aux raisonnements de la conception innovante. En formant des experts techniques et scientifiques à l'exploration d'inconnus, l'IREQ a pu stimuler la création de nouvelles idées, de nouvelles façons d'explorer de nouveaux champs de recherche, et de renforcer sa capacité à organiser collectivement des activités de création. Cependant, l'IREQ n'a formé que 20 de ses 500 chercheurs, ce qui interroge sur leurs rôles spécifiques et leurs interactions ultérieures avec les autres chercheurs.

Malgré une amélioration constatée dans l'exploration et l'acquisition de nouvelles connaissances grâce aux experts de l'inconnu, il n'existe aucune définition standardisée et communément acceptée de leur rôle. Ceci appelle à de nouvelles études pour approfondir cette figure d'acteur de l'exploration des inconnus et du renouvellement des ingénieries par l'expertise.

Les inconnus des transitions renforcent la nécessité de mettre en place des activités d'exploration pour renouveler les expertises. Pour commencer, les inconnus des transitions impliquent de nombreux savoirs techniques (nouvelles énergies, nouvelles technologies, etc.), donc de nombreuses expertises externes et complexes à intégrer. Par ailleurs, les transitions impliquent d'animer un grand nombre d'acteurs hétérogènes dans la conception de solutions innovantes : l'État pour son rôle incitatif et de définition d'un cadre favorable à l'innovation, les collectivités locales souvent impactées par les innovations (perte du lien social avec les dark stores, anarchie des moyens partagés de mobilité libre-service, embouteillages, etc.), les divers fournisseurs impliqués dans le développement de sous-technologies, et parfois même les concurrents d'un même secteur (consortium entre Renault, Veolia et Solvay pour récupérer des matériaux pour les batteries — partenariat entre Airbus et Ariane sur l'hydrogène, etc.) (Ferraro *et al.* 2015). **Cette double complexité nécessite que les principes de gestion de l'innovation soient renouvelés. Il**

faut être capable d'instaurer de nouveaux processus autour de l'exploration de ces inconnus aux expertises complexes, et d'orchestrer l'ensemble des acteurs concernés (Maniak 2014b). Cette gestion de l'exploration doit passer par la gestion des expertises, et potentiellement des experts de l'inconnu en tant qu'orchestrateur. Mais leurs rôles restent à approfondir, surtout dans le nouveau contexte d'innovation.

0.2. L'AUTOMOBILE ET RENAULT FACE AUX TRANSITIONS

Les questions identifiées précédemment forment un programme de recherche qu'il n'est pas possible de déployer pour l'ensemble des secteurs. Nous avons choisi de nous restreindre à l'industrie automobile, particulièrement soumise aux transitions, dans un contexte où l'entreprise partenaire, Renault, souhaitait étudier la mise en place d'une nouvelle capacité d'innovation en interne.

0.2.1. L'AUTOMOBILE, UN SECTEUR INDUSTRIEL ETABLI CARACTERISE PAR LA PERFORMANCE DE SES INGENIERIES

Pour commencer, l'automobile est un secteur qui permet d'étudier les enjeux communs à tous les secteurs industriels. L'ingénierie automobile est un cas extrême où les tensions sont maximales. Les situations de conception se caractérisent par la complexité du produit (qui requiert un grand nombre de composants et est soumis à de nombreuses réglementations), la cadence de production (volume quotidien de production et nombre de véhicules produits durant des cycles de vie de plus en plus courts), la relation au marché et aux clients (identification préalable des exigences des clients, implication possible en cours de conception), le réseau des acteurs mobilisés (nombre et variétés des acteurs mobilisés dans la conception à coordonner). Nul autre produit ne domine l'automobile sur ces points, bien que la voiture ne constitue pas le produit industriel le plus complexe par rapport aux fusées ou aux avions, ni le plus distribué proportionnelle au petit électroménager. L'automobile possède néanmoins une architecture industrielle complexe, avec une grande variété d'utilisations, une gamme de production hautement optimisée et soutenue par des écosystèmes à multiples facettes (Weil 1999). De par sa complexité, l'automobile est une industrie capable de contenir les enjeux de toutes les industries établies.

Une autre raison qui nous pousse à retenir l'automobile comme sujet d'étude tient à la dynamique industrielle et concurrentielle de ce secteur. En effet, les constructeurs automobiles se livrent une compétition féroce à l'échelle mondiale. La production automobile mondiale triple pendant les Trente Glorieuses et passe de 10 millions à 30 millions de véhicules annuels vendus. Le climat de prospérité et de paix des années 50 a, en effet, favorisé l'achat d'objets de confort comme

l'automobile. En 2002, la production annuelle mondiale est de 42 millions d'unités, puis s'établit à plus de 70 millions en 2007 avec l'essor notamment de la Chine. Bien que le climat de crise des années 2007-2008 entame la part des ventes d'automobile en Europe et en Amérique, le volume du parc automobile mondial continue de grimper grâce aux marchés des pays émergents, compensant ceux des pays développés. La Chine est devenue le premier marché automobile mondial en 2019 (D'Huissel 2009). Ainsi, le secteur automobile ne fait qu'améliorer la puissance de son ingénierie, et de ses capacités en place.

La troisième raison porte sur le fait que l'ingénierie automobile est une ingénierie particulièrement observée par les sciences de gestion. Cela permet d'avoir une compréhension détaillée de son ingénierie sur plusieurs décennies. Sans remonter jusqu'à leurs origines, la dernière vague de rationalisation de la gestion de projet remonte aux années 80 – 90. L'automobile, déjà organisée en conception réglée, n'est pas exclue de ce mouvement, au contraire. Le premier courant qui nous intéresse, a étudié dans les années 90 l'efficacité des constructeurs automobiles japonais, réputés pour des cycles produits plus courts de 12 mois (Cusumano *et al.* 1998 ; Cusumano *et Ps s. d.*). De nombreux auteurs se sont alors penchés sur la manière de généraliser les organisations de conception japonaises (Clark et Fujimoto 1989, 1991b ; Midler 1993 ; Garel 1994, 1996, 1999 ; Weil 1999). L'un des principaux enjeux comme nous l'avons vu était la réduction des cycles de développement des voitures. La conception est progressivement passée de 60 à 45 mois en 1994 (Garel 1994) à 24 mois en 2010 (Hooge 2010). La réputation des ingénieries automobile en matière de performance ne s'est qu'accentuée : elles présentent l'un des systèmes de conception des plus robustes, exigeants et optimisés suivant principalement le modèle de stage gate (Cooper 1990). Cependant, nous avons vu que ce processus était connu pour être difficilement compatible avec un renouvellement profond des compétences et des routines en place (Clark et Fujimoto 1989). Cette limite, conjuguée avec l'apparition des théories de la conception innovante, a permis à un autre courant scientifique de naître. L'enjeu est d'observer l'évolution des capacités d'ingénierie en place, non plus dans une perspective d'amélioration de produit, mais de renouvellement de l'identité des objets. Ces études portent de moins en moins sur des pratiques globales des ingénieries automobiles globales, mais davantage sur des initiatives locales. Certaines ingénieries automobiles ont mis en place des ingénieries avancées pour stimuler la créativité de leurs processus de développement de projet ((Midler 2009 ; Maniak *et al.* 2014 ; Servajean-Hilst et Picaud 2014), d'autres de nouveaux lieux pour l'innovation comme des Fab Labs (Lô 2017 ; Lô et Fatien Diochon 2019), d'autres encore ont imaginé de nouvelles formes de partenariat comme la co-innovation (Maniak et Midler 2008 ; Maniak 2009a), ou ont utilisé de façon régulière des outils d'innovation comme

le TRIZ, le KCP (Elmqvist et Segrestin 2009) ou les innovations jams (Elerud-Tryde et Hooge 2014). Malgré la prolifération de ces études, **la question de la coordination des activités de conception innovante et réglée reste insuffisamment résolue face aux enjeux des transitions.**

0.2.2. L'AUTOMOBILE, UN SECTEUR TRES EXPOSE AUX TRANSITIONS

Depuis les années 2010, les études s'intéressant au renouvellement de l'identité de la voiture pour répondre aux transitions se sont multipliées, notamment avec les cas de la voiture électrique ou hybride (Aggeri *et al.* 2008, 2009 ; Maniak 2014a ; Chen et Midler 2016 ; Alochet et Midler 2019) et de la voiture autonome (Midler 1988, 2018 ; Alochet *et al.* 2021). En effet, l'automobile est réputée pour être drastiquement confrontée aux transitions contemporaines précédemment indiquées. Celles-ci vont prendre des formes d'innovation industrielle partagées par les grands groupes automobiles internationaux :

- **La voiture connectée et autonome** : l'industrie 4.0 et la transition des connexions des particuliers transforment les attentes des clients en matière d'expérience de conduite. Par exemple, avec la généralisation sur les smartphones des plateformes de streaming de musique et du GPS actualisé en temps réel, les conducteurs souhaitent retrouver ces éléments en conduisant. Renault fut d'ailleurs le premier constructeur à proposer Waze directement dans le logiciel embarqué de certaines de ces voitures (Corot 2022). Au-delà des attentes des clients, il existe une multitude d'opportunités de création de valeur grâce à ces nouvelles technologies : la conduite coopérative entre différentes voitures selon les heures, la gestion de son énergie et de ses recharges, la modularité de la taille du véhicule selon les besoins des voyageurs, l'adaptation du mode de conduite selon l'environnement, la fusion de la réalité et du virtuel comme l'affichage de l'état de conduite, et la fourniture d'interfaces utilisateur virtuelles par le biais de la technologie de projection holographique, etc. (Liu et Liu 2018 ; Vdovic *et al.* 2019). Du côté des constructeurs, à mesure que les véhicules deviennent de plus en plus connectés, l'exploitation des données collectées constitue de nouvelles sources de valeur prometteuses. Le projet 5G Open Road, lancé en novembre 2022, rassemblant 17 acteurs de l'automobile, des académiques et des autorités locales, pour identifier de nouveaux usages de la 5G pour la voiture connectée et autonome. Cet exemple montre d'une part que de nombreux constructeurs automobiles souhaitent s'impliquer et, d'autre part, qu'il y a bien une double complexité au niveau de l'expertise et des acteurs à impliquer. Cette course à la voiture connectée et autonome est d'autant plus forte que de nouveaux acteurs tels que Google, Tesla, Uber ou encore Apple pénètrent le marché, et menacent

les acteurs historiques (Bohic 2016). Ceux-ci ont profité du CES 2023 pour montrer qu'ils étaient évidemment dans la course en présentant leur dernière avancée. Certains ont annoncé le lancement de la voiture autonome de niveau 3 pour cet été (Mercedes — Volvo — Peugeot — Chrysler), d'autres des taxis autonomes pour les villes (Hyundai) (Meillaud 2023). Cependant, il faut rappeler que la voiture fait partie des objets industriels les plus soumis aux réglementations. Les nouvelles solutions sont contraintes par l'absence de législation spécifique, le respect de la vie privée des utilisateurs, les risques de piratages informatiques, et l'impact des dernières technologies très coûteuses sur le prix de vente de la voiture (Chai *et al.* 2021 ; Bensrhair et Bapin 2022).

- **Mobilité partagée et services de mobilité** : ces dernières années, les mesures urbaines adoptées contre la voiture se sont multipliées ce qui a encouragé les formes dites de « nouvelles mobilités ». Les zones à faible émission (ZFE) se sont multipliées (12 pays européens les ont adoptés en 2018 comptant 247 ZFE en 2020 ; la Chine les met en place en 2017) ; d'autres villes mettent en place des péages à leur entrée (New York, Londres, Singapour (Europe 1 2019)) ; certaines interdisent tout simplement les voitures dans leur centre (Ljubljana (FuturoProssimo 2021)), etc. Ces mesures découragent la propriété de véhicules par les habitants et usagers de ces espaces, et offrent alors aux solutions de mobilité partagée tout un champ de valeur potentielle. Pour les villes, la mobilité partagée peut faire partie des stratégies employées pour aider à atténuer les problèmes causés par les embouteillages et la pollution en réduisant le nombre de véhicules en circulation. Ainsi, la mise en œuvre de programmes de mobilité partagée offre la possibilité d'améliorer l'efficacité, la compétitivité, l'équité sociale et la qualité de vie dans les villes (Machado *et al.* 2018). Cela implique de la part des constructeurs de revoir leur modèle d'affaires en créant de nouveaux services soit en tant qu'opérateur d'autopartage soit en tant que loueur de véhicules auprès de collectivités, ou encore de solution multimodale de véhicules et de transports en commun (Ministère de la transition écologique 2021b ; Mouly 2021). Là encore, les constructeurs historiques sont chahutés par de nouveaux entrants : Uber et de Lyft, qui travaillent sur un projet de taxis robots dans les villes ; Cityscoot, qui gère une flotte de scooter en auto-partage ; Lime pour les vélos électriques en autopartage, etc. Si les constructeurs historiques ont réagi comme Renault avec Zity ou Peugeot avec Free2move, des services de voiture en auto-partage, ou encore Ford avec Swiftly qui optimise les transports en commun par la Big Data, ou BMW avec Moovit, l'équivalent de Waze pour les transports en commun, etc. (BnpParisbas 2017), ces solutions ne connaissent pas d'engouement particulier.

- **La voiture « nouvelles énergies » électrique ou hydrogène** : en 2018, la production d'électricité reste le premier secteur émetteur de CO₂ dans le monde, avec 41 % du total des émissions dues à la combustion de ressources fossiles. Elle est suivie par les transports (25 %) et l'industrie (18 %, y compris la construction) (Baudes *et al.* 2020). Cette situation illustre à quel point le secteur automobile est concerné par la transition écologique : déjà, car le transport routier est le principal émetteur de CO₂ dans le transport, ensuite, parce que les nouvelles motorisations électriques vont diminuer l'émission de ce CO₂ automobile, mais nécessiteront davantage d'électricité à produire, reportant ainsi le problème. Plusieurs pays ont adopté une loi interdisant la commercialisation de voitures à moteur thermique d'ici 2030 (les 27 pays de l'Union européenne, l'État de Californie et de New York aux États-Unis, Israël, Chine, Costa Rica, Sri Lanka, et Royaume-Uni)(Wikipedia 2022). La principale solution identifiée par les constructeurs partout dans le monde est la voiture électrique (Bohnsack et Pinkse 2017 ; Skouras *et al.* 2020). Menacé encore une fois par un nouvel acteur, Tesla, Renault a été l'un des premiers constructeurs à proposer une voiture électrique avec le Twizy et la Zoé, avant que les autres constructeurs ne s'y mettent également, motivés par la loi de 2030 : Suzuki, Citroën, BMW, Tesla, etc. (Automobile Propre 2023). Cependant, il existe plusieurs limites à cette solution : les infrastructures pour recharger électriquement les voitures ne sont pas aisées à mettre en place, les capacités de production d'électricité ont atteint leurs limites (Doche 2022 ; Service Public 2022), de même que pour les matières premières essentielles pour la construction des batteries, et le recyclage des batteries est réputé pour être très polluant. D'autres solutions comme la voiture à hybride ou hydrogène sont envisagées, mais la principale limite reste que l'hydrogène doit être vert, c'est-à-dire produit par électrolyse. Le problème, c'est que ce moyen de production est très gourmand en énergie, avec de nombreuses étapes pour que son énergie puisse faire avancer un véhicule en bout de chaîne (Sergère 2022). Ce qui, là aussi, ne fait qu'accentuer les problèmes environnementaux liés à la production d'énergie. Le champ de valeur possible reste large.
- Les transitions du 21^e siècle sont particulièrement éprouvantes pour les acteurs de l'automobile, car elles génèrent simultanément de nombreux inconnus de conception, qui remettent aussi bien en cause la stabilité de la voiture que des ingénieries pour les concevoir. De plus, ces inconnues permettent l'entrée de nouveaux acteurs redoutables. Ce dernier point ne fait qu'accentuer la dimension obligatoire pour les acteurs historiques, que ce soient les constructeurs et les équipementiers européens, asiatiques ou américains, à réorienter leurs ingénieries dans la conception de solutions pour ces transitions. Même s'ils ont déjà réagi, les solutions développées

ne sont pas généralisables, car trop chères, ou pas assez matures, ou dépendantes d'autres technologies pas encore en place, ou parce que la clientèle n'est pas encore prête. Par exemple, Bohnsack et Pinkse (2017) reconnaissent que les entreprises automobiles rencontrent des problèmes pour proposer des voies d'innovation en matière de moteur électrique, car elles seraient profondément différentes de celles développées pour les voitures à moteur à combustion interne, en raison de la quantité de réingénierie nécessaire tout au long du processus industriel. **La question de l'efficacité des capacités d'exploration pour régénérer les expertises historiques par les nouvelles expertises propres aux transitions se pose, d'autant plus que ce n'est pas désiré. Cela soulève d'autres questions sur la gestion de projet pour l'innovation des transitions à mettre en place : qui est responsable de l'identification et du choix des inconnus des transitions à traiter ? Comment une ingénierie s'empare-t-elle d'un inconnu non désiré ? L'organisation des capacités d'innovation en place, et en particulier des expertises, peut-elle soutenir le développement de solutions pour les transitions ou faut-il de nouveaux outils et organisations des expertises adaptées ?**

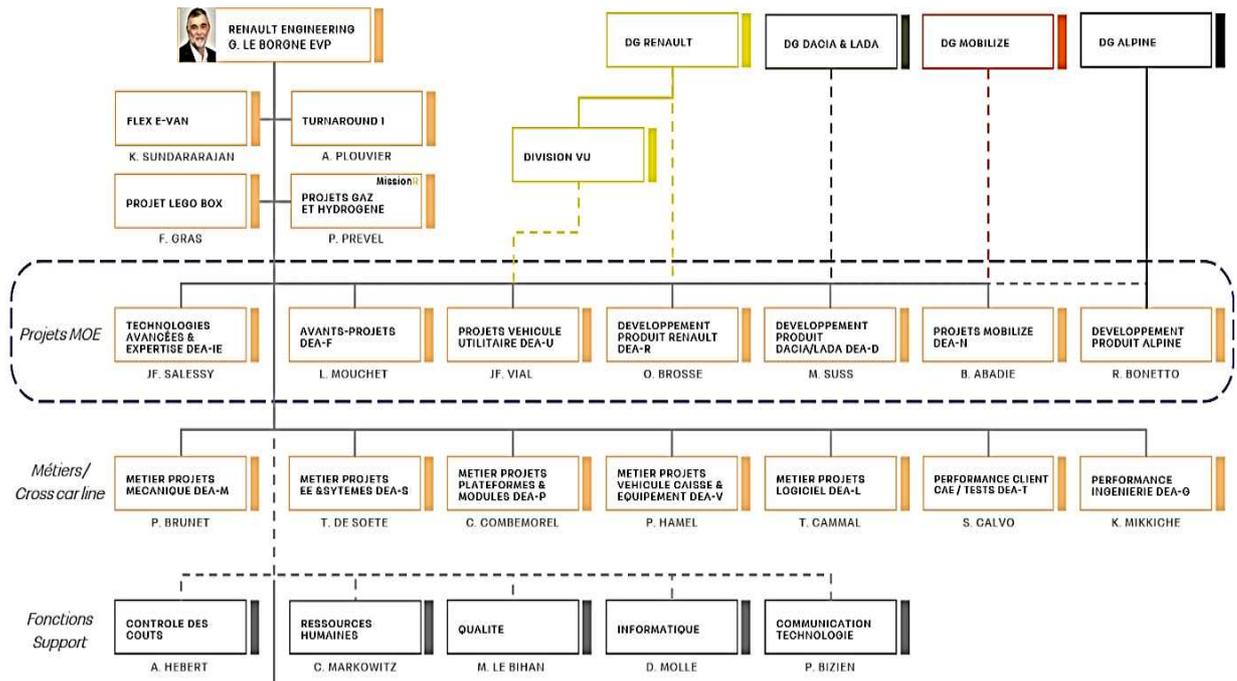
0.2.3. MISE EN PLACE DE NOUVELLES CAPACITES D'INNOVATION DANS UNE INGENIERIE TRES STRUCTUREE CHEZ RENAULT

L'étude de l'ingénierie de Renault présente plusieurs avantages pour notre recherche.

Pour commencer, Renault est une entreprise ancienne, plus que centenaire (elle a été créée en 1898). C'est donc une entreprise qui est née de la seconde révolution industrielle et a affronté la troisième révolution industrielle, mais aussi plusieurs vagues d'innovation aussi bien de procédés que technologiques. Il s'agit, a priori, d'une entreprise dont **l'organisation des capacités d'innovation a su s'adapter à son contexte.**

L'organisation des capacités d'innovation est également très sophistiquée et s'appuie sur une forte organisation des savoirs pour la conception d'objets techniques à grande diffusion, ce qui en fait une deuxième motivation. En effet, le département de recherche de Renault, le Technocentre, s'inscrit dans le top 100 des plus grandes R&D mondiales, dans le top trois des R&D françaises en considérant les dépenses (Roy 2021), et est le premier centre de recherche et de développement automobile en Europe. En 2010, le Technocentre de Renault compte 10 893 salariés pour 12 000 aujourd'hui (Renault Groupe 2023). À une telle échelle, **l'organisation et la division des activités d'ingénierie ne peuvent être qu'extrêmes**, ce qui en fait une ingénierie particulière et d'autant plus pertinente pour notre étude sur les aspects d'adaptation des capacités de conception des industries établies. La Figure 1 présente l'organigramme de Renault, ainsi que les acteurs responsables de la conception de nouveaux produits.

Figure 1— Organigramme de Renault



Les directions de maîtres d’œuvre sont essentiellement responsables du développement des nouveaux produits, qui s’organisent par marque. La DEA-IE, et la DEA-F sont destinées aux activités de recherche, tandis que les autres directions se placent davantage dans la partie amont du développement des nouveaux véhicules et services de mobilité. Ces directions sont responsables des marges, de la rentabilité, et de la satisfaction des clients. Elles tirent l’organisation vers des clients et des marchés ciblés. Le Tableau 1 suivant présente l’ensemble des missions :

Tableau 1 — Missions de l’ingénierie de Renault présentées sur l’intranet

Direction MOE	Missions
DEA — IE Innovation et expertise	<ul style="list-style-type: none"> Définir un plan Alliance pour la recherche et les technologies Gérer le budget recherche Définir les roadmaps technologiques avec un réseau d’expertise Apporter de l’innovation pour nourrir les marques de Renault Group Diriger et animer la stratégie brevets, les projets collaboratifs et le financement public Gérer le Laboratoire d’Accidentologie Biomécanique et Comportement Humain <p>Les experts appartiennent à ce département. On compte 66 domaines d’expertise, pour 1428 experts chez Renault. Les experts contribuent à la définition du plan stratégique de Renault.</p>
DEA-F Un pôle ingénierie Avant-Projets	<ul style="list-style-type: none"> Piloter les métiers projet et l’avant-projet des véhicules et des plateformes jusqu’au concept freeze Être support du Programme/Planning Piloter l’atterrissage des innovations sur les véhicules et accélérer le time to market
DEA-U	Aligner les développements de produits avec l’organisation par marque de l’entreprise au service des clients

Développement de Véhicule Utilitaire	Structurer l'approche par familles de voitures pour développer des synergies de coûts Renforcer la gestion de projet QCD
DEA — R Renault	Réaliser le développement des 8 nouveaux produits RENAULTion au niveau QCD Développer les marqueurs de la marque Renault pour augmenter la valeur de notre marque Piloter les développements produits en contact étroit avec l'équipe chargée de la performance des produits et les équipes de vente, de marketing et de communication en aval Structurer l'approche par familles de voitures pour développer des synergies de coûts, une diversité adéquate et des économies de tickets d'entrée Renforcer et structurer la gestion des projets
DEA — D	Pareil pour Dacia
DEA — N Mobilysé	Développer et adapter industriellement une ligne de produit à des besoins en services de mobilité (par exemple : autopartage avec ZOE, SPRING, LCV ou VTC avec LIMO) Développer et industrialiser des solutions de nouvelles mobilités grâce à des véhicules dédiés Développer et valider des solutions de services à la mobilité connectée et leur certification
Alpine	Proposer des solutions spécifiques et des innovations pour accroître la valeur client des véhicules « sport premium »

Les activités avales sont assurées par les différentes directions métiers. Elles ont l'entière responsabilité du calendrier, des coûts et des performances du développement des produits.

Direction métiers projets	Missions
DEA-M Direction du Développement des GMP Thermiques et Électriques	Développer des groupes motopropulseurs compétitifs pour l'Alliance et les véhicules partenaires, en ligne avec les attentes de l'image des marques.
DEA-S Direction Engineering Alliance Systems	Fournir au client les systèmes les plus innovants, de haute qualité et rentables : fonction multimédia connectée, aide à la conduite, connexion du véhicule au cloud, etc.
DEA-P Engineering Alliance Projets Plateformes et Modules	Définir et déployer des plateformes modulaires communes à plusieurs voitures
DEA-V Véhicule Caisse & Equipements	Concrétiser la promesse stylistique et la vision produit de l'amont à la fabrication pour les marques et partenaires du Groupe Renault.
DEA-L Software Factory Engineering	Fournir une plateforme logicielle « véhicule étendu » compétitive, robuste, stable et connectée Créer une plateforme de services mobilités afin de développer des services rapidement
DEA-T La Direction de l'Ingénierie Alliance des Prestations Client, de la Simulation numérique et des Tests	Développer des outils numériques et des méthodes de conception et de validation innovantes Déployer des prestations des produits et des services, de la conception à la certification.

DEA-G Performance	Planifier les ressources & compétences Monde (People) Définir et déployer les stratégies de ressource interne et d'externalisation Piloter la transformation des compétences en accord avec l'évolution des technologies et la stratégie ingénierie
-------------------	---

L'activité de ces 12 000 employés, répartis dans ces différentes directions très spécialisées, s'inscrit dans un processus divisé en de nombreuses étapes optimisées.

Une troisième motivation à étudier Renault réside dans son côté avant-gardiste. Pour ces 100 ans, Renault a rappelé son caractère innovant dans un nouveau slogan : « 100 ans d'innovation ». L'ingénierie de Renault s'est en effet régulièrement trouvée dans des positions de pionnière en matière de produits ou d'organisations radicalement innovants. Par exemple, depuis 2013, Renault est leader dans les ventes de voiture électrique avec la ZOE (Feunteun 2018 ; Automobile Propre 2022) ; l'ingénierie de Renault est l'une des premières à se doter d'un FabLab interne (Lô 2017), d'un Laboratoire Collaboratif d'Innovation (Börjesson *et al.* 2014) et d'une communauté d'innovation (Hooge et Le Du 2014a ; Touvard et Lebon 2017) ; Renault se démarque encore avec la commercialisation d'un petit véhicule électrique dont l'identité suscite encore de nombreux débats, le Twizy (Pointet *et al.* 2016) ou avec la Twingo qui se présente comme un concept de voiture révolutionnaire (Midler 1993, 2012), etc.

Le dernier point qui justifie l'intérêt de réaliser cette thèse chez Renault, s'inscrit dans la logique précédente, mais réside dans les motivations spécifiques des partenaires industriels de la thèse et de leurs statuts dans l'entreprise. L'équipe en question est le département Créativité et Vision (sous-branche de la DEA-IE), responsable du développement d'outils d'exploration et de conception pour l'ingénierie de Renault. Cependant, le sujet initial ne portait pas sur la gestion des transitions, mais sur la mise en place de nouveaux acteurs de la conception au sein de l'ingénierie. En effet, la Directrice du département Créativité et Vision, Dominique Levent, a été nommée « Expert Leader Innovation patterns » en novembre 2018, devenant ainsi responsable d'un nouveau domaine d'expertise sur les outils et méthodes d'innovation. Devant définir la stratégie et les missions de son nouveau domaine, mais ne trouvant pas de figure d'expert similaire dans d'autres entreprises, la nouvelle Expert Leader Innovation Patterns a sollicité l'auteur de cette thèse ainsi que ses deux encadrants pour l'aider à définir l'expertise et les missions de son domaine, et à modéliser les interactions avec le reste de l'ingénierie et des acteurs de l'innovation de l'entreprise. **La création de ce poste de management de l'expertise révèle deux points : Renault présente une volonté d'adapter ou du moins de faire évoluer les capacités d'innovation en place ; l'ingénierie de Renault se trouve de nouveau dans une position pionnière avec la mise en place d'une nouvelle forme d'expertise de l'innovation qui n'existe pas ailleurs.**

Rapidement, il est apparu que les outils et méthodes mis en œuvre par le domaine d'expertise étaient systématiquement déployés pour répondre aux contradictions levées par les enjeux contemporains des transitions. Ces éléments soulignent les difficultés empiriques auxquelles se confronte l'ingénierie de Renault en matière de gestion, aujourd'hui intensive, des transitions. **La problématique empirique se porte donc sur la gestion d'adaptation des capacités de conception d'une industrie connue pour son optimisation extrême, afin de traiter les inconnus des transitions et du rôle potentiel des experts de l'inconnu dans cette mise en œuvre.**

0.3. CONSTRUCTION PROGRESSIVE DES QUESTIONS DE RECHERCHE

0.3.1. DES TRAVAUX QUI S'INSCRIVENT DANS UN HERITAGE INDUSTRIEL ET AUTOMOBILE

Comme cité tout au long de cette introduction, mes travaux s'inscrivent dans une forte lignée de recherche industrielle sur les capacités d'innovation d'ingénierie, organisées selon un système de règles, parfois dans l'automobile et parfois même chez Renault. Le Centre de Gestion Scientifique, où j'ai réalisé ma thèse, compte depuis des années des recherches avec des partenariats industriels, dont une dizaine de thèses réalisées en Recherche Intervention chez Renault, ainsi que de nombreux partenariats de recherche. Les travaux de Weil ayant commencé en 1987, le collectif s'appuie sur au moins 35 ans de recherche longitudinale chez Renault. Mais c'est sans parler des autres laboratoires spécialisés en recherche de gestion industrielle, qui ont pour certains travaillé pendant plusieurs années avec Renault. Il semble impensable de ne pas citer le Centre de Recherche en Gestion avec les travaux de Midler, Manika, Charue-Duboc, Ben Mahmoud-Jouini, Lenfle, etc., le Conservatoire National des Arts et Métiers avec Garel, ou encore les suédois avec Elmquist et Börjesson. Ceci montre que Renault est une entreprise connue du monde académique pour ses capacités à s'impliquer dans des projets de recherche, mais également pour ses capacités d'innovation sophistiquées qui méritent d'être étudiées. Renault discute des enjeux contemporains de coordination des activités de conception réglée et innovante depuis plusieurs années. De manière générale, cette question intéresse les ingénieries, tous secteurs confondus. Ces travaux ont contribué à définir différents objets de recherche propres à la conception de Renault, générant un langage commun entre ces chercheurs. Ce point m'a conféré une position particulière dans l'équipe que j'ai intégrée pour cette thèse. Je bénéficiais d'un patrimoine scientifique sur l'ingénierie de Renault facilement accessible grâce à mon laboratoire de recherche. Mes travaux s'inscrivent dans la poursuite de ce langage et de cet héritage commun, qui a notamment étudié un certain nombre de phases de conception, constituant un terrain favorable à mon travail. Cette thèse apporte une nouvelle brique dans la constitution des

capacités de conception des entreprises industrielles en s'intéressant aux nouveaux enjeux d'innovation qui conduisent à chercher de nouvelles formes d'organisation en lien avec une expertise de l'inconnu. Dans mes travaux, je mobilise aussi des objets étudiés par ces mêmes chercheurs, mais dans d'autres ingénieries, qui permettent d'illustrer certains propos. C'est notamment le cas des travaux sur les experts de Lelebina et de Cabanes (2014 ; 2016), sur les brevets de Plantec (2021), ou encore sur le modèle de fixation de Boudier (2022).

0.3.2. ÉVOLUTION PROGRESSIVE DE LA QUESTION DE RECHERCHE

Les motivations soulignées dans les parties précédentes montrent qu'il existe un double intérêt sociétal et scientifique à se questionner sur la mise en place d'ingénieries de l'expertise pour l'innovation des transitions du monde automobile. La question de recherche générale retenue pour cette thèse est la suivante : « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** »

Avant d'arriver à sa forme finale, cette problématique a fait l'objet de nombreuses évolutions que nous tenons à expliquer dans cette introduction puisqu'il s'agit de notre apprentissage de chercheur. Les paragraphes qui suivent ont pour but d'expliquer le cheminement de cette recherche telle qu'elle s'est faite, avec ses étapes et ses réorientations, qui ont été autant d'apprentissages forts.

Le partenariat avec l'Expert Innovation Patterns de Renault a permis de mener une recherche collaborative (David et Hatchuel 2008 ; Shani *et al.* 2008), qui constitue le cadre méthodologique général de cette thèse. Cette collaboration spécifique entre le CGS et Renault aura duré de début 2019 à fin mars 2023, mais s'inscrit dans un partenariat longitudinal ancien entre les deux entités. L'objet initial de cette collaboration entre le CGS et Renault en 2019 ne portait pas explicitement sur les questions de gestion des inconnus des transitions, même si cet enjeu était présent de manière sous-jacente. Il s'agissait en effet d'une demande d'accompagnement (diagnostic et propositions) pour justifier et rendre la nouvelle organisation du domaine d'expertise Innovation Patterns plus efficace.

Cette thèse a été amorcée par une année de recherche en tant qu'ingénieur de recherche de janvier 2019 à décembre 2020, pour réaliser une étude devant modéliser l'ingénierie de l'innovation mobilisée au sein du partenariat entre l'alliance Renault Nissan Mitsubishi et Google (étude E8). Nous avons proposé une modélisation des processus de conception innovante impliqués. Ce sujet avait été co-construit par la nouvelle Expert Leader Innovation Patterns avec l'un des directeurs de cette thèse, Sophie Hooge. Étant la directrice du Master 2 que j'ai réalisé, j'ai sollicité cette dernière pour réaliser un bilan de mon année de master et de mon stage de fin

d'études. À l'issue de cette rencontre, Sophie Hooge m'a proposé de réaliser cette étude, qui pouvait initier un projet doctoral sur l'émergence du nouveau domaine d'expertise. Cette année avait donc aussi pour vocation de construire progressivement le sujet de thèse avec les différentes parties prenantes. La première ébauche de problématique en janvier 2019 était : « **Définir les innovation patterns des stratégies d'innovation radicale : comment peut-on identifier et renforcer les modèles conceptuels les plus performants développés dans l'organisation ? Peut-on développer des outils pour des usages spécifiques de ces modèles afin de développer des capacités organisationnelles stratégiques et différenciantes, spécialisées sur l'innovation radicale ?** »

Une première revue de littérature sur les « innovation patterns » nous a alors permis de comprendre que ce terme avait un lien avec la conception sans pour autant en comprendre les limites, nous encourageant à poursuivre l'étude de cet objet. Nous avons également compris qu'il s'agissait d'un concept théorique renvoyant à un modèle d'outils de conception générative d'objets (Alexander 1977). Dans le cadre d'une étude sur l'origine des experts en innovation patterns et de leurs missions (étude E5) une rencontre organisée en juillet 2019 entre l'Expert Fellow, responsable de tous les experts de Renault et à l'origine de la dénomination « innovation patterns », l'Expert Leader IP, Sophie Hooge et moi a mis en avant l'importance de définir l'intérêt stratégique de ce nouveau domaine d'expertise. Ces premiers apprentissages, renforcés par l'étude du partenariat Google (études E8) avec les acteurs du domaine d'expertise, ont permis, en septembre 2019, de faire évoluer la problématique pour davantage tenir compte de cet aspect sous la formulation suivante : **comment établir une stratégie de pilotage de l'expertise en management de l'innovation de rupture ?** avec les questions sous-jacentes suivantes : « *Comment modéliser des innovation patterns du pilotage de l'innovation de rupture ? Malgré la dynamique des méthodes et approches, existe-t-il des modèles relationnels ou de gestion invariante capables de générer de l'innovation de rupture ? Comment permettent-ils de se coordonner avec les autres expertises pour proposer une gouvernance de l'innovation à l'échelle de l'entreprise ?* »

D'autres échanges avec des responsables de la filière d'expertise, des experts (études E2) ainsi que des experts impliqués dans la conception de solutions pour les transitions (études E4), agrémentés d'une étude sur les auteurs des publications scientifiques sur Renault (étude E3), nous ont conduits à mieux comprendre le rôle et le positionnement des experts en innovation patterns vis-à-vis des autres experts. La question de la coordination des experts a pu être affinée en : « *Les experts de l'inconnu pour des leaders de concepteurs dans l'inconnu : quelle gouvernance de l'innovation au sein de la R&D ?* ». Mais une question récurrente aussi bien en interne qu'en

externe, portait sur ce qui faisait l'expertise de ces nouveaux experts, et en quoi nous pouvions dire qu'ils étaient experts. Une nouvelle sous-question a été identifiée sur « *Comment s'opère l'officialisation d'une expertise de l'inconnu ?* » ayant pour but de retracer les 10 années précédant la nomination de l'Expert Leader, de définir les missions de ce domaine, et de comparer cela avec les autres domaines d'expertise (étude E5 et E6). À partir de ce travail et des échanges précédents, une hypothèse très forte a été formulée sur le fait que les experts des autres domaines se concentraient sur de l'innovation incrémentale, tandis que les experts en innovation patterns s'intéressaient à l'innovation radicale par leurs outils d'exploration et de conception. Cela nous a permis de faire évoluer la question sur les innovations patterns en « *Innovation patterns : des outils et méthodes dynamiques capables de générer de l'innovation de rupture ?* ». Ces trois questions ont été regroupées sous la problématique suivante : **quels enjeux de l'officialisation d'une expertise de l'exploration de l'inconnu en R&D ?**

Au fur et à mesure de la thèse, j'ai collaboré avec les experts en innovation patterns sur des ateliers où ils animaient d'autres experts (étude E9). À la SNCF, un acteur ayant également été identifié comme étant un expert de l'innovation qui animait les autres experts de son ingénierie a fait l'objet de nombreux échanges (étude E7). Les résultats de ces ateliers et de ces échanges nous ont permis d'identifier une nouvelle forme d'organisation et d'interactions des expertises en interne, faisant évoluer la problématique en octobre 2021 comme suit : **l'expertise de l'exploration de l'inconnu est-elle une nouvelle ingénierie de la conception ?**

Revenant sur les années ayant précédé l'institutionnalisation du domaine innovation patterns, j'ai pu identifier les projets passés et observer les experts sur des projets innovants. J'y ai perçu une distinction de nature entre les inconnus à l'origine des différents projets, m'encourageant à étudier plus globalement la nature des inconnus des principaux projets de l'ingénierie de Renault depuis son origine (étude E1). J'ai pu identifier différentes natures et un changement radical lors de ces dernières années que j'ai interprétées comme étant un changement de contexte d'innovation, que nous lions aux « transitions du 21^e siècle ». De cela, nous avons formulé une nouvelle sous-question de recherche : « *Pourquoi les nouvelles tendances nécessitent-elles de réorganiser les activités d'innovation dans les ingénieries historiques ?* ». Par ailleurs, la littérature sur les innovations patterns portant sur des natures de la conception qui ne correspondaient pas aux projets des experts innovation patterns, nous avons décidé de nous affranchir de cette littérature et de garder la formulation « innovation pattern » telle qu'adoptée par le terrain opérationnel, c'est-à-dire pour désigner les outils d'innovation développés par les experts du domaine. La question relative aux innovation patterns a évolué comme ci : « *Quels modèles de l'innovation pattern à définir pour l'ingénierie automobile et parmi ceux-là, quels sont les*

innovation patterns de la conception automobile pour les transitions ? ». Enfin, l'observation des interactions entre les experts innovation patterns avec ceux des autres domaines nous a encouragés à maintenir la question « *les experts de l'inconnu pour des leaders de concepteurs dans l'inconnu : quelle gouvernance de l'innovation au sein d'une ingénierie historique ?* ». La question principale de la thèse devient alors en mai 2022 : « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** »

Pendant la période d'écriture du manuscrit, les échanges sur l'analyse et les résultats, les rapporteurs (durant la pré-soutenance), et avec les directeurs de thèse ont permis d'affiner les questions de recherche pour converger vers leur expression actuelle :

- QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?
- QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?
- QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?

0.4. SYNOPSIS DU MANUSCRIT

Notre thèse se compose de trois grandes parties, elles-mêmes divisées en plusieurs chapitres. Ainsi, la Partie 1 est consacrée à l'analyse de la littérature et à la définition de notre problématique. La Partie 2 à l'exposition de notre terrain de recherche et de notre méthodologie. La Partie 3 restitue les résultats de notre étude du cas de l'ingénierie automobile.

Dans la **Partie 1** de la thèse, nous proposons une revue de la littérature consacrée à l'étude de l'inconnu tel que manipulé en gestion de projet dans les ingénieries industrielles (**Chapitre 1**) et à la systématisation des activités d'exploration et d'apprentissage (**Chapitre 2**). Cette partie s'achève par l'identification des limites de la littérature et des trois sous-questions de recherche à approfondir pour la suite.

La **Partie 2** dédiée à la méthode de la thèse présente en détail dans le **Chapitre 3**, les motivations à réaliser cette thèse, le contexte industriel de notre recherche, notre terrain d'étude et la méthode principale. Le **Chapitre 4** est consacré aux différentes études, à leurs méthodes de collecte et d'analyse des données.

La **Partie 3** rentre dans le cœur de l'étude de cas, et en présente les principaux résultats. Les **Chapitres 5, 6 et 7** proposent une analyse et une discussion des résultats organisées par sous-questions de recherche. L'étude 1 sur les inconnus des projets de Renault permet de répondre à la QR1, bien qu'elle soit enrichie par des éléments de l'étude 2, qui observe la manière que des experts conçoivent des solutions en intelligence artificielle, et par l'étude 4, qui identifie la publication scientifique comme un moyen pour des experts d'explorer des inconnus. Les réponses de la QR2 découlent essentiellement des études 2, 4, mais aussi de l'étude 3 sur la généalogie du système d'expertise chez Renault, l'étude 5 sur la généalogie de l'ingénierie amont, l'étude 6 sur la modélisation des missions des experts de l'inconnu et l'étude 7 sur le rôle de l'expert de l'inconnu de la SNCF. Enfin, la QR3 se base sur les études 8 et 9 qui observent les experts en innovation patterns animer d'autres experts dans des projets de conception de solutions pour les transitions.

Le **Chapitre 8** propose une réunion des résultats et une mise en perspective par rapport à la question principale de la thèse.

Enfin, dans la **Conclusion générale**, nous synthétisons les apports de cette thèse, tant académiques qu'industriels, et nous essayons de dégager les perspectives de recherches ouvertes par ce travail

Introduction générale de la thèse : quelles capacités d'exploration pour les transitions dans les ingénieries ?

PARTIE 1 : LE MANAGEMENT DE L'INCONNU DANS LES PROJETS DES INGÉNIERIES ÉTABLIT : ÉTAT DE L'ART ET QUESTION DE RECHERCHE

Problématique : Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?

Chapitre 1. Natures et gestion de l'inconnu dans une ingénierie

Chapitre 2. Comment s'organisent et se systématisent l'apprentissage et l'expertise selon les inconnus ?

QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?

QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?

QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?

PARTIE 2 : MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE ET MATÉRIEL : COMBINER OBSERVATIONS ET EXPÉRIMENTATIONS DANS UNE INGÉNIERIE INDUSTRIELLE

Chapitre 3. Méthode de recherche de la thèse

Chapitre 4. Méthodologie des cas d'études

E1. Analyse historique des inconnus de Renault.	E2. Analyse de documents internes sur la généalogie du système des experts de Renault.	E3. Analyse des auteurs des publications scientifiques sur Renault et des partenaires
E4. Interview sur la gestion d'une transition (l'IA) par des experts	E5. Généalogie de l'ingénierie amont et du domaine d'expertise Innovation patterns	E6. Modélisation des missions du domaine d'expertise Innovation patterns
E7. Étude comparative avec la SNCF	E8. Modélisation des experts innovation patterns dans un projet de transition	E9. Modélisation de l'interaction des experts par les experts innovation patterns dans un projet de transition

PARTIE 3. RÉSULTATS : NOUVELLES INGÉNIERIES DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS DU MONDE AUTOMOBILE

Chapitre 5. Quatre natures d'inconnus et des dynamiques d'endogénéisation et de désirabilisation

R1.1. Il existe 4 natures d'inconnus (désirable — indésirable — endogène — exogène) et plusieurs dynamiques pour passer d'une nature à l'autre

R1.2. L'ingénierie cumule des inconnus exogènes indésirables qui nécessitent de nouvelles expertises.

Chapitre 6. Les experts en outils d'endogénéisation et de désirabilisation des inconnus pour soutenir l'ingénierie

R2.1. Les experts sont bons pour identifier et explorer des inconnus, mais ils n'ont pas d'outils pour s'en emparer en interne

R2.2. Les experts Innovation Patterns sont dédiés aux développements d'outils d'exploration pour aider les autres acteurs de l'ingénierie qui ne s'en servent pas.

Chapitre 7. Les experts de l'inconnu pour animer l'apprentissage et l'alignement des expertises

R3.1. Les experts Innovation Patterns sont capables de désirabiliser des inconnus des transitions.

R3.2. Les experts Innovation Patterns sont capables d'aider les autres experts à intégrer de nouvelles expertises et à développer des solutions pour les injonctions des transitions.

Chapitre 8. De nouvelles ingénieries de l'expertise pour l'innovation des transitions

Conclusion générale de la thèse

Partie 1. Le management de l'inconnu dans les projets des ingénieries établies : état de l'art et question de recherche

CHAPITRE 1. NATURES ET GESTION DE L'INCONNU DANS UNE INGENIERIE.....	51
1.1. LA GESTION D'INCONNU EN TANT QUE RISQUES DANS LES NOUVEAUX PROJETS	51
1.1.1. Variété des natures de l'inconnu dans la gestion de projet d'une ingénierie.....	51
1.1.2. Management de projet dans l'inconnu par une ingénierie dans les années 50.....	53
1.1.3. Rationalisation de la gestion de projet et de la gestion de l'inconnu dans les années 60....	55
1.1.4. Impacts de la gestion de l'inconnu sur les équipes projet : gestion du risque résiduel et faible générativité des années 70 à aujourd'hui	57
1.1.5. Modèle des inconnus et des dynamiques d'apprentissage associées	59
1.2. LA GESTION DE L'INCONNU EN TANT QUE RESSOURCE DE CONCEPTION POUR UN PROJET D'INGENIERIE 60	60
1.2.1. Régimes de conception, inconnus et désirabilité.....	61
1.2.1.1. La conception réglée et l'évolution de l'identité de l'objet : l'expertise des inconnus connus.....	62
1.2.1.2. La conception innovante et la redéfinition de l'identité de l'objet et des règles de conception : des inconnus désirables	65
1.2.2. Les impacts de la gestion des inconnus sur les acteurs de l'ingénierie : des désalignements au sein du bureau d'études	67
CHAPITRE 2. COMMENT S'ORGANISE ET SE SYSTEMATISE L'APPRENTISSAGE ET L'EXPERTISE SUR LES INCONNUS.....	71
2.1. LES MODELES D'APPRENTISSAGE EN CONCEPTION REGLEE.	71
2.1.1. Apprentissage dans une organisation extrême du développement de nouveaux produits : l'industrie automobile	71
2.1.2. Limite de la gestion par projet : la double échelle et l'expertise	73
2.2. LES MODELES D'APPRENTISSAGE EN CONCEPTION INNOVANTE	77
2.2.1. Le rôle des acteurs de l'innovation	77
2.2.1.1. Les experts techniques et scientifiques face à l'inconnu inconnu	77
2.2.1.2. Les managers de l'inconnu	80
2.2.1.3. Les intrapreneurs.....	81
2.2.2. Les outils et méthodes d'innovation.....	81
2.3. LES MODELES D'APPRENTISSAGE LORSQUE LA CONCEPTION REGLEE ET INNOVANTE COEXISTENT.....	84
2.3.1. L'ambidextrie	84
2.3.2. L'ingénierie amont	85
2.3.3. Les capacités dynamiques d'innovation	88
LIMITES DE LA REVUE DE LITTERATURE ET PROBLEMATIQUE DE LA THESE.....	91

Cette première partie de thèse est consacrée à une analyse de l'état de l'art que nous avons constituée pour répondre et affiner notre problématique de recherche : « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** »

Nous cherchons, tout d'abord, à décrire les différentes natures de l'inconnu identifiées dans la gestion de projet d'une ingénierie. Nous voyons ensuite comment ces inconnus différenciés sont abordés par la gestion de projet depuis les années 1950, et comment la notion d'inconnu s'est confondue avec la notion de risque. Après avoir distingué les inconnus en tant que risques projet d'une part, des inconnus en tant que sources de conception d'autre part, nous voyons que leurs natures varient encore selon le régime de conception en place. Nous observons également que la gestion des inconnus par les régimes de conception génère des désalignements dans les ingénieries qui nécessitent de renforcer les activités d'exploration et d'apprentissage (Chapitre 1). Ensuite, nous étudions la systématisation des activités d'exploration et d'apprentissage selon les régimes de conception et les inconnus qui leur sont propres. Nous étudions particulièrement les mécanismes de construction de l'expertise dans un régime de conception réglée, dans un régime de conception innovante, et lorsque les deux régimes sont simultanément établis (Chapitre 2). Ces deux chapitres de revue de littérature nous permettent d'identifier les principaux acteurs de la conception en ingénierie, leurs outils, mais aussi les vides laissés dans la littérature en matière de gestion de l'inconnu comme source de conception. Ces premiers éléments apportant une réponse partielle à notre problématique générale, des questions de recherche plus spécifiques sont alors formulées pour guider la suite de notre travail.

CHAPITRE 1. NATURES ET GESTION DE L'INCONNU DANS UNE INGENIERIE

Ce chapitre vise à apporter un éclairage sur la notion d'inconnu dans les projets d'ingénierie (1,1). Pour commencer, nous comprenons que la notion d'inconnu est confondue avec les notions de risque et d'incertitude, et qu'ainsi cette interprétation de l'inconnu ne soutient pas les activités de conception dans les ingénieries. Nous étudions ensuite la définition d'inconnu en tant que ressource de conception, à travers les deux régimes de conception, et nous identifions les impacts que cela engendre dans les ingénieries (1,2).

1.1. LA GESTION D'INCONNU EN TANT QUE RISQUES DANS LES NOUVEAUX PROJETS

1.1.1. VARIETE DES NATURES DE L'INCONNU DANS LA GESTION DE PROJET D'UNE INGENIERIE

Le terme « inconnu inconnu » (unknown unknow – unk unks), qui introduit la possibilité de différenciation des inconnus, serait apparu pour la première fois dans une méthode psychologique d'analyse de la communication entre deux entités, appelée « la fenêtre de Johari » (Ingham et Luft 1955 ; « There are known knowns » 2021). La fenêtre de Johari permet de classer les informations dont on dispose en quatre zones :

- la zone publique avec les informations connues de moi-même et des autres ;
- la zone cachée avec les informations connues de moi, mais inconnues des autres ;
- la zone aveugle avec les informations inconnues de moi, mais connues des autres ;
- et la zone inconnue dont les informations sont inconnues de tous (les « unk unks »).

À la suite de la présentation de ce modèle, de nombreuses initiatives individuelles ont tenté d'adapter l'analyse des connaissances individuelles à celles d'un groupe d'individus, encourageant Luft à proposer lui-même une version permettant l'analyse des relations inter-groupe et permettant l'amélioration de leurs performances (Luft 1970). Cette adaptation a démontré une forte utilité dans les ingénieries qui ont perfectionné leur gestion de projet (Dalton et Dalton 1976). Elle a notamment été exploitée et adaptée par les professionnels de la NASA, afin d'identifier les risques, de les maîtriser et de faciliter les prises de décision dans le développement de projet. En effet, les quatre zones permettent de classer les informations nécessaires pour prendre une décision, d'identifier les connaissances manquantes et de les acquérir : la zone publique correspond aux connus connus, la zone aveugle aux connus inconnus, la zone cachée aux inconnus connus, et la zone inconnue aux inconnus inconnus (Morris et Massie 2011).

À partir des années 90, cette classification de l'inconnu s'est généralisée et étayée à travers le développement des théories de la décision et de la gestion de risque dans la gestion de projet. Pour Wideman (1992), le Known, Known-Unknown, Unknown-Unknown est une méthode de classification des risques selon la quantité d'informations disponibles : « *A known is an item or situation containing no uncertainty. [...] Unknowns are those things which we know exist but do not know how they will affect us. A known-unknown is an identifiable uncertainty. [...] An unknown-unknown is simply an item or situation whose existence we cannot imagine* » (Wideman 1992 : III-2). Cette définition de l'inconnu se popularise avec la déclaration du Secrétaire à la Défense des États-Unis en 2002 : « *Reports that say that something hasn't happened are always interesting to me, because as we know, there are known knowns; there are things we know we know. We also know there are known unknowns; that is to say we know there are some things we do not know. But there are also unknown unknowns—the ones we don't know we don't know. And if one looks throughout the history of our country and other free countries, it is the latter category that tends to be the difficult ones* » (Rumsfeld 2002). Quelques années plus tard, Weick et Sutcliffe (2007) présentent l'inconnu comme étant des événements prévus qui ne se réalisent pas, des événements imprévus qui se réalisent, ou encore des événements inimaginables qui se réalisent. Loch et al. (2011) désigneront les deux premiers comme des inconnus connus, et le dernier comme des inconnus inconnus. Loch et al. intègrent dans la notion d'inconnus inconnus les incertitudes liées aux interactions imprévisibles entre les parties prenantes du projet. Ramasesh et Browning (2014) précisent que les « known unknowns » sont des incertitudes probabilisables, qui peuvent être gérées grâce aux techniques classiques de management de risque, tandis que les « unknown unknowns » sont les incertitudes inconnues par le gestionnaire du projet. Si certains inconnus inconnus sont réellement inenvisageables (comme une catastrophe naturelle), d'autres unk unks ne peuvent être anticipés que si un travail d'analyse de risque est réalisé en amont. Ainsi, il existe des « unknowable unk unks » et des « knowable unk unks ». Dans leur première définition des unk unks en tant qu'événements hypothétiques qui peuvent se produire ou non, Feduzi et Runde (2014) apportent la notion de relativité : un événement peut être surprenant pour une personne, et simultanément avoir été prévu par une autre. Enfin, dans des travaux plus récents, tous ces auteurs convergent vers une même définition de l'inconnu et la distinguent de celle de black swan (Taleb 2007) (Feduzi et al., 2022). Le connu correspond à tous les éléments du monde dont un individu a connaissance, et un inconnu est un trou dans cet ensemble de connaissances. Un élément du monde est n'importe quelle réalité passée, présente ou future. Le known unknown (inconnu connu) est le trou de connaissances dont l'individu a conscience, alors que le unknown unknown (inconnu inconnu) est le trou de connaissances dont l'individu n'a pas conscience. Le

black swan quant à lui est un choc, une surprise violente qui a déjà eu lieu, et qui est relatif à une personne (d'autres personnes s'y attendaient). Le Black Swan a donc été précédé par un unk unk. Pour la suite de nos travaux de recherche, nous reprendrons cette définition de Feduzi et al. (2022). Le Tableau 2 résume le lexique et les définitions que nous conserverons pour la suite.

Tableau 2 — Définitions pour le reste de la thèse

Soit X, un individu ou un groupe d'individus...

Nature de la connaissance	Définition	Sources
Connu connu	Information connue de tous	Ingham et Luft (1955), Morris et Massie (2011), Wideman (1992), Rumsfeld (2002)
Connu inconnu	Information connue par X, mais inconnue des autres	Ingham et Luft (1955), Morris et Massie (2011)
Inconnu connu	Information inconnue par X qui en a conscience, car connue des autres	Ingham et Luft (1955), Morris et Massie (2011), Wideman (1992), Rumsfeld (2002), Loch et al. (2011), Weick et Sutcliffe (2007), Ramasesh et Browning (2014)
Inconnu inconnu	Information inconnue par X qui en est inconscient car inconnue de tous	Ingham et Luft (1955), Morris et Massie (2011), Wideman (1992), Rumsfeld (2002), Loch et al. (2011), Weick et Sutcliffe (2007), Ramasesh et Browning (2014)
Inconnu inconnu connaissable	Information inconnue par X, qui en est inconscient, mais qui a les moyens d'en prendre conscience	Ramasesh et Browning (2014)
Inconnu inconnu inconnaissable	Information inconnue par X, qui en est inconscient, et qui n'a pas les moyens d'en prendre conscience	Ramasesh et Browning (2014)

1.1.2. MANAGEMENT DE PROJET DANS L'INCONNU PAR UNE INGENIERIE DANS LES ANNEES 50

Les périodes de la Seconde Guerre Mondiale et de la Guerre Froide, marquées par une course à l'innovation de défense, ont vu naître de nombreux projets technologiques radicalement innovants : le projet Manhattan a permis le développement de la bombe atomique, le projet Atlas pour un missile balistique, le projet Polaris pour les missiles balistiques atomiques sous-marins, le projet Mercury a envoyé le premier américain dans l'espace, Apollo, etc. (Lenfle et Loch 2015). Ces projets sont considérés comme de belles illustrations et leçons de management de projet d'ingénierie dans l'incertain imprévisible (unforseeable incertainties), dans l'unknown unknown

(Lenfle 2008a). Pour commencer, ces projets ont vu le jour à partir d'objectifs flous : fabriquer une bombe atomique, aller dans l'espace, créer des missiles sous-marins, etc. Une fois formulés, ces projets se sont engagés dans une course contre la montre pour contribuer à la victoire militaire. Le premier projet marquant de cette époque est le projet Manhattan (Lenfle 2008b ; a ; Lenfle et Loch 2010 ; Lenfle 2011 ; Lenfle et Loch 2015 ; Lenfle 2019). Son chef de projet, le Général Leslie Groves, a pris conscience de l'ampleur de l'inconnu auquel il était confronté à la suite d'une réunion avec les scientifiques de l'Université de Chicago, qui ne pouvaient affirmer la quantité de matière fissile nécessaire pour la fabrication d'une bombe : « *Most important of all, it completely destroyed any thought of reasonable planning for the production plants of fissionable materials. (...). While I had known that we were proceeding in the dark, this conversation brought it home to me with the impact of a pile driver. There was simply no ready solution to the problem we faced, except to hope that the factor of error would prove to be not quite so fantastic* » (Groves 1962 : 40 ; Lenfle 2019). En réalité, le Général Groves faisait face à deux inconnus : la production de matières fissiles et la conception de la bombe en elle-même. Confronté à cette situation, Groves a décidé d'abandonner toutes les procédures usuelles de management de projet de l'époque (ibid 1962 : 70). Il a adopté une stratégie d'ingénierie et d'exploration concourantes, qui favorisent l'apprentissage par l'expérimentation en essai- : l'équipe a lancé l'exploration de plusieurs solutions simultanément, appelée stratégies parallèles ; la construction des usines a débuté alors que la recherche fondamentale était encore en cours. En effet, l'innovation est directement liée à l'émergence de nouvelles connaissances, qui rendent possible la création de nouveaux produits (Nonaka *et al.* 1997). Or, à cette époque, l'expertise débutait sa constitution. À cela s'ajoute le contexte d'urgence. Ces deux éléments ont favorisé la mise en place de processus de systématisation d'apprentissage rapide, qu'est l'ingénierie multi-concourante. De cette manière, l'expertise peut se constituer rapidement aussi bien autour du produit que de son procédé de fabrication, donc autour de ces deux inconnus identifiés par le Général Groves.

Par ailleurs, deux facteurs ont favorablement contribué au maintien de la motivation des équipes et du sens commun autour du projet : le manager de projet, et la réunion hebdomadaire. Ces deux vecteurs ont en effet favorisé le partage des connaissances : le chef de projet en tant que point central entre toutes les équipes, et la réunion hebdomadaire comme moyen de diffusion des informations entre tous les membres des équipes, maintenant le moral et renforçant la croyance en un objectif et une responsabilité commune.

Trois ans après, la bombe atomique est née. Cette gestion de projet a fortement inspiré celle des autres projets de la Guerre Froide. Le projet Atlas a également été confié à une organisation spécifique ayant tous les pouvoirs de décision sur l'ensemble des acteurs ; cette organisation a

employé la stratégie parallèle, l'apprentissage par essai-erreur (permettant ainsi de développer un second missile [Titan]), et l'ingénierie concourante (faisant chevaucher les périodes de recherche, de développement et de construction des moyens de production)(Lenfle et Loch 2010). De la même manière, la gestion du projet Polaris, bien que plus connu pour l'utilisation du PERT (Program Evaluation and Review Technique), présentait également des similitudes, telles que la priorisation du planning sur le budget, la volonté d'apprendre par essai-erreur afin d'améliorer les caractéristiques progressivement, ou encore la stratégie de concourance en faisant travailler l'armée de l'air et la marine simultanément (Lenfle et Loch 2010).

Nous pouvons donc déduire qu'à cette époque, pour traiter un inconnu connu en situation d'urgence, il faut mettre en place des processus d'apprentissage et de construction de l'expertise efficaces et rapides, que sont l'apprentissage par essai-erreur, l'ingénierie concourante sur les projets et les processus de production et la circulation régulière des connaissances entre les concepteurs. Cependant, il est important de rappeler que jusqu'aux années 60, il existait différentes formes de projet d'ingénierie : projets militaires, plates-formes pétrolières, barrages... dont les expertises et les méthodes de gestion étaient scrupuleusement gardées secrètes par les entreprises qui en étaient responsables. Il n'existait donc pas de standardisation des méthodes de gestion de projet, transversales à tous les milieux d'ingénierie (Garel 2003).

1.1.3. RATIONALISATION DE LA GESTION DE PROJET ET DE LA GESTION DE L'INCONNU DANS LES ANNEES 60

Le projet Manhattan, ainsi que les autres évoqués précédemment, sont souvent cités comme étant à l'origine des théories de la gestion de projet d'ingénierie (Lenfle et Loch 2010 ; Meredith *et al.* 2017). En effet, dans les années 50, les théories de la décision reprennent les grands principes de ces projets. Elles encouragent le recours à la concourance lorsque la conception est totalement nouvelle, que les connaissances scientifiques sous-jacentes sont manquantes, et que le décideur, pressé par le temps, ne peut attendre les résultats d'études plus poussées pour prendre des décisions (Lenfle et Loch 2010 ; Lenfle 2011). La recherche parallèle de plusieurs alternatives présente plusieurs avantages comme le gain de temps, l'apprentissage rapide de connaissances par une approche d'essai-erreur et un résultat souvent meilleur et moins coûteux que dans le développement d'une solution unique. Elle a également le pouvoir de révéler une diversité d'inconnus inconnus, ce qui est amplifié par la confrontation des connaissances acquises et cumulées. Cependant, ces principes se sont perdus dès le début des années 60, d'abord marqué par le rattrapage technologique de l'armée américaine, qui met un terme à la course à l'innovation pour la sécurité nationale, ensuite par une volonté de contrôle du budget de l'armée (Hitch et

McKean 2013). La stratégie de « performance quel qu'en soit le coût » est remplacée par « la performance aux coûts optimisés ». Dans cet objectif, le nouveau Secrétaire à la Défense américaine, McNamara, a mis en place le Program Planning and Budgeting System (PPBS), qui insiste sur l'analyse, la planification et le contrôle des projets dans une phase amont. Ce système exige de définir précisément les objectifs du projet avant de le développer, pour réduire les incertitudes liées, et ainsi supprimer la nécessité de lancer des expérimentations simultanées. Le PPBS insiste également sur l'approche par phase, permettant de lancer la phase suivante uniquement si la phase précédente est achevée, mettant ainsi un terme à la gestion de projet concourante (Lenfle et Loch 2010). De la même manière que le projet Manhattan a influencé la littérature des années 50, ces changements d'organisation de projet dans l'armée américaine ont inspiré les théories de la gestion de projet des années 60. Cette période s'est accompagnée d'une standardisation globale des méthodes et des outils de gestion (Garel 2003). Des institutions professionnelles pour la gestion de projet sont apparues (PMI, Project Management Institute en 1969 aux États-Unis ; Association Française des Techniciens et Ingénieur en Estimation et Planification, International Project Management Association, etc.) et ont contribué à la diffusion d'outils et de méthodes standardisés (WBS Work Breakdown Structure ou décomposition du projet en lots dans un organigramme technique ; méthodes de planification, PERT [Program Evaluation and Review Technic ou méthode potentiel-étapes], outils de contrôle des coûts...) (Garel 2003 ; Lenfle et Loch 2010). Ces outils contribuent à une division très organisée de l'acquisition et de la validation des connaissances d'ingénierie. Le développement de nouveaux projets par étape s'est généralisé dans les années 70. Cette approche promettait une meilleure maîtrise des coûts et des délais, mais supposait que l'incertitude pouvait être limitée dès le départ. Elle démontrait que l'apprentissage par essai-erreur, les expérimentations parallèles et l'ingénierie concourante présentaient trop de risques en matière d'augmentation des coûts et de perte de temps en cas de remaniement du projet. Ces pratiques standardisées qui dominent encore aujourd'hui sont illusoire en matière de gestion du risque et d'inconnus, car elles réduisent fortement l'effort de construction de l'expertise par l'exploration, et donc la recherche d'inconnus inconnus (Lenfle et Loch 2010). Les projets de défense contemporains continuent d'exiger des solutions de pointe, en raison de l'incertitude technologique ou de problèmes émergents entre les parties prenantes au développement. Plus largement, on entend par nouveau projet, un projet qui cherche de nouveaux marchés ou qui intègre une nouvelle technologie, contenant ainsi une part inévitable de risques et d'inconnus. De plus, aucun projet ne peut échapper aux potentielles incertitudes imprévisibles non identifiées pendant la phase de planification ou de définition du projet. Comme évoqué dans la partie 1.1, l'incertitude

imprévisible où les inconnus peuvent être causés par des événements impensables, exigeant des approches de gestion de projet plus organisée face à la diversité des inconnus et de leurs interactions.

1.1.4. IMPACTS DE LA GESTION DE L'INCONNU SUR LES EQUIPES PROJET : GESTION DU RISQUE RESIDUEL ET FAIBLE GENERATIVITE DES ANNEES 70 A AUJOURD'HUI

Les théories de la décision et de la gestion du risque sont apparues afin de répondre aux limites de la gestion de projet des années 70 (Wideman 1992 ; Lampel *et al.* 1996 ; Weick et Sutcliffe 2007 ; Sommer *et al.* 2009 ; Loch *et al.* 2011 ; Morris et Massie 2011 ; Feduzi et Runde 2014 ; Ramasesh et Browning 2014 ; Le Masson *et al.* 2018 ; Feduzi *et al.* 2022). Les théories de la gestion du risque dans les projets ont pour objectif de réduire les risques intrinsèques au projet ou de les éviter, tout en maximisant l'opportunité finale espérée (Wideman 1992). Ces théories ne font pas la distinction entre inconnu et risque, proposant ainsi à l'équipe projet de les traiter de la même manière.

La première théorie générale de statistique de la décision dans l'incertain a été formulée, d'abord par Wald (1939, 1950a ; b), complétée ensuite par la théorie de l'utilité subjective attendue (SEUT) de Savage (1951, 1972), et également codifiée dans les sciences de la gestion par Raïffa et Schlaifer (1961). Cette théorie contribue à apprivoiser un certain type d'inconnus, c'est-à-dire ceux qui peuvent être réduits à l'état d'incertain. Ces progrès sont illustrés par une série d'articles publiés dans les années 1990 sur l'évolution de l'« unknowledge » en économie et dans les travaux de Shackle (Frowen 1990) : les contributeurs montrent que certains types d'« unknowledges » peuvent être gérés grâce aux théories de la décision (Hey 1985 ; Frowen 1990 ; Lachmann 1990 ; Loasby 1990). D'autres travaux en théorie du risque proposent des solutions pour que les équipes projet faisant face à des inconnus puissent les réduire à l'état d'incertitudes acceptables ou de risques maîtrisés (Wideman 1992 ; Loch *et al.* 2011). Cependant, les travaux en économie et statistiques de la décision montrent qu'un type d'inconnus se situe au-delà des limites de la théorie de la décision dans l'incertain : l'« hypothèse résiduelle », à savoir la « surprise potentielle », l'évènement qui ne peut être formulé et pris en compte dans les différents états du monde repérés. Ce risque résiduel est également identifié dans les travaux en gestion de projet sous le nom d'inconnus connus, inconnus inconnus (Loch *et al.* 2011 ; Ramasesh et Browning 2014 ; Le Masson *et al.* 2018). La conscience de ce risque résiduel est essentielle dans le déroulement d'un projet, car il peut engendrer des alternatives dont les conséquences sont imprévisibles par les équipes projet et souvent désastreuses, forçant ainsi les équipes projet à revoir radicalement les décisions prises initialement. Une distinction dans la gestion de risque projet doit donc être

faite entre les inconnus dont les risques et les conséquences sont maîtrisables, et les inconnus empreints d'un risque résiduel incontrôlable, aux conséquences potentiellement catastrophiques sur la robustesse des travaux d'ingénierie. La gestion de ces derniers nécessite préalablement que les équipes projet aient conscience qu'il y a des éléments qu'elles ne savent pas, et qu'elles aient une capacité décisionnelle à s'adapter aux nouvelles voies ouvertes par ces inconnus, ou à trouver les moyens de revenir à la voie initiale du projet (Loch *et al.* 2011). Plusieurs auteurs ont défini des méthodes et des procédés pour permettre aux équipes projet de gérer ces inconnus résiduels. Certains ont proposé d'ajouter une phase d'analyse supplémentaire au Product Management Risk pour identifier les risques liés au projet, les probabiliser et y répondre (Wideman 1992 ; Loch *et al.* 2011) mais aussi pour anticiper les risques liés aux relations entre les parties prenantes du projet (Ramasesh et Browning 2014). D'autres auteurs proposent des outils pour imaginer des scénarii extrêmes afin de mieux les anticiper (Loch *et al.* 2011 ; Feduzi *et al.* 2022). D'autres encore suggèrent de lancer plusieurs projets simultanément et de sélectionner celui qui fonctionnait le mieux, comme dans le projet Manhattan (Loch *et al.* 2011). Certains proposent de rechallenger les projets en cours dès lors qu'il y a de nouvelles connaissances (Loch *et al.* 2011), ou encore d'améliorer la communication des informations entre les groupes pour partager la connaissance des inconnus (Feduzi *et al.* 2022), ou bien de créer des documentations qui serviront de rampes d'apprentissage (Wideman 1992). Dans des travaux plus récents, certains auteurs suggèrent d'élargir systématiquement le champ des possibles, afin d'inscrire explicitement les inconnus inconnus dans les activités projet (Thompson 2003 ; Le Masson *et al.* 2018 ; Troqe 2021 ; Feduzi *et al.* 2022).

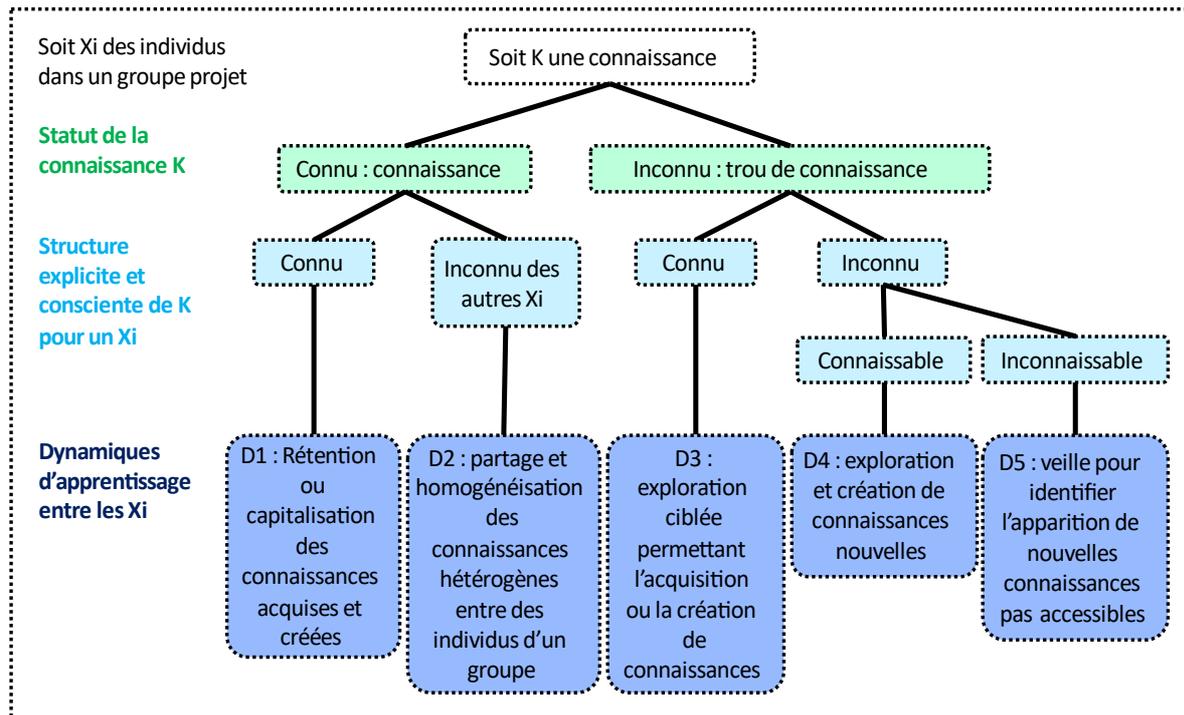
Cependant, si les techniques proposées pour maîtriser ces inconnus sont nombreuses, la littérature offre peu d'études de cas ayant éprouvé ces diverses méthodes, et permettant d'en analyser les bénéfices pour les équipes projet. Il existe donc une absence de démonstration de la pertinence et de l'efficacité de ces méthodes. Par ailleurs, la gestion d'inconnus inconnus est en réalité ambiguë. Il faut distinguer les inconnus inconnus associés aux risques incertains des véritables inconnus inconnus associés au risque résiduel. L'incertitude renvoie à la probabilité d'occurrence d'un événement dont la nature est connue. L'inconnu renvoie à la nature même de l'événement. Pour les incertitudes, le risque peut être maîtrisé et devenir acceptable, grâce aux techniques classiques de gestion des risques, tandis que les inconnus, dont le risque résiduel est plus menaçant, sont traités grâce à de nouvelles méthodes ou procédés qui servent à enrichir les méthodes classiques de gestion de risques. De cette manière, la gestion des inconnus inconnus est présentée ici comme une extension de la gestion des risques. Par ailleurs, ces risques n'existent que dans un projet bien défini. Sans projet, il n'y a pas de risques, et donc il n'y a pas de nécessité

à utiliser ces méthodes de gestion de risques. Ces méthodes permettent aux équipes projet d'anticiper les risques associés à un projet défini, mais elles ne permettent pas aux équipes projet d'anticiper d'autres risques qui ne seraient pas associés au projet par ses membres. **Ainsi, la gestion des inconnus par la gestion des risques est limitée, et ne permet pas aux équipes projet d'explorer des inconnus en dehors du cadre fixé collectivement pour le projet. Enfin, ces méthodes traitent de l'inconnu sans pour autant permettre aux équipes projet de distinguer les inconnus connus, inconnus, inconnus connaissables ou inconnaissables, conduisant à se focaliser sur les premiers. Ceci nous conduit à aller interroger un second pan de la revue de littérature sur l'inconnu en tant que ressource de conception.**

1.1.5. MODELE DES INCONNUS ET DES DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE ASSOCIEES

De cette littérature, nous pouvons formaliser un modèle des inconnus et des dynamiques d'apprentissage associées. La littérature sur les différentes formes des inconnus de la partie 1.1.1, nous permet de formaliser le statut de la connaissance (de K) entre ce qui est connu et ce qui est inconnu (en vert). Ensuite, nous avons adopté le point de vue d'un individu « Xi » dans un groupe d'individus X impliqués dans un projet. Toujours à partir de la littérature et du résumé en tableau 2, nous avons établi la structure explicite et consciente des connaissances du point de vue de Xi (en bleu). Le reste de la littérature sur l'évolution de la gestion de projet nous propose différents outils d'apprentissage pour chaque type de connu et d'inconnu. Par exemple, dans le projet Manhattan, les réunions hebdomadaires ont contribué à mettre en commun des informations détenues par une partie des concepteurs. Lors de la rationalisation des années 60, l'analyse amont avait pour objectif d'identifier les inconnus inconnus connaissables. Ainsi, pour chaque structure explicite de K, nous avons rassemblé les outils de chaque période, qui favorisaient les apprentissages. À partir du classement de ces outils, nous avons nommé en intention les dynamiques d'apprentissage de Xi pour chaque structure explicite de K (en bleu clair) (Figure 2). Ce modèle peut ainsi être utilisé dans le cadre de la gestion d'un projet, pour identifier des outils à mettre en place dans le but de garantir l'apprentissage des individus impliqués dans le projet, selon les différentes situations explicites du savoir. Ainsi, ce modèle contribue à soutenir le développement de l'expertise collective par le développement de l'expertise individuelle.

Figure 2 — Dynamiques d'apprentissage par rapport aux structures explicites de la connaissance



1.2. LA GESTION DE L'INCONNU EN TANT QUE RESSOURCE DE CONCEPTION POUR UN PROJET D'INGENIERIE

Dans un contexte de forte compétition, les offres s'uniformisent. Les entreprises se sont aperçues que la réduction du prix de vente par la réduction des coûts ou par les gains de productivité deviendrait alors l'argument principal de vente pour les clients. Or, la guerre des prix présente une limite, celle de la réduction de la marge qui se traduirait à terme par la limitation des capacités d'investissement. Pour éviter cette situation, le développement de nouvelles offres apparaît comme stratégique, car il apporte à l'entreprise un avantage concurrentiel et crée une rente momentanée. Il existe en effet un temps de grâce avant que les concurrents ne proposent un produit similaire ou une innovation qui annihile la proposition de valeur. La vitesse de développement de nouveaux produits devient un enjeu prioritaire, obligeant ainsi les entreprises à optimiser leurs processus de conception. Cela a donné naissance à deux types de régimes de conception : la conception réglée qui améliore l'existant, et la conception innovante pour les nouvelles offres. Dans les deux cas, les acteurs de la conception partent d'un inconnu pour concevoir de nouveaux objets, mais la nature de ces inconnus varie selon le régime de conception mobilisé collectivement (1.2.1). Cependant, l'identification et la gestion de ces inconnus dans une ingénierie peuvent provoquer des désalignements entre les acteurs d'un même bureau d'études (1.2.2).

1.2.1. REGIMES DE CONCEPTION, INCONNUS ET DESIRABILITE

En première lecture, la définition générique de la conception proposée par l'AFNOR en 1988 consiste en une « *activité créatrice, qui, partant des besoins exprimés et des connaissances existantes, aboutit à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisable* ». Cette définition révisée et étendue depuis, illustre bien les restrictions classiques : il existerait des besoins existants (known unknowns), les connaissances nécessaires sont disponibles (known knowns). Cette définition de la conception a évolué avec les régimes de conception, permettant d'intégrer la création de connaissances à partir de l'inattendu (unknown unknowns) et la création d'alternatives (knowable unknown unknowns) (Le Masson *et al.* 2014 : 21).

Le régime de conception quant à lui comporte trois dimensions. La première correspond au raisonnement de conception, extension des théories de la décision (Wald 1939 ; Savage 1951 ; Raifa 1968), qui modélise le raisonnement de décision comme ceci : soit X un ensemble d'objets, $K(X)$, les connaissances relatives à ces objets, $D(X)$ les décisions possibles sur ces objets et $P(X)$ une performance associée aux décisions (Tableau 3), alors les décisions $D(X)$ sur l'objet X sont connues au départ $D(X) \subset K(X)$, les solutions $P(X)$ n'existent que si elles sont possibles en $K(X)$. Ainsi, « *la théorie de la décision nous permet de choisir la meilleure alternative parmi des alternatives [déjà] connues, mais elle ne permet pas de générer des alternatives nouvelles* » (Le Masson *et al.* 2014 : 25). Dépassant les théories de la décision, les théories de la conception s'intéressent aux cas où les propositions $P(X)$ ne sont pas décidables dans $K(X)$, qu'elles n'existent pas. Cela signifie qu'il n'y a pas de décisions $D(X)$ connues dans $K(X)$ permettant de réaliser ces $P(X)$. Un nouvel X_x inconnu et inobservable, dont les caractéristiques seront le résultat de l'exploration, est alors nécessaire. La conception de X_x est l'ensemble des décisions D à prendre et des apprentissages ΔK à faire pour que X_x soit connu dans le nouveau $K(X)$ étendu, $K'(X)$. On passe ainsi de $D(X_x) \not\subset K(X)$ dans la théorie de la décision à $D(X_x) \subset K'(X)$ dans la conception. La deuxième dimension du régime de conception est la forme d'organisation collective qui s'assure de la coordination des tâches entre les différents métiers, de leur cohésion, et du common purpose (Segrestin 2006). Le projet en ingénierie concourante en est un exemple précédemment évoqué. La troisième et dernière dimension est la performance de génération d'objet nouveau considérant des inputs, soit les ressources associées au régime particulier, tel que les effectifs de R&D, ou les connaissances et capacités de production de connaissances ; et les outputs, soit l'expansion opérée, aussi bien en termes de nature de l'innovation conçue, que d'expansion de connaissances.

Tableau 3 — Résumé du raisonnement de conception

X	K(X)	D(X)	P(X)
Un objet à concevoir	Les connaissances associées à cet objet	Les décisions possibles pour faire exister cet objet	Les propriétés attendues de cet objet.
			Si ces performances ne sont pas connues dans K(X) alors il n'y a pas de décisions possibles à prendre, il faut alors étendre ces connaissances : K (X) pour pouvoir prendre des décisions pour atteindre P(X)

Aujourd'hui, plusieurs régimes de conception ont été identifiés, et organisés en deux familles (Le Masson *et al.* 2014) :

- D'une part, les régimes de conception réglée maximisent la conservation de la base de connaissances initiale K(X) dans la base étendue K'(X) et minimise les expansions P (X_x) en les contraignant à des performances minimales acceptables. Ils améliorent le dominant design des objets X, le dominant design étant un modèle de conception dans lequel les produits partagent les mêmes points de référence en termes de performances, de fonctions, d'architectures, de technologies et de compétences (Abernathy et Utterback 1975) ;
- D'autre part, les régimes de conception innovante visent à renouveler profondément le dominant design de X avec de nouveaux objets X_x, en maximisant l'exploration de nouvelles connaissances en variété pour étendre K(X) à K'(X), et dont les performances P (X_x) doivent être atteignables et réalisables.

Ainsi, la nature de l'inconnu traitée semble différer selon le régime de conception.

1.2.1.1. LA CONCEPTION REGLEE ET L'EVOLUTION DE L'IDENTITE DE L'OBJET : L'EXPERTISE DES INCONNUS CONNUS

Le régime de conception le plus ancien, et le plus largement diffusé dans les entreprises est le régime de conception réglée qui bénéficie de 200 ans d'optimisation (Le Masson et Weil 2013 ; Le Masson *et al.* 2014 ; Le Masson et Weil 2014a). Il apparaît pendant la première révolution industrielle, sous le nom de **conception sauvage**. Ses ressources se composent de quelques ingénieurs aux connaissances scientifiques et techniques sur l'objet X à concevoir en structuration (la filature mécanique, le chemin de fer, la machine à vapeur, etc.). L'apprentissage K(X) s'effectue

essentiellement par essai-erreur pour résoudre les problèmes rencontrés sur la génération d'objets précédents, et améliorer les générations d'objets suivantes. Par la même occasion, le concepteur peut affiner les caractéristiques de performance et stabiliser l'identité de l'objet.

La conception sauvage évolue et devient ensuite **la conception réglée paramétrique**, ou la conception en recette. Ce régime permet aux pays moins développés de rattraper leur retard industriel en maximisant le développement de produits tout en organisant et en limitant l'acquisition de connaissances. Les ressources se composent de deux types de concepteurs. Le premier est un concepteur de recettes de conception, c'est-à-dire, des règles de conception permettant de stabiliser le processus de développement d'objets qui seront conçus par un deuxième concepteur. Pour concevoir les recettes de conception, le premier concepteur réalise un important travail d'exploration et de production de connaissances $K(X)$, tandis que le concepteur utilisant les recettes n'a besoin de connaître que quelques paramètres pour utiliser les règles. Grâce à ces règles, ce n'est plus un objet, mais une famille d'objets, qui peut être conçue, ce qui assure leur adéquation avec l'environnement ciblé. Cependant, ce régime de conception est faiblement expansif, car ce seront toujours des objets déjà pensés dans les règles, et donc davantage des homothétiques ou des combinaisons du même objet que des objets totalement nouveaux. Que ce soit pour concevoir une recette visant l'amélioration du procédé de conception d'un produit, ou pour concevoir un produit aux performances définies dans la recette utilisée, ces deux activités de conception adressent les inconnus connus.

La conception réglée paramétrique a laissé sa place à la **conception réglée systématique**, encore très répandue aujourd'hui. Ce régime de conception adresse l'augmentation des volumes de production, l'efficacité industrielle qui en découle, et la hausse d'exigences formulées par les clients. Il permet de concevoir des familles de produits couvrant l'ensemble des besoins clients, grâce à un cahier des charges défini par le client, et à la standardisation de pièces. Ces pièces standardisées combinées au procédé de fabrication offrent une souplesse qui facilite l'intégration des améliorations techniques et des innovations. Les ressources de ce régime de conception se composent de deux concepteurs, comme dans la conception paramétrique : un concepteur des modèles génératifs basés sur l'usage de pièces standardisées (comment fabriquer un maximum d'objets avec les pièces standardisées), et le concepteur d'objets qui doit suivre les modèles génératifs conçus précédemment et pouvant contribuer à la conception de nouvelles pièces standardisées ou de règles de conception. Ce régime de conception permet l'identification de quatre langages de conception pour décrire l'objet à concevoir (Le Masson et Weil 2014a : 9) :

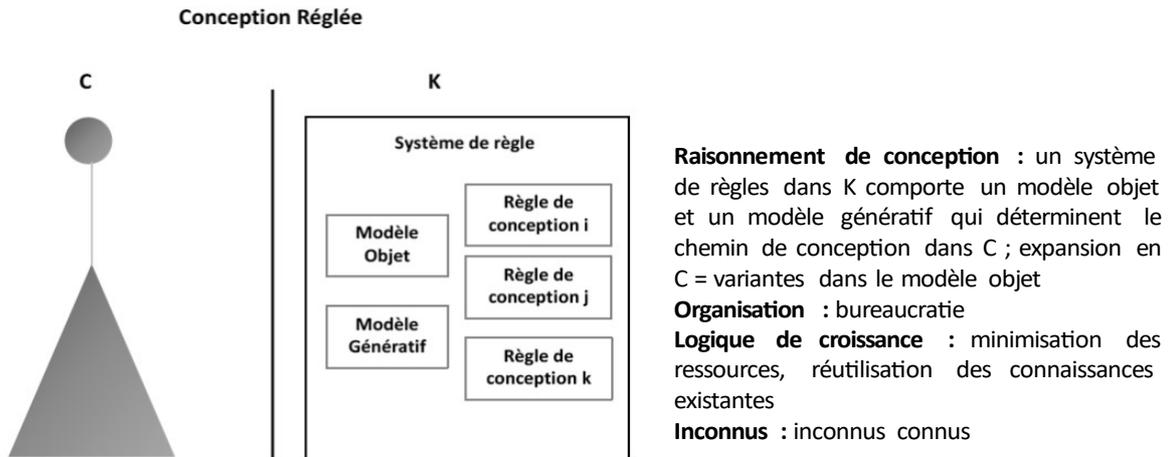
- le langage fonctionnel permet d'exprimer les besoins du client à travers les spécifications fonctionnelles du futur produit ;

- le langage conceptuel (où l'on retrouve les grands langages de l'ingénieur : mécanique, résistance des matériaux, cinématique, thermodynamique, hydraulique, électricité...) exprime les principales techniques et technologies nécessaires pour réaliser les fonctions précédentes ;
- le langage physico-morphologique est le langage de conception morphologique sur la base du schéma technologique obtenu dans la phase précédente ;
- et le langage de la conception détaillée dans lequel les contraintes des procédés de fabrication vont intervenir pour définir les moindres formes des pièces élémentaires.

Dès lors, la conception est présentée comme un processus étagé articulant séquentiellement ces quatre langages. Les bureaux d'études ne tardent pas à organiser leurs activités autour de ces langages, qui vont devenir les instruments principaux de professions distinctes. Leur performance est telle que les deux formes précédentes d'organisation de la conception vont progressivement s'effacer ou se fondre dans ce nouveau modèle. En effet, à chaque niveau de langage, les concepteurs peuvent explorer des variantes et générer des alternatives, augmentant ainsi leur pouvoir génératif au sein du dominant design de l'objet, et par la même occasion l'expansion des objets conçus. Ainsi, la performance de ce régime réside dans la forte capacité d'expansion des propriétés de l'objet $P(X)$, tout en limitant l'effort de production de nouvelle connaissance $K'(X)$. L'exploration d'alternatives conditionnées au dominant design de l'objet, et réalisée à chaque niveau de langage, cherche également à améliorer l'existant, et de ce fait, adresse des formes d'inconnus connus.

De manière générale (Figure 3), le régime de conception réglée vise à améliorer les processus de conception, et la qualité des objets à concevoir tout en minimisant l'acquisition de nouvelles connaissances. Les inconnus qui sont adressés par ce régime de conception portent donc sur la performance de l'objet à concevoir et des procédés. Ainsi la conception réglée adresse des inconnus connus, ou plus précisément des inconnus imaginables, réalisables, qui gravitent autour du dominant design. Cependant, si toutes les entreprises d'un même secteur travaillent sur ces inconnus accessibles, cela contribue à une raréfaction des idées nouvelles. Face à ce danger, la régénération de l'inconnu, l'extension de l'inconnu imaginable, apparaît comme une alternative fortement souhaitable. L'enjeu pour l'entreprise est alors d'apprendre à déplacer la frontière de l'imaginable accessible (Le Masson et Weil 2014b).

Figure 3 — Modélisation de la conception réglée (Le Masson et Weil, 2010)

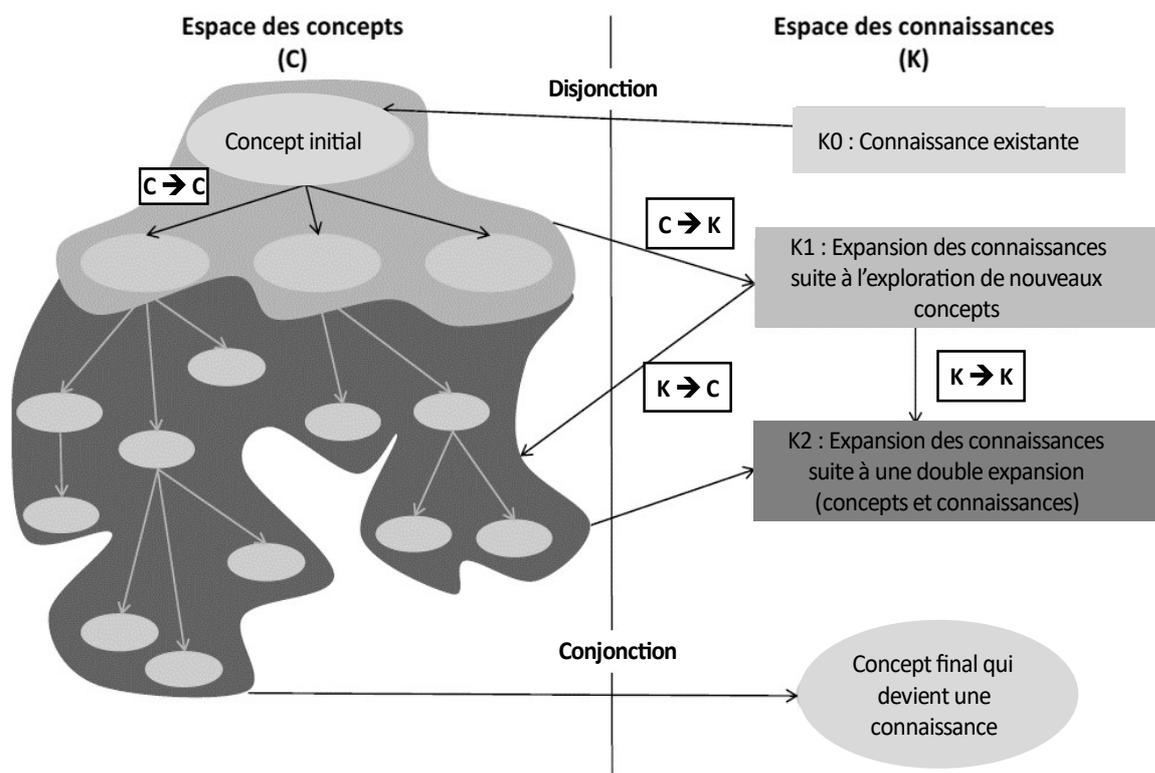


1.2.1.2. LA CONCEPTION INNOVANTE ET LA REDEFINITION DE L'IDENTITE DE L'OBJET ET DES REGLES DE CONCEPTION : DES INCONNUS DESIRABLES

À partir des années 90, un nouveau régime de conception émerge (Le Masson *et al.* 2006 ; Hatchuel et Weil 2009 ; Le Masson et Weil 2010 ; Hooge *et al.* 2012 ; Agogué *et al.* 2013 ; Le Masson *et al.* 2014). Contrairement aux régimes de conception réglée, dont les buts étaient l'innovation continue, incrémentale et robuste, la conception innovante vise la créativité, la disruption, la révision des dominant designs. De ce fait, les pratiques de conception réglée fournissent aux concepteurs des moyens de conception contraints par le dominant design, tandis que les pratiques de conception innovantes permettent de s'éloigner du dominant design et des règles de conception. Pour ce faire, si la conception réglée emploie comme ressources la quantité de concepteurs et l'intensité des bureaux d'études, la conception innovante s'appuie surtout sur la variété minimale des compétences de l'organisation, pour explorer différents types de connaissances. Le point de départ du raisonnement de conception est un concept (X_x), au sens de la théorie C-K (Hatchuel et Weil 2009), il doit contenir une part d'inconnu dans l'espace $K(X)$, et être désirable, c'est-à-dire qu'il doit contribuer à une amélioration de valeur pour le concepteur ou l'utilisateur (Le Masson *et al.* 2018). Apparaît ainsi une nouvelle nature d'inconnus : les inconnus désirables. Ce concept X_x inconnu n'existant pas dans l'espace de connaissance $K(X)$, encourage et guide par sa désirabilité l'exploration de nouvelles connaissances pour lever la part d'inconnu de X_x (Le Masson *et al.* 2014). S'ensuivent alors des allers-retours entre deux espaces cognitifs, qui se nourrissent mutuellement (Figure 4) : l'espace des « connaissances » qui sont des propositions connues, des savoirs stabilisés, dans le sens où il est possible de dire si elles sont vraies ou fausses (les connus connus) ou d'identifier quelqu'un qui saurait le faire (les connus

inconnus) ; et l'espace des « concepts » qui sont des propositions inconnues dans le sens où il n'est pas possible de leur attribuer de statut logique (les inconnus connus) (Hatchuel et Weil 2009). Soit le concept initial engendre des sous-concepts ($C \rightarrow C$) permettant ainsi d'identifier des inconnus inconnus connaissables, soit il implique la recherche de nouvelles connaissances ($C \rightarrow K$), donc l'identification de connus inconnus ; de la même manière, soit les connaissances produisent des connaissances totalement nouvelles (inconnus inconnus) ou acquises grâce à d'autres personnes ayant ces connaissances (inconnus connus) ($K \rightarrow K$), soit les connaissances permettent la formulation de nouveaux sous-concepts ($K \rightarrow C$), donc d'inconnus inconnus connaissables (Le Masson et Weil 2014b). Il y a alors une double expansion dans les connaissances et les concepts, qui permet d'engendrer des objets inconnus à partir de faits connus (Cabanes 2017).

Figure 4 — Modélisation de la théorie C-K (Cabanes, 2017, p. 46)

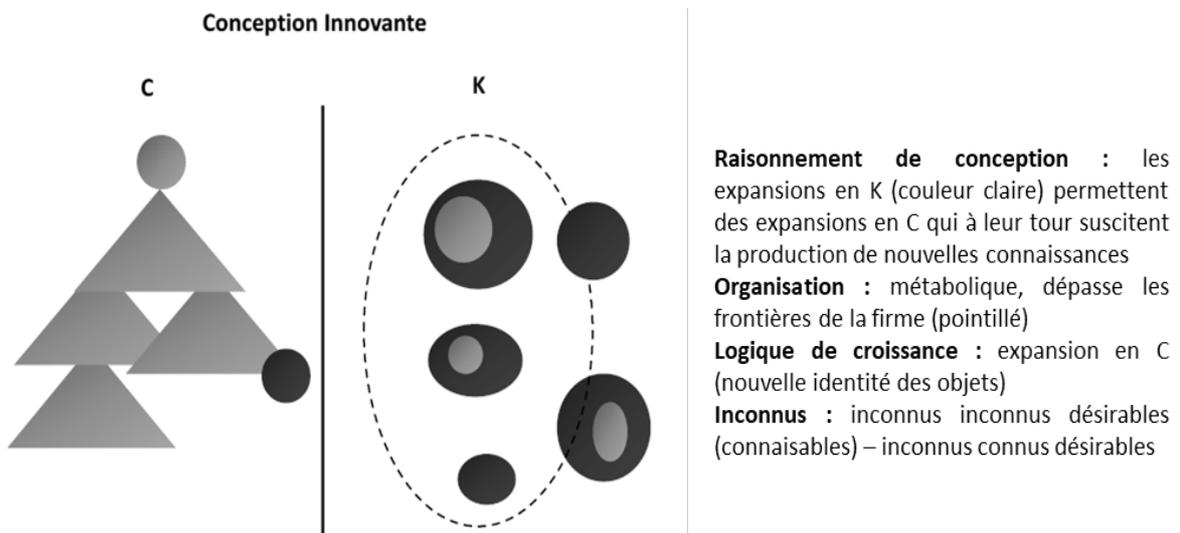


Les outputs de la conception innovante correspondent donc à cette capacité à créer de nouveaux objets, en révisant les dominant designs en place et en s'éloignant des règles de conception définies par la conception réglée. Il est donc difficile d'observer l'amélioration du rendement des projets comme en conception réglée. Il est plus pertinent d'observer l'évolution, l'acquisition de nouvelles compétences, et la réutilisation des connaissances « produites en excès » au fur et à mesure des projets (Le Masson *et al.* 2006, 2014). Par conséquent, le régime de conception

innovante traite essentiellement d'inconnus désirables, que l'on peut associer aux inconnus inconnus connaissables. Le raisonnement de conception innovante permet aux inconnus inconnus connaissables d'évoluer à l'état d'inconnus connus puis de connus connus, grâce à l'extension de $K (X_x)$.

Pour résumer (Figure 5), la conception innovante permet d'apprendre à déplacer la frontière de l'imaginable accessible (Le Masson et Weil 2014b). Ce régime de conception vise à revoir l'identité de l'objet à concevoir, tout en réalisant une exploration minimale, mais variée, originale et robuste. Ainsi la conception innovante adresse davantage les inconnus inconnus connaissables, tandis que la conception réglée adresse essentiellement les inconnus connus.

Figure 5 — Modélisation de la conception innovante (Le Masson et Weil, 2010)



1.2.2. LES IMPACTS DE LA GESTION DES INCONNUS SUR LES ACTEURS DE L'INGENIERIE : DES DESALIGNEMENTS AU SEIN DU BUREAU D'ETUDES

La mise en place de ces deux régimes de conception n'est pas sans conséquence pour les ingénieries. Nous observerons ici uniquement les tensions contemporaines apparues après les années 60 (Le Masson et Weil 2014a). Les premières tensions impactent aussi bien les ressources de conception que la nature de ce qu'il y a à concevoir. Les ressources consommées par les bureaux d'études explosent (par exemple, les effectifs du bureau d'études de Renault sont multipliés par 20 entre 1960 et 1990). Cette hausse des effectifs a pour but de répondre à la demande de variété des produits à concevoir (Le Masson et Weil 2014a). Une réponse à cette première crise est le retour dans les années 80 de l'ingénierie concurrente, remplacée par la gestion par projet dans les années 90 (Garel 2003). Concernant la nature des objets à concevoir, pour répondre à une logique de variété, le détail et les options de chaque objet à concevoir

exploient (à titre d'exemple, en 1970, le cahier des charges d'un siège automobile tient sur une feuille A4 quand il dépasse les 150 pages en 2000). La quantité d'éléments à concevoir contribue à une perte de cohérence, à une remise en cause permanente, et à des dérives sur le planning, les coûts et les prestations finales. Il y a alors un désalignement des membres du bureau d'études. C'est ainsi que **l'inconnu commun** apparaît comme une réponse à cette limite. L'inconnu devient commun dès lors que les membres d'une équipe projet sont motivés pour travailler ensemble, même si l'objectif du projet n'est pas clairement défini, mais qu'ils partagent un intérêt à explorer cet inconnu (Gillier *et al.* 2015). Pour cela, les dirigeants jouent un rôle déterminant en proposant dans leurs cadrages stratégiques des inconnus communs à atteindre (Hooge 2020). On retrouve ici trois bonnes pratiques du projet Manhattan : avoir un objectif inconnu commun, tel que « créer une bombe atomique », avoir un chef de projets, Groves, qui joue un rôle central dans la motivation des équipes, et la mise en place de l'ingénierie concurrente.

Les années 90 sont marquées par une volonté profonde de remettre en cause les règles et l'identité des objets. Chaque événement imprévu ou évolution remet en cause les modèles en place. Par exemple, l'appareil photo est bousculé par le smartphone, le moteur d'avion au kérosène par l'hydrogène, la voiture citadine par le vélo électrique, etc. (Le Masson and Weil, 2014a). Or la conception réglée est extrêmement sensible aux chocs externes, puisqu'elle n'est efficace que lorsque le dominant design est stabilisé. Il faut alors tout reconstruire. Les entreprises s'équipent pour certaines de réseaux d'experts, d'outils de veille technologique, qui permettent l'acquisition de nouvelles connaissances dans le but d'anticiper les évolutions et de proposer des solutions originales par rapport à celles des concurrents sur des objets stabilisés. Les entreprises cherchent toutes le nouveau produit rentable par rapport aux autres. Cette situation crée plusieurs formes d'inconnus :

- La conception de l'innovation est contrainte par les expertises historiques, qui se sont construites sur les produits d'origine. Pour contourner cette contrainte, la stratégie d'exploration favorise le développement de projets d'exploration indépendants, souvent sous la responsabilité d'un chef de projet « intrapreneur » soutenu par un sponsor (Hooge 2010). Pour chaque nouvelle idée, l'intrapreneur se soumet à un exercice d'analyse fine des limites et sources d'insatisfaction des objets existants et des tendances sociotechniques à l'origine des nouvelles attentes des clients (Borup *et al.* 2006). Ces savoirs lui permettront de caractériser de nouveaux concepts inconnus désirables, qui guideront l'effort de conception (Hatchuel 2013). La désirabilité d'un inconnu pour un individu se construit sur sa capacité à décrire des formes d'insatisfaction liées à l'existant et que le nouveau pourrait satisfaire. De la même façon qu'il y a une asymétrie

d'information lorsque certains individus possèdent des informations pertinentes que d'autres n'ont pas. Il y a alors une asymétrie des inconnus désirables entre les parties prenantes du projet. Par ailleurs, une forme de désirabilité peut être reconnue par certains et inconnue ou ignorée par d'autres en fonction de leur place dans l'organisation ou dans l'écosystème. Cette hétérogénéité d'inconnus désirables génère des désalignements entre les parties prenantes, car reconnus désirables seulement par certains (Hooge et Dalmaso 2015).

- Mais cette asymétrie de l'inconnu désirable entre les parties prenantes implique également une asymétrie entre l'entreprise et ses concurrents, pour concevoir ce produit différenciant. Il y a donc des inconnus connus par l'entreprise, qui sont des inconnus inconnus par les concurrents ; mais il y a aussi des inconnus connus de tous, désirables uniquement pour certains. On parlera également d'inconnu désirable asymétrique (Hooge 2020).
- Les entreprises d'un même domaine essayent toutes d'optimiser un maximum leurs produits. Or chaque optimisation réduit la rente des autres, créant un inconnu sur la durée de rentabilité de l'exploitation et l'ampleur de la destruction schumpetérienne que générera l'introduction du nouveau. Cette peur du bureau d'études, qui perçoit les limites de son système sans savoir quand elles seront atteintes, génère une autre forme de désalignement, et est appelée inconnu de robustesse, soit un inconnu connu indésirable (Hooge 2020).

Pour résumer et conclure ce premier chapitre, nous avons identifié plusieurs types d'inconnus dans la gestion de projet : les inconnus connus, les inconnus inconnus, dont certains peuvent tout de même être connaissables. L'histoire de la gestion de projet débute dans les années 50 avec le projet Manhattan, qui propose de gérer les inconnus grâce à une entité indépendante, au budget illimité, guidée par un leader motivant, c'est-à-dire, qui explicite les enjeux de désirabilité, et ayant recours à de l'ingénierie concurrente. Dans les années 60, la gestion de projet maximise la réduction du risque en partant d'un objectif de conception très précis et dont le développement est organisé en plusieurs étapes. Cependant, la réduction du risque tant désirée n'étant pas si efficace, l'ingénierie concurrente connaît un bref retour dans les années 80 après le choc pétrolier, avant d'être remplacée par l'ingénierie par projet dans les années 90. Les théories de la gestion de projet s'agrémentent de la gestion du risque et des théories de la décision pour optimiser la gestion de l'inconnu, considéré comme le risque résiduel impossible à maîtriser. Or les solutions proposées cantonnent la gestion de l'inconnu aux projets, alors que l'inconnu peut

également être une source de conception plus large, régénératrice des identités des objets. En effet, le régime de conception réglée aborde les inconnus connus permettant l'optimisation des objets ou des procédés stabilisés, alors que la conception innovante adresse les inconnus inconnus désirables pour proposer des solutions radicalement nouvelles. Dans les deux cas, des activités d'exploration plus ou moins importantes sont nécessaires, bien qu'elles puissent entraîner des désalignements dans les bureaux d'études : nécessité de partager des inconnus communs, inconnus désirables asymétriques, et inconnus de robustesse. Il devient alors pertinent d'étudier dans la littérature les formes d'organisation et de systématisation des activités d'exploration et d'apprentissage collectifs, qui permettent également de pallier les éventuels désalignements. Ainsi dans le chapitre suivant, nous nous intéressons à la littérature sur l'organisation et la systématisation de l'apprentissage et de l'expertise sur les inconnus.

CHAPITRE 2. COMMENT S'ORGANISE ET SE SYSTEMATISE L'APPRENTISSAGE ET L'EXPERTISE SUR LES INCONNUS

Le chapitre 2 est destiné à l'état de l'art sur la systématisation de l'apprentissage selon les inconnus et la construction de l'expertise selon le régime de conception en place. En effet, les régimes de conception réglée (2.1) ou innovante (2.2) présentent des particularités et des processus d'apprentissage qui leur sont propres, mais il est également intéressant de voir comment cela se met en place lorsque les deux régimes sont simultanément établis dans une même organisation (2.3).

2.1. LES MODELES D'APPRENTISSAGE EN CONCEPTION REGLEE.

2.1.1. APPRENTISSAGE DANS UNE ORGANISATION EXTREME DU DEVELOPPEMENT DE NOUVEAUX PRODUITS : L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

Présentés dans le chapitre 1, les régimes de conceptions fondés sur des règles se sont progressivement mis en place et ont abouti en 1970 à la généralisation de la conception systématique dans les ingénieries. Ce modèle organisationnel est celui des grandes entreprises de R&D, et structure la logique d'expertise qui sous-tend la gestion de projet dans le développement de produits (New Product Development - NPD) (Le Masson *et al.* 2017). Un premier courant de littérature s'intéresse à la façon de structurer les connaissances dans les activités du NPD de l'industrie automobile (Clark et Fujimoto 1991b ; Wheelwright et Clark 1992 ; Midler 1993 ; Moisdon et Weil 1995 ; Ellison *et al.* 1995). L'industrie automobile est en effet un secteur emblématique très bien documenté, puisqu'il a fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques. La voiture n'est pas le produit industriel le plus complexe comparé à une fusée, un avion, etc. ou le plus distribué, tel que le petit électroménager. Mais l'automobile est le produit grand public qui combine à la fois le plus de tensions en matière de conception du fait de la complexité du produit (nombreux composants, contraintes d'intégration à l'architecture système, etc.), de dimensions combinées (charge symbolique, fonctionnalité, variabilité d'usages, etc.), de la cadence de production (volumes quotidiens, nombres de véhicules par cycle de vie, etc.), de la relation aux marchés et aux clients (gammes de produits, renouvellements, etc.), et du réseau d'acteurs (fournisseurs, concessionnaires, etc.) (Weil 1999). L'automobile est ainsi le produit industriel grand public le plus complexe, qui requiert une organisation extrême de la conception (Weil 1999). Ainsi, les travaux sur le NPD de l'automobile ont permis une première phase de rationalisation des activités de conception mise en œuvre dans le processus formel de Stage Gate (Cooper 1990). Ceux-ci consistent en un ensemble d'étapes entrecoupées de points de contrôle,

dont la validation permet de passer à l'étape suivante, et conduit à la production d'un produit innovant. Le NPD s'est largement diffusé dans les entreprises. Le processus de conception observé est à peu près similaire chez tous les acteurs de l'industrie automobile et suit cinq étapes principales (Clark et Fujimoto, 1989 ; Weil, 1999 ; Candelo et al, 2021) : (1) Génération du concept (le département marketing définit les fonctionnalités dans un cahier des charges, le design travaille sur l'esthétique de la voiture, et une étude économique vérifie la rentabilité du projet) ; (2) Planification du produit (le design choisit les solutions techniques, décrit la liste des pièces et stabilise le style de la voiture) ; (3) Ingénierie produit (chaque bureau d'études dessine les plans détaillés des pièces qu'ils doivent concevoir) ; (4) Ingénierie de processus (l'étude et la conception des moyens de production des pièces, puis de la chaîne de montage de la voiture) ; (5) Production (les essais et le lancement de la production en série). Grâce à de lourds efforts, le NPD du véhicule a été ultra-optimisé en matière d'efficacité temporelle, de qualité et de réduction des coûts (Cusumano *et al.* 1998 ; Townsend et Calantone 2014). Par exemple, le temps nécessaire au développement d'un nouveau véhicule est passé de cinq à trois ans (Sasaki 1991) puis à seulement 25 mois dans les années 1990 (Weil 1999). L'exploitation et l'optimisation du NPD, qui a favorisé le développement de nouvelles voitures, semblent essentielles dans cette industrie (Townsend et Calantone 2014 ; Candelo 2019). La réussite du processus NPD est conditionnée par l'adéquation entre la ressource principale que sont les idées nouvelles, et la stratégie d'innovation de l'entreprise (Le Du 2017). Pour s'en assurer, la phase de génération de concepts a également connu une forte rationalisation au point de se détacher du NPD. On voit émerger une phase amont au NPD, appelée Fuzzy Front End ou ingénierie amont, et une phase aval correspondant à la commercialisation (Koen *et al.* 2002). Regardant le système d'apprentissage, les ingénieurs du NPD et du fuzzy front end puisent massivement dans le stock d'expertises internes renouvelées de manière incrémentale, selon une logique d'innovation exploitante. La possibilité d'activer des cycles d'apprentissage cohérents pour l'intégration de nouvelles connaissances est discutable (Maniak *et al.* 2014). En effet, le processus d'innovation dans cette industrie est principalement orienté vers l'innovation incrémentale sur des sous-parties du produit global (Candelo 2019 ; Candelo *et al.* 2021). Ainsi, le processus NPD valorise la reproduction de l'architecture globale des véhicules (Henderson et Clark 1990) ce qui limite les pratiques de recherche de connaissances exploitables et variées pour favoriser l'approfondissement des expertises internes. Ainsi, le processus NPD est très stable et difficilement compatible avec un renouvellement profond des compétences et des routines (Clark et Fujimoto 1989). Par exemple, Bohnsack et Pinkse (2017) montrent que les entreprises automobiles ont des difficultés à proposer des voies innovantes autour des véhicules électriques, qui seraient profondément différentes de celles développées

pour les voitures à moteur à combustion interne (ICE), en raison de la quantité de réingénieries nécessaires tout au long du processus industriel. Cet exemple montre également que les expertises internes conditionnent fortement le développement de nouveaux produits. Aussi, nous nous intéressons maintenant à la création et au développement des expertises industrielles.

2.1.2. LIMITE DE LA GESTION PAR PROJET : LA DOUBLE ECHELLE ET L'EXPERTISE

Dans les années 50, la survie des entreprises scientifiques dépendait des innovations technologiques pour être compétitive et faire face à la concurrence (Shepard 1958). Mais l'organisation des compétences au sein des entreprises technologiques présentait des faiblesses causées par leur forte croissance et leur complexité technique : « *As a technical organization grows in size, problems of coordination, control, evaluation, program formulation, personnel maintenance, decision-making, and the provision of administrative services become more complex and burdensome.* » (Shepard 1958 : 178). Pour résoudre ces problèmes, une nouvelle classe managériale est apparue, prenant progressivement le contrôle des activités scientifiques et d'ingénierie. De cette façon, si les individus de la classe managériale devaient posséder des compétences techniques pour exercer leur fonction, aucun d'entre eux ne se consacrait aux tâches techniques. « *When a good scientist is made a manager, a good scientist is lost.* » (Shepard 1958 : 179). En contradiction, il est simultanément reconnu que le fait d'avoir un haut degré de compétence technique dans le laboratoire garantit de meilleurs résultats. Shepard (1958 : 177) souligne que « *within the individual firm, power tends to shift to those who possess the skills most needed for survival and growth. Over the past half-century, this distinction has passed from manufacturing to sales and thence to research and development* ». Cependant, la gestion de ces populations spécifiques en Recherche et Développement nécessite une gestion particulière des ressources humaines (Oiry *et al.* 2014). Pour pallier le problème de mobilisation d'intelligence scientifique, un nouvel outil de gestion des ressources humaines apparaît : la double échelle, ou l'échelle technique. Cet outil offre une voie de carrière technique alternative au management et permet de reconnaître l'expertise de certains scientifiques et ingénieurs (Shepard, 1958). La double échelle est un système de récompense et un dispositif organisationnel de gestion des carrières, qui a pour vocation à la fois de stimuler les experts techniques et d'organiser la gestion des ressources humaines dans l'organisation. En effet, pour innover, les entreprises industrielles ont besoin de chercheurs talentueux et expérimentés, de scientifiques et d'ingénieurs capables d'être créatifs et productifs dans leurs champs d'expertises respectifs. C'est ainsi qu'apparurent les experts techniques et scientifiques, dont le but était de constituer un vivier de talents techniques et scientifiques pour les organisations à vocation scientifique. La double échelle a

permis de renforcer la loyauté de ces experts, et de facto de renforcer l'ancrage et l'organisation de l'expertise sur laquelle l'entreprise a construit sa stratégie d'innovation (Gilbert *et al.* 2018b). Tous n'ont pas vocation à devenir experts. Ainsi, l'expert est « détenteur d'un savoir particulier, lié à la pratique de son métier ; il devient un spécialiste reconnu dans son domaine, sollicité pour émettre un avis » (Delmas 2012). Cela signifie deux choses :

- Les connaissances d'un expert ne sont pas utiles si elles ne sont pas appliquées dans l'organisation ;
- L'individu est expert si la pertinence de ses avis scientifiques ou techniques est reconnue par ses pairs : (Shepard 1958 ; Shanteau 1992 ; Hoffman 1996 ; Ericsson 1996 ; Lelebina 2014). On entend par pairs les membres d'une communauté institutionnalisée dans un domaine scientifique (Evetts *et al.* 2006 ; Shappin et Schaffer 2011).

Par ailleurs, Blackler (1995) insiste sur le principe du « knowing and doing », c'est-à-dire la mise en action des connaissances que l'expert transmet à travers les relations avec les autres dans une activité. Enfin, de nombreuses études montrent qu'il faut statistiquement au moins 10 ans d'expérience pour devenir expert (Chase et Simon 1973 ; Hayes 1989 ; Ericsson 1996 ; Weisberg 2006). Cette « règle des 10 ans » est devenue la règle d'or pour reconnaître une expertise individuelle dans les organisations industrielles. Mais ce long processus d'acquisition d'une expertise ne s'arrête pas au bout de 10 ans, il doit au contraire se poursuivre, être dynamique, car l'expert, en tant que Référent dans un domaine technique, se doit de maîtriser les dernières avancées (connus inconnus) et renforcer ce qu'il sait déjà (connus connus). En effet, un individu n'est pas expert à vie dès lors qu'il a été qualifié (Oiry *et al.* 2014).

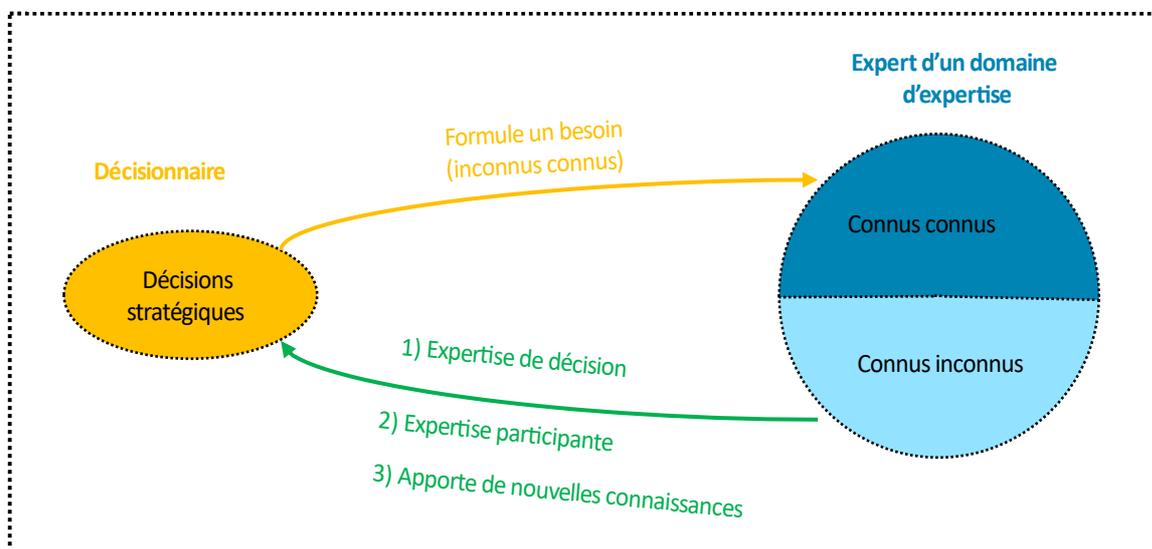
Si la double échelle a été très critiquée dès sa création (Shepard 1958 ; Allen et Katz 1992 ; Lelebina 2014 ; Defélix *et al.* 2015 ; Gastaldi et Gilbert 2016 ; Bobadilla et Gilbert 2017) elle reste encore principalement bien implantée dans de nombreuses entreprises. En effet, la double échelle ne précisant pas vraiment le rôle des experts techniques et scientifiques, de nombreux travaux s'y sont intéressés. Mieg (2012) propose une forme sociale de l'expert, qui se regarde comme une forme d'interaction. Le recours à un expert est illustré par un échange, entre un individu (l'expert) qui apporte une explication à la demande d'un autre individu (le demandeur). Le demandeur a un besoin (inconnu connu) et l'expert des savoirs supérieurs lui permettant de répondre à ce besoin (connu connus). Ces besoins ont été identifiés en différentes natures qui permettent d'adresser une typologie des missions d'expert (Lelebina 2014) :

- Le développement des savoirs (inconnus connus et connus inconnus), qui comprend les activités de recherche, de publication, les projets d'innovation, le dépôt de brevets, etc. ;

- L'assistance au titre des savoirs (connus connus), et notamment les activités de « trouble shooting », ou encore un conseil stratégique (connus inconnus) ;
- L'animation des savoirs, qui inclut les activités de capitalisation des savoirs, l'animation des équipes de recherche, l'encadrement des spécialistes, etc. (connus connus)

Le sociologue Jean-Yves Trépos (1996) approfondit ces sujets en distinguant deux types d'expertise : « l'expertise de décision » qui s'envisage comme un moyen d'expérimentation avant une prise de décision ; « l'expertise participante » qui contribue à définir la stratégie à mettre en œuvre. Roqueplo (1997 : 14) définit l'expertise comme « l'expression d'une connaissance formulée en réponse à la demande de ceux qui ont une décision à prendre et en sachant que cette réponse est destinée à être intégrée au processus de décision ». Il y a donc une distinction très claire entre le monde de ceux qui « font métier de connaître » et le monde de ceux qui « font métier de décider ». Ce point est confirmé dans les travaux de Weil (Weil 1999), qui observe que les experts sont mobilisés pour résoudre un problème identifié pendant la conception de nouveaux produits, qui semble impossible à traiter. L'expert se doit donc de produire des connaissances dans son champ d'expertise conformément aux exigences qu'impose le chef de projet. Cela permet une division du travail intellectuel entre les experts, quant à la production de savoir et de leur transmission, et les concepteurs pour la mobilisation de ces connaissances déjà constituées pour résoudre les problèmes spécifiques à la conception. Ainsi, les experts, ne devant pas intervenir dans les stratégies d'innovation, doivent générer des connaissances et des conseils dans un domaine d'expertise (souvent une technologie identifiée et établie (Oiry *et al.* 2014 ; Gilbert *et al.* 2018b)), à destination du manager (Haas 1992), considéré comme le décideur à l'origine de la demande (Figure 6). Ainsi, pour faire face à l'hyper-compétitivité (Ilinitch *et al.* 1996), les experts techniques et scientifiques contribuent au renouvellement dynamique et stratégique des domaines d'expertise industrielle au sein de leur entreprise (Barley et Tolbert 1991 ; Cabanes *et*

Figure 6 — Modèles d'apprentissage des experts techniques/scientifiques



al. 2016) et ils favorisent la capacité d'innovation par la densité de connus inconnus qu'ils rendent accessibles à l'ingénierie (Lelebina 2013 ; Trépos 2016 ; Cabanes *et al.* 2020).

La place des experts dans l'entreprise ayant évolué en même temps que les formes de gestion de projets, on observe aussi une transformation des modèles d'apprentissage. À partir de 1980, le modèle d'ingénierie concourante, basé sur une structure organisationnelle matricielle en métier/projet (Wheelwright et Clark 1992), assure une répartition des experts sur les différents projets. Cela a eu pour effet de dynamiser la combinaison des connaissances dans les programmes et d'améliorer la générativité, mais de réduire l'exploration de nouvelles données et la création de nouvelles connaissances au sein des expertises, conduisant à l'épuisement progressif de la rentabilité des expertises. Avec une telle organisation, les experts d'un domaine ne trouvent plus le moyen de partager leurs expériences, et d'enrichir l'expertise globale de l'entreprise. Dans les années 1990, le modèle de gestion par projet remplace l'ingénierie concourante. Les experts doivent produire des connaissances dans leur domaine d'expertise en fonction des exigences de combinabilité imposées par le chef de projet chargé de piloter et d'organiser la conception (Cabanes *et al.* 2020). Cohen et Levinthal (1990 : 1) affirment que, « *while R&D obviously generates innovations, it also develops the firm's ability to identify, assimilate, and exploit knowledge from the environment* ». Les experts deviennent ainsi des intégrateurs de nouvelles connaissances (connus inconnus — inconnus connus) en fonction des connaissances dont dispose déjà l'entreprise (connus connus) (Bigliardi *et al.* 2011).

Pour résumer, depuis les années 1950, les connaissances des experts industriels sont scientifiques ou techniques. Leurs connaissances rassemblent ce que l'entreprise maîtrise dans un domaine (connu connu) et ce que d'autres acteurs externes à l'entreprise connaissent dans ce domaine (connus inconnus). Le rôle des experts est de conseiller les décideurs, sur les inconnus connus stratégiques pour le développement de l'entreprise, qui est relatif à leur domaine. Leur apprentissage est donc conditionné par le domaine d'expertise auquel ils sont rattachés.

Pour conclure cette sous-partie, la conception réglée présente deux formes d'apprentissages : les experts, gardiens des connaissances stratégiques de l'entreprise et responsables de l'acquisition de nouvelles connaissances dans leur domaine, afin de guider les choix stratégiques des managers ; et des gestionnaires de projets dans la phase de Fuzzy Front End et de New Product Development qui mobilisent et orientent l'acquisition de nouvelles connaissances pour identifier de nouvelles idées et différencier les produits à concevoir.

2.2. LES MODELES D'APPRENTISSAGE EN CONCEPTION INNOVANTE

La conception innovante apparaît dans les années 90 pour surmonter les limites de la conception réglée, en permettant de revisiter le dominant design par l'exploration d'inconnus inconnus. Les ressources allouées doivent donc permettre de s'éloigner du dominant design, tout en minimisant cet éloignement vis-à-vis des règles de conception en place. La conception innovante se présente pour les organisations, comme un moyen de réagir aux changements de leurs environnements, qu'on associe à l'inconnu inconnu, et comme un moyen de faire évoluer leur bureau d'études en conséquence. En effet, l'histoire montre que la sur-spécialisation des entreprises dans des capacités existantes pour un modèle de conception stabilisé peut être contre-productive en matière d'innovation et devenir des « core rigidities » (Leonard-Barton 1992). Les organisations devraient plutôt apprendre à tirer profit de leurs capacités internes pour développer de nouvelles capacités ou régénérer les capacités existantes (O'Connor et DeMartino 2006). Le développement de ces nouvelles capacités doit permettre l'exploitation de nouvelles opportunités par la mise en œuvre de méthodes d'ingénierie radicalement nouvelles (Phillips *et al.* 2006). Francis et Bessant (2005) désignent cela par capacités organisationnelles d'innovation ou capacités à innover. Les capacités d'innovation sont aussi cette habilité à générer et créer de nouvelles connaissances utiles pour la conception (Le Masson *et al.* 2010). Dans sa revue de littérature systématique, Iddris (2016) montre que les capacités d'innovation désignent les capacités qu'une entreprise a pour générer des innovations à travers un apprentissage continu, la transformation de connaissances, ou encore la créativité et l'exploitation de ressources internes ou externes disponibles. Ces dernières années, les entreprises ont développé différentes solutions au niveau de l'organisation des acteurs, mais aussi des outils et des méthodes pour organiser ces créations et ces mobilisations de connaissances, en vue de proposer des solutions radicalement innovantes.

2.2.1. LE ROLE DES ACTEURS DE L'INNOVATION

2.2.1.1. LES EXPERTS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FACE A L'INCONNU INCONNU

Pour gérer les activités d'innovation radicale et d'exploration, tout en tirant profit de leurs capacités internes, il apparaît que les activités des experts ne peuvent se limiter qu'aux décisions stratégiques. L'exploration de l'inconnu joue un rôle dans la constitution de nouvelles connaissances, qui peut par la suite renforcer l'émergence de nouvelles expertises (Le Masson et Weil 2020). Les experts des entreprises industrielles établies doivent travailler à l'intégration et

au développement d'outils, de méthodes ou de processus dédiés à l'exploration. La littérature sur l'exploration de l'inconnu par les experts n'ayant, émergé que depuis les années 2010, n'offre pas beaucoup de cas d'étude. Nous en avons identifié trois :

1. Dans ses travaux, Cabanes (2016) constate pour commencer que si la double échelle permet la gestion de carrière des experts, elle ne permet pas la gestion et le développement des expertises. Il remarque également que selon la littérature en management et en théorie des organisations, les lieux et les processus de création de connaissances dans les organisations sont généralement représentés à travers le concept de communauté (Brown et Duguid 1991 ; Lave et Wenger 1991 ; Cowan *et al.* 2000). Cabanes propose alors le concept de « *société protoépistémique d'experts se caractérisant comme un groupe d'individus partageant des domaines d'expertises différents et ayant pour objectif cognitif commun de faire émerger une nouvelle proto-expertise et de réorganiser les relations d'interdépendance d'expertise afin de provoquer la déstabilisation et la révision des dominant designs* », qu'il met en perspective avec le concept de « *communauté épistémique d'experts, définie comme un groupe d'individus partageant un même domaine d'expertise permettant une compréhension partagée et ayant un objectif cognitif commun de création de connaissances dans un champ d'expertise spécifique* ». Il a ensuite observé chez STMicroelectronics comment la mise en place de ces concepts permet de répondre à des enjeux de pilotage d'exploration dans l'ingénierie. Un nouveau dispositif appelé « *Technical Staff College* », incarnant la société protoépistémique d'experts, a pour objectifs principaux de piloter et d'organiser le renouvellement des expertises pour l'innovation, de gérer la dynamique des expertises au sein de l'organisation, et de gérer des ressources pour l'exploration organisée de champs d'innovation. Ainsi, les experts sont responsables de gérer « *the exploration of new concepts for radical innovation [inconnus inconnus connaissables], in organizing knowledge sharing, in providing technological information, in managing the renewal of expertise and in motivating members of technical staff* » (Cabanes *et al.* 2016 : 10). D'après sa description dans la littérature, le *Technical Staff College* est composé de sept bureaux, dont trois sont dédiés aux fonctions-support, deux au développement de l'innovation incrémentale et deux pour l'innovation radicale. Concernant les deux derniers, le premier organise différentes activités d'exploration pour identifier des inconnus inconnus connaissables, et le second pilote la stratégie de renouvellement des expertises. Une distinction apparaît alors dans le rôle des experts entre l'expert-ressources, qui « *correspond à la vision partagée par la littérature en gestion, c'est-à-dire que l'expert est*

une ressource pour les décisionnaires (généralement pour les managers). Dans cette perspective, la légitimité de l'expert repose sur sa compétence dans des domaines d'expertises connus. Ainsi, l'expert est responsable de proposer des conseils techniques et scientifiques, d'apporter une expertise pour la prise de décisions et de constituer des argumentaires techniques. Il évalue les risques technologiques, résout des problèmes complexes et propose des solutions techniques » ; et l'expert-stratège qui « suppose que la légitimité de l'expert ne repose pas sur sa compétence dans des champs d'expertise connus, mais dans sa capacité à préparer le futur, c'est-à-dire à dépasser le connu pour explorer l'inconnu de façon systématique et collective. Ainsi, l'expert-stratège cherche à créer de nouveaux programmes de recherche, à orienter et à définir de nouvelles stratégies de recherche et à reconfigurer et manager un écosystème d'innovation avec des partenaires académiques et industriels. »

2. Dans la pratique, plusieurs départements de R&D d'entreprises ont déjà utilisé la méthode d'exploration et de conception collective appelée KCP, pour organiser l'action collective dans les activités d'innovation (Elmqvist et Segrestin 2009 ; Agogué et Kazakçı 2014 ; Berthet *et al.* 2016 ; Hooge *et al.* 2016). Nous nous contenterons de présenter deux de ces études. Chez AutoX, certains membres de l'équipe responsable du département de planification stratégique des produits, ont initié le KCP, et des acteurs du département R&D y ont participé (Elmqvist et Segrestin 2012). La méthode KCP a permis aux acteurs de la R&D d'identifier les connaissances manquantes (inconnus connus), de concevoir des outils pertinents et d'améliorer la qualité des produits. Dans Aerofirm, les responsables de la R&D ont initié l'utilisation de la méthode KCP, grâce à laquelle les capacités d'innovation ont été améliorées par le processus d'exploration (Hooge *et al.* 2016). Dans les deux cas, des experts ont participé aux ateliers KCP pour organiser une exploration collective d'inconnus. Néanmoins, aucun des deux départements de R&D n'a adopté sur le long terme la méthode KCP comme processus d'innovation radical.
3. Rampa, Abrassart, et Agogué (2017) ont étudié comment le Centre de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) est sorti des limites de développement de ses projets de R&D pour être plus innovant et affronter la transition énergétique. Pour cela l'IREQ a formé 20 chercheurs aux raisonnements de la conception innovante. La formation a duré 8 jours et a permis de disséminer une nouvelle capacité d'exploration au niveau individuel, collectif et organisationnel (Rampa 2020) :
 - Au niveau individuel, le concepteur est plus à l'aise pour explorer, et identifier des inconnus inconnus ;

- Au niveau collectif, des effets de socialisation entre différentes personnes qui n'étaient pas habituées à collaborer ont été observés. D'autre part, les équipes se sont dotées d'outils pour faire de l'exploration ;
- Au niveau organisationnel, les formations ont permis d'initier un langage commun transdisciplinaire pour parler d'exploration et d'innovation, qui s'est progressivement répandu dans l'institut de recherche. Par ailleurs, grâce à l'appropriation des méthodes d'exploration et la mise en place de nouvelles approches pour explorer de nouvelles alternatives, les chercheurs ont été sensibilisés aux changements à venir dans leur secteur.

En formant des experts techniques et scientifiques à l'exploration d'inconnus inconnus connaissables, l'IREQ a pu stimuler la création de nouvelles idées, de nouvelles façons d'explorer de nouveaux champs de recherche, et renforcer sa capacité à organiser collectivement des activités de création. Cependant, l'IREQ n'a formé que 20 de ses 500 chercheurs.

Cependant, jusqu'à aujourd'hui, aucune étude n'a démontré l'existence d'une expertise spécialisée dans l'exploration de l'inconnu.

2.2.1.2. LES MANAGERS DE L'INCONNU

Le manager a un double rôle, celui d'identifier les inconnus à explorer, de gérer le portefeuille de projets innovants, et celui de systématiser le développement des capacités d'innovation, par la conception de nouvelles routines et la diffusion de nouvelles manières de penser (O'Connor *et al.* 2008 ; Börjesson *et al.* 2014). L'engagement du manager dans les projets d'innovation est crucial, car il joue un rôle déterminant pour convaincre les autres acteurs, comme des « alliés » qui supportent et assurent le développement de l'innovation (Akrich *et al.* 2002). Le manager doit également identifier les bons acteurs qui assureront la coordination et la coopération des acteurs compétents (Bredin et Söderlund 2006 ; Bigliardi *et al.* 2011). Autrement dit, ces « orchestrateurs » ou « capability builders » sont responsables de la fonction d'innovation, de son intégration, de sa promotion, et de son acceptation par le reste de l'organisation (O'Connor *et al.* 2008). Dans ce cadre, ils assurent le rôle de « spokesman », un rôle de traducteur entre la stratégie économique et la recherche (identification d'inconnu désirable pour l'ingénierie) (Akrich *et al.* 2002), voire même de concepteur de cette stratégie (Hooge et Dalmaso 2015) et ils doivent mettre en place les bons outils d'évaluation de la performance des personnes innovantes, axés davantage sur la création de connaissances que sur la tenue des plannings et du nombre de demandes de brevets déposées (Chanal *et al.* 2005 ; Hooge et Stasia 2016). Dès le projet d'innovation terminé, le manager a pour rôle d'ancrer les apprentissages dans l'organisation,

même en cas d'échec des projets d'innovation pour identifier les connaissances manquantes (inconnus inconnus connaissables) et orienter l'exploration vers ces trous de connaissances (Elmqvist et Le Masson 2009).

2.2.1.3. LES INTRAPRENEURS

Dans le cadre de la gestion de projet, le manager est davantage identifié à la figure de l'intrapreneur, ou du manager entrepreneur (O'Connor *et al.* 2008 ; Börjesson *et al.* 2014 ; O'Connor *et al.* 2018). Les activités et orientations de l'intrapreneuriat étant liées à la création de nouveaux produits et processus, sont considérées comme une forme de capacité d'innovation (Antoncic et Hisrich 2003). En effet, « *intrapreneurship is defined as entrepreneurship within an existing organization, referring to emergent behavioral intentions and behaviors of an organization that are related to departures from the customary. Intrapreneurial processes go on inside an existing firm, regardless of its size. Intrapreneurship refers not only to the creation of new business ventures, but also to other innovative activities and orientations such as development of new products, services, technologies, administrative techniques, strategies and competitive postures* » (Antoncic et Hisrich 2003 : 9). L'intrapreneuriat prend différentes formes, comme le simple partage d'idées entre employés (identification d'inconnus connus) (Börjesson *et al.* 2014), la création d'espaces virtuels où les entrepreneurs internes, experts et dirigeants entrent en relation et coopèrent tout en continuant d'exercer leurs fonctions habituelles (identification et exploration d'inconnus inconnus et connus) (Elerud-Tryde et Hooge 2014), ou encore la création d'entités autonomes où les employés sont entièrement dédiés à ces activités (identification et exploration d'inconnus connus et inconnus) (Bouchard et Fayolle 2011).

2.2.2. LES OUTILS ET METHODES D'INNOVATION

Que ce soient les experts de l'inconnu, les managers de l'innovation ou les intrapreneurs, tous développent ou usent d'outils et de méthodes particulières pour identifier, explorer des inconnus ou concevoir à partir de ces inconnus. La littérature sur le sujet fait état de nombreuses capacités d'innovation. Cependant, les théories de la conception innovante étant très récentes, les études sur les outils et méthodes d'innovation ne font pas aussi finement la distinction entre les outils pour l'innovation incrémentale (pour les inconnus connus) des outils pour l'innovation radicale (pour les inconnus inconnus). Identifier les outils destinés particulièrement aux inconnus inconnus reste un exercice difficile et à ses prémisses. Par exemple, dans son étude des 51 articles sur les innovations capability, Iddris (2016) classe les différents outils qu'il identifie de la manière

suivante : la gestion des connaissances, l'organisation de l'apprentissage, le développement de la culture, le leadership, la collaboration, la créativité, l'idéation et les stratégies d'innovation. Il ne fait donc pas de distinction entre les outils destinés aux inconnus connus de ceux pour les inconnus inconnus. De son côté, Benoit-Cervantes (2012) propose une classification des outils de gestion de l'innovation sur différents niveaux : elle commence par regarder le pilotage de l'innovation de manière transverse à travers les compétences et organisations humaines. Ensuite, elle affine sa classification en distinguant les outils de l'ingénierie amont (veille et prospective — innovation ouverte — créativité) qui vont générer des opportunités, puis des idées, qui permettent l'exploration de concepts et leur faisabilité ; des outils de l'ingénierie avale au service du développement et de la promotion de l'innovation. Nous nous intéressons ici à l'innovation amont, qui se veut exploratoire pour proposer des idées radicalement nouvelles, et est davantage en mesure d'adresser les inconnus inconnus :

- Les outils de veille et de prospective, que ce soit sur les technologies, la concurrence, les clients ou encore sur l'environnement pour identifier les évolutions, ou bien comparer les produits avec ceux de la concurrence. Ces outils permettent l'acquisition de connaissances connues d'autres acteurs, mais aussi d'identifier des inconnus connus. La prospective, quant à elle, permet d'imaginer des scénarii plus ou moins plausibles (Popiolek 2015), et d'explorer des inconnus inconnus connaissables.
- L'innovation ouverte qui promulgue l'ouverture des processus d'innovation entre différents acteurs pour partager des connaissances (Elmqvist et Segrestin 2008 ; Fredberg *et al.* 2008 ; Elmqvist *et al.* 2009 ; Enkel *et al.* 2009). L'open innovation ne doit pas uniquement se cantonner aux départements de R&D, mais peut avoir lieu à travers n'importe quelle forme de collaboration entre l'entreprise et des acteurs externes (Elmqvist *et al.* 2009). Une de ces formes peut être la learning expedition, qui consiste en un voyage d'études d'acteurs pour apprendre dans leur expertise (Wilson et Doz 2011 ; Mahmoud-Jouini *et al.* 2016), ou le recueil de feedbacks de la part de clients (Chirumalla 2017), ou les collaborations avec des partenaires, ce que Hargadon et Sutton (2000) décrivent comme du « knowledge brokering », pour soutenir le développement de partenariats avec des réseaux industriels, des consultants et des universitaires, à l'intérieur et à l'extérieur des frontières traditionnelles de l'écosystème industriel, ou encore la création de communautés d'experts qui échangent des connaissances autour de sujets stratégiques (Brown et Duguid 1991 ; Bootz 2013 ; Touvard et Lebon 2017). Ainsi, ces outils permettent l'acquisition de nouvelles connaissances par l'entreprise (connus inconnus par les

autres), afin d'apporter des réponses innovantes aux changements d'environnement perçus au départ comme des inconnus inconnus connaissables et qui deviennent des inconnus connus. Une autre forme d'innovation ouverte se trouve dans les espaces ouverts (Capdevila 2016) : les Fab Labs, les espaces de coworking, les Living Labs, les makerspaces, les hackerspaces, etc. Destinés à des professionnels ou des passionnés, ces lieux fonctionnent grâce au partage et à la circulation des connaissances entre les participants. Ces espaces suivent le même processus en matière de connus et d'inconnus. Nombreuses sont les entreprises qui se sont intéressées à ce phénomène afin d'impliquer leurs employés dans les dynamiques d'innovation de leurs organisations.

- Enfin la créativité fait référence aussi bien à des processus qu'à des outils qui désignent plusieurs niveaux de créativité (Debois *et al.* 2015) : la créativité stratégique (swot, canevas, les forces de Porter,...), les outils de formalisation de problème (analyse fonctionnelle, la veille, la théorie C-K,...), le design thinking, les dérivés du brainstorming, les méthodes de génération d'idées rationnelles (Triz, cycle de vie du produit...). Les outils de conception innovante sont parfois intégrés dans les outils de créativité, tels que Triz (Glaser et Miecznik 2009 ; Jafari *et al.* 2013), le design thinking (Brown 2008 ; Rauth *et al.* 2014 ; Carlgren 2016 ; Carlgren *et al.* 2016 ; Mahmoud-Jouini *et al.* 2016), ou encore le mapping C-K (Hatchuel et Weil 2009 ; Hooge *et al.* 2012 ; Agogué et Kazakçı 2014).

Nous profitons de cet état des lieux sur les outils de créativité pour introduire plus en détail l'outil DKCP qui sera largement mobilisé dans cette thèse (Le Masson *et al.* 2014). La méthode DKCP prend ses origines dans la théorie C-K. Elle permet à une grande entreprise de s'engager dans un raisonnement collectif, en vue d'une conception innovante, sans devoir former tous les participants aux théories C-K. Le DKCP se décompose en 4 étapes : Définition du cadre, du sujet, des participants – Knowledge pour que le collectif de participants se mette au même niveau de connaissances internes et apprenne simultanément les connaissances nouvelles – Conception pour que le collectif mobilise les nouvelles connaissances acquises dans la formulation de concepts inconnus et désirables – Product pour travailler la faisabilité de ces concepts.

Pour résumer cette sous-partie, les théories de la conception innovante étant récentes, l'identification d'outils et de méthodes spécifiquement dédiés aux inconnus inconnus connaissables reste délicate. Cependant, une première tendance passe par l'apparition de nouveaux acteurs de l'inconnu (experts de l'inconnu — managers de l'inconnu — intrapreneurs),

responsables de préparer les mentalités des ingénieries pour l'exploration des inconnus inconnus, et responsables du développement d'outils pour ce faire.

2.3. LES MODELES D'APPRENTISSAGE LORSQUE LA CONCEPTION REGLEE ET INNOVANTE COEXISTENT

2.3.1. L'AMBIDEXTRIE

L'intérêt pour les entreprises à faire coexister des activités d'exploration et d'exploitation est identifié par March (1991), sous le concept organisationnel d'ambidextrie. Une entreprise qui ne fait qu'explorer engendrera de nombreux coûts liés aux expérimentations, sans en tirer de bénéfice. Inversement, une entreprise qui ne fait qu'exploiter se retrouvera coincée, dès qu'elle aura sur-optimisé son produit et son processus. De fait, un équilibre entre ces deux activités se révèle être une condition de survie. La littérature qui a découlé des travaux de March, décrit différentes formes d'ambidextrie :

- L'ambidextrie structurelle se base sur la séparation organisationnelle des activités d'exploitation et d'exploration pour résoudre un problème donné, grâce à la mise en place de sous-unités autonomes, structurellement séparées, ayant leurs propre équipe, structure, processus, culture et gestion des ressources humaines. (Tushman et O'Reilly III 1996 ; Dhifallah *et al.* 2008). Mais cela engendre plusieurs limites. Pour commencer, l'exploration se heurte à l'exploitation qui sélectionne ce qu'elle est capable d'incorporer (Le Glatin 2018). Le risque principal est aussi d'avoir une exploration interminable ne parvenant pas à s'ancrer dans l'organisation hôte (Lenfle 2016). L'ambidextrie structurelle génère, par ailleurs, des problèmes de reconnaissance entre les deux unités, et spécifiquement pour l'unité d'exploration. Les objectifs de cette unité étant mal compris, les experts qui y sont rattachés manquent de reconnaissance interne. Une autre limite réside dans la compréhension mutuelle des missions et des objectifs respectifs des deux unités, du langage commun à utiliser, des méthodes de travail, des critères d'évaluation à rendre plus homogènes, de la définition des rôles à clarifier, etc. (Dhifallah *et al.* 2008).
- Dans l'ambidextrie contextuelle, les individus décident de la répartition de leur temps entre les activités d'exploration et d'exploitation afin de répondre aux problèmes donnés (Birkinshaw et Gibson 2004). Cette organisation facilite l'articulation entre les deux régimes, permettant de retravailler la sélection localement. Mais cela est d'autant plus critique que les réunions de sélection ou de décision choisissent les projets dont la valeur est forte pour l'entreprise (Christiansen and Varnes 2007). Dans

l'ambidextrie contextuelle, des dilemmes et tensions peuvent surgir autour de projets à court ou moyen terme, individuels ou collectifs, provoquant cette fois le risque de sacrifier en partie l'activité d'exploration au profit d'une activité d'exploitation à court terme, qui pourrait monopoliser les ressources humaines et financières (Dhifallah et al. 2008).

Ainsi, dans les deux formes d'ambidextrie, l'exploration est contrainte par l'exploitation. Pour répondre à cette limite, les travaux de Le Glatin (2018 : 6) proposent une nouvelle forme d'ambidextrie, dans laquelle « *il est plus génératif de structurer au préalable une exploration en la conditionnant par les connaissances de l'exploitation. Cela s'oppose à l'idée que l'on devrait séparer et isoler les activités d'exploration afin de ne pas les brider par les contraintes d'exploitation. Nous montrons que certaines explorations ne sont pas générées (ou ne sont pas désirables pour l'exploitation) parce qu'elles se heurtent à un filtre de sélection et de pilotage ultérieur. Elles ratent ainsi des concepts plus attractifs et génératifs pour une exploitation future* ». Ainsi, l'exploitation est utilisée comme une connaissance nécessaire et préalable afin de gérer l'exploration. Les experts d'un domaine sont capables de donner la juste information sur la limite de leur savoir et donc d'indiquer quel savoir doit être intégré par les experts de l'autre domaine. En déterminant les frontières du savoir de la conception réglée, cela permet d'orienter les activités d'exploration pour l'acquisition de nouvelles connaissances permettant de repousser les frontières. De cette manière, les activités d'exploration peuvent aussi bien adresser l'exploration d'inconnus connus identifiés dans les frontières, qu'identifier au fur et à mesure des inconnus inconnus connaissables dans les champs fixés au préalable. C'est donc la limite du savoir de la conception réglée qui sert de point de départ à la conception innovante. Autrement dit, l'exploration d'inconnus inconnus connaissable est conditionnée et orientée par le savoir des inconnus connus. Enfin, cette forme d'ambidextrie résultant de travaux récents, cette manière d'organiser les activités d'exploration et d'exploitation est considérée comme une piste intéressante pour la suite de ces travaux.

2.3.2. L'INGENIERIE AMONT

Évoqué dans les apprentissages de la conception réglée, le processus NPD est très stable et difficilement compatible avec un renouvellement profond des compétences et des routines (Clark et Fujimoto 1989). Pour cette raison, certaines entreprises ont mis en place des activités d'exploration complémentaires pour libérer l'identification d'inconnus inconnus, bridée par le NPD. Clark et Fujimoto (1991b) insistent sur le fait que la recherche de nouvelles possibilités techniques (les inconnus inconnus) est propre aux activités amont, c'est-à-dire à la recherche

avancée et à l'avant-projet (advanced engineering). Des travaux plus récents ont pris acte de cette limite, notamment en s'interrogeant sur les activités amont désignées par le nom de Fuzzy Front End (Ciavaldini 1996 ; Cooper 1997 ; Khurana et Rosenthal 1998 ; Le Masson 2001). Pour soutenir des voies plus exploratoires, et donc l'identification d'inconnus inconnus connaissables, Thomke et Fujimoto (2000), Wheelwright et Clark (1992), et Maniak et al. (2014), par exemple, ont suggéré de concevoir et de valider de nouvelles fonctionnalités innovantes dans un processus amont dédié, séparé du cycle NPD lui-même. Clark et Fujimoto (1991b) décrivent, que dans un tel processus, « *components with high technological requirements [...] are developed in advance and placed in a 'refrigerator' to be picked out by vehicle development engineers and modified as needed for a new vehicle* » (p. 109). En effet, « *carmakers have tried not to pollute the efficiency of their NPD process or vehicle engineering departments* » (Maniak et al., 2014, p. 122). Dans leur étude de cas, Maniak et al. (2014) ont observé qu'au cours de la dernière décennie, la plupart des constructeurs automobiles avaient mis en place des unités d'ingénierie avancée dans leur département de R&D, pour fournir de nouvelles connaissances grâce à des activités exploratoires. « *The Advanced Engineering Unit's mission begins at the applied research stage—meaning that big science is out of the scope of the projects—and ends when the integration of the innovative feature into one or more vehicle programs is validated* » (Maniak et al. 2014). Il existe trois schémas d'apprentissage :

- Premièrement, les collaborateurs s'organisent en projets d'exploration, identifient un inconnu inconnu connaissable, l'explorent et en déduisent une nouvelle fonctionnalité en amont, d'une manière qui s'adapte à plusieurs contextes de produits futurs ; ils participent ensuite aux déploiements multiproduits et à la préparation de la fonctionnalité pour la génération suivante d'objets.
- Dans le second cas, la création de connaissances pour une innovation donnée peut également avoir lieu à toutes les étapes du NPD, puisque l'apprentissage critique se produit aussi au cours de l'intégration de l'innovation (Maniak et al. 2014). En effet, l'évaluation de la valeur-client est parfois réalisée au cours du NPD, les coûts unitaires peuvent être revus sensiblement à la hausse, ou la construction de la voiture peut être partiellement interrompue pour résoudre des problèmes d'interférence.
- Enfin, la fonction innovante peut être initiée pendant le développement du projet, n'étant donc pas née d'un projet d'exploration initié en amont. Le rôle de l'ingénierie avancée est alors de déployer la fonction innovante dans d'autres véhicules, c'est-à-dire de passer d'une application monocontextuelle à une application multicontextuelle.

Maniak et al. (2014) ont ainsi identifié trois modèles d'apprentissage distincts : dans la phase amont grâce aux activités d'exploration, et en cours du NPD lors de l'intégration des innovations, mais aussi lors de l'identification de nouvelles fonctions possibles.

Koen et al. (2002) ont modélisé le fuzzy front end à travers le New Concept Development, qui permet d'obtenir trois formes d'idées nouvelles :

- Les opportunités, définies comme « a business or technology gap » (Koen et al., 2002) se référant aux espaces désirés pas encore satisfaits (connus connus) ;
- Les idées, définies comme une forme embryonnaire des nouveaux produits ou services répondant à un problème identifié (connus inconnus et les inconnus connus) ;
- Les concepts, considérés comme une description des caractéristiques des produits et bénéfiques clients à combiner (les inconnus inconnus connaissables).

Pour s'assurer de l'adéquation de ces formes d'idées nouvelles avec la stratégie de l'entreprise, ces idées sont confrontées à des facteurs internes (capacité organisationnelle de l'entreprise) et externes (acteurs de l'écosystème (clients, concurrents, etc.) ou à des variables telles que les sciences et technologies disponibles, les politiques gouvernementales, les réglementations environnementales, les lois sur les brevets, les tendances socioéconomiques, etc.). Pour s'assurer de la cohérence entre les activités d'exploration et d'exploitation, des comités de revue composés de managers des ingénieries avancées, d'autres divisions concernées par les innovations proposées, et des managers du planning et du marketing ont régulièrement lieu. Par ailleurs, les managers de l'ingénierie avancée et du NPD se rencontrent régulièrement pour s'accorder sur la cohérence stratégique. De cette manière, les activités de l'ingénierie amont se voient conditionnées par les besoins de l'exploitation. Cela se ressent également dans la validation des projets. Étant donné que les fonctions innovantes doivent être intégrées dans le futur portefeuille de produits, l'une des principales variables de performance est l'adéquation avec les produits des constructeurs automobiles, notamment l'architecture (s'adaptera-t-elle à la configuration ?). Cela requiert des liens étroits avec les activités de NPD. Mais elle concerne également la valeur-client (la fonctionnalité est-elle bien adaptée aux futurs produits de la marque ?), ce qui implique des liens étroits avec d'autres unités en amont (« planification avancée des produits », « marketing avancé », et ainsi de suite). Cette séparation structurelle a nécessité des mécanismes spécifiques de coordination. Cependant, des travaux récents mettent en évidence la difficulté de coordonner ces deux types d'activités et le manque de liberté pour les activités d'exploration qui sont trop contraintes (Midler *et al.* 2019 ; Lô et Diochon 2020).

2.3.3. LES CAPACITES DYNAMIQUES D'INNOVATION

Une autre manière d'appliquer l'ambidextrie et de coordonner la conception réglée et innovante se trouve dans la mise en place de capacités dynamiques d'innovation (O'Connor et DeMartino 2006 ; O'Reilly et Tushman 2013 ; O'Reilly III et Tushman 2008 ; Birkinshaw *et al.* 2016 ; Popadiuk *et al.* 2018). Les capacités dynamiques permettent à l'entreprise d'intégrer, de construire et de reconfigurer des ressources internes et externes pour faire face à des environnements commerciaux en évolution rapide (Teece *et al.* 2016). « *Dynamic capabilities can be disaggregated into the capacity (1) to sense and shape opportunities and threats, (2) to seize opportunities, and (3) to maintain competitiveness through enhancing, combining, protecting, and, when necessary, reconfiguring the business enterprise's intangible and tangible assets.* » (Teece 2007 : 1). Contrairement au NPD qui destine l'exploration des inconnus aux fonctions amont et sélectionne les concepts à développer selon les capacités en place, les capacités dynamiques visent la réorganisation de toutes les fonctions et de toutes les capacités en place pour identifier, estimer et répondre aux inconnus.

Les capacités dynamiques sont particulièrement pertinentes dans un contexte d'hypercompétitivité des marchés et d'innovation intensive (D'Aveni 1994 ; Ilinitch *et al.* 1996 ; Teece *et al.* 2016). Teece, estimant ces termes trop nébuleux, associe ce contexte d'hypercompétitivité à l'incertitude définie dans le chapitre 1.

Cependant, les travaux sur les capacités dynamiques sont critiqués pour le manque d'études sur les origines et le développement des capacités dynamiques au sein des entreprises (Peteraf *et al.* 2013). Par exemple, certains auteurs soulignent que « *the role of perception of early signals of emerging trends, the organizational interpretation capability, and the ability to trigger organizational responses ahead of competition* » n'est pas assez pris en compte pour aider à sélectionner et à développer les bonnes capacités dynamiques (Rohrbeck *et al.* 2015 : 7). Cette hypothèse est reprise par Haarhaus et Liening (2020) qui démontrent le caractère crucial des processus et des fonctions de la prospective stratégique en tant qu'antécédents de certaines capacités dynamiques, reconnaissant leur importance pour le développement de capacités telles que la flexibilité organisationnelle et la rationalité décisionnelle des entreprises. Ainsi, plus le degré de prévoyance stratégique d'une entreprise est élevé, plus sa flexibilité stratégique sera grande. Plus précisément, la prospective stratégique permet aux entreprises de réagir rapidement aux opportunités ou aux menaces qui émergent de la variabilité de l'environnement et de réaffecter les ressources de manière flexible entre les différents domaines d'activité. Ce point est d'autant plus vrai dans un contexte de forte incertitude, car les activités de prospective renforcent les capacités des entreprises d'identifier les opportunités et les risques émergents et permettent

aux organisations de s'adapter avec souplesse à un environnement en mutation. Cependant, Semke et Tiberius (2020) précisent que les activités de prospection permettent surtout de détecter les opportunités et les menaces, mais ne jouent aucun rôle dans le fait de les saisir ou de réorganiser les capacités en place. Cela s'explique par les dimensions essentielles de la prospective stratégique, qui sont l'analyse de l'environnement pour identifier des inconnus connus, la planification de scénarii de ces inconnus connus, la création de connaissances par des experts pour répondre à ces inconnus connus, une culture organisationnelle favorable à la prospective et l'organisation formelle des activités de prospective (Haarhaus et Liening 2020). Autrement dit, les capacités dynamiques permettent de maintenir une dynamique d'adaptation continue de la conception réglée, et d'organiser l'exploration en conception innovante, ce qui n'est pas réellement intégré.

Pour conclure cette sous-partie, lorsque la conception réglée et innovante sont coordonnées, le système d'apprentissage qui en découle se métabolise dans l'ambidextrie, dans laquelle les activités d'exploration sont responsables de la création de nouvelles connaissances pour régénérer les activités de l'exploitation, qui sont responsables de la création de connaissances qui améliorent l'existant. Concrètement, certaines entreprises ayant instauré un processus de NPD en tant qu'activité d'exploitation, ont instauré des unités indépendantes d'ingénierie amont responsables de l'exploration pour une partie des logiques d'apprentissage. Le choix des connaissances produites par l'exploration à intégrer étant conditionné par l'exploitation (Maniak *et al.* 2014), certains travaux suggèrent que les activités d'exploration soient orientées générativement (selon les inconnus identifiés par l'exploitation (Le Glatin 2018)). Une autre manière concrète de mettre en place de l'ambidextrie se trouve dans l'instauration de capacités dynamiques, qui ont le mérite de tenir compte des inconnus inconnus. Cependant, la sélection et le développement des capacités dynamiques restent un sujet à étudier davantage dans la littérature, bien que certains auteurs proposent de mettre en place des activités de prospective.

Pour résumer et conclure ce deuxième chapitre sur les formes d'organisation et de systématisation des activités d'exploration et d'apprentissage des collectifs, celles-ci diffèrent selon les inconnus qu'elles adressent, et donc selon le régime de conception associé.

Pour la conception réglée, le processus de gestion de nouveaux projets (FFE et NPD) assure un apprentissage collectif puissant en matière d'inconnus connus afin d'identifier de nouvelles idées et différencier les produits à concevoir. Les ingénieurs mobilisent massivement le stock d'expertises internes (connus inconnus pour les ingénieurs — connus connus pour les experts) et orientent le renouvellement des connaissances de manière incrémentale grâce aux experts. Les

experts ont en effet pour rôle de capitaliser les connaissances stratégiques de l'entreprise (connus connus), de connaître les nouveautés dans leur domaine en dehors de l'entreprise (connus inconnus) pour répondre aux demandes des décideurs (inconnus connus).

Concernant les processus systématiques d'apprentissage de la conception innovante, les théories de la conception innovante étant récentes, l'identification d'outils et de méthodes spécifiquement dédiés aux inconnus inconnus connaissables reste délicate. Mais leur développement ne pourra se faire que par l'intercession d'acteurs de l'inconnu comme les experts de l'inconnu pour l'identification et l'acquisition de connaissances des inconnus inconnus. Cependant, l'apparition de la figure d'expert de l'inconnu n'étant qu'à ses débuts, son rôle reste à clarifier. Il faut donc surtout compter sur le manager de l'inconnu pour identifier les inconnus inconnus et apprendre à l'ingénierie à développer des projets autour de ces inconnus au niveau de l'entreprise ; ou compter sur l'intrapreneur pour faire de même à un niveau plus local de l'entreprise.

Enfin, la coordination de la conception réglée et innovante est désignée par le concept d'ambidextrie, dans lequel les activités d'exploration sont responsables de la création de nouvelles connaissances (inconnus inconnus) pour régénérer les activités de l'exploitation, qui sont responsables de la création de connaissances qui améliorent l'existant (inconnus connus). Deux formes d'ambidextrie ont été identifiées. D'une part l'ambidextrie structurelle qui sépare les deux activités, comme la mise en place d'une ingénierie amont responsable des apprentissages autour des inconnus inconnus par les activités d'exploration, complétant les activités d'exploitation du processus NPD en charge des apprentissages des inconnus connus et de la mobilisation du connu connu. D'autre part, l'ambidextrie contextuelle dans laquelle les activités d'exploration et d'exploitation sont assurées par les mêmes acteurs. Les capacités dynamiques d'innovation peuvent être associées à cette forme, car elles explorent pour identifier des inconnus inconnus et en fonction de cette exploration, restructurent les activités d'exploitation. Cependant, la sélection et le développement des capacités dynamiques restent un sujet à étudier davantage dans la littérature. Mais dans ces deux formes d'ambidextrie, l'intégration des connaissances produites par l'exploration est conditionnée par l'exploitation (Maniak et al. 2014). Certains travaux récents proposent une troisième forme d'ambidextrie, l'ambidextrie exploratoire, dans laquelle les activités d'exploration seraient orientées générativement selon les inconnus identifiés par l'exploitation (Le Glatin 2018).

LIMITES DE LA REVUE DE LITTÉRATURE ET PROBLÉMATIQUE DE LA THÈSE

Ces deux chapitres de revue de littérature nous permettent d'identifier les vides laissés dans la littérature pour répondre à notre problématique générale : « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** » et de formuler des sous-questions de recherche.

Pour commencer, cette thèse s'intéresse à la gestion des inconnus associés aux injonctions des transitions. À partir de maintenant, nous allons donc nous intéresser uniquement à la gestion des inconnus connus et des inconnus inconnus, puisque la nature de l'inconnu dépend du régime de conception. Le régime de conception réglée vise à améliorer les processus de conception, et la qualité des objets à concevoir tout en minimisant l'acquisition de nouvelles connaissances. Les inconnus qui sont adressés par ce régime de conception portent donc sur la performance de l'objet à concevoir et des procédés. Ainsi la conception réglée adresse des inconnus connus, c'est-à-dire des inconnus imaginables, réalisables, qui gravitent autour du dominant design. À l'inverse, la conception innovante permet d'apprendre à déplacer la frontière de l'imaginable accessible (Le Masson et Weil 2014b). Ce régime de conception vise à revoir l'identité de l'objet à concevoir, tout en réalisant une exploration minimale, mais variée, originale et robuste. La conception innovante adresse davantage les inconnus inconnus connaissables, et garde un œil sur les éventuels inconnus inconnus inconnaissables grâce à ces activités de veille. Ainsi, pour tous les inconnus, des capacités d'innovation se mettent en place à travers les régimes de conception.

La littérature nous indique que les membres d'un bureau d'études s'emparent collectivement d'un inconnu, si tous les membres trouvent un intérêt à explorer cet inconnu. Il doit y avoir une forme de désirabilité commune, un inconnu commun (Gillier *et al.* 2015). Cette désirabilité commune semble être un prérequis pour qu'une ingénierie s'empare d'un sujet de conception. Or dans le contexte de transition, les inconnus sont perçus comme des injonctions pour les bureaux d'études. Cela soulève une première énigme sur la gestion des inconnus désirables asymétriques et des inconnus indésirables par les ingénieries, pour laquelle la littérature n'offre aucun éclairage. En situation d'inconnus désirables asymétriques, une autre énigme apparaît sur l'éventuel processus de désirabilisation ou d'indésirabilisation à mettre en place par une partie du bureau d'études pour convaincre l'autre. Là encore, la littérature est absente sur ce point. Ceci nous amène à formuler la première sous-question de recherche : « **QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?** »

Par ailleurs, la littérature nous présente différents acteurs de l'ingénierie selon les régimes de conception et les inconnus. En conception réglée, les experts sont responsables du patrimoine des connaissances stratégiques de l'entreprise, c'est-à-dire les connus connus. Ils sont également responsables de faire fructifier ce patrimoine en sachant les avancées dans leur domaine en dehors de l'entreprise (les inconnus connus) et en étudiant les demandes formulées par les décideurs (les inconnus connus). Rien ne fait état d'une quelconque action de leur part autour des inconnus inconnus connaissables, alors qu'en conception innovante il est fait mention d'experts de l'inconnu. Ceux-ci identifient les inconnus inconnus connaissables pour développer de nouvelles expertises et soutenir le développement de nouveaux projets de R&D. Cependant, l'existence de cette nouvelle figure ou de ce nouveau rôle de l'expertise de l'inconnu dans les ingénieries n'est encore que faiblement démontrée. De cette manière, en conception innovante, le manager de l'inconnu et l'intrapreneur de l'inconnu sont responsables d'identifier eux-mêmes les inconnus inconnus à intégrer dans leurs portefeuilles d'innovation. Ils sont également responsables des processus de développement de projets autour de ces inconnus. Mais ces deux acteurs ne sont pas responsables des apprentissages et de la rétention des apprentissages stratégiques pour l'entreprise. Ce rôle est officiellement réservé aux experts techniques ou scientifiques, qui ne sont cependant pas impliqués dans l'apprentissage des inconnus inconnus. Or, l'apprentissage autour des inconnus inconnus est stratégique pour renouveler les offres des industries et assurer leurs survies sur le long terme. Ce point est d'autant plus important que les inconnus des transitions impliquent de nombreux savoirs techniques (nouvelles énergies, nouvelles technologies, etc.), donc de nombreuses expertises externes et complexes à intégrer. Dans ce contexte de transitions, l'implication d'experts pour retenir les apprentissages stratégiques autour de ces inconnus inconnus est essentielle. Il est donc intéressant de savoir si l'expert de l'inconnu désigne une nouvelle compétence d'identification d'inconnus inconnus que l'expert scientifique ou technique devrait développer ; ou s'il s'agit d'un nouvel acteur pour les inconnus inconnus, dont l'intégration et les interactions avec les autres acteurs de l'ingénierie restent à modéliser. Ce point nous permet d'identifier une deuxième sous-question de recherche : **« QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ? »**

Enfin, après avoir précisé qui était responsable d'identifier et de s'emparer des inconnus des transitions, notamment en étudiant si l'expert de l'inconnu était une compétence que les experts techniques et scientifiques devaient développer, ou s'il s'agissait d'une nouvelle figure de l'expertise, il devient intéressant d'observer les outils, les processus d'apprentissage, la gestion

des expertises, et les formes d'interaction avec les autres acteurs nécessaires à l'ingénierie. S'il s'agit d'une nouvelle compétence pour les experts techniques et scientifiques, quels outils mettent-ils en place pour :

- Intégrer cette nouvelle compétence ;
- Identifier les inconnus inconnus ;
- S'accorder avec les autres experts de la désirabilité de ces inconnus ;
- Développer leur expertise autour de ces inconnus inconnus qui impliquent de nouveaux apprentissages ;
- Et transférer le développement de projets aux managers et aux intrapreneurs des inconnus ?

Ces interrogations nous permettent de formuler une dernière sous-question de recherche :
« QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ? »

Partie 2. Méthodologie de recherche et matériel : combiner observations et expérimentations dans une ingénierie industrielle

CHAPITRE 3. METHODE DE RECHERCHE DE LA THESE	97
3.1. LA DECOUVERTE DES THEORIES DE LA CONCEPTION	97
3.2. CHEMINEMENT VERS LA THESE : 12 MOIS EN TANT QU'INGENIEUR DE RECHERCHE	98
3.3. UNE RECHERCHE-INTERVENTION DE 39 MOIS AVEC RENAULT.....	99
3.3.1. Terrain de recherche et contexte de crises	99
3.3.2. La Recherche-Intervention comme cadre général de la recherche.....	101
3.3.2.1. Originalité de l'étude	103
a) Richesse et diversité des données	103
b) Méthode de collecte et d'analyse des données	103
c) Une étude longitudinale ancrée au CGS	104
d) Une Recherche-Intervention en distanciel	105
3.3.2.2. Intégration et diffusion des travaux.....	106
e) Interactions avec les experts Innovation Patterns	106
f) Interactions avec la communauté scientifique	106
CHAPITRE 4. METHODOLOGIE DES CAS D'ETUDES	109
4.1. ÉTUDE 1 : HISTORIQUE DES INCONNUS	111
4.2. ÉTUDE 2 : SYSTEME D'EXPERTISE	117
4.3. ÉTUDE 3 : PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES	118
4.4. ÉTUDE 4 : BREVETS IA.....	119
4.5. ÉTUDE 5 : INGENIERIE AMONT	121
4.6. ÉTUDE 6 : DES INNOVATION PATTERNS.....	122
4.7. ÉTUDE 7 : SNCF.....	125
4.8. ÉTUDE 8 : RENAULT-GOOGLE	125
4.9. ÉTUDE 9 : DAT@CK	130
4.9.1. Cadrage	130
4.9.2. D : définition	131
4.9.3. K : Knowledge.....	133
4.9.4. C : concept.....	133
4.9.5. P : project.....	134

La première partie du manuscrit a permis de répondre partiellement à notre problématique de recherche : « Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ? », nous conduisant à formuler trois questions de recherche pour l’approfondir :

- QR1 : Quels sont les types d’inconnus et leurs dynamiques d’appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d’innovation ?
- QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l’apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l’ingénierie à s’en emparer ?
- QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l’inconnu favorisent l’apprentissage et l’alignement des autres experts dans l’entreprise ?

Cette deuxième partie du manuscrit a pour vocation de présenter la méthode de recherche de la thèse ainsi que mon cheminement durant la thèse. Elle commence par la description du contexte d’émergence du travail de recherche, c’est-à-dire ce qui m’a amenée à m’intéresser à la recherche. Je présente ensuite l’année que j’ai passée en tant qu’ingénieur de recherche, qui a précédé le début de la thèse, et qui a permis l’identification du sujet et du terrain de recherche. Ce terrain, ainsi que le cadre méthodologique retenus pour répondre à notre problématique de recherche sont ensuite présentés, afin de traiter les trois sous-questions de recherche formulées (Chapitre 3). Enfin, je détaille les diverses études que réalisées pour répondre aux trois sous-questions de recherche. Je précise les méthodes de collecte et d’analyse, ainsi que la nature des données (Chapitre 4).

CHAPITRE 3. METHODE DE RECHERCHE DE LA THESE

Ce troisième chapitre est dédié à la présentation du contexte de la thèse et de la méthode employée pour étudier notre problématique de recherche principale. Le chapitre commence par présenter mon cheminement personnel jusqu'à mon choix pour les activités de recherche. Dans un second temps, il présente ma première année de recherche, pendant laquelle nous avons progressivement construit la problématique de la thèse et identifié le terrain de recherche adéquat. Pour terminer, il présente le terrain et décrit le contexte dans lequel se sont déroulés les 39 mois de recherche.

3.1. LA DECOUVERTE DES THEORIES DE LA CONCEPTION

Attirée par la gestion de projets innovants, je me suis rapidement tournée, pendant mes études de gestion à l'Université Paris Dauphine — PSL et mes stages, vers ce domaine. J'ai découvert les principes du Lean Startup, de la méthode agile, des langages et des recettes de conception en travaillant sur le développement d'une application mobile innovante chez France TV. Souhaitant créer ma propre entreprise pour pouvoir décider des projets à développer, je me suis orientée vers un Master 1 de finance, afin d'apprendre la finance d'entreprise. J'ai par la suite découvert le financement de l'innovation en tant qu'analyste « fonds de fonds » (fonds qui financent d'autres fonds, dont les investissements sont destinés aux entreprises) chez Bpifrance. J'y ai poursuivi l'expérience en tant que chargée d'affaires, ce qui m'a permis d'analyser de nombreux projets de startup et de découvrir l'écosystème de la French Tech. Ayant toujours l'ambition de monter mon entreprise de gestion de projets innovants et technologiques, j'ai souhaité découvrir des aspects de gestion nécessaires autres que la finance d'entreprise, et renforcer ma culture en technologies. Pour cela, j'ai poursuivi mon parcours d'études en Master 2 Management de la Technologie et de l'Innovation (MTI), formation prodiguée par Dauphine — PSL et Mines Paris — PSL, où j'ai notamment découvert les régimes de conception et la théorie C-K. J'ai pu en appliquer les principes lors d'une mission étudiante de conception innovante entre le Master MTI et une entreprise (la DSI de Dauphine pour repenser les salles informatiques). Cette mission de gestion de la conception d'un projet innovant m'ayant particulièrement plu, j'ai abandonné l'idée de création d'entreprise pour devenir chef de projet technologique et ainsi pouvoir utiliser les connaissances acquises par ma formation, notamment les théories de la conception. C'est dans ce contexte que ma directrice de Master, Sophie Hooge, m'a alors proposé une mission de 12 mois en tant qu'ingénieur de recherche sur le partenariat Renault-Google. Cette mission me permettait de mobiliser les théories de la conception, sur un projet technologique au sein d'une industrie, et

de travailler essentiellement de manière autonome et indépendante, retrouvant ainsi ce qui m'attirait dans l'idée que je me faisais du fondateur de startup, sans les contraintes y afférant. N'ayant pas, à l'époque, une idée claire du métier de chercheur, les 12 mois me permettaient de m'en faire un avis plus précis avant de m'engager éventuellement dans une thèse de trois ans.

3.2. CHEMINEMENT VERS LA THESE : 12 MOIS EN TANT QU'INGENIEUR DE RECHERCHE

Cette mission est née à la suite de la nomination de Dominique Levent, en tant qu'Expert Leader Innovation Patterns chez Renault, étant alors en cours de structuration de son nouveau domaine d'expertise. La mission consistait en une étude scientifique réalisée par un chercheur du Centre de Gestion Scientifique, en collaboration avec les experts du domaine Innovation Patterns (Eloi Baudoux, Directeur Commerce et Jean-Marc Postic, Coach Créativité et Vision). Cette étude devait modéliser rigoureusement l'usage et les apports des méthodes et processus de conception innovante mobilisés par ces experts dans le partenariat Alliance Renault Nissan Mitsubishi (RNM) — Google, en parallèle de la gestion de projet en conception réglée qui visait la sortie de véhicules RNM connectés via Android en 2021.

Cette mission visait aussi à proposer un programme de thèse pour approfondir le sujet au-delà de l'étude du partenariat Renault-Google. Elle me permettait ainsi de tester mon appétence pour la recherche, avant d'éventuellement candidater au projet de thèse. Quatre raisons m'ont convaincue de poursuivre ces activités de recherche : la satisfaction d'une réflexion poussée et éprouvée, bien qu'elle ne soit jamais achevée (ce qui peut, à l'inverse, générer des frustrations) ; l'apprentissage permanent satisfaisant ma curiosité ; l'étude de problématiques innovantes, technologiques industrielles actuelles ; et la transmission de ces savoirs auprès d'étudiants, d'autres industriels ou dans des publications scientifiques.

Pendant ces 12 mois, j'ai découvert une partie de l'ingénierie automobile de Renault, en travaillant essentiellement avec Dominique Levent, Expert Leader Innovation Patterns, Eloi Baudoux, pressenti pour être Expert Outils et Méthodes d'Innovation et Jean-Marc Postic, pressenti pour être Référent en Outils et Méthodes d'Innovation (dans la suite des travaux ils seront désignés comme les Experts du DES IP, bien que d'autres soient membres). Sans préciser ici tout ce qui a été réalisé pendant cette année (cf. chapitre 4 - 4.8), j'ai observé et accompagné les experts du domaine Innovation Patterns dans la mobilisation des théories de la conception innovante pour soutenir la phase de conception du partenariat Renault-Google. Plus précisément, j'ai étudié et participé avec les experts à l'identification et l'exploitation de nouvelles voies de conception, tandis que d'un point de vue stratégique il s'agissait de montrer comment les méthodes de co-conception étaient utilisées par le domaine d'expertise dans le partenariat

Renault-Google. Si les experts du domaine d'expertise Innovation Patterns ont su identifier de nombreuses voies innovantes à fort potentiel aussi bien pour le partenariat Renault-Google, que pour Renault ou pour Google séparément, peu d'entre elles ont été développées par la suite (Deval *et al.* 2020). C'est alors que se formule la question de la performance de ce nouveau domaine d'expertise, illustrée à travers plusieurs questions opérationnelles : comment modéliser une expertise en management de l'innovation de rupture ? Quels outils ou instruments de pilotage établir ? Quelles stratégies définir ? Quelles organisations et règles de gouvernance instaurer pour assurer le pilotage global ? Comment régénèrent-elles les métiers et les savoirs ? Du point de vue scientifique, la question de recherche initiale était « **Comment établir une stratégie de pilotage de l'expertise en management de l'innovation de rupture ?** ». Selon l'explication dans l'introduction, celle-ci a évolué au cours des mois, pour devenir « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** ».

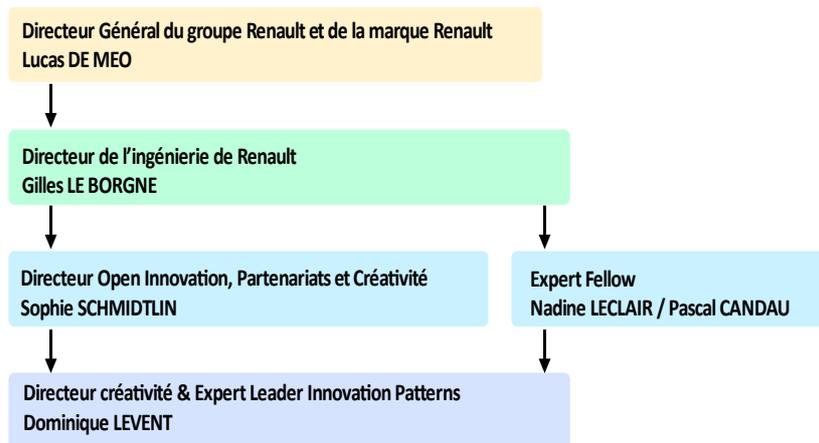
3.3. UNE RECHERCHE-INTERVENTION DE 39 MOIS AVEC RENAULT

Pour répondre à la question de recherche ainsi qu'aux questions opérationnelles, une démarche de Recherche Intervention d'une durée de trois ans, étendue de trois mois à cause de la crise Covid-19, a été menée. Nous présentons ici le terrain de recherche constitué du domaine d'expertise Innovation Patterns chez Renault, puis nous détaillons la démarche de la Recherche-Intervention.

3.3.1. TERRAIN DE RECHERCHE ET CONTEXTE DE CRISES

Cette thèse, débutée en janvier 2020, s'appuie sur plus de trois ans de Recherche-Intervention au Département de la Créativité de Renault, dont la directrice Dominique Levent, est également Expert Leader du domaine d'expertise Innovation Patterns depuis 2018, et dont l'équipe constitue majoritairement les experts membres de ce même domaine. Cette Direction fait partie de la Direction de l'Ingénierie avancée (DEA-I), faisant elle-même partie de la Direction de l'ingénierie. Les membres de cette direction, en tant qu'experts du domaine stratégique Innovation Patterns, sont également hiérarchiquement rattachés à l'Expert Fellow, responsable de toute la filière expertise (Figure 7).

Figure 7 — Organigramme de la direction de l'ingénierie de Renault et de la DEA-IE



Pendant les années de recherche, l'équipe des experts du domaine d'expertise Innovation Patterns n'a cessé d'évoluer. En effet, ces quatre années, qui ont démarré en janvier 2019, ont été marquées par les répercussions du départ de Carlos Ghosn en novembre 2018, la crise de la Covid-19, la crise des matières premières qui en a découlé, la guerre en Ukraine qui a contraint Renault à quitter la Russie (son deuxième marché) en vendant ses actifs pour un rouble symbolique (Anon 2022c). Malgré les mesures d'activité partielle subventionnées par l'État français (Anon 2022a), et le prêt de 5 milliards d'euros accordé par l'État français, Renault a mis en place plusieurs plans de départs volontaires concernant 15 000 emplois à travers le monde, dont 4 600 en France, et a annoncé la plus lourde perte financière de son histoire (Normand 2020). Ces plans de départs se sont accompagnés d'une réduction budgétaire globale dans l'entreprise, laissant la priorité aux projets stratégiques. Ce contexte particulier a fortement impacté la composition de l'équipe des experts du domaine Innovation Patterns. La réduction des budgets pour les projets d'expertise, accompagnée du plan de départs volontaires, a encouragé plusieurs experts à quitter l'entreprise entre fin 2020 et 2022. Par ailleurs, l'expertise autour de la culture dynamique a été détachée du domaine Innovation Patterns et associée à un autre domaine d'expertise pour d'avantage de cohérence. Voici l'organigramme au début (Figure 8) et celui à la fin de la thèse (Figure 9).¹

¹ NB : en Juillet 2023, Dominique Levent ayant pris sa retraite, Eloi Baudoux lui a succédé au poste d'Expert Leader Innovation Patterns

Figure 8 — Organigramme du domaine d'expertise Innovation Patterns en janvier 2020

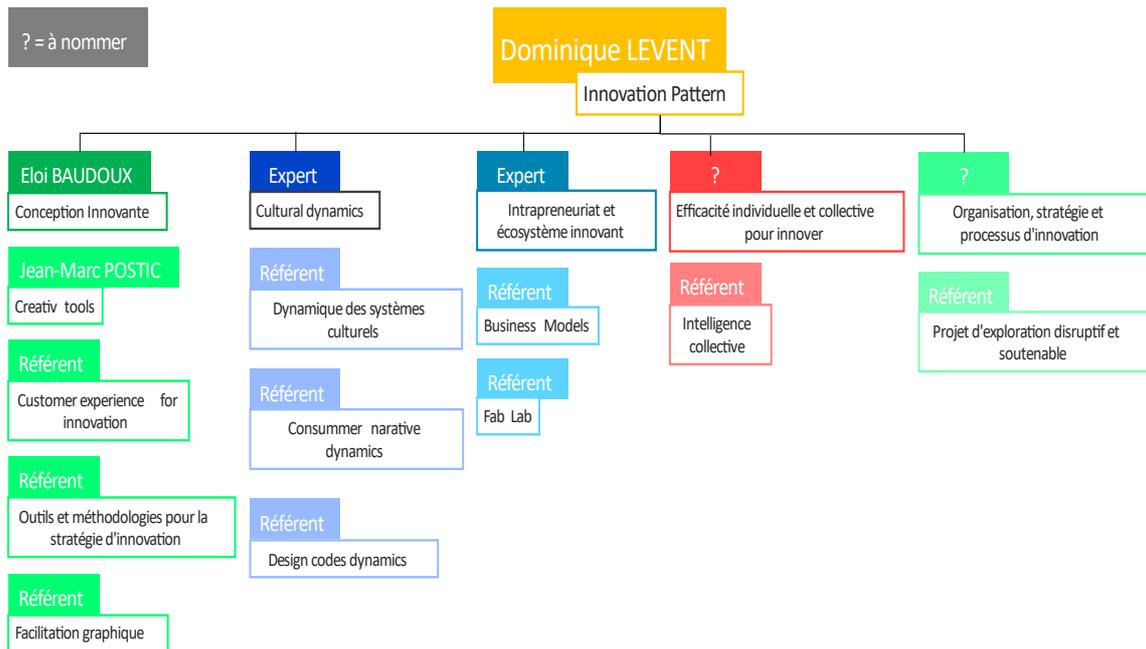
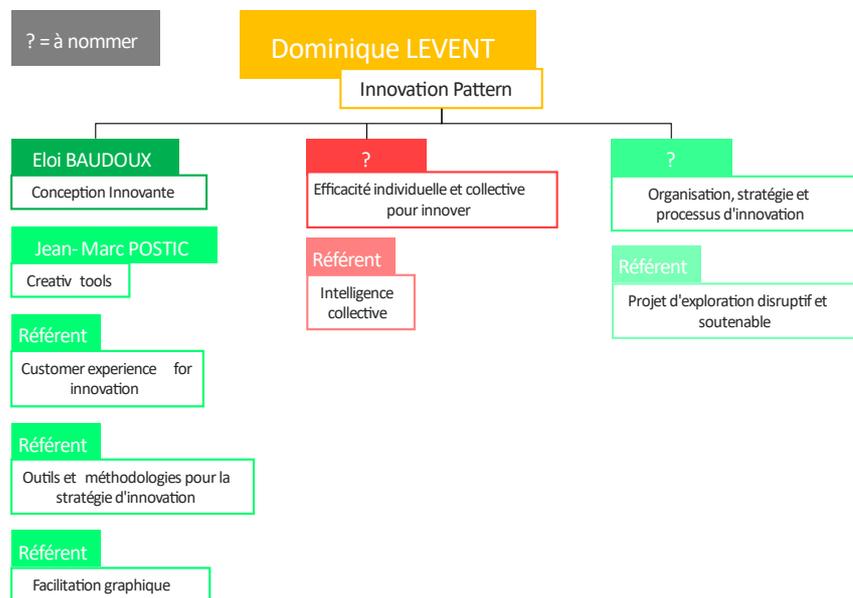


Figure 9 — Organigramme du domaine d'expertise Innovation Patterns au début de la rédaction de la thèse



3.3.2. LA RECHERCHE-INTERVENTION COMME CADRE GENERAL DE LA RECHERCHE

La Recherche-Intervention est une méthode de recherche en sciences mobilisée de longue date par le Centre de Gestion Scientifique de Mines Paris — PSL. Cette méthode est privilégiée dans le dispositif CIFRE (Convention Industrielle de Formation par la Recherche), puisque ce dispositif permet l'intégration de doctorants dans l'entreprise. La définition de la Recherche-Intervention

proposée par Albert David est la suivante (David 2000 : 20) : « *La Recherche Intervention consiste à aider, sur le terrain, à concevoir et à mettre en place des modèles, outils et procédures de gestion adéquats, à partir d'un projet de transformation plus ou moins complètement défini, avec comme objectif de produire à la fois des connaissances utiles pour l'action et des théories de différents niveaux de généralité en sciences de gestion.* ». Aussi, la Recherche Intervention se fait en relation avec le terrain selon le principe de « rationalité accrue » qui vise une meilleure adéquation des connaissances avec les hommes du terrain (David 2000 : 11), permettant d'établir une relation continue entre l'équipe de chercheurs et les membres de l'entreprise pendant la durée de l'intervention. La qualité des résultats de la recherche dépend de l'immersion du chercheur dans le terrain d'étude et de sa compréhension de la problématique qui évolue de façon linéaire, au contact des acteurs impliqués selon le principe d'« inachèvement » pour lequel il est impossible de spécifier à l'avance le chemin et les résultats de la recherche (David 2000 : 11). « *Un suivi périodique, une collaboration s'inscrivant dans la durée même des problèmes que l'on étudie, permet de mieux saisir les trajectoires et de relativiser les différentes perceptions recueillies* » (Hatchuel 1994 : 60). Cette méthode de recherche a été utilisée dans cette thèse afin de formaliser et développer de nouvelles théories sur la gestion des inconnus par une ingénierie, selon le principe « de double niveau d'interaction » entre l'action sur le terrain et la production de nouvelles connaissances.

Par ailleurs, nous considérons l'ingénierie de Renault comme une organisation pionnière dans le domaine du management de l'ingénierie, c'est-à-dire, une organisation capable d'innover dans ses principes et processus de management afin d'atteindre un avantage compétitif de longue durée (Hamel 2006 ; David et Hatchuel 2007), ce qui en fait un terrain parfait d'intervention, puisque cela suppose des acteurs réflexifs sur leurs pratiques (Schön 1987). En effet, l'ingénierie de Renault, et particulièrement l'équipe avec laquelle cette thèse a été réalisée, a fait l'objet de nombreuses études de recherche sur des pratiques innovantes de management (Midler *et al.* 2012 ; Börjesson *et al.* 2014 ; Hooge et Le Du 2014b ; von Pechmann *et al.* 2015 ; Le Du 2017 ; Lô 2017 ; Touvard et Lebon 2017). Ces études mettent en avant le fait que Renault est l'un des pionniers dans l'implémentation de FabLab interne (Lô 2017), ou encore dans le véhicule électrique (Feunteun 2018). Concernant notre thèse, nous observons l'institutionnalisation des experts en innovation par l'ingénierie de Renault. Ces experts étant spécialisés en management de l'innovation, ils ne correspondent pas à la définition de l'expert scientifique ou technique proposée par la littérature. Ils semblent davantage correspondre à la définition des experts de l'inconnu, bien que cette définition n'en soit qu'à ses prémices dans la littérature, et nécessite d'autres travaux pour s'enrichir et se clarifier. L'institutionnalisation de ces experts en

management de l'innovation est donc une innovation managériale de la part de Renault, qui semble là encore, pionnier dans la nomination d'experts de l'inconnu.

3.3.2.1. ORIGINALITE DE L'ETUDE

a) RICHESSE ET DIVERSITE DES DONNEES

La Recherche-Intervention m'a permis d'avoir une proximité forte avec le terrain, puisque mon statut d'employée de Renault m'a facilité l'accès aux acteurs et aux données. Leur exhaustivité et leur finesse m'ont permis de mieux cerner les logiques de gestion de mon objectif de recherche (David et Hatchuel 2007), les inconnus pour les ingénieries. En effet, il existait trois avantages majeurs à être employée de Renault pour cette étude :

- Premièrement, j'ai pu échanger aisément avec les membres de l'équipe d'experts du domaine Innovation Patterns, et j'ai pu accéder à l'ensemble de leurs projets.
- J'ai également pu contacter et échanger avec d'autres membres de l'entreprise, que ce soient des membres de la filière expertise, des acteurs de l'innovation, ou des auteurs de brevets.
- Ayant accès à l'intranet, j'ai pu trouver de nombreux documents internes me permettant de compléter mes données primaires.

Pour enrichir ces données internes, j'ai récolté d'autres données en externe, comme l'ensemble des publications scientifiques sur Renault à travers une base de données scientifiques (lens.org), des recherches historiques sur l'automobile et Renault, des discussions avec d'anciens employés de Renault, et surtout, j'ai pu régulièrement échanger avec l'équivalent de l'Expert Leader Innovation Patterns de Renault à la SNCF, Dominique Laousse, Expert technique écomobilités. L'exhaustivité de ces données m'a permis de triangulariser régulièrement leur valeur (Campbell et Fiske 1959) selon le principe de « scientificité » qui demande au chercheur d'adopter une attitude critique vis-à-vis de la validité des savoirs (David 2000). Ces données contribuent aussi à l'élaboration de théories générales pertinentes pour le domaine d'expertise Innovation Patterns, qui pourront être utiles au-delà du contexte où elles ont été produites (David et Hatchuel 2007 : 147). Les échanges avec des praticiens en dehors de Renault, en plus de l'Expert à la SNCF, démontrent un intérêt extérieur pour mes résultats.

b) METHODE DE COLLECTE ET D'ANALYSE DES DONNEES

Bien que l'étendue des données et des méthodes utilisées soit présentée dans la partie suivante, voici les éléments principaux qui composent notre étude. Notre recherche compte 9 études qui

s'appuient sur des données primaires et secondaires (Webb et Weick 1979 ; Koenig 1993). Les données primaires ont été collectées à travers des interviews semi-directives (Merton *et al.* 1990), de l'observation participante et des ateliers (Silverman 2011 ; Jorgensen 2015), et des bases de données scientifiques (études de publications scientifiques) ou de propriété intellectuelle (étude de brevets). Quant aux données secondaires, elles ont été collectées grâce à l'intranet de Renault, me permettant de trouver des documents internes de communication (Mucchielli 2021), ou grâce à des recherches sur internet, des livres d'histoire sur l'automobile et Renault, ou encore sur des bases de données.

Les sous-questions de recherche nécessitaient de reconstruire l'histoire de plusieurs phénomènes, d'en observer et d'en déduire les principales étapes d'évolution et parfois d'en déduire des modèles. Nous avons donc favorisé l'analyse de ces données de manière longitudinale (Pettigrew 1990 ; Eisenhardt et Graebner 2007), qualitative et parfois en méthodes mixtes (Evrard *et al.* 2009 ; Venkatesh *et al.* 2013). Les données ont été analysées selon la méthode en quatre étapes de Van de Ven et Poole (2017) afin de retranscrire l'historicité des événements et d'en comprendre leurs raisons d'être :

1. Dresser une liste chronologique des événements qui se sont produits au cours du phénomène étudié. Par « événement », on entend un changement subi par l'une des catégories conceptuelles étudiées ;
2. Réorganiser cette liste en fonction des catégories conceptuelles de la recherche, afin d'établir, pour chaque catégorie, une série chronologique d'événements — ce que l'on appelle une trajectoire. L'ensemble des trajectoires nous donne une description du processus étudié ;
3. Réaliser une analyse des phases. Une phase est définie comme étant un ensemble significatif d'activités simultanées au sein des trajectoires établies dans la deuxième étape. Ainsi, une phase est un ensemble de changements subis par un certain nombre de catégories conceptuelles. Cela consiste à identifier des phases discrètes d'activité et à analyser leurs séquences et leurs propriétés ;
4. Examiner l'ordre des séquences dans la série d'événements connectés.

c) UNE ETUDE LONGITUDINALE ANCRÉE AU CGS

Une autre originalité de l'étude se situe dans le caractère longitudinal de cette recherche. Tout d'abord, mes travaux de recherche s'inscrivent dans la continuité de nombreux travaux réalisés au sein de mon laboratoire de recherche, le Centre de Gestion Scientifique. Le CGS compte depuis 1998 plus de quinze thèses réalisées en Recherche-Intervention chez Renault : David (1988),

Aggeri (1998), Weil (1999), Le Masson (2001), Ben Aissa (2002), Segrestin (2003), Roos (2006), Bakiri (2007), Fall (2008), Dalmasso (2009), Hooge (2010), Morel (2014), Guy-Coquille (2016), Le Du (2017), Beulque (2019) et Iken (2021). Les travaux de Weil ayant commencé en 1987, le collectif s'appuie sur au moins 35 ans de recherche longitudinale. Il est également important de souligner que mes deux directeurs de thèse ont réalisé leurs propres thèses chez Renault sur la rationalisation des processus de conception en R&D (Weil 1999 ; Hooge 2010). Mes travaux s'inscrivent donc doublement dans une perspective longitudinale de modélisation de l'ingénierie : celle de mon laboratoire et celle de mes directeurs de thèse.

d) UNE RECHERCHE-INTERVENTION EN DISTANCIEL

Enfin, comme évoqué précédemment, ces trois années de Recherche Intervention ont été essentiellement menées dans un contexte de crise Covid-19, contraignant la recherche à se faire essentiellement en distanciel. Dès le 16 mars 2020, la France se trouve confinée, obligeant les équipes à échanger grâce aux nouvelles technologies de communication telles que Teams, ou Zoom. En sortie de confinement, le télétravail a été plus qu'encouragé pour limiter la reprise épidémique, limitant la faculté de rencontrer physiquement ses collègues dans les bureaux. Pour contourner cette limite, l'ensemble des échanges, des interviews semi-directives, ou des animations d'ateliers que j'ai réalisés, ont eu lieu en visioconférence. Aucune étude méthodologique n'a jusque-là étudié cette méthode, ou n'a pu la comparer aux mêmes procédés de recherche en présentiel. Or, dans son livre sur les méthodes de recherche, Thiétart (2014) compare différents modes d'administration d'un questionnaire pour de la recherche quantitative : postal, email, en ligne, téléphonique et face à face. Bien que je ne puisse le démontrer dans cette thèse, mais peut-être dans une étude future, je suppose que ces modes de collecte impactent également la recherche qualitative de différentes manières, et que la visioconférence présente également ses propres particularités. Par exemple, j'ai noté qu'en utilisant Teams, les participants étaient plus souvent à l'heure, que la durée de la réunion était respectée, alors que lors de réunions passées en présentiel, les échanges pouvaient durer plus longtemps que le créneau fixé à l'origine, et que les participants étaient plus souvent en retard. Par ailleurs, que ce soit Teams ou Zooms, tous les échanges informels durant l'entrée et la sortie de la salle de réunion sont perdus. La quantité de données récoltées in fine n'est donc pas la même. Enfin, comme les échanges sont enregistrés, le symbole d'enregistrement reste affiché sur l'écran, ce qui n'est pas le cas des réunions en présentiel, et peut empêcher la parole « libre ». Par ailleurs, la visioconférence étant limitée dans le temps, je pense que certaines personnes ont plus facilement accepté d'échanger pendant une heure par exemple, facilitant ainsi l'accès à des acteurs souvent

occupés. De même, d'autres médias se trouvent plus facilement échangés (données secondaires) du fait que les interlocuteurs peuvent facilement échanger lesdits documents via des partages d'écran ou la conversation en ligne.

3.3.2.2. INTEGRATION ET DIFFUSION DES TRAVAUX

e) INTERACTIONS AVEC LES EXPERTS INNOVATION PATTERNS

La Recherche-Intervention suppose la mise en place de canaux d'interactions avec l'organisation respectant le dernier principe dit d'isonomie, selon lequel « *l'intervention elle-même doit se traduire concrètement par la mise en place d'un système d'échanges entre acteurs qui respecte à la fois la recherche de vérité et démocratie* » (David, 2000, p. 12). Dans le cadre de ma thèse chez Renault, plusieurs formes d'interactions ont été mises en place (dates de mes interventions entre parenthèses) :

- **Les comités de pilotage annuels** de la thèse (3 décembre 2019, 18 mars 2020, 2 mars 2021 et 9 février 2022), rassemblant, côté Mines Paris, les co-directeurs de thèse Sophie Hooge et Benoit Weil, côté Renault, Dominique Levent, responsable scientifique de ma thèse, Eloi Baudoux et Jean-Marc Postic, Expert et Référent du domaine d'expertise Innovation Patterns avec qui j'ai co-animé de nombreux ateliers, et moi-même. Le but des comités annuels est de présenter les avancées et conclusions de l'année passée, les objectifs de l'année suivante, en spécifiant les types de données qui me seraient nécessaires et les moyens de les collecter ;
- Déjà en place avant mon arrivée, **les réunions hebdomadaires** rassemblant l'ensemble de l'équipe Créativité et Vision ;
- Pendant la troisième année, des **réunions d'équipes ponctuelles** me permettant de présenter les résultats de mes travaux à toute l'équipe (8 juillet 2022 – 30 septembre 2022 – 9 décembre 2022) ;
- Quelques **réunions avec l'Expert Fellow**, responsable de la filière d'expertise (17 juillet 2019, 17 septembre 2020, 22 octobre 2020 et 8 juin 2021) ou avec son secrétaire général (3 et 19 mai et 29 juillet 2020).

f) INTERACTIONS AVEC LA COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE

Les trois années de travaux de thèse ont été ponctuées par plusieurs interactions avec les chercheurs de notre laboratoire de recherche ainsi que des chercheurs de laboratoires de

recherche partenaires, me permettant de confronter mes analyses et réflexions (dates de mon intervention entre parenthèses) :

- **Suivi individuel** de thèse, une à deux fois par mois avec les directeurs de thèse ;
- Réunions hebdomadaires d'équipe de la Chaire Théorie et Méthodes de la Conception Innovante (20 juillet 2022)
- Réunions hebdomadaires d'équipe du Centre de Gestion Scientifique (17 juin 2019) ;
- **Séminaires doctoraux** mensuels du Centre de Gestion Scientifique (18 décembre 2019, 15 février 2022) ;
- Journées d'étude de l'Institut interdisciplinaire de l'innovation — i3 (27 28 mai 2020 - 20 et 21 mai 2021) ;
- Des **journées des partenaires** de la Chaire Théorie et Méthodes de la Conception Innovante (janvier 2020, janvier 2021, 20 janvier 2022, 24 janvier 2023) ;

J'ai également réalisé deux présentations de mes travaux auprès d'autres communautés de chercheurs, et j'ai rédigé cinq articles de conférence et un article de journal, qui m'ont aussi permis de présenter une partie de mes travaux et d'échanger sur leur contenu avec d'autres chercheurs du monde entier (Tableau 4). Bien que les trois premières conférences aient eu lieu en distanciel à cause de la Covid-19, limitant ainsi les échanges à cause du manque de participants et des rencontres en dehors des présentations, la rédaction de ces articles et ces diverses présentations m'ont apportée quatre avantages : d'abord de réaliser une première analyse des données que je collectais au fur et à mesure de la thèse ; ensuite, de valider ou d'enrichir la rigueur scientifique et la pertinence des résultats auprès d'autres chercheurs qui ont relu les papiers ou assisté aux présentations ; d'avoir de nouvelles idées d'éventuelles données ou études complémentaires à réaliser ; et enfin de constituer progressivement le raisonnement global de la thèse.

Dans la suite de cette partie, nous présentons les méthodes utilisées pour récolter les données, ainsi que le matériel dans son ensemble, pour chacune des trois sous-questions de recherche.

Tableau 4 — Liste des publications produites et communications par ordre chronologique

Type de publications/communications	Communauté	Détails
Présentation à un atelier doctoral d'une conférence	3rd Sig Tutorial on Design Theory – Doctoral Workshop Mines ParisTech – Paris, France	Deval, Marie-Alix. « To define the performance of conceptual and generative models of radical innovative organization – Innovation Patterns uses, design methods and expertise of innovation strategy ». In 3rd Sig Tutorial on Design Theory. Paris, France, 2019.

Article de conférence et présentation	16 th International Design Conference – Dubrovnik, Croatie – En distanciel par vidéoconférence	Deval, Marie-Alix, Sophie Hooge, et Benoit Weil. « Identification and exploitation of new design paths by breakthrough innovation experts in a generative design partnership ». In 16th International Design conference. Dubrovnik, Croatia, 2020.
Article de conférence et présentation	Euram Conférence University du Québec – Montréal, Canada – En distanciel par vidéoconférence	Deval, Marie-Alix, Sophie Hooge, et Benoit Weil. « The emergence of “experts of the unknown” – Learnings from Renault and SNCF ». In European Academy of Management Conference (EURAM), Montreal, Canada, 2021.
Article de conférence et présentation	R&D Conference University of Strathclyde – Glasgow, Scotland – En distanciel par vidéoconférence	Deval, Marie-Alix, Sophie Hooge, et Benoit Weil. « Understanding the emergence of unknown domains of expertise in established firms: learnings from Renault’s collaboration with industrial management scholars since the 1950’s ». In R&D Management Conference 2021. Glasgow, United Kingdom, 2021.
Présentation à un séminaire de recherche	Séminaire Cercle de l’Innovation – Les rencontres de Cargèse Institut d’Études Scientifiques de Cargèse – Cargèse, France	Présentation : Intérêts et enjeux de l’institutionnalisation de l’expertise en innovation
Présentation d’un article de journal en cours de publication	Technovation – En distanciel par vidéoconférence	Plantec, Quentin, Marie-Alix Deval, Sophie Hooge, et Benoit Weil. « Big data as an exploration trigger or a problem-solving patch: the design and integration of AI-embedded systems in the automotive industry ».
Article de conférence et présentation	AIMS XXI IREGG et Grenoble École de Management – Annecy, France	Deval, Marie-Alix, Sophie Hooge, et Benoit Weil. Modélisation des Innovation-patterns de la conception automobile pour les transitions. Association Internationale de Management Strategique, May 2022, Annecy, France, 2022.
Article de conférence et présentation	Euram Conference School of Management and Law – Winterthud, Suisse	Plantec, Quentin, Marie-Alix Deval, Sophie Hooge, et Benoit Weil. « Are big data a radical innovation trigger or a problem-solving patch? The case of AI implementation by automotive incumbents ». In European Academy of Management Conference (EURAM). Zurich, Switzerland, 2022.

CHAPITRE 4. METHODOLOGIE DES CAS D'ETUDES

Après avoir présenté le contexte général de la thèse dans le chapitre précédent, le chapitre 4 a pour fonction de présenter plus finement les 9 études réalisées. Nous spécifions ici les méthodes de collecte et d'analyse des données, ainsi que leurs natures. Nous précisons également à quelle sous-question de recherche, ces études permettent de répondre.

La première étude qui a été réalisée pour cette thèse est l'étude 8 : Renault Google, qui était le sujet de l'année en tant qu'ingénieur de recherche. Cette étude avait vocation à modéliser l'ingénierie de l'innovation mobilisée au sein du partenariat entre l'alliance Renault Nissan Mitsubishi et Google. Elle devait modéliser un premier rôle des experts de l'inconnu, récemment institutionnalisés. Les résultats de cette étude ont motivé les experts du domaine Innovation Patterns (DES IP) à organiser un atelier d'animation d'un collectif d'experts hétérogènes sur une expertise exogène à l'entreprise (étude 9 : Dat@ck). L'étude 9 avait donc pour vocation à poursuivre cette modélisation du rôle des experts de l'inconnu à travers une autre forme d'animation des experts. Ces deux études ont permis de répondre à la QR3 : **Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?**

En parallèle de cette étude 9, nous avons convenu en début de thèse d'étudier et de modéliser ce nouvel objet de management qu'étaient les domaines d'expertise « Innovation Patterns ». Nous avons donc décidé de comprendre en quoi ce domaine ressemblait ou se distinguait des autres domaines d'expertises en place. Nous avons réalisé l'étude 2 : Système d'expertise, dans laquelle nous avons retracé l'historique de la mise en place de la filière d'expertise, l'évolution des domaines d'expertise qui la composaient, et présenté ses objectifs. Dans cette étude historique, nous avons souhaité voir si, en rassemblant les publications scientifiques de Renault, il était possible d'identifier et de retracer la construction progressive des domaines d'expertises, pour comprendre leurs institutionnalisations, les comparer à celle du DES IP, et potentiellement identifier les futurs domaines en construction (étude 3 : Publications scientifiques). L'étude n'ayant pu être menée jusqu'au bout, nous avons pu analyser d'autres éléments de compréhension sur la manière dont les experts réalisaient des explorations autour d'inconnus. Par ailleurs, nous avons souhaité observer la manière dont les experts en place traitaient les transitions. Nous avons interrogé des experts auteurs de brevets en IA, puisque le brevet permet de repérer les inventions réalisées par une entreprise (étude 4 : Brevets IA). Les études 2, 3 et 4 nous ont ainsi permis de comprendre les limites du champ d'action de ces acteurs de l'ingénierie, et la nécessité d'institutionnaliser un domaine d'expertise dédiée au management de l'innovation dans l'inconnu.

Concernant cette fois le DES IP, comme il faut compter une dizaine d’années d’expérience pour pouvoir être reconnu expert selon la littérature scientifique, nous avons décidé de retracer l’historique du DES IP avant son institutionnalisation dans la filière d’expertise (étude 5 : Ingénierie amont). Nous avons ensuite modélisé et défini les missions de ce domaine avec les experts du domaine (étude 6 : DES Innovation Patterns) afin d’en avoir une compréhension précise. Comme évoqué dans l’introduction, un parallèle a été réalisé avec la SNCF, où un acteur a été identifié expert de l’innovation, ce qui a permis d’identifier des éléments communs entre les deux entreprises (étude 7 : SNCF). Les études 2, 3, 4, 5, 6 et 7 ont permis de répondre à la QR2 : **Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l’apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l’ingénierie à s’en emparer ?** Enfin, la dernière étude réalisée porte sur la nature des inconnus (études 1 : Historique des inconnus). Comme la nature des inconnus avait changé avec l’innovation intensive des années 90, nous avons supposé que cette nature avait dû changer avec les transitions des années 2000. Cette étude a donc eu pour objectif d’observer le nombre et la nature des inconnus de Renault au cours de son histoire, afin d’identifier les différentes évolutions. Cette étude a permis de répondre à la **QR1 : Quels sont les types d’inconnus et leurs dynamiques d’appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d’innovation ?**

Ces études, que nous venons de présenter dans l’ordre chronologique de leur réalisation, sont présentées dans ce chapitre dans l’ordre selon lequel elles sont mobilisées dans les trois questions de recherche (Tableau 5).

Tableau 5 — Études par sous-question de recherche

QR1 : Quels sont les types d’inconnus et leurs dynamiques d’appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d’innovation ?	QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l’apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l’ingénierie à s’en emparer ?	QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l’inconnu favorisent l’apprentissage et l’alignement des autres experts dans l’entreprise ?
Étude 1 : Historique des inconnus	Étude 2 : Système d’expertise Étude 3 : Publications scientifiques Étude 4 : Brevets IA Études 5 : Ingénierie amont Études 6 : DES IP Études 7 : SNCF	Études 8 : Renault Google Études 9 : Dat@ck

4.1. ÉTUDE 1 : HISTORIQUE DES INCONNUS

Lors des années 90, nous avons vu que le contexte d'innovation intensive avait fait changer la nature des inconnus à concevoir pour les ingénieries. Nous avons supposé que la nature des inconnus pour la conception avait de nouveau changé avec les transitions. Ainsi nous avons décidé de réaliser une étude historique sur les activités de conception de Renault, depuis sa création dans les années 1880 jusqu'à 2022. L'objectif était d'analyser ces inconnus pour en identifier des natures différentes et de trouver une explication au fait qu'aujourd'hui certains inconnus résistent à l'ingénierie de Renault. Cette étude avait donc pour objectif de répondre à la première sous-question de recherche sur les types d'inconnus et l'appropriation des dynamiques par une ingénierie.

Plus précisément, cette étude devait identifier les inconnus à l'origine des projets historiques de Renault, ainsi que l'organisation des activités de conception de l'époque et la manière dont l'ingénierie renforçait ses expertises. Nous avons donc adopté les trois niveaux d'analyse suivant :

- L'identification des objets ayant eu un impact sur la filière automobile (objet physique, loi, service, nouvelles organisations, etc.). Nous avons déterminé les inconnus à l'initiative de ces objets (événement, problème social ou technique, nouvelle technologie, etc.) ;
- Quand cela était possible, les organisations des savoirs associés à la conception des objets précédents, et leurs dynamiques d'apprentissage et d'organisation des expertises ;
- Quand cela était possible aussi, la capacité organisationnelle d'innovation, soit l'organisation des différentes directions ou acteurs ayant participé à la conception et au développement de nouveaux objets.

En reconstituant l'histoire de l'invention automobile à travers les trois catégories précédentes, nous avons découvert qu'il fallait distinguer les acteurs à l'origine d'inventions automobiles :

- L'État français et les acteurs externes à l'automobile dont les actions ont influencé le développement de l'automobile et de Renault, comme l'obligation de porter une ceinture de sécurité, contraignant ainsi les constructeurs à en équiper leurs voitures ; ou l'inventeur des stations-service contribuant à la démocratisation de la voiture ;
- Dans une catégorie « Filière automobile », nous avons tenu compte des constructeurs français, ainsi qu'étrangers, ayant exercé une influence sur l'industrie automobile française, comme Ford avec le fordisme ;
- Enfin Renault pour ses projets historiques.

Pour identifier ces données, nous avons eu recours à de nombreuses sources de données secondaires, complémentaires, et essentiellement constituées de recherches sur Internet, de publications scientifiques et de livres historiques sur l'automobile ou Renault :

Histoire de Renault pour identifier les projets et l'organisation de l'ingénierie :

- [Page Wikipédia — Renault](#)
- [Page Wikipédia — Entreprise Renault](#)
- [Page Wikipédia — Louis Renault \(industriel\)](#)
- <https://www.timetoast.com/timelines/histoire-de-la-television-f9a81989-03ae-41f8-8166-5d18625453ef>
- Henri, Daniel. « Jean-Pierre Poitou, Le cerveau de l'usine. Histoire des bureaux d'études Renault de l'origine à 1980. Recherche sur les conditions de l'innovation technique ». *Annales* 44, n° 6 (1989): 1523-25.
- Loubet, Jean-Louis. 1 : Les stratégies industrielles et les hommes. La Découverte, 2007.
- Loubet, Jean-Louis, et Claude Le Maître. Renault, un siècle de création automobile. ETAI, 2017.
- Loubet, Jean-Louis, et Louis Schweitzer. Renault. Histoire d'une entreprise. Boulogne Billancourt : ETAI, 2000.
- Meunier, Françoise. « Le cerveau de l'usine : histoire des bureaux d'études Renault de l'origine à 1980, Jean-Pierre Poitou ». *Formation Emploi* 25, n° 1 (1989) : 94-94.
- Poitou, Jean-Pierre. Le cerveau de l'usine. Histoire des bureaux d'études Renault de l'origine à 1980. Aix-en-Provence : Presses de L'Université de Provence, 1988
- 6medias. « Plan de restructuration chez Renault : des départs et des embauches d'ici à fin 2024 ». *Capital.fr*, 17 septembre 2021.
- Portis, Larry, et Christiane Passevante. « Jean-Pierre Poitou, Le cerveau de l'usine. Histoire des bureaux d'études Renault de l'origine à 1980. Recherche sur les conditions de l'innovation technique, Université de Provence, Service des publications, 1988 ». *L'Homme et la société* 93, n° 3 (1989) : 137-38.
- Lejeune, Dominique. « L'aventure industrielle de la 4 CV Renault », s. d., 59.

Histoire de l'automobile pour identifier les innovations automobiles et l'organisation des ingénieries automobiles

- [Page Wikipédia — Car](#)
- [Page Wikipédia — Automobile](#)
- [Page Wikipédia — Constructeur automobile](#)
- [Page Histoire pour tous — Inventions et découvertes](#)
- [Page Wikipédia — Peugeot](#)
- [Page Wikipédia — Citroën](#)
- [Page Britannica — Ford and the automotive revolution](#)
- Cabanes, Benjamin, Pascal Le Masson, et Benoît Weil. « Les régimes de création d'expertise : innovation et gouvernance de l'expertise dans les organisations industrielles ». *Entreprises et histoire* n° 98, no 1 (26 mai 2020) : 15-41.
- Wheelwright, Steven C., et Kim B. Clark. *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*. Simon and Schuster, 1992.
- Thomke, Stefan, et Takahiro Fujimoto. « The effect of "front-loading" problem-solving on product development performance ». *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association* 17, no 2 (2000): 128-42.
- Clark, Kim B., et Takahiro Fujimoto. *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*. Harvard Business School Press., 1991.

- Clark, Kim B., et Takahiro Fujimoto. « Lead time in automobile product development explaining the Japanese advantage ». *Journal of Engineering and Technology Management* 6, no 1 (1989): 25-58.

Conception entre Renault et ses fournisseurs pour compléter l'organisation de l'ingénierie de Renault

- Costa-Lascoux, Jacqueline, Geneviève Dreyfus-Armand, et Emile Temime. *Renault sur Seine. La découverte. Recherche*, 2007.
- Donada, Carole, Gwenaëlle Nogatchewsky, et Anne Pezet. « It Takes a Quarter of a Century to Build a Dynamic Capability : Supplier Relations Management at Renault (1975-1999) ». *ESSEC Working Papers. ESSEC Working Papers. ESSEC Research Center, ESSEC Business School*, septembre 2014.
- Fridenson, Patrick. *5 : Les cadres et l'organisation de l'entreprise : Renault, 1945-1985. La Découverte*, 2007.
- Gorgeu, Armelle, et René Mathieu. « Les liens de Renault avec ses fournisseurs : équipementiers et sous-traitants ». *Actes du GERPISA* 14 (1995) : 41-62.
- Nogatchewsky, Gwenaëlle, Karine Fabre, et Anne Pezet. « Contribution à une histoire de l'externalisation : le cas Renault (1945-1975) ». *Finance Contrôle Stratégie* 13 (1 janvier 2010) : 145-88.
- Renault sur Seine. Consulté le 21 février 2022.

Contextualisation sociale pour identifier les actions de l'État ayant impacté l'automobile

- [Page Internet du ministère de l'Intérieur — Sécurité routière : 120 ans de dangers et de progrès](#)
- [Page Internet du Gouvernement — Sécurité Routière — Les grandes dates de la Sécurité routière](#)
- [Page Wikipédia - France - Histoire](#)
- [Page Wikipédia — Histoire de France](#)
- [Page Wikipédia — Salon de l'automobile de Paris 1898](#)

Pour mieux identifier les inconnus ciblés par Renault, nous avons sélectionné les meilleurs modèles de voiture Renault (Tableau 6), c'est-à-dire ceux pour lesquels l'ingénierie a su le mieux répondre aux attentes du moment. Nous avons en effet supposé que les modèles sortants répondaient à des inconnus, que les ingénieries avaient traités pendant les deux à quatre années avant la commercialisation des modèles. Pour sélectionner les modèles, n'ayant pu trouver les ventes en volume de chaque véhicule, nous avons décidé de choisir les modèles à analyser en fonction de la durée de vente de chacun, données que nous avons obtenues sur la page Wikipédia Véhicules Renault : [Page Wikipédia — Véhicule Renault](#). La durée de vente moyenne pour toutes les périodes confondues est de 8,86 ans. Pour choisir les principaux modèles, nous avons limité les critères :

- Avant 1966 : modèle unique ayant été vendu pendant au moins 10 ans, ce qui est significativement supérieur à la durée moyenne de vente de cette époque (8,83 ans) ;

- Après 1966 : le système « voiture de l'année » a été mis en place à partir de 1966, nous avons donc choisi les voitures de l'année, qui avaient toutes au moins 8 ans de vente et les voitures rééditées comme Clio, Espace, Twingo, etc.

Pour chacun de ces modèles, nous avons décortiqué les arguments de vente mis en avant dans les affiches publicitaires, dans les publicités télévisées, le tout trouvé grâce à Google Image, YouTube, Wikipédia sur les modèles Renault, et l'INA. Nous avons supposé que ces arguments de vente étaient mis en avant pour justement répondre à des inconnus identifiés auparavant, que nous avons essayé de déduire. Cela nous a permis de renforcer notre modélisation de la variété des inconnus pris en charge par l'ingénierie de l'entreprise.

Tableau 6 — Modèles de Renault étudiés

Modèles Années de vente	Contenus analysés	Mots clés dans les arguments de ventes
40 CV Vente en 1908 pendant 20 ans	2 affiches publicitaires Page wikipédia 40 CV	Luxe — sport — confort — la plus moderne — la plus rapide
Vivasix Vente en 1927 pendant 7 ans	2 affiches publicitaires Page Wikipédia Vivasix	Tenue de route — confort — frein — puissant
Vivastella Vente en 1929 pendant 10 ans	3 affiches publicitaires Page Wikipédia Vivastella	grand luxe — femme et enfant - femme au volant : fougue, docilité, source de joie — sécurité - tenue de route
Primaquatre Vente en 1931 pendant 10 ans	3 affiches publicitaires Page Wikipédia Primaquatre	La voiture qui double — la plus économique des voitures rapides — plus jolie que jamais
Juvaquatre Vente en 1937 pendant 23 ans	3 affiches publicitaires Page Wikipédia Juvaquatre	La voiture du quotidien — des loisirs — la jeunesse — femme élégante
4 CV Vente en 1947 pendant 14 ans	4 affiches publicitaires Page Wikipédia 4 CV	Féminine — famille — pas chère — luxe
Dauphine Vente en 1956 pendant 11 ans	4 affiches publicitaires Page Wikipédia Dauphine	Chic — élégante — solide — familiale
R4 Vente en 1961 pendant 34 ans	4 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 4	Pas cher, économe — la plus petite pour se garer — adaptable à toutes situations — le hayon : coffre avec 5e porte — la voiture à vivre
R6 Vente en 1968 pendant 11 ans	4 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 6	Voiture familiale — confortable (salon) — coffre avec 5e porte — conduite partout — petite - économique

R16 Voiture de l'année 66 Vente en 1965 pendant 15 ans	3 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 16	Suspension 4 roues indépendantes — vitres avant électriques — lunette arrière dégivrante — phare à iode — premières études d'ergonomie bras volant siège
R5 Voiture de l'année 73 Vente en 1972 pendant 13 ans	6 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 5	humanise la voiture pour « la bonne copine » - Voiture encore plus petite et agile en ville donc amusante à conduire, mais assure le confort pour la route
R9 Vente en 1980 pendant 12 ans	4 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 9	Économique — confort de conduite et des places AR — précision de conduite — tableau de bord digital
R25 Vente en 1984 pendant 8 ans	5 affiches publicitaires Page Wikipédia Renault 25	Aérodynamisme extraordinaire — Voix électronique pour le contrôle de la voiture (réglage siège – tableau de bord) — première chaîne hi-fi — plus silencieuse à l'intérieur
L'espace 1 Vente en 1984 pendant 8 ans	3 affiches publicitaires 1 film publicitaire Page Wikipédia Espace	Voiture salon — pour y vivre pendant le voyage — la voiture à habiter — siège passager rotation 360°
Clio 1 Voiture de l'année 91 Vente en 1980 pendant 8 ans	5 affiches publicitaires 1 film publicitaire Page Wikipédia Clio I	« Elle en met plein la vie » — « Elle a tout d'une grande »
Safrane Voiture de l'année 93 Vente en 1992 pendant 10 ans	3 affiches publicitaires 3 films publicitaires Page Wikipédia Safrane	Plus belle voiture de l'année Équipement électrique — expérience de vie — séduction/vivre son rêve — GPS
Twingo 1 Vente en 1993 pendant 14 ans	6 affiches publicitaires 2 films publicitaires https://www.fiches-auto.fr/essai-renault/essai-67-test-complet-renault-twingo.php Page Wikipédia Twingo I	Twist swing tango : monospace citadin plus spacieux pour une citadine — Modularité : banquette arrière coulissante — inventer la vie qui va avec — voiture régressive
Mégane Scénic Voiture de l'année 97 Vente en 1995 pendant 7 ans	4 affiches publicitaires 3 films publicitaires Page Wikipédia Scénic I	Espace — visibilité — modularité — élevée — pour la vie à vivre : espace de jeu pour les enfants — voiture de la drague — « soyez raisonnables, faites-vous plaisir »
Mégane II Voiture de l'année 2002 Vente en 1996 pendant 6 ans	2 affiches publicitaires 4 films publicitaires Page Wikipédia Mégane	Tenue de route — la voiture la plus sûre — la plus sécurisante
Clio III Vente en 2005 pendant 9 ans	4 affiches publicitaires 2 films publicitaires Page Wikipédia Clio III	Conduite très souple en ville — insonorisation GPS intégré tom-tom – nouveau moteur

Captur 1 Vente en 2013 pendant 6 ans	1 affiche publicitaire 2 films publicitaires Page Wikipédia Kaptur	La position de conduite d'un SUV, l'habitabilité et la modularité d'un monospace et enfin la maniabilité et le plaisir de conduite d'une berline compacte
Zoé Vente en 2012	3 affiches publicitaires 2 films publicitaires Page Wikipédia Zoe	Autonomie — électrique
Mégane E Voiture de l'année 2022 Vente en 2023	1 affiche publicitaire 2 films publicitaires Page Wikipédia Mégane E-Tech Electric	Électrique — Google — 300 brevets — 26 aides à la conduite — Techno — passion — Made in France — Courbes sensuelles, généreuses — aérodynamique

Pour conclure, l'ensemble de ces données nous a permis de modéliser les propriétés recherchées en matière de performance des objets à concevoir, d'organisation des savoirs et de capacités organisationnelles d'innovation pour l'État et les autres écosystèmes, la filière automobile et Renault. Nous avons identifié douze périodes d'intégration d'inconnus spécifiques par les ingénieries de l'entreprise Renault. Pour enrichir et valider le contenu des matrices et les dynamiques d'appropriation identifiées, nous avons présenté la méthode que nous avons employée ci-dessus, ainsi que le contenu des périodes à l'Expert Leader et au Référent du domaine d'expertise innovation patterns.

Par la suite, nous avons analysé s'il s'agissait d'inconnus connus ou d'inconnus inconnus conformément à la revue littérature du chapitre 1. Nous avons également cherché à caractériser s'il s'agissait d'inconnus désirables pour les acteurs concernés. Nous nous sommes également demandé si l'intégration d'inconnus identifiés dans les données du type « loi imposée par le gouvernement », « technologie inventée par un autre secteur qui doit être intégrée par la voiture », ou « concept identifié en interne » suivait les mêmes dynamiques d'appropriation par le bureau d'études. Nous avons donc repris les inconnus de chaque période que nous avons analysés à travers deux critères : la désirabilité du concept pour l'ingénierie de Renault (à ne pas confondre avec la désirabilité pour la direction de Renault) et l'origine du concept (était-ce un concept identifié par la filière automobile ou par des acteurs externes). Cette reconstitution et cette analyse nous ont permis d'identifier et de modéliser quatre natures d'inconnus, ainsi que plusieurs dynamiques d'appropriation permettant de passer d'une nature d'inconnu à une autre, qui seront présentées dans la partie 3.

4.2. ÉTUDE 2 : SYSTEME D'EXPERTISE

Conformément à la revue littérature du chapitre 2, nous nous sommes intéressés dans cette étude au système d'expertise de Renault. Plus précisément, nous avons ici cherché à retracer la généalogie de ce système d'expertise, ce qui a motivé sa mise en place en 2009 chez Renault, ainsi que ses objectifs et implications dans la gestion des innovations de Renault. Cette étude a donc eu vocation à répondre à la QR2, afin de comprendre comment les experts en place participaient au processus de gestion des apprentissages et de désirabilisation des inconnus. Pour cela, j'ai réalisé une interview semi-directive (Evrard et al., 2009; Merton et al., 1990) (durée de 1 h 26), avec le responsable en ressources humaines de 2008 et 2009, à l'origine du nouveau système d'expertise, et de sa mise en place, François Pistre. Pendant cet échange, il m'a présenté et partagé des documents internes de l'époque sur la mise en place de la filière d'expertise. J'ai ainsi souhaité recueillir son témoignage pour comprendre les motivations de l'époque. J'ai également échangé par courriel avec l'Expert Fellow de l'époque, Christian Deleplace, afin de trianguler, et d'avoir également sa version des faits sur les motivations et intentions de l'époque (1 mail de réponse). Ensuite, j'ai échangé trois fois (durée moyenne de 37 minutes) avec le secrétaire exécutif de la filière expertise, Syril Nicolas, pour comprendre si les motivations et objectifs d'origine avaient évolué depuis, et je lui ai présenté mes avancées. J'ai également présenté l'avancée de cette étude aux Experts fellows de 2018, Nadine Leclair, et de 2020, Pascal Candau, afin qu'ils me confirment si les raisons d'être de ce système étaient encore d'actualité (durée moyenne de 1 h).

Après avoir retracé les origines de la filière d'expertise, j'ai souhaité retracer l'évolution des domaines d'expertise, afin de comprendre quels sujets étaient devenus stratégiques pour l'entreprise, quels autres sujets ne l'étaient plus, et ce qui a conduit à la suppression de certains domaines. Pour retrouver les dates de création des 66 domaines d'expertise, leurs changements de noms pour certains, ou leurs disparitions pour d'autres, ainsi que les 145 Expert Leaders qui en ont été responsables depuis 2009, j'ai commencé par chercher dans l'intranet de Renault les lettres de nomination ou de mission des Expert Leaders. J'en ai retrouvé 67, dont certaines nommaient plusieurs Expert Leaders ; quand elles étaient manquantes, j'ai contacté les Expert Leaders en place par message sur Microsoft Teams, et les anciens Expert Leaders par LinkedIn. Enfin, j'ai réalisé un tableau avec tous les domaines d'expertises stratégiques, leurs dates de création (et de disparition pour certains), le nom de tous les Expert Leaders qui en ont eu la charge avec la date de leur prise de fonction, et les changements de nom potentiels. J'ai présenté ce tableau à l'Expert Fellow, Pascal Candau et son secrétaire exécutif Syril Nicolas lors des échanges mentionnés précédemment. J'ai ensuite analysé chronologiquement le choix des domaines créés,

en regardant notamment si c'étaient des domaines techniques ou scientifiques, des domaines en gestion, ou encore des domaines pour les transitions. D'un autre côté, j'ai regardé les domaines de rattachement des derniers Expert Leaders. J'ai croisé ces données pour déduire le nombre de domaines techniques ou scientifiques et le nombre de domaines en gestion.

Cette étude a donc permis de comprendre le rôle attendu des experts dans l'innovation à travers la filière d'expertise, et d'identifier la nature et l'évolution des savoirs stratégiques pour l'entreprise.

4.3. ÉTUDE 3 : PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Pour compléter l'étude historique précédente, nous avons souhaité voir, si en rassemblant les publications scientifiques de Renault il était possible d'identifier et de retracer la construction progressive des domaines d'expertises. Plus précisément, en étudiant les sujets traités dans les publications, pouvait-on prédire l'institutionnalisation des différents domaines ? La publication scientifique permet en effet de partager de nouvelles connaissances avec ses pairs ou d'autres experts dans son domaine, après avoir mené des activités d'explorations comme des expériences, des études, des « POCs », etc. La publication scientifique est un outil de reconnaissance de l'expertise par des pairs en externes, puisque la publication ne peut se faire qu'après plusieurs tours de relecture et de validation du contenu scientifique par des chercheurs externes. Retracer les publications scientifiques par domaines d'expertise permettait de retracer la construction validée des connaissances de chaque domaine, et ainsi identifier la construction progressive du domaine Innovation Patterns et les futurs domaines. Cependant, nous n'avons pu mener cette étude jusqu'au bout.

Nous avons récolté toutes les publications scientifiques étudiant Renault sur la plateforme Lens.org. Nous avons dû réaliser deux recherches : d'abord, nous avons filtré les papiers ayant « Renault » comme institution, ce qui signifiait qu'au moins un des auteurs était rattaché à Renault, et nous avons obtenu 2 589 résultats. Cette requête excluait les articles sur Renault publiés par d'autres institutions. Or nous savions que des papiers du CGS et du CRG notamment, portant sur le DES IP sans impliquer d'auteur de ce domaine, existaient. Nous avons donc réalisé une seconde recherche avec les mots clés « Renault and, Car » en excluant Renault comme institution, et obtenu 2 749 autres articles. Afin de pouvoir analyser les deux ensembles d'articles, nous avons supprimé tous les articles qui n'étaient ni en anglais ni en Français, qui n'avaient pas de mots clés, pas d'année de publication, les doublons, ceux publiés en 2021 (année en cours au moment de l'étude) et ceux qui ne portaient pas sur Renault, mais sur d'autres sujets. Nous avons ainsi obtenu 3 425 articles : 2 291 avec Renault en tant qu'institution en auteur, et 1 134 pour

« Renault et la voiture » sans auteur de Renault. Nous avons ensuite rattaché chaque papier à un domaine d'expertise en nous basant sur le titre, les mots clés et l'abstract. Cependant, ce classement n'ayant pas été soumis aux Expert Leaders, la répartition ne tient qu'à mon interprétation personnelle. Cette répartition n'est pas assez robuste pour être exploitable. Nous avons ensuite, classé les papiers par années de publication et par domaines d'expertise. Cependant, pour plus de rigueur, il aurait fallu étudier dans chaque publication, les périodes étudiées. Ainsi, nous n'avons pas pu aller au bout de cette étude pour répondre aux objectifs initiaux. Tout de même, nous avons voulu voir la propension d'experts nommés qui publiaient régulièrement. Nous avons pu extraire les 1000 premiers auteurs de Renault, retirer les noms en doublon sous des orthographes différentes (906 auteurs restants). Nous avons ensuite comparé cette liste d'auteurs avec la liste des experts en place. Nous avons pu identifier 46 experts parmi les principaux auteurs. Nous avons également pu extraire les 20 premières institutions partenaires avec lesquelles ces auteurs avaient l'habitude de mener des co-explorations. Ces deux points nous ont apporté des informations sur la manière dont les experts menaient des explorations sur les inconnus. Nous avons également identifié les 20 institutions qui publiaient le plus sur Renault sans auteurs rattachés à Renault. Cela a apporté des éléments sur l'endogénéisation d'une expertise, reconnue par l'externe alors qu'elle ne l'était pas forcément en interne de l'entreprise, ce qui complétait les réponses apportées pour la QR1. Tant qu'à étudier les pratiques réelles des experts pour l'innovation, nous avons conclu qu'il serait intéressant d'étudier l'action des experts pour gérer un inconnu des transitions.

4.4. ÉTUDE 4 : BREVETS IA

Dans cette étude, nous avons décidé d'apporter d'autres éléments de réponses à la QR2 en étudiant la gestion d'un inconnu des transitions par des acteurs de l'ingénierie de Renault. Nous avons décidé d'observer les brevets IA (intelligence artificielle) déposés par Renault, car le brevet est un objet facilement identifiable pour rendre compte de l'innovation. Nous avons choisi l'IA, car certaines études ont souligné les difficultés des opérateurs historiques de l'industrie automobile à faire face à l'essor des technologies du big data et de l'IA (Bohnsack and Pinkse, 2017; Skeete, 2018), alors que tous les challenges en matière d'innovation — conduite autonome, voitures connectées, électrification du groupe motopropulseur et mobilité partagée — impliquent le développement de solutions IA (Hoffmann, 2019; Mohr et al., 2016). L'IA est en effet considérée ici comme une expertise essentielle pour répondre à plusieurs inconnus des transitions de l'automobile.

Cette étude a été réalisée avec Quentin Plantec, maître de conférences à Toulouse École de Management, dont les travaux sont spécialisés en brevets. Nous avons commencé par extraire toutes les données relatives aux familles de brevets IA de 2005 à 2020 pour Renault, y compris les noms des inventeurs, sur la base de données du World Intellectual Property Organization (WIPO), qui est un forum en ligne international sur la propriété intellectuelle. Comme Renault a une alliance avec Nissan, certains brevets basés sur l'IA ont été déposés conjointement par les deux entreprises, les inventeurs affiliés à Renault étant basés au Japon. En raison de contraintes d'accès au terrain, et parce que les principales activités de R&D de Renault sont réalisées en Europe, nous avons exclu ces familles de brevets et nous en avons obtenu 29 familles pour notre étude. Les auteurs de ces brevets ont été contactés par courrier électronique, et les entretiens ont pris la forme d'interviews semi-directives sur teams. Dix entretiens ont été réalisés avec des inventeurs basés en France et en Espagne, couvrant 22 familles de brevets (soit 75 % des brevets récupérés) (Tableau 7). Tous les auteurs interviewés étaient considérés comme des experts dans leurs domaines, alors que seulement certains étaient effectivement nommés Experts dans l'organigramme de Renault. Par ailleurs, pour être experts, les experts doivent être reconnus par leurs pairs. La demande de publication de brevet est analysée pour validation par la Défense Nationale et l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle), permettant de considérer ces auteurs comme des experts en IA. Certains auteurs de brevets travaillaient encore pour Renault au moment des entretiens réalisés à l'automne 2021. Les guides d'entretien ont été conçus pour comprendre le contexte de chaque projet qui a conduit à ces familles de brevets : objectifs poursuivis, degré d'exploration, durée des projets par rapport aux cycles de développement des véhicules, intégration de l'invention dans les véhicules, collaborations avec d'autres équipes internes/externes, degré d'originalité technologique et les technologies d'IA utilisées. Le cas échéant, nous nous sommes écartés du guide d'entretien pour permettre aux informateurs de raconter plus largement leur expérience au-delà du protocole d'entretien afin de recueillir des éléments utiles. Dans chaque entretien, nous avons inclus une copie des documents de brevets basés sur l'IA que nous avons récupérés. Avant l'entretien, nous avons lu le brevet afin de mieux comprendre le contexte de chaque projet. Au début de chaque entretien, nous avons montré une copie du brevet récupéré à l'auteur. Lorsque l'inventeur a déposé plusieurs brevets, nous avons discuté successivement de chaque invention. Cependant, l'entretien avec l'Expert qui a déposé cinq brevets a été plus court en raison de contraintes de temps. Les entretiens ont duré en moyenne 54 minutes. Tous les entretiens ont été enregistrés sur bande sonore et retranscrits ensuite, ce qui a donné lieu à 117 pages de retranscription. Enfin, nous avons procédé à une

analyse inductive des retranscriptions en suivant une stratégie de codage ouvert (Corbin and Strauss, 1991).

Tableau 7 — Détail des auteurs de brevet IA

Interview #	Expert	Brevets IA déposés	Année	Thème du brevet IA
1	Expert	2	2020	ADAS pour assistance parking
2	Expert	2	2019	Positionnement latéral du véhicule autonome
3	-	1	2014	Adaptation de la vitesse du véhicule autonome
4	-	5	2015, 2017, 2018	Positionnement latéral du véhicule autonome
5	Expert	1	2012	Interface homme-machine pour le contrôle adaptatif de croisière
6	Expert Leader	4	2019, 2020	Conduite autonome pendant le virage
7	Expert	1	2020	ADAS pour le système de freinage
8	-	3	2013, 2021	ADAS pour l'ACC (Adaptive Cruise Control) et la pression des pneus.
9	Expert	1	2008	ADAS pour la vitesse de sécurité
10	-	2	2019	ACC pour boîte de vitesses manuelle, assistance au système de freinage

Cette étude a permis de dévoiler la manière dont des experts s'organisaient pour concevoir des solutions pour les inconnus des transitions, ainsi que les limites de leurs organisations, apportant ainsi des éléments de réponses à la QR2.

4.5. ÉTUDE 5 : INGENIERIE AMONT

Évoqué dans l'introduction, un nouveau domaine d'expertise original a été institutionnalisé chez Renault : le domaine d'expertise Innovation Patterns. Une expertise se construisant sur une dizaine d'années selon la littérature classique sur les experts, nous avons décidé de revenir sur les années ayant précédé l'institutionnalisation du DES IP afin d'en comprendre sa construction. Pour cela, il a fallu reconstituer l'histoire de la mise en place de l'ingénierie amont dans la Direction de la Recherche, des Études Avancées et des Matériaux (DREAM). En effet, cette histoire éclaire la mise en place progressive des outils de l'exploration et de la conception de l'inconnu, ainsi que les personnes qui en étaient responsables.

Concernant la collecte des données pour cette étude, depuis la fin des années 80, les managers de Renault ont l'habitude de s'investir dans des partenariats de recherche avec des universitaires en sciences de gestion pour développer une capacité réflexive et scientifique à décrire les expérimentations organisationnelles, réussies ou non. Cette habitude fait de Renault un cas très documenté dans la recherche en management. Ainsi, la période qui nous intéressait (2005-2020) était largement étudiée par les chercheurs en management de l'innovation, particulièrement au Centre de Gestion Scientifique et au Centre de Recherche en Gestion, pour améliorer les processus de conception de nouveaux produits (NPD) (Aggeri et Hatchuel, 2003 ; Elmquist et Segrestin, 2012 ; Hatchuel et Weil, 1999 ; Hooge et Hatchuel, 2008 ; Le Masson et al., 2009 ; Midler, 1995 ; Midler et al., 2017 ; Segrestin, 2005), la capacité organisationnelle d'innovation (Börjesson et al., 2014 ; Hooge et Dalmasso, 2015 ; von Pechmann et al., 2015), et certaines organisations spécifiques dédiées à l'innovation radicale comme système de campagne d'idées (Elerud-Tryde et Hooge, 2014), la Communauté de l'innovation (Hooge et Le Du, 2014), le Fab Lab Renault (Fuller, 2017 ; Lô et Fatien Diochon, 2019). L'ensemble de ces documents m'a permis de reconstituer historiquement les origines du DES IP dans la DREAM sur cette période (Eisenhardt and Graebner, 2007). Plus précisément, j'ai pu retrouver la liste des différents outils mis en place, les classer chronologiquement, retrouver qui était impliqué dans le développement et l'animation de ces outils, ainsi que les acteurs visés par ces outils. Cette étude a permis d'avoir une première compréhension de la nature de l'expertise du DES IP, ainsi que de son rôle dans l'ingénierie. Cette étude a ainsi apporté d'autres éléments de réponse à la QR2 en étudiant l'origine des experts du DES IP en tant que nouvelle figure d'acteurs dans le processus de gestion des inconnus.

4.6. ÉTUDE 6 : DES INNOVATION PATTERNS

Après avoir étudié l'origine des experts Innovation Patterns, il convient de s'intéresser à leur rôle, ainsi qu'à leurs missions depuis leur institutionnalisation. Nous nous sommes intéressés dans cette étude à la manière dont ces acteurs ont été institutionnalisés « experts stratégiques » en 2018 : les experts du domaine Innovation Patterns. Nous avons aussi observé ce qui faisait leur expertise, leurs missions et interactions avec le reste de l'ingénierie de Renault. De cette manière, cette étude complétait les réponses autour des acteurs et des processus de gestion de l'apprentissage pour la QR2.

J'ai commencé par réaliser six interviews semi-directives d'une durée moyenne de 57 minutes, entre avril et juillet 2019, de l'Expert Leader, Dominique Levent, afin de couvrir tous les aspects et la complexité de son rôle. Ces interviews portaient sur l'identification et l'importance des expériences clés de son parcours qui l'ont menée à être Expert Leader Innovation Patterns ; sur la

description de l'ensemble de ses responsabilités en tant qu'Expert Leader, Directrice de la Créativité et Vision, et Directrice de l'Institut de la Mobilité Durable ; et sur la manière dont ces responsabilités contribuaient et étaient compatibles avec son expertise. Ainsi, 6 rencontres ont été nécessaires pour aborder la diversité des missions.

Avec Sophie Hooge, nous avons également réalisé une présentation d'une durée de 1 h 30 sur mes avancés, ainsi que sur le sujet de thèse envisagé en juillet 2019 auprès de l'Expert Fellow, Nadine Leclair, qui a choisi de créer ce domaine en 2018, et qui en a trouvé le nom. J'ai pu échanger à nouveau avec elle lors d'une autre présentation sur le domaine d'expertise, ainsi qu'avec son remplaçant Pascal Candau, afin de confronter leurs visions de ce domaine stratégique avec celle de l'Expert Leader, Dominique Levent.

Pour bien comprendre le fonctionnement et la composition du domaine d'expertise Innovation Patterns, j'ai réalisé douze interviews semi-directives avec les experts et les potentiels futurs experts de ce domaine, d'une durée moyenne de 45 minutes. Les guides d'entretien ont été conçus pour comprendre dans quel sous-domaine ils se sentaient experts, comment ils étaient devenus experts et quelle était leur compréhension du DES IP. J'ai analysé ces réponses selon un codage ouvert pour les comparer avec la définition des experts dans la littérature et ainsi comprendre en quoi ces experts ressemblaient, ou se distinguaient, de la définition apportée par la littérature.

J'ai également réalisé dix interviews semi-directives avec cinq Expert Leaders en technologie et cinq en gestion (durée d'1 h en moyenne) afin de comprendre à quoi servait un DES, en quoi ils se sentaient Expert Leaders, comment ils le sont devenus, quelles étaient les pratiques d'innovation dans leurs équipes, comment ils participaient à l'innovation au niveau de l'entreprise et quelle était leur compréhension du domaine d'expertise Innovation Patterns (Tableau 8). J'ai ainsi comparé les réponses des uns et des autres pour trianguler certaines affirmations. J'ai mis ces réponses en perspectives avec les objectifs de la filière d'expertise que nous avons identifiés dans l'étude 2, pour comprendre concrètement comment les Expert Leaders remplissaient leurs fonctions et, s'ils échouaient, quelles en étaient les raisons. J'ai ainsi pu comprendre comment les Expert Leaders agissaient dans le processus d'innovation de l'ingénierie et ce qu'ils attendaient du DES IP.

Tableau 8 — Spécialité des Expert Leaders interviewés

Titre	Date de l'interview	Date de la création du DES
Expert Leader Systèmes ADAS & AD	14 septembre 2020	2011
Expert Leader Qualité de l'air et substance	17 septembre 2020	2012

Expert Leader Aérodynamique et management thermique	21 septembre 2020	2010
Expert Leader After sales business	22 septembre 2000	2014
Expert Leader Marketing efficiency	22 septembre 2020	2018
Expert Leader Management projet	23 septembre 2020	2018
Expert Leader Systems engineering	29 septembre 2020	2010
Expert Leader Interface homme-machine	1 octobre 2020	2011
Expert Leader Qualité perçue	8 octobre 2020	2014

Enfin, j'ai travaillé sur la définition et la clarification des missions du domaine d'expertise Innovation Patterns, avec l'Expert Leader Dominique Levent, et le Référent, Jean Marc Postic, au cours de huit séances de travail de 1 h 30 en moyenne. Nous avons réalisé une présentation de ces missions aux autres membres du domaine d'expertise, et nous avons organisé des sous-séances de travail pour les aider à s'emparer des missions. J'ai pu étudier certains dispositifs plus précisément, tels que :

- le Square, que j'ai visité et dont j'ai mené des interviews semi-directives de ses deux dirigeants Lomig Unger et Nathalie Rey ;
- la Communauté d'Innovation, que j'ai pu observer en participant aux deux dernières sessions ;
- et en réalisant un herbier des outils en échangeant avec certains experts du domaine, dont un Chef de projet en conception innovante et Expert en nouvelle mobilité, Guillaume Tilquin ;

L'analyse de ces outils a permis d'identifier comment les experts du DES IP interagissaient avec le reste de l'ingénierie ; qui étaient les acteurs de l'ingénierie qui interagissaient avec eux ; ainsi que les acteurs qui n'étaient pas encore touchés par leurs actions. Comparer les champs d'action en place avec les ambitions définies dans les missions, permettait d'identifier les ambitions non pourvues, ainsi que les actions restantes à mettre en place pour toucher le reste de l'ingénierie. Toute cette étude a été ponctuée par des points réguliers d'avancement avec l'Expert Leader Dominique Levent, l'Expert Eloi Baudoux et le Référent Jean-Marc Postic.

Ainsi, l'étude de ces outils et des missions précédemment définies a apporté des éléments de réponses sur la place et les pratiques des experts de l'inconnu dans l'ingénierie (QR2). Cependant, cette étude n'offre pas de compréhension sur l'action de ces experts de l'inconnu dans la gestion d'inconnus des transitions.

4.7. ÉTUDE 7 : SNCF

Ayant conscience de la rareté de profil tel que les experts de l'inconnu dans la littérature scientifique, nous avons jugé qu'il serait intéressant d'observer une figure de la sorte si l'occasion se présentait, afin de la comparer avec l'Expert du DES IP chez Renault. Nous avons pu identifier un parallèle à établir avec la SNCF, le jour où le directeur du département Innovation et Prospective a été nommé au plus haut niveau d'expertise en innovation.

Pour cette comparaison, j'ai réalisé 13 interviews semi-directives avec Dominique Laousse d'une durée moyenne de 1 h 35, afin de couvrir tous les aspects et la complexité de son rôle. Cela a consisté à retracer son parcours et les étapes importantes qui l'ont mené à sa nomination d'Expert en Innovation et prospective ; à échanger sur l'utilité des différentes fonctions qu'il cumulait pour son expertise (responsable du département Tech4mobility, jeune Docteur en Management de l'Innovation, chercheur associé au CGS avec des projets de recherche en cours) ; à échanger sur son changement de poste et de mission en cours de la thèse en tant qu'Expert technique éco-mobilité non plus à la direction de l'innovation de la SNCF, mais à SNCF Réseau ; et enfin à comprendre les outils d'innovation qu'il développait et les interactions qu'il avait avec le reste de l'ingénierie de la SNCF. J'ai également eu accès à sa thèse et à différents papiers qu'il a publiés, ainsi qu'à des présentations internes de la SNCF sur ses activités. Dans une logique de triangularisation, j'ai également réalisé 3 interviews semi-directives d'une durée moyenne de 40 minutes, avec des chercheurs du CGS et consultants, qui ont accompagné l'implémentation de la méthode de conception en collectif DKCP à la SNCF en 2009 et 2010, à savoir Mathias Bejean, Philippe Lefebvre et Benjamin Duban, avant que Dominique Laousse ne soit nommé expert.

Cette étude est donc un aparté complémentaire dans la QR2 de cette thèse. Pour analyser ces données, nous avons reconstitué l'histoire de la construction progressive et de l'institutionnalisation de ce domaine d'expertise à la SNCF. Elle a également permis de modéliser les missions et interactions de ces experts de l'inconnu avec les autres experts de l'ingénierie de la SNCF. Nous avons ensuite comparé cette monographie avec celle du DES IP et nous avons identifié des points communs entre les deux organisations des experts de l'inconnu pour les autres experts, ainsi que des différences.

4.8. ÉTUDE 8 : RENAULT-GOOGLE

Lorsque Google et Renault ont signé leur partenariat en 2018, les experts du DES IP y ont vu une opportunité pour tester les outils de la conception innovante et observer leurs impacts. Dans cette étude, nous avons collaboré avec deux experts (Eloi Baudoux et Jean-Marc Postic), qui n'étaient

pas des acteurs opérationnels du partenariat Renault-Google, et qui n'avaient a priori aucun contact ou accès à Google. Cependant, en tant qu'experts des outils d'innovation, ils souhaitent démontrer comment les théories de la conception pouvaient soutenir le partenariat Renault-Google. Nous y avons vu là une opportunité d'observer leurs actions et d'en déduire une modélisation de leur rôle dans l'ingénierie. Ainsi cette étude avait vocation à répondre à la QR3, sur les outils et la modalité de gestion des expertises face aux transitions.

Pour commencer, les deux experts du DES IP ont souhaité améliorer leurs connaissances sur l'origine de ce partenariat. Concernant Google, j'ai retracé l'ensemble des projets de mobilité de Google. J'ai organisé ces projets de mobilité sous la forme d'une cartographie (présenté en chapitre 7) à travers plusieurs analyses de forums, de blogs et de contenus wiki :

Liste des activités de Google Wikipédia fr : [Wikipédia Liste des services en ligne de Google](#)

- Liste des activités de Google Wikipédia US : [Wikipédia List of Google products](#)
- Liste des produits Google : <https://www.google.com/about/products/>
- Wikipédia Google : [Wikipédia Google](#)
- Liste des acquisitions de Google : [Wikipédia List of mergers and acquisitions by Alphabet](#)
- Acquisition des brevets : [Acquisitions de Google : toutes les entreprises et brevets rachetés](#)

Mobilité des objets :

- Gmail : [History of Gmail 10 years ago](#) — [gmail.com](#)
- Google Agenda : [Wikipédia Google Calendar](#)
- Google Scholar : : [Wikipédia Google Scholar](#) — [Page de présentation de Google Scholar](#) — [scholar.google.fr](#)
- Google Doc, Spreadsheet, Presentation : [Sam Schillace](#) — [Writely History](#) — [Interview of S.S.](#) — [Google Drive, Google Docs, Google Sheets and ...](#)
- Quickoffice : [Wikipedia Quickoffice](#)
- Google Drive : [Fuite d'un doc interne 2006](#) — [Stand by](#) — [Historique avant 2012](#)
- Youtube, Youtube Kid, Gaming : [Wikipédia YouTube](#)
- Picasa Web Album : [Début du projet](#) — [Wikipedi US](#) — [Picasa.fr](#)
- Apache Wave — Google Buzz — Google + : [Techcrunch](#) — [Wikipedia US](#)

Mobilité de services

- Google Mobile : [Wikipédia WAP](#) — [Wikipedia FR : Liste de services de Google](#)
- Android : [Déclinaison d'Android](#) — [Open handset alliance](#) — [History of OHA](#) — [HTC Dream](#)
- Android Wear – Wear OS : [I/O 2014](#)
- Android Auto : [Open Auto Alliance](#) — [I/O 2014](#)

Mobilité de personnes

- Google Code Jam : [Conditions du concours](#) — [Codingcompetitions.com](#)
- Dodgeball – Google Latitude : [Wikipédia Google Latitude](#) — [Wikipedia Dodgeball](#)
- Google Schemer : [Lancement de Schemer](#) — [Fin de Schemer](#) — [Raison de la création de Schemer](#)
- Google Hangouts : [Wikipédia](#) — [Wikipédia US](#)
- Google Ride Finder : [Techcrunch](#)

GPS

- Google local — Google Maps : [History of Google maps](#) — [Google Traffic](#) — [Google Transit](#)
- Google Maps Panoramio : [Wikipédia Panoramio](#)
- Google Map Maker : [Support Google](#) — [Wikipedia Map Maker Uk](#) — [Wikipédia Map Maker Fr](#)
- Waze : [Wikipedia Waze](#)

Service de mobilité

- HotPot : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google Cloud Print : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google Travel : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google Flights : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google Home : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google Trip : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Google, Car : [Wikipedia Google Latitude](#)
- Mobilité des lieux
- Google Earth : [Wikipedia Google Earth](#) — [Blog press](#) — [Google space](#) — [Google sky](#) — [Google Moon](#) — [Wikipedia Google Moon](#)
- Street view : [Wikipedia Street View](#) — [L'ascension de Yosemite](#) — [Luc Vincent](#) — [250 Street view cars](#) — [Subaru Impreza](#)
- Google Cultural Institute — Google Art Project — World Wonders Project : [World Wonder Project](#) — [Arts and Culture](#) — [Wikipedia US Google Culture Institute](#) — [Wikipedia Google Art](#)

Du côté de Renault, j'ai retracé l'histoire du développement du système d'exploitation de Renault, en nous basant sur des recherches Internet sur chaque version, jusqu'à la signature du partenariat Google. Ceci avait vocation à apporter des éléments de compréhension sur l'origine de ce partenariat du point de vue de l'ingénierie de Renault, mais aussi de Google :

- [Liste des systèmes d'exploitation développés par Renault](#)
- Carminat 1 : <https://www.gps-carminat.com/v3/carminat-navigation-informe-1/>
- Carminat 2 : <https://www.gps-carminat.com/v3/carminat-navigation-informe-2/>
- Carminat Bluetooth : <https://www.gps-carminat.com/v3/carminat-bluetooth-cd/>
- Carminat Tomtom : <https://www.gps-carminat.com/v3/carminat-tomtom/> - [TomTom + Renault = un GPS intégré pour 500 euros](#)
- Media Nav : <https://www.gps-carminat.com/v3/media-nav/>
- R-link 1 : <https://www.gps-carminat.com/v3/r-link/> — [Fiabilité Renault Scénic 3 : problème sur le système R-Link](#) — [Renault R-Link : vers la fin des bugs ?](#) — [Renault Espace 5 et Kadjar. Enfin un correctif pour le système R-Link](#)
- R-Link 2 : <https://www.gps-carminat.com/v3/r-link-2/> — [Test : Système Embarqué Automobile RLink 2 By Renault.](#) — [Waze s'invite chez R-Link 2](#) — [Android Auto et Apple CarPlay arrivent chez Renault](#)
- Easy Link : <https://www.gps-carminat.com/v3/easy-link/> — [Easy Link, la nouvelle interface de Renault : notre prise en main en vidéo](#) — [Les principaux problèmes de fiabilité de la Renault Clio 5](#) — [Renault EASY CONNECT : une plateforme de mobilité et de services connectés nouvelle génération](#)
- Renault-Google : [« Nous ne voulons pas devenir de simples fournisseurs de carrosserie pour Google », prévient Carlos Ghosn](#) — [Renault-Nissan-Mitsubishi s'allie à Google pour](#)

[faire entrer ses véhicules dans l'ère de l'infotainment](#) — [Carlos Ghosn \(Renault—Nissan—Mitsubishi\) ne voit pas Google comme une menace](#) — [Réticents à monter dans une voiture sans conducteur ? Vous n'êtes pas les seuls](#) — [Des voitures autonomes en Europe dès 2020 selon Carlos Ghosn](#) — [Carlos Ghosn : « Ni Google, ni Apple ne vont devenir des constructeurs »](#) — [Renault choisit Google, Qwant claque la porte du Mondial de Paris](#) — [L'alliance Renault—Nissan—Mitsubishi fait entrer Google dans ses véhicules](#) — [Automobile : quand les données des voitures valent de l'or](#)

De plus, nous avons organisé quatorze interviews semi-directives d'environ 1 h entre novembre 2018 et juillet 2019, avec des employés de Renault impliqués ou proches du partenariat (Tableau 9), afin d'obtenir des informations complémentaires sur l'historique du partenariat, les difficultés perçues dans le contrat et sa réalisation, l'objectif et la vision à long terme du projet, leurs avis sur la conduite du partenariat et du projet. Deux autres entretiens ont été réalisés avec un *business developer* en services de mobilité qui travaillait sur le partenariat Renault-Waymo signé en juin 2019.

Tableau 9 — Liste des employés Renault proches du partenariat interviewés

Interview	Titre	Date
1	Responsable De Partenariats, De La Stratégie D'offre De Services Connectés Et De Mobilité	13 novembre 2018
2	<u>Intelligent Car And Data</u>	19 novembre 2018
3	Program Director Connected Vehicles	19 novembre 2018
4	Directeur Expérience Clients	28 novembre 2018
5	Responsable Juridique	5 décembre 2018
6	Deputy Program Director – New Business Mobility	12 décembre 2018
7	Corporate Fleet Marketing & Business Development General Manager	13 décembre 2018
8	Responsable De Programme De Recherche	21 décembre 2018
9	Alliance Corporate Officer	9 janvier 2019
10	Connected Car Platform Design General Manager	16 janvier 2019
11	Connected Car Product Manager & Product Owner	24 janvier 2019
12	Responsable Financements Publics Europe	24 janvier 2019
13	Manager Grands Comptes	1 février 2019
14	Directeur Stratégique Commerce	15 février 2019

15	Business Development, Autonomous Mobility Services	27 novembre 2019 9 décembre 2019
----	--	-------------------------------------

Les quinze personnes interviewées ont partagé avec nous leurs expériences, leurs points de vue, leurs impressions et leurs interprétations sur les intentions et risques du projet, avec parfois beaucoup d'émotion. Les aspects émotionnels ont exigé de notre part une double ou triple vérification constante de toutes les données, en croisant les différentes interviews ou en demandant confirmation dans les interviews suivantes, pour soutenir la véracité des témoignages. Le travail d'organisation et de modélisation de ces notes d'entretiens a pris la forme de bases de connaissances à travers quatorze thématiques que nous avons identifiées en regroupant les éléments. Au cours des ateliers d'équipe entre Eloi Baudoux, Jean-Marc Postic et moi-même, nous avons analysé ces bases de connaissances pour identifier les besoins ou les points douloureux que le partenariat actuel a manqués ou générés. Nous avons traduit ces besoins et points sensibles en concepts inconnus et désirables : par exemple, une crainte s'est exprimée sur la confidentialité des données utilisateurs par Google, que nous avons formulé en concept de valeur par « l'expérience éthique de l'utilisateur sur ses données ». Ensuite, douze ateliers ont été organisés pour stimuler ces concepts en créant une mini cartographie C-K pour chacun d'entre eux. Nous avons ensuite présenté ces concepts à quatre potentiels commanditaires internes, en vue de les développer.

Parallèlement à tout ce qui vient d'être présenté, des points réguliers d'avancement et d'organisation ont eu lieu entre Eloi Baudoux, Jean-Marc Postic, moi-même et parfois Dominique Levent. Enfin, nous avons présenté nos avancées tous les mois, lors de « boxing » qui rassemblaient en plus de nous quatre, Sophie Hooge, Benoit Weil, Lomig Unger (à l'époque, directeur du Square) et Guillaume Tilquin (Expert nouvelles mobilités et chef de projet autour du Twizy). Le principe du boxing est de faire des retours bienveillants, qu'ils soient positifs et négatifs (Hooge and Le Du, 2016; Touvard and Lebon, 2017) : « *Les membres aident en caractérisant le projet avec de nouveaux mots, en proposant de nouvelles définitions, en identifiant des propriétés spécifiques à valeur ajoutée. Ils réagissent également en formulant de nouveaux concepts, en combinant la proposition à d'autres innovations et enfin en critiquant les points faibles par des arguments et commentaires provocants pour soulever le débat* » (Le Du, 2017, p. 175).

L'étude de l'action des experts du DES IP dans le partenariat Renault Google nous a permis de comprendre comment les experts de l'inconnu pouvaient intervenir dans le soutien de l'ingénierie face à des inconnus des transitions. Cependant, les résultats obtenus n'étant pas pleinement satisfaisants, nous avons décidé d'organiser l'étude suivante pour poursuivre la modélisation de leurs interactions avec le reste de l'ingénierie pour les inconnus des transitions.

4.9. ÉTUDE 9 : DAT@CK

À la suite de l'étude Renault-Google, nous avons décidé avec les trois experts du DES IP d'organiser un atelier collectif de conception autour de la qualité de la data, afin de créer un nouveau collectif d'experts en data pour l'entreprise. Cet atelier suggérait que les experts du DES IP animaient d'autres experts internes pour créer un nouveau collectif d'expertise. Nous y avons vu une nouvelle opportunité pour modéliser leur interaction avec le reste de l'ingénierie pour répondre à un inconnu des transitions. Cette étude a donc contribué à apporter des réponses à la QR3 sur les outils et les modalités de gestion des expertises.

J'ai ainsi pu observer les experts et participer avec eux à l'organisation et l'animation des ateliers pendant plus de deux ans, de janvier 2020 à février 2022. L'outil que nous avons choisi pour mener à bien cet atelier était le DKCP, une méthode d'ateliers collaboratifs de conception innovante pour des collectifs nombreux, qui découle des théories de la conception et de la théorie C-K (Elmqvist and Segrestin, 2009; Le Masson et al., 2009). La récolte des données s'est essentiellement déroulée à travers des réunions d'avancement et d'organisation, des interviews semi-directives, ainsi que la création de contenu pour animer des ateliers, l'animation d'atelier, et l'analyse de contenu créés par les participants aux ateliers.

Cependant, n'ayant pas de mode d'emploi du DKCP, et ne sachant par où commencer, il a fallu nous en construire un. J'ai ainsi analysé plusieurs papiers scientifiques pour reconstituer les différentes étapes de la méthode d'animation d'un DKCP (Agogué et al., 2014; Laousse, 2018; Le Masson et al., 2017). Cela m'a permis de reconstituer une méthode que j'ai résumée dans 57 diapositives (cf. Annexes), réparties en 5 étapes.

4.9.1. CADRAGE

Pendant la phase de cadrage, nous avons commencé par organiser et animer plusieurs réunions de présentation du sujet et de la méthode avec des experts internes en data, que nous souhaitons mobiliser dans l'atelier, pour constituer une équipe « Métier » : l'Expert « Voiture Intelligente », le Leader « Performance Business Data », l'Expert « Onboard Architecture » et l'Expert « Leader IA ».

Nous avons également organisé et animé d'autres points de présentation pour recruter un sponsor qui soutiendrait notre démarche : toute l'équipe accompagnée de l'Expert Leader Innovation Patterns a présenté le projet le 10 janvier 2020 à l'Expert Fellow Nadine Leclair ; puis le projet a été présenté le 6 avril 2020 au Directeur « Informatique et Architecture Data » qui deviendra par la suite le sponsor métier, avec l'aval du Vice-Président en Système d'Information

et Digital ; enfin le projet a été présenté au nouvel Expert Fellow Pascal Candau le 17 décembre 2020, qui deviendra « Sponsor méthode du projet ».

En tant qu'équipe méthode, nous avons ensuite organisé et animé un premier atelier le 18 mars 2020 avec l'équipe métier pour recueillir des connaissances sur le sujet, ce qui s'est soldé par un échec du fait de la densité des échanges qui n'ont pas permis d'en tirer un contenu utilisable. Pour nous aider, nous avons décidé d'échanger avec d'autres praticiens du DKCP, reconnus dans le milieu : Dominique Laousse à la SNCF, Anne Bion à la Matmut, et Simon Martin chez Stim. Dominique Laousse, étant très intéressé par nos retours d'expérience, est devenu notre coach en méthode, et nous avons échangé 8 autres fois avec lui pendant ces deux ans.

Le 16 mars 2020, la crise de la Covid-19 explosant, la France s'est confinée. Le 30 mars, les employés de Renault se sont trouvés au chômage partiel tous les après-midis à partir de 13 h, et ce jusqu'au 30 juin 2020, puis tous les vendredis jusqu'au 30 août 2021 avec télétravail obligatoire. Ceci a impacté très négativement la dynamique de Dat@ck, qui a ralenti brusquement. Tout le reste de Dat@ck a dû se dérouler en distanciel, via Microsoft Teams.

Les équipes méthode et métier se sont retrouvées le 29 avril et le 6 mai 2020 afin de poursuivre le cadrage en reformulant le concept de départ (le C0) à partir de l'expertise de chacun. C'est ainsi que la phase de cadrage a pris fin et qu'a débuté la phase D : définition.

4.9.2. D : DEFINITION

La phase de définition avait vocation à bien définir ce que les acteurs de Renault savaient ou ne savaient pas du sujet. Pour cela, l'équipe méthode a réalisé un C-K de contrôle, permettant d'identifier les connaissances internes et les connaissances manquantes, constituées à partir d'interviews de spécialistes de la data chez Renault. Les interviews ont été réalisés à partir de quatre questions standard identifiées par D. Laousse dans ses expériences, et qu'il réutilise pour chaque DKCP qu'il anime :

1. Comment définissez-vous le concept : « tirer des données d'une puissance générative pour créer des services à forte valeur ajoutée » ?
2. Est-ce que vous avez en tête un cas d'utilisation qui a été arrêté ou a échoué ? Pourquoi ? Quel projet/idée avez-vous en réserve ?
3. Dans l'idéal que faudrait-il mettre en place pour produire mieux des données à des fins d'analyse ? (Lettre au père Noël)
4. Auriez-vous des personnes internes ou externes à nous suggérer pour former le collectif ?

Avec Jean-Marc Postic, nous avons interviewé via Microsoft Teams 16 personnes, entre juillet et octobre 2020 (Tableau 10).

Tableau 10 — Liste des spécialistes en data interviewés

Interview	Titre	Date
1	Head Of Data Governance	12 juin 2020
2	Chef UET Ingénierie Des Solutions De Services	2 juillet 2020
3	Chef De Services Connectivité Data Et Nouvelle Mobilité — Ingénierie Après-Vente	3 juillet 2020
4	Expert Leader Ia	3 juillet 2020
5	Chef De Projet, Car Data Usages Aux Services Connectés	6 juillet 2020
6	Expert Business Case Data Au, Car Data Lab	7 juillet 2020
7	Data Scientiste	7 juillet 2020
8	Head Of Sales & Marketing For B2B Services	15 juillet 2020
9	Manager Transformation Digitale Après-Vente	16 juillet 2020
10	Marketing Digital Manager	29 juillet 2020
11	Customer Engament Product Owner	21 juillet 2020
12	Directeur Programme Adjoint	27 juillet 2020
13	Program Leader Référentiels D'entreprise Actions	30 juillet 2020
14	Expert Onboard Architecture	31 août 2020
15	Expert Architecture Et Organisme	30 octobre 2020

J'ai ensuite repris toutes les interviews pour organiser le contenu en bases de connaissances thématiques par questions posées (présenté dans le chapitre 7). À partir de ces bases de connaissances, j'ai réalisé un premier C-K de contrôle (extrait dans le chapitre 7), que j'ai présenté le 31 août 2020 à Jean-Marc Postic et Eloi Baudoux, et qui a été « boxé » par Benoit Weil et Dominique Laousse indépendamment, afin d'ouvrir d'autres pistes.

Toute la période automnale de 2020 a servi à affiner le C-K de contrôle, permettant à l'équipe méthode d'identifier les exposés de l'état de l'art (ce que sait Renault sur la data) et du non-art (ce que ne sait pas Renault, mais qui existe ailleurs) à organiser pour la phase K.

4.9.3. K : KNOWLEDGE

Les réunions de novembre et décembre 2020 ont été dédiées à l'organisation de l'animation de la phase K. L'équipe méthode a bénéficié des conseils des coachs en créativité du département Créativité et Vision, afin de comprendre les enjeux de l'animation d'un collectif en distanciel. Le format initial de l'animation en présentiel sur trois jours n'était pas envisageable à cause du télétravail encore de rigueur, et de l'impossibilité de passer toute une journée en vidéoconférence. Nous avons donc construit une nouvelle manière d'animer l'atelier K sur 2 h. Ces séances K étaient organisées en 3 temps : 45 minutes d'exposé sur l'état de l'expertise interne ou sur des connaissances externes — 40 minutes d'appropriation en trois sous-groupes, animés par les deux experts et moi-même pour résumer les informations importantes, identifier les surprises et les questions grâce à une fiche que nous avons créée — 30 minutes de questions-réponses en collectif. À partir des fiches de chaque sous-groupe, nous avons reconstitué un document résumant les apprentissages principaux à retenir.

Concernant le contenu des exposés de la phase K, la liste des exposés et des intervenants envisagés a été présentée pour validation aux sponsors et à l'équipe projet le 19 novembre. Courant janvier 2021, une réunion a été organisée avec chaque intervenant afin de lui présenter les objectifs et le format des ateliers, que nous présenterons dans le chapitre 7.

Enfin, une réunion avec l'équipe méthode et les sponsors a été organisée pour valider la liste des experts concepteurs qui devaient participer aux ateliers (liste dans le chapitre 7).

Le kick-off a eu lieu le 10 février 2021, rassemblant les deux sponsors, l'équipe méthode, l'équipe projet, et 37 experts internes intéressés par le sujet et par la méthode DKCP. Une vingtaine de ces experts ont régulièrement participé aux ateliers K, C et P.

Dix ateliers K de deux heures ont eu lieu. Six ateliers sur l'état de l'art se sont tenus durant le printemps 2021. Concernant les exposés du non-art, de nombreuses thématiques que l'équipe méthode a identifiées grâce au C-K de contrôle ont été suggérées lors du kick-off à l'ensemble des participants. Chaque participant a choisi le thème qui l'intéressait le plus. Toutes les personnes intéressées par le même thème ont formé un sous-groupe responsable de trouver l'intervenant externe à Renault le plus pertinent sur le sujet, qui accepterait de réaliser un exposé. Les thèmes non choisis ont été éliminés. Ces quatre exposés du non-art ont eu lieu à l'automne 2021.

4.9.4. C : CONCEPT

Une fois ces exposés de l'état de l'art et du non-art réalisés, l'équipe métier a organisé seule d'autres réunions de préparation pour enrichir le C-K de contrôle avec les nouvelles connaissances

acquises lors de ces exposés, identifier de nouveaux concepts, en choisir trois en tant que concepts dits « projecteurs », soit des concepts d'« Amélioration », d'« Alternative » et de « Rupture » par rapport au sujet initial, et construire l'animation des ateliers C. Pour cela l'équipe métier a créé des fiches de concepts projecteurs par concepts. Trois ateliers C d'une demi-journée chacun ont eu lieu, et ont été essentiellement animés par l'équipe métier (un sous-groupe pour les deux experts et un sous-groupe pour moi) ; deux ateliers d'idéation et un atelier d'étude de faisabilité et de choix des concepts à développer :

- Atelier C1 : « Génération de concepts » : après un bref résumé des exposés de la phase K, nos participants ont été répartis en trois groupes, selon les trois concepts projecteurs : Améliorant, Alternatif, ou en Rupture. À partir d'une planche d'exploration inspirante réalisée par l'équipe méthode sur l'un des trois concepts, les participants ont formulé des sous-concepts (Figure 32) : 26 pour le premier groupe, 15 pour le deuxième groupe, et 31 pour le troisième groupe.
- Atelier C2 et C3 : « Durcissement des concepts générés en atelier C1 » : à partir des concepts définis dans l'atelier C1, les participants ont sélectionné ceux qui leur semblaient les plus pertinents, et ils ont préparé pendant 10 minutes une description de leur projet à travers des critères que l'équipe méthode avait établi (nom du projet, problème, solution, par quoi commencer, échéance, etc.). Ils ont ensuite pitché leur projet en trois minutes aux autres participants, qui les ont boxés. Dix-neuf projets potentiels ont ainsi vu le jour. Chaque participant a ensuite choisi les projets qu'il était prêt à développer.
-

4.9.5. P : PROJECT

Lors de la phase Product, les experts ont choisi les concepts qu'ils souhaitaient développer. Ces nouveaux chefs de projet ont travaillé un plan de développement de leur concept. Eloi Baudoux et Jean-Marc Postic ont réalisé plusieurs réunions avec les différents porteurs de projets afin de les aider à mieux définir les projets. Le 7 mai 2022, les 7 groupes ont présenté pendant 5 minutes leurs feuilles de route aux deux sponsors, qui avaient 10 minutes par projets pour les discuter et valider leur intérêt. Les sponsors ont validé l'intérêt des sujets, et ont proposé d'organiser tous les trois mois des points d'avancement pour s'assurer du bon développement de ces projets.

Pour conclure cette partie II, dans le chapitre 3, nous avons présenté mes motivations pour réaliser cette thèse. Nous avons présenté l'année d'ingénierie de recherche qui a précédé la thèse et contribué à la définition du sujet. Nous avons présenté le terrain où s'est déroulée cette thèse : le domaine d'expertise Innovation Patterns dans l'ingénierie de Renault, ainsi que les acteurs qui

m'ont encadré. Nous avons présenté le contexte, essentiellement de crise (en raison de la pandémie de la Covid-19), dans lequel s'est déroulée cette thèse. Nous avons mis en avant la méthode principale retenue : la recherche intervention, ainsi que les particularités de cette thèse. Dans le chapitre 4, nous avons présenté les différentes études qui ont permis d'apporter des réponses aux trois questions de recherche identifiées. Dans ces chapitres nous ne discutons pas des limites de notre recherche, nous réservons ce point pour la conclusion générale. Il est maintenant temps de nous concentrer sur le contenu de ces différentes études et de présenter les réponses qu'elles apportent aux trois questions de recherche.

Partie 3. Résultats

CHAPITRE 5. QUATRE NATURES D'INCONNUS ET DES DYNAMIQUES D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION	140
5.1. DOUZE GRANDES PERIODES DE MANAGEMENT DES INCONNUS CHEZ RENAULT.....	140
5.1.1. 1880 — 1890 : invention des moteurs et de l'automobile	141
5.1.2. 1890 — 1914 : stabilisation et amélioration de l'automobile	141
5.1.3. 1914 — 1918 : blocage du développement automobile français	143
5.1.4. 1919 — 1938 : rattrapage du temps perdu	144
5.1.5. 1939 — 1944 : deuxième blocage	146
5.1.6. 1945 — 1950 : le temps de la reconstruction.....	147
5.1.7. 1950 — 1970 : les Trente Glorieuses et le retour des inconnus stratégiques	149
5.1.8. 1970 — 2000 : apparitions des premières transitions.....	151
5.1.9. 2000 — 2022 : des transitions résistantes aux ingénieries	156
5.2. MODELISATION DES RESULTATS	159
5.2.1. Quatre natures d'inconnus pour les ingénieries	159
5.2.1.1. Inconnus endogènes et exogènes.....	159
5.2.1.2. Inconnu désirable et indésirable	160
5.2.1.3. Quatre natures d'inconnus.....	162
5.2.2. Un processus d'endogénéisation et de désirabilisation	163
5.2.2.1. Endogénéisation	163
5.2.2.2. Désirabilisation	164
5.2.3. Définir le concept de transitions pour les industries établies	167
CHAPITRE 6. LES EXPERTS EN OUTILS D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION DES INCONNUS POUR SOUTENIR L'INGENIERIE.....	171
6.1. CREATION D'UNE FILIERE D'EXPERTISE CHEZ RENAULT POUR L'INNOVATION.....	171
6.1.1. 2009 : création et mise en place d'une organisation d'experts pour l'innovation.....	171
6.1.2. 2015 : expansion des DES techniques aux métiers de la gestion : endogénéisation de nouvelles expertises.....	175
6.1.3. 2021 : réduction des experts	176
6.2. L'APPREHENSION DES INCONNUS PAS LES EXPERT LEADERS	177
6.2.1. Excellente pour l'innovation incrémentale, l'ingénierie manque de compétences pour la gestion de l'innovation radicale	177
6.2.2. La construction de l'expertise par l'exploration scientifique des inconnus stratégiques..	179
6.2.3. Les experts, des acteurs de la conception réglée	183
6.2.4. Un sentiment de manque de légitimité et d'outils pour promouvoir l'exploration des inconnus inconnus.....	185
6.3. LES AUTEURS DE BREVETS IA REVELATEURS D'UN MAUVAIS FONCTIONNEMENT DE L'AMBIDEXTRIE ENTRE L'INGENIERIE AMONT ET LE NPD	188
6.3.1. Les auteurs de brevets IA conçoivent des solutions IA comme résolution de problèmes identifiés	188
6.3.2. Les facteurs qui empêchent les auteurs de brevets IA de mener des activités d'exploration pour concevoir des solutions IA.....	190

6.4. LES EXPERTS DE L'INCONNU COMME CAPACITES D'INNOVATION RADICALE POUR LES INCONNUS	
INCONNUS A L'INGENIERIE DE RENAULT.....	195
6.4.1. L'ingénierie amont et le département Créativité et Vision	196
6.4.2. Création du DES Innovation Patterns	201
6.4.3. Le DES Innovation Patterns pour soutenir les capacités d'innovation de l'ingénierie de Renault	203
6.4.3.1. Définir les missions du DES IP.....	203
6.4.3.2. L'appropriation des missions par les experts et Référents du DES IP	208
PARALLELE ECLAIRANT AVEC LA SNCF : LA NECESSITE DE DEFINIR DES MODALITES D'INTERACTION ENTRE LES EXPERTS DE L'INCONNU ET LES AUTRES EXPERTS.....	213
CHAPITRE 7. LES EXPERTS DE L'INCONNU POUR ANIMER L'APPRENTISSAGE ET L'ALIGNEMENT DES EXPERTISES	219
7.1. LE PARTENARIAT RENAULT GOOGLE : UN DEFAT D'ENDOGENEISATION.....	219
7.1.1. Le système multimédia : plusieurs tentatives d'endogénéisation d'expertises exogènes.	219
7.1.2. Les experts de l'inconnu au service de l'ingénierie pour les transitions.....	221
7.2. DAT@CK : UN PROCESSUS COLLECTIF CENTRE SUR L'ENDOGENEISATION ET LA DESIRABILISATION D'UNE EXPERTISE EN DONNEES AUTOMOBILES.....	228
7.2.1. Mise en place d'un processus d'endogénéisation des expertises exogènes par les experts de l'inconnu	228
7.2.2. Mise en place d'un processus de désirabilisation des inconnus exogènes par les experts de l'inconnu	239
7.2.3. Méthode DKCP par le DES IP : un processus répliquable pour animer les experts face aux transitions.....	242
CHAPITRE 8. DE NOUVELLES INGENIERIES DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS	249
8.1. FACE AUX INCONNUS DES TRANSITIONS, LE RESEAU METABOLIQUE D'EXPERTS.....	249
8.1.1. Vers de nouveaux métabolismes de communautés d'experts.....	250
8.1.2. Des experts pour identifier les inconnus des transitions	253
8.2. INGENIERIE DE L'EXPERTISE DE L'INCONNU.....	255
8.2.1. L'expert de l'inconnu pour les experts dans l'inconnu.....	255
8.2.2. Institutionnalisation d'un processus d'émergence de nouvelle expertise.....	258
8.2.3. Le domaine d'expertise de l'inconnu : une fonction I pour les transitions ?	259
8.3. RENOUEAU DES CRISES DE ROBUSTESSE FACE AUX TRANSITIONS.....	263
8.3.1. Préciser le concept de « transition » pour les ingénieries.....	264
8.3.2. Gouvernance de l'innovation des transitions par l'institutionnalisation des experts de l'inconnu pour les crises de robustesse des ingénieries.....	266

Cette troisième partie de thèse a pour objectif de répondre aux sous-questions de recherche que nous avons identifiées dans la première partie de la thèse et ainsi à la problématique générale de la thèse. Cette partie présente les analyses des données dont les méthodes de collecte ont été présentées dans la deuxième partie.

Pour commencer, le chapitre 5 analyse les différentes natures des inconnus auxquels l'ingénierie de Renault a été confrontée depuis son origine. Nous avons identifié quatre types d'inconnus, ainsi que plusieurs dynamiques d'appropriation de ces inconnus pour passer d'un type à l'autre. Le chapitre 6 étudie le rôle de différents acteurs de l'ingénierie, notamment des experts, dans la gestion des inconnus des transitions. Nous avons déterminé que si certains acteurs historiques de l'ingénierie parvenaient à identifier des inconnus inconnus, ils ne parvenaient pas à convaincre le reste de l'ingénierie de leur désirabilité. Pour pallier cela, de nouveaux acteurs de l'expertise ont été mis en place pour aider les experts en place : les experts de l'inconnu.

Enfin, le chapitre 7 modélise les interactions mises en place par les experts de l'inconnu pour identifier un inconnu des transitions, le rendre désirable et appropriable par les experts de l'ingénierie de Renault.

CHAPITRE 5. Quatre natures d'inconnus et des dynamiques d'endogénéisation et de désirabilisation

L'objectif de ce chapitre est de répondre à la question « **QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?** ». Nous avons au préalable supposé que la nature des inconnus pour la conception avait dû changer avec le contexte des transitions contemporaines. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons réalisé une étude historique des grands enjeux de conception de Renault depuis son origine. Cette étude permet d'identifier l'ensemble des inconnus auxquels les acteurs-concepteurs de Renault ont dû faire face, et de les classer en 4 types : désirables, indésirables, exogènes et endogènes. Les inconnus étant relatifs à des acteurs, nous avons essayé d'identifier qui étaient précisément les acteurs-concepteurs dans nos données. Des dynamiques pour passer d'un inconnu exogène à endogène, et indésirable à désirable, que nous appellerons respectivement d'endogénéisation et désirabilisation, ont ensuite été identifiées. Enfin, ces natures d'inconnus, ces processus et l'histoire des inconnus de Renault, rendent compte de la rupture assez profonde qui s'est opérée ces dernières années, que nous tâchons de rendre visibles et de caractériser selon le point de vue de la conception et des ingénieries.

5.1. DOUZE GRANDES PERIODES DE MANAGEMENT DES INCONNUS CHEZ RENAULT

À partir de la reconstitution de l'histoire de la conception de Renault, nous avons pu identifier douze périodes de conception pendant lesquelles les ingénieries automobiles ont été exposées à des enjeux de conception distincts. Chaque période est délimitée par l'apparition de nouveaux inconnus représentant un enjeu de conception pour l'ingénierie. Elles nous ont permis d'identifier et d'analyser les natures des inconnus auxquelles le bureau d'études de Renault, la filière automobile plus généralement, ainsi que l'État français et les autres écosystèmes ont fait face depuis l'origine de l'automobile. Nous proposons de distinguer cinq périodes avant 1945, puis sept jusqu'à aujourd'hui. Certaines périodes présentant des similitudes (notamment les périodes entre 1970 à 2000), nous les avons regroupées pour les analyser.

Pour chacune des périodes, nous nous sommes concentrés sur certaines dimensions : nous avons tenté de présenter les acteurs-concepteurs de Renault, les performances attendues des automobiles, les clients ou usages visés, les évolutions techniques, les évolutions sociales et réglementaires, les organisations industrielles et les inconnus.

5.1.1. 1880 — 1890 : INVENTION DES MOTEURS ET DE L'AUTOMOBILE

Fascinés par la machine à vapeur qui a donné naissance au train, et rêvant d'un vélo qui avance de lui-même, des scientifiques, des hommes d'affaires et des industriels se sont lancés dans la conception de moteurs électriques, à vapeur, à combustion ou autres. L'inconnu de l'époque était l'objet « qui se meut par lui-même », conformément à l'étymologie du mot « automobile ». Il s'agit donc d'un inconnu connu, désirable pour les acteurs qui l'ont étudié volontairement (**en vert dans le tableau**), convaincus que cela apporterait une amélioration dans le transport des personnes et de marchandises. En revanche, la manière dont serait conçu et développé cet objet, ainsi que la forme de cet objet, était de l'ordre de l'inconnu inconnu connaissable. C'est ainsi que la première période de 1880 à 1890 a vu le nombre d'inventions exploser en matière de moteurs et de formes d'automobiles. Le dominant design de l'automobile, du moteur, ainsi que les processus de fabrication n'étaient pas encore stabilisés. Ce constat est propre au régime de conception sauvage (Le Masson *et al.* 2014). Les processus d'apprentissage ont commencé à se constituer en bureaux d'études chez les différents constructeurs. Du côté de Renault, toutes ces activités étaient portées uniquement par Louis Renault, qui n'était pas ingénieur, mais un passionné de mécanique.

Tableau 11 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1880 à 1890

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
		Objet qui se meut par lui-même	Assemblage d'un moteur et d'une boîte de vitesse ressemblant à une bicyclette : voiturette de 250 kg, 2 places, 1,75 CV = 50 km/h

5.1.2. 1890 — 1914 : STABILISATION ET AMELIORATION DE L'AUTOMOBILE

La période 1890 - 1914 est une période d'accélération pour les inventeurs automobiles, qui cherchent à démontrer la puissance et la résistance de leurs voitures. Pour cela, ils participent à des courses automobiles, qui les mèneront à choisir le moteur thermique pour sa robustesse, bien que le moteur électrique soit plus rapide, mais moins performant dans la durée. Par ailleurs, chaque constructeur s'adresse à une clientèle de luxe, permettant la personnalisation de chaque voiture. Ainsi, que ce soit pour Renault ou pour les autres constructeurs automobiles, les inconnus sont connus et de l'ordre de l'amélioration de la qualité, des coûts des objets et des processus et

des délais de conception (QCD). Ce sont des inconnus identifiés par la filière automobile, donc endogènes à cette filière, et désirables, car ces innovations apportent une amélioration pour les concepteurs ou les clients (en vert dans notre table de synthèse). Du côté de Renault, les activités de conception et de développement sont exclusivement gérées par Louis Renault. L'administration est gérée par ses frères, le commerce et la fabrication sont confiés à des amis. Louis Renault adopte une stratégie d'intégration verticale pour rester indépendant, ce qui favorise l'apprentissage des expertises par accumulation. Renault est l'une des premières usines en France à expérimenter l'organisation scientifique du travail dès 1909, avec la rénovation de l'outillage et le chronométrage du temps de travail. Renault met en place dès 1917 le travail à la chaîne. Cela s'inscrit dans le régime de conception réglée paramétrique, qui permet une réplique des processus de développement et des produits.

Parallèlement, des acteurs en dehors du milieu automobile identifient des opportunités apportant elles aussi des améliorations autour de la voiture, tel que Michelin qui crée les premiers panneaux de circulation, ou l'invention de la pompe à essence par un Norvégien et du pneumatique en 1901, le revêtement des routes avec du goudron en 1902, la ceinture de sécurité en 1903, ou encore le remplacement progressif des fiacres par des taxis. Au départ, ces inconnus identifiés par des acteurs autres que les constructeurs automobiles sont considérés comme exogènes à la filière automobile. Mais ces inconnus sont désirables, car les acteurs qui s'en emparent sont convaincus de contribuer à une amélioration pour les clients ou les concepteurs.

L'automobile est également à l'origine de nombreuses externalités négatives, comme des accidents mortels (générés par les conducteurs donc exogènes et indésirables aux constructeurs), ou encore de nuisances sonores ou odorantes dues à l'essence dans l'échappement, faisant ainsi figures de nouveaux inconnus (générés par les voitures donc indésirables et endogènes aux constructeurs). Du point de vue du gouvernement, ces inconnus sont générés par la filière automobile, donc ils sont exogènes au gouvernement et fortement indésirables. Pour y faire face, le gouvernement adopte de nouvelles lois, telles que la délivrance d'autorisations de conduite en 1888, ou les limites de vitesse en 1899 (30 km/h à la campagne et 12 km/h en agglomération).

Tableau 12 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1880 - 1914

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
Santé publique : sécurité urbaine (trop de morts d'enfant et d'animaux écrasés)		<ul style="list-style-type: none"> • Vitesse • Solidité • Qualité (luxe) • Personnalisation • Entretien modeste demandé par les clients 	Conception de voitures personnalisables pour des clients riches avec 7 modèles en 1908 La 40 CV : luxe, sport, confort
Urbanisme : trop de bruit et d'odeurs nauséabondes			

5.1.3. 1914 — 1918 : BLOCAGE DU DEVELOPPEMENT AUTOMOBILE FRANÇAIS

La troisième et la cinquième période (1914 à 1918 et 1939 à 1945), sont des périodes de guerre, pendant lesquelles, la filière automobile, Renault, l'État et d'autres écosystèmes sont plus ou moins confrontés à des inconnus exogènes, puisque générés essentiellement par un acteur externe : l'armée ennemie. Ces inconnus passent d'inconnus inconnus à inconnus connus au fur et à mesure de l'évolution des conflits, mais restent exogènes pour ces trois acteurs.

Pendant la Première Guerre Mondiale, l'État français a besoin de matériels de guerre, sans pour autant posséder les infrastructures pour les produire. Cela le pousse à mobiliser toutes les usines du territoire pour produire ce matériel. Les industriels sont alors contraints de coordonner la production pour plus d'efficacité, d'adapter leurs usines aux produits (ou inversement), sans être experts de la conception et du développement de matériels militaires. Il s'agit donc d'inconnus connus exogènes, puisqu'ils n'émanent pas de Renault ou de la filière automobile et indésirables pour les ingénieries, puisque les acteurs industriels sont contraints d'abandonner la conception automobile, au profit de la conception d'objets militaires (en rouge dans le tableau). Cependant, dans ce contexte d'inconnus indésirables exogènes, les industriels parviennent tout de même à identifier des inconnus qui leur sont désirables : par exemple, Louis Renault améliore le processus de fabrication des obus en l'adaptant à sa chaîne de production ; de nouvelles voitures militaires sont conçues, tels la voiture-radio, des minis chars, etc. On parle ici d'inconnus exogènes désirables (en bleu dans le tableau de synthèse). Des innovations de produits, de processus et de gestion émergent. À titre d'illustration, Louis Renault a dirigé le Comité des forges, qui organisait la production de canons entre les différents industriels. Pendant les deux guerres, Louis Renault

en tant que directeur de l'entreprise prend toutes les décisions en matière de conception de nouveaux d'objets, et d'organisation des activités de conception.

En parallèle, aux États-Unis, Ford développe un nouveau processus de travail à la chaîne qui permet de produire des voitures en grande série et donc de démocratiser la voiture. Il s'agit d'un inconnu endogène à la filière automobile, plus ou moins désirable selon les constructeurs.

Tableau 13 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la 1ère Guerre Mondiale

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
États-Unis : La voiture pas chère pour tous, démocratisation de la voiture		Réorganisation de la production pour un effort de guerre collectif	Regroupement des industriels et répartition de la production militaire : comité des Forges dirigé par Louis Renault
		QCD sur les armes et les moyens de les produire	<ul style="list-style-type: none"> • Processus de fabrication des obus adapté aux capacités de développement interne • Diversification : obus, baïonnette, canon, etc.
		Nouveaux objets : la voiture pour le militaire, qui transporte vite des munitions ou des hommes (ambulance/taxis de la Marne), qui a une fonction de guerre (radio – reconnaissance)	Production des voitures, mais utilitaires : ambulances, de reconnaissance, voitures radio, premiers chars de combat légers

5.1.4. 1919 — 1938 : RATTRAPAGE DU TEMPS PERDU

Pendant l'entre-deux-guerres, la filière automobile française connaît une période de rattrapage sur ses propres enjeux de performance industrielle. Le dominant design de la voiture se stabilise, permettant aux constructeurs de rationaliser les processus de fabrication et d'aborder des inconnus connus autour de l'amélioration de la qualité, du coût et du délai de production des voitures (en vert dans le tableau). Deux tendances automobiles apparaissent, avec d'un côté les constructeurs qui s'orientent dans la petite voiture populaire à la suite de Ford, comme Porsche

avec la coccinelle de Volkswagen ; et de l'autre ceux qui privilégient les voitures luxueuses ayant les plus belles carrosseries. La plupart des dirigeants ont réalisé un voyage d'apprentissage dans les usines de Ford, afin d'en répliquer les méthodes de production.

Par ailleurs, l'État a renforcé un inconnu exogène indésirable pour la filière automobile : la maîtrise de la sécurité routière, qui devient un enjeu majeur pour les gestionnaires d'infrastructures, mais aussi pour les constructeurs (**en rouge dans le tableau**). Dans ce sens, le Royaume-Uni impose un permis de conduire. On voit également l'invention du feu tricolore en 1923 et de la première autoroute en Italie.

Au sortir de la guerre, Louis Renault diversifie encore plus ses activités en se lançant dans la machinerie agricole et industrielle, les matériels roulants ferroviaires, le véhicule terrestre, aérien, marin, fluvial, etc. La diversification des productions, initiée durant le premier conflit mondial, est accompagnée durant les années 1920 d'une forte politique d'intégration verticale, car les fournisseurs ne sont pas capables de soutenir les cadences. L'entreprise Renault contrôle rapidement l'intégralité du processus de production : de l'extraction des matières premières à la production de produits intermédiaires et finis, à l'exception de quelques rares produits comme les parebrises. Les activités sont réparties entre deux sites : Boulogne pour la conception amont, et l'île Seguin pour la production, le montage et la direction de l'outillage (futur bureau des méthodes). À cette même époque, au milieu des années 1930, Louis Renault confie les fonctions de directeur des études et des recherches des usines Renault aux dessinateurs industriels Charles-Edmond Serre et à son adjoint, Fernand Picard. Cependant, Louis Renault est le seul décisionnaire final. Par exemple, il est convaincu que la voiture est un produit de luxe, alors que sa direction des études, menée par Serre et Picard, est convaincue de l'intérêt de développer une voiture populaire. En raison de la crise des années 30, Louis Renault a en effet été obligé de revoir peu ses conceptions. Sortie en 1938, la Juvaquatre est ainsi plus accessible et plus petite que les modèles traditionnels de la gamme. « *Mais au sein des usines Renault, personne ne l'ignore : le patron n'aime guère ce modèle qu'il a concédé du bout des lèvres à ses ingénieurs* » (Tristan 2012). La petite voiture est donc un inconnu maîtrisé, même s'il reste indésirable du point de vue de Louis Renault qui prend la décision finale, et désirable pour l'ingénierie (**en orange dans le tableau**).

Tableau 14 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault pendant l'entre-deux-guerres

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
	Sécurité routière	<p>Volume de production et baisse des coûts</p> <p>Rapide</p> <p>Économique</p> <p>Robuste</p> <p>Élégante</p> <p>Fouguese</p> <p>Libère</p> <p>Début de « la voiture à vivre »</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration verticale • Primaquatre : la plus économique des voitures rapides • Vivasix : tenue de route, confort, puissante • Vivastella : grand luxe, voiture pour femme et enfant, fouguese
		La voiture populaire	Juvaquatre : La voiture du quotidien, des loisirs — de la jeunesse et de la femme élégante

5.1.5. 1939 — 1944 : DEUXIEME BLOCAGE

Pendant la Seconde Guerre Mondiale, la moitié de la France étant occupée, les industries ont également été mobilisées pour l'effort de guerre, mais au profit des Allemands cette fois-ci. La production de voitures particulières a été remplacée par celle de voitures utilitaires pour les Allemands. Ainsi, les alliés ont bombardé régulièrement les zones de production pour ralentir les Allemands, détruisant notamment le parc industriel français. L'inconnu auquel ont fait face les constructeurs automobiles était de sauver leurs moyens de production sous occupation, tout en collaborant le moins possible. Certains industriels ont alors construit des usines souterraines, comme Renault à Carrières Sous-Bois, où les cadences étaient volontairement faibles, avec du personnel peu qualifié qui organisait régulièrement et discrètement des sabotages sur les chaînes de montage pour ralentir les productions. On retrouve ici un inconnu exogène indésirable (en rouge dans le tableau). La conception de nouvelles voitures étant interdite par le Reich, celle-ci s'est faite secrètement, mais ne permettant pas de sortir de nouveaux modèles pendant cette période, autre inconnu exogène indésirable (en rouge dans le tableau). C'est ainsi que la direction des études de Renault, menée par Serre et Picard, convaincue de l'intérêt de développer une voiture populaire post-seconde guerre mondiale, a travaillé en cachette sur un modèle populaire de voiture. Ce travail était d'autant plus secret que Louis Renault n'a pas été convaincu de l'intérêt de la voiture populaire et qu'il était le décisionnaire final. En décembre 1942, un prototype,

fabriqué en aluminium, était prêt. Mais lorsque Serre l'a présentée quelques mois plus tard à Louis Renault, la décision de l'industriel a été sans appel : il ne voulait pas d'une voiture populaire, et encore moins de ce véhicule au physique ingrat. Il a donc relancé les études sur un projet de voiture plus traditionnelle (**en rouge dans le tableau**).

Par ailleurs, l'Europe faisant face à une pénurie d'essence, seules les voitures autorisées pouvaient encore circuler, comme celles de la police ou de la Gestapo. La voiture a temporairement disparu du paysage français. Il s'agit de nouveaux inconnus exogènes, puisque la pénurie d'essence ne dépendait pas de la filière automobile, et indésirable puisque les industriels automobiles n'avaient pas prévu de concevoir de nouvelles motorisations, ou de cacher la conception de nouveaux modèles (**en rouge dans le tableau**). Les conducteurs les plus chanceux sont parvenus à ajouter un moteur gazogène à leur voiture, les autres, majoritaires, ont temporairement délaissé leurs voitures.

Tableau 15 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1939 – 1945

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
Rouler sans essence		Sauver les moyens de production sous l'occupation, en collaborant le moins possible	<ul style="list-style-type: none"> • Usines souterraines • Employés sous-qualifiés • Faibles cadences • Sabotages
		Activité de conception interdite	Conception secrète
		Voiture de la crise post-guerre	4 CV

5.1.6. 1945 — 1950 : LE TEMPS DE LA RECONSTRUCTION

Après la Seconde Guerre Mondiale (1945 -1950), tout était à reconstruire. L'État devait organiser une reconstruction efficace du secteur automobile, ainsi que la reconstruction des infrastructures routières, tout en améliorant la sécurité routière. Cette période se caractérise donc essentiellement par des inconnus indésirables exogènes pour les ingénieries des entreprises automobiles de l'époque (**en rouge dans le tableau**). En effet, l'État français a mis en place le plan Pons qui a organisé et a réparti le marché automobile entre les principaux constructeurs, afin d'assurer qu'ils ne soient pas concurrents et ainsi permettre la survie de chacun : Citroën et Peugeot pour les berlines familiales ; Panhard, Renault et Simca pour les petites voitures (alors

que Renault était spécialisé dans les voitures luxueuses) ; Delahaye, Hotchkiss et Talbot pour les limousines destinées à l'exportation. La filière automobile a appréhendé cette répartition comme un inconnu exogène indésirable contraint par les institutions, qui imposait de devoir concevoir des objets inconnus en plus de la reconstruction de leurs usines bombardées pendant le conflit (**en rouge dans le tableau**). De plus, le secteur a affronté de nombreuses pénuries de matières premières, obligeant à concevoir une voiture du rationnement, une voiture plus petite, économique et qui consomme peu.

La crise ne s'arrête pas là pour l'entreprise Renault, qui voit son patron Louis Renault se faire arrêter pour collaboration. Pierre Lefaucheur est alors nommé directeur général, et Fernand Picard directeur des études. Ainsi, le bureau d'études interne poursuit son développement. Si Lefaucheur implique les directeurs dans la définition de la stratégie, il n'en reste pas moins le décisionnaire final. Pendant ce temps, le bureau d'études passe de 285 employés en 1945 à 324 en 1948 et réalise des études communes avec le Centre Technique de l'Automobile pour la recherche sur la motorisation, l'aérodynamisme, la chimie et la métallurgie.

Comme il n'y a qu'une seule voiture à développer, la gestion de projet se fait par fonction : la 4 CV a nécessité un an d'études, deux ans d'essais et deux ans d'études d'outillages. C'est ainsi que naît le bureau des méthodes en 1950 : Pierre Debos en est nommé directeur. Il renouvelle le parc de machines trop vétustes pour remplacer la machine hydromécanique par la machine transfert. Le bureau des méthodes a ainsi réduit de deux le nombre d'heures pour fabriquer une 4 CV.

Tableau 16 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période poste guerre

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
Infrastructure routière à reconstruire	Sécurité routière	La petite voiture économique : moins lourde, moins équipée, moins chère à fabriquer, moins consommatrice d'essence et moins bruyante	La 4 CV : baisse de 50 % du coût de fabrication — la voiture féminine, familiale, pas chère
		Renouveler le système de production	Machine transfert

5.1.7. 1950 — 1970 : LES TRENTE GLORIEUSES ET LE RETOUR DES INCONNUS STRATEGIQUES

Les années 50 et 60 sont marquées par la fin du plan Pons, redonnant libre cours aux constructeurs automobiles. Ils se sont ainsi réemparés de leur avenir en formulant des inconnus connus stratégiques, avec le retour des gammes, et de l'amélioration de la qualité, du coût et du délai de production des voitures. On parle ici d'inconnus endogènes, et désirables pour les ingénieries de la filière automobile, convaincue par-là de contribuer à l'amélioration de valeur pour les concepteurs et les usagers finaux (en vert dans le tableau). Cependant, la filière automobile s'est encore vue contrainte par l'État de tenir compte de la sécurité routière : « la voiture qui ne tue pas », forme drastique de la sécurité routière qui a mis les constructeurs directement en responsabilité des accidents impliquant des véhicules (en orange dans le tableau). Ce même inconnu était toujours indésirable pour l'État, mais est devenu exogène, puisque l'État a reconstruit progressivement les infrastructures routières et a déplacé la responsabilité sur les constructeurs. L'État a également soutenu la création en 1955 de la prévention routière par les sociétés d'assurance, et a obligé l'installation de ceintures aux places avant des véhicules neufs en 1970. À l'inverse, l'État a adopté une politique favorable à la voiture (1950 : fin de l'interdiction de stationnement dans les rues de Paris) et a soutenu le développement des infrastructures (1967 : fin des travaux du périphérique à Paris, du tunnel de Fourvière à Lyon, du viaduc de la Joliette à Marseille).

Du côté de Renault, les inconnus sont plus divers :

- Tout d'abord, la 4 CV a rencontré un tel succès que Renault a dû augmenter les volumes de production, sans en avoir les capacités physiques, ou les capacités d'investissement : il s'agissait donc d'un inconnu endogène indésirable (en orange dans le tableau) pour les ingénieries responsables des moyens d'industrialisation. Renault a été contraint de faire appel à des fournisseurs, alors que l'intégration totale des activités était de rigueur jusque-là. Renault a abandonné toute une série de fabrications considérée comme soit non rentable, soit réalisée avec une qualité inférieure à celle que pouvaient atteindre des équipementiers. Renault a poussé ses fournisseurs à améliorer les prix et la qualité de leurs produits afin que le mouvement d'externalisation puisse se poursuivre. En 1955, ces fournisseurs, qualifiés de « sous-traitants », s'élevaient à 3000 et devaient considérablement augmenter dans les années qui suivirent, en raison d'une application toujours plus large de cette stratégie. La Direction générale des Fabrications a proposé que, compte tenu d'un environnement fortement concurrentiel et d'une conjoncture changeante du fait des modes, Renault intègre les sous-traitants dans la mise en œuvre

- de l'organisation de la production. Cette intégration vise à alerter tous les fournisseurs d'acier, de tôles, de tissus, de pneus, d'accessoires, de glaces pour qu'ils s'équipent à la mesure des cadences. En 1960, la Direction de la Qualité est restructurée afin de contrôler la qualité des pièces des fournisseurs. En 1966, Renault s'associe avec Peugeot pour standardiser certaines pièces et bénéficier d'un effet volume par des achats communs ;
- À la fin des années 50, les attentes des clients ont évolué : les conducteurs ont demandé une voiture pour transporter les outils au travail pendant la semaine, la famille au pique-nique dominical, compatible en ville comme à la campagne. Il s'agissait d'un inconnu endogène puisqu'il émanait de la clientèle, et désirable, puisque l'ingénierie de Renault s'en est emparé spontanément, convaincue de contribuer à une amélioration de valeur pour l'usager final (en vert dans le tableau) ;
 - Enfin, des clients se sont plaints du bruit généré par les voitures. Il s'agissait d'un inconnu endogène, puisqu'il était généré par la voiture, mais indésirable, puisqu'il menaçait la survie de Renault, contraignant l'ingénierie à s'en emparer (en orange dans le tableau). Le sujet est confié à quatre experts calculs du bureau d'études, instaurant ainsi le service « acoustique », qui deviendra plus tard un domaine d'expertise à part entière ;
 - Concernant la sécurité des voitures, les Renault sont réputées pour facilement se retourner. Un inconnu est alors formulé : « la voiture qui ne roule pas sur le toit » (en orange dans le tableau). Dans ce sens, et également pour répondre aux autres inconnus en matière de sécurité routière, Renault s'associe avec Peugeot pour créer un laboratoire d'accidentologie, biomécanique, et d'études des comportements humains.

Concernant l'ingénierie de Renault, elle est divisée en structures de métiers puissantes et cloisonnées : bureau d'études, méthodes, fabrication, qualité, plan, etc. Il n'y a aucune relation directe entre fonctions. Chaque projet est traité au coup par coup. La seule personne qui fait les liens et les arbitrages entre fonctions est le PDG, Pierre Dreyfus. Cette ingénierie est complétée en 1966 par la direction de l'informatique et de la planification. Elle comprend un service d'études économiques, de planification industrielle, d'analyse économique et du plan, et un service chargé de l'exploitation industrielle. Pierre Dreyfus estime que l'équipe des études et recherches dirigée alors par Fernand Picard, l'homme de la 4 CV, a fait son temps. Incapable de se remettre en cause, elle vient de connaître des échecs cinglants dans le haut de gamme, notamment avec la Frégate et la Colorale Prairie. En 1957, Pierre Dreyfus nomme Yves Georges, polytechnicien de formation, à la direction de la Recherche et du développement, et 80 ingénieurs sont embauchés, essentiellement des centraliens et polytechniciens, mettant fin à la domination des ingénieurs des Arts & Métiers. Toute l'équipe technique déménage de Boulogne-Billancourt à Rueil. En 1955, le

bureau des études compte 600 personnes. Sous la direction d'Yves Georges, les effectifs passent à 1 333 en 1962, répartis entre le bureau d'études mécaniques, le bureau d'études carrosseries, le service d'essais et de recherche, et des laboratoires, ce qui permet pour la première fois à Renault de mener plusieurs études en parallèle. L'ingénierie concourante se met en place.

Tableau 17 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault pendant les Trente Glorieuses

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
	La voiture qui ne tue pas sur des routes de mauvaise qualité	Retour des gammes, et de l'amélioration de la qualité, du coût et du délai de production des voitures • Économique • Robuste • Puissante • Élégante	• Dauphine : chic, élégante, solide et familiale
		Maintenir le volume du succès de la 4 CV sans possibilité d'investir pour augmenter les capacités de production	Intégration des sous-traitants dans la conception
		1957 : Remplacer la 4 CV par la voiture à vivre/la voiture « blue jean » : celle qui transporte les outils la semaine, et la famille au pique-nique dominical, en ville comme à la campagne	• R4 : pas chère économe, plus petite, invention de la 5 ^e porte = coffre • R6 : la voiture aussi confortable qu'un salon familial, conduite partout, petite et économique
		Réduire le bruit	Département acoustique
		« La voiture qui ne roule pas sur le toit »	• R16 : 4 suspensions à barres de torsion indépendantes • Laboratoire d'accidentologie avec Peugeot

5.1.8. 1970 — 2000 : APPARITIONS DES PREMIERES TRANSITIONS

Sur cette période, les transformations étant nombreuses, nous proposons ici une table de synthèse par décennie afin de faciliter la lecture, tout en rendant compte des principales

évolutions des inconnus. Ces décennies s'inscrivant dans la continuité des précédentes, permettent aux constructeurs et à l'ingénierie de Renault d'avoir essentiellement affaire à des inconnus connus, endogènes et désirables pour les ingénieries : étendre les gammes, répondre à de nouveaux besoins de clients, améliorer la qualité, le coût, le délai, etc. (en vert dans les tableaux).

L'importance de ces périodes réside dans l'apparition de nouveaux inconnus exogènes indésirables pour l'État, qui deviendront incontournables pour la filière automobile à partir des années 2000 (en rouge dans les tableaux) :

- Le taux de mortalité sur les routes a atteint des records (16 548 en 1968 vs 3 541 en 2022), poussant l'État à imposer de plus en plus de réglementations sur la sécurité routière et des normes de sécurité pour la voiture conduisant à des équipements de plus en plus lourds, tant en masse que dans l'équation économique d'ensemble du véhicule. Cela a engendré des complexités techniques difficiles à maîtriser dans les plateformes automobiles. Par exemple, les ceintures arrières sont devenues obligatoires en 1990, le contrôle technique et le permis à points en 1992;
- L'écologie a commencé à apparaître comme un inconnu difficile à investiguer par les ingénieries, notamment avec la lutte contre le CO₂, même si une part s'est endogénéisée progressivement avec la maîtrise des émissions de CO₂, de certains polluants, et les progrès en ingénierie du recyclage. En 1970, les premières normes européennes antipollution apparaissent, tandis que les États-Unis interdisent le plomb dans l'essence ; à noter que les injonctions en matière d'écologie se sont renforcées notamment avec le GIEC ;
- Enfin, la voiture a été de nouveau perçue comme une nuisance dans les villes, du fait de la pollution sonore et visuelle avec trop de voitures en circulation, ce qui va fortement impacter les ingénieries dans leurs représentations des clients et de leurs attentes. Dans les années 70, en France, des idées et des inventions fleurissent comme le parcmètre dans Paris en guise d'outils de régulation du trafic, des rues piétonnes, ou encore les premières voitures en libre-service à Montpellier. En 1995, les premières pistes cyclables apparaissent à Paris.

Concernant la voiture, les années 70 sont marquées par deux événements : l'apparition de la première unité de contrôle électronique par Chevrolet, remplaçant des actions manuelles par des boutons automatiques (la manivelle pour descendre les vitres par exemple), qui s'est ensuite répandue chez les autres constructeurs (en vert dans le tableau des années 70) ; le second concerne les crises du pétrole, qui ont imposé la nécessité de concevoir des voitures à faible

consommation (en rouge dans le tableau des années 70). Les années 80 sont marquées par un changement de mode : les longues berlines sont progressivement abandonnées au profit d'une nouvelle forme plus compacte d'automobiles : les bicorps (en vert dans le tableau des années 80). Les années 90 sont marquées par quelques améliorations technologiques exogènes, mais désirables. Certaines ont été endogénéisées, d'autres sont restées exogènes, mais désirables, comme le GPS, qui a d'ailleurs été l'occasion d'un partenariat entre TomTom et Renault (en bleu dans le tableau des années 90)

Du côté de l'ingénierie de Renault, les trois inconnus évoqués précédemment conduisent les ingénieries à se doter d'une structure d'expertise de plus en plus large thématiquement et scientifiquement, au-delà des compétences historiques autour de la mécanique moteur et architecture. Le Directeur Général supervise encore la direction des études pour la définition de la voiture, la planification, la fabrication avec les méthodes de production et le développement, la commercialisation des voitures et le contrôle de gestion. La direction des études s'organise comme ceci : un comité amont se réunit trois fois par an pour définir les cibles de véhicule et définir un cahier des charges ; un comité de suivi des projets se réunit mensuellement pour vérifier la rentabilité et choisir les projets à développer. La direction de la planification s'occupe ensuite de la définition d'un planning, du processus de conception et de la nomination d'un chef de projet. En 1976, la direction de la planification est remplacée par la direction produit, chargée du marketing. La conception et fabrication assistée par ordinateur (CAO) fait son apparition dans le bureau des méthodes, améliorant la qualité et la vitesse de production. La gestion de projet étant concourante, les experts sont répartis entre les différents projets, réduisant les occasions de mener des explorations et de partager les connaissances entre eux.

Dans les années 80, les voitures Renault présentent d'importants problèmes de qualité (en orange dans le tableau des années 80). Pour y remédier, les missions de la direction de la qualité sont renforcées. Elle met en place des procédures de validation aux étapes clés du processus de conception pour ensuite fabriquer et commercialiser de nouvelles gammes de voitures. À cette époque, les ingénieries sont bousculées par les succès des constructeurs japonais. Le système de production est de nouveau réorganisé sous l'inspiration du toyotisme, comprenant notamment une baisse des stocks de 20 jours à 5 jours. Les fournisseurs sont davantage impliqués dans la conception de la voiture et assurent 60 % de la production, contre 25 % au début de la décennie 80. C'est également le temps fort du développement des plateformes réutilisables entre différents modèles : châssis de la R9 et R11 réutilisés pour la R19, Mégane, Scénic, etc.

Les années 90 sont marquées par une rationalisation des activités de l'amont. La conception de nouvelles voitures se fait selon un processus en 5 étapes :

- Génération de concept : le service marketing cible le niveau de prestation, et définit un premier cahier des charges. En même temps, le design cherche le style de la voiture, et des études économiques sont réalisées pour la rentabilité du projet ;
- Avant-projet : le bureau d'études choisit les solutions techniques et réalise un prototype ;
- Conception produit : chaque direction dessine les pièces qu'elle a à concevoir ; la direction des méthodes étudie les moyens de fabrication de toutes les pièces en grande série ;
- Industrialisation et démarrage de la production : les machines sont testées en créant des prototypes puis sont lancées à pleine cadence pour la production ;
- Commercialisation.

En 1997, le technocentre est créé afin de rassembler toute l'ingénierie de Renault composé de 6 300 ingénieurs, techniciens et opérateurs, qui travaillent dorénavant ensemble sur les nouveaux projets. Le bureau d'études repose sur l'expertise technique des différentes directions : direction mécanique (responsable des organes), direction carrosserie, direction des essais, direction des méthodes avec des équipes pour la conception des chaînes de montage, et les technologies, direction des achats, etc. Côté clients, les attentes portent sur la voiture pour les jeunes et la voiture à vivre en famille (« la voiture c'est chiant avec les chiards »), qui donneront naissance progressivement à la Twingo et à l'Espace (en vert dans le tableau des années 90).

Tableau 18 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1970 à 1980

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
Urbanisme : pollution sonore et visuelle (trop de voitures)		<ul style="list-style-type: none"> Étendre les gammes QCD : robuste, confortable, sûre la voiture qui protège La voiture urbaine en semaine et routière le week-end Première voiture compacte 	R5 : humanise la voiture devenant « la bonne copine » - Voiture encore plus petite et agile en ville donc amusante à conduire, tout en assurant le confort pour la route
Écologie : début de la lutte contre le CO2		Électronique	R16 : vitres électriques et lunette arrière dégivrante
		Sécurité routière	Laboratoire d'accidentologie avec Peugeot

Tableau 19 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1980 à 1990

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
	Écologie : lutte contre le CO2	Qualité : rattrapage nécessaire par rapport à la concurrence	<ul style="list-style-type: none"> Réduire le nombre de modèles pour mieux répondre aux besoins des clients Département de la qualité
	Urbanisme : pollution sonore et visuelle (trop de voitures)	« La plus petite qui a tout d'une grande »	Clio
		Sécurité routière	<ul style="list-style-type: none"> R9 : précision de conduite Laboratoire d'accidentologie
		Électronique Réduire le bruit	R25 : contrôle vocal de la voiture (réglage siège – tableau de bord) — première chaîne hi-fi — plus silencieuse à l'intérieur

Tableau 20 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 1990 à 2000

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
	Écologie : lutte contre le CO2	GPS de l'armée pour un service privé de navigation	Carminat : GPS intégré
	Urbanisme : pollution sonore et visuelle (trop de voitures)	Étendre les gammes	<ul style="list-style-type: none"> • Twingo pour les jeunes et les citadins • Espace pour les familles • Safrane : luxe, plus belle voiture de l'année, équipement électrique, GPS, expérience de vie
		La voiture pour les jeunes/décalée	Twingo : monospace citadin, plus spacieux qu'une citadine — modularité : banquette arrière coulissante — inventer la vie qui va avec — voiture régressive
		La voiture à vivre « chiant avec les chiars »	<ul style="list-style-type: none"> • L'Espace : la voiture-salon, pour y vivre pendant le voyage avec ses sièges passagers à rotation 360° • Mégane Scénic : modularité, espace de jeu pour les enfants
		Sécurité routière	Laboratoire d'accidentologie

5.1.9. 2000 — 2022 : DES TRANSITIONS RESISTANTES AUX INGENIERIES

Les années 2000 sont marquées dans le monde automobile par la saturation des marchés occidentaux. L'enjeu est donc de concevoir une voiture low-cost pour partir à la conquête de nouveaux marchés (en vert dans les tableaux). En ce sens, le groupe Renault fait l'acquisition de Dacia.

Initiés à partir des années 70, les inconnus indésirables et exogènes se sont étendus à de nombreux acteurs, dont la filière automobile et Renault (en rouge dans les tableaux).

- Les enjeux écologiques deviennent incontournables et impactent de nombreux secteurs. L'automobile est aux avant-postes des secteurs industriels sur ces questions. Les enjeux se situent aussi bien sur la production des voitures, avec la raréfaction des matières premières, que sur la voiture elle-même avec ses émissions de gaz.
- Par ailleurs, de nombreuses villes mettent en place des mesures radicales pour chasser les voitures de leur centre : zones à faible émission, péages, limites de vitesse, etc. La voiture en zone urbaine est devenue une véritable contrainte pour leurs propriétaires. Les enjeux se situent ainsi sur la voiture autonome, qui se s'auto-gérerait toute seule lorsqu'elle n'est pas utilisée, et la mobilité partagée.
- Cependant, les gouvernements européens vont devoir anticiper et gérer une crise sociale liée à la mobilité : se passer de voiture va devenir l'apanage des classes aisées, mais comment assurer la mobilité des plus défavorisés, qui plus est, en zones rurales ?
- Enfin, de nouveaux acteurs issus du big data commencent à se positionner sur le marché de l'automobile, en proposant des voitures connectées, autonomes ou électriques.

Ainsi, la filière automobile et l'ingénierie de Renault doivent faire face depuis le début des années 2000 à de nombreux inconnus exogènes indésirables. Pour cela, l'ingénierie de Renault met en place une filière d'expertise en 2009, qui comptera toujours plus de domaines stratégiques, notamment en 2015 avec une vague de domaines dédiés au management, comme le domaine d'expertise stratégique (DES) Customer Services, Marketing, etc., et une seconde vague en 2016 avec des domaines pour les inconnus des transitions comme le DES Cybersecrétité, Intelligence Artificielle, etc. En 2009, un autre changement a eu lieu au sein du bureau d'études de Renault : un département de recherche avancé est créé dans le but de développer des activités d'exploration, avec notamment un département de veille technologique. Ce département deviendra le département créativité et vision dans ayant pour but de développer des outils pour l'exploration, puis un DES en 2018 : le DES Innovation Patterns.

En sus, la situation pour les ingénieries se complexifie depuis 2018. Cette année marque particulièrement Renault avec la signature du partenariat stratégique avec Google et le départ précipité de Carlos Ghosn. Depuis, des événements inattendus ont impacté le monde entier, comme la crise de la Covid-19 ayant généré d'autres crises en particulier sur les matières premières et les flux logistiques, ou comme la guerre en Ukraine ayant contraint les dirigeants de Renault à abandonner son deuxième plus grand marché, tout en détruisant les équilibres énergétiques, etc. L'interdiction récente de la vente de voitures neuves à moteur thermique dès 2035 à l'échelle européenne, mais également ailleurs comme en Californie, illustre l'effet systémique de ces enjeux. Cette interdiction a amené un nouvel inconnu autour de l'énergie : bien

que les fournisseurs d'électricité y travaillent, ils affirment déjà qu'en 2035, ils ne seront pas en mesure de fournir suffisamment d'électricité pour charger toutes les voitures, en plus des usages habituels. Tous ces inconnus se conjuguent dans le quotidien des ingénieries de l'entreprise (en rouge dans le tableau de 2018).

Tableau 21 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 2000 à 2018

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
Social : se passer d'une voiture est un choix des catégories aisées	Écologie : lutte contre le CO2	Marché européen saturé : Voiture low cost	Dacia : la voiture à 6 300 €
IA : la voiture connectée/autonome	Urbanisme : pollution sonore et visuelle (trop de voitures), bouchon	Écologie : l'auto sans pétrole	2011 : véhicules électriques comme Fluence Z.E, Kangoo Z.E, Twizy, ZOE
Baisse des ventes, car hausse du prix du pétrole		GPS de l'armée pour un service privé de navigation	<ul style="list-style-type: none"> • 2005 Navigation TomTom intégrée (Clio III) • 2012 : R-link avec la tablette tactile connectée (Clio IV)
		Sécurité routière	Mégane II : tenue de route, la voiture la plus sûre, la plus sécurisante
		Réduire le bruit	Clio III : référence du marché en termes d'insonorisation

Tableau 22 — Inconnus pour les concepteurs de l'ingénierie de Renault de la période 2018 à 2022

Inconnus émergents sur la période, pas encore traités	Inconnus déjà existants	Inconnus traités et solutions associées aux inconnus traités	
La crise de la Covid-19	Social : se passer d'une voiture est un choix des catégories aisées	Écologie : l'auto sans pétrole d'ici 2035	<ul style="list-style-type: none"> • Recrutement d'ingénieurs chimistes • Zoé • Toutes les voitures sont hybrides ou électriques
La guerre en Ukraine	Urbanisme : pollution sonore et visuelle (trop de voitures), bouchon	Valeur résiduelle augmentée par une évolution du cycle de vie	Refactory dans l'usine de Flins : première usine européenne d'économie circulaire, consacrée à la mobilité

			et au reconditionnement
		IA : la voiture connectée/autonome Sécurité routière	<ul style="list-style-type: none"> • Partenariat Google et Waymo • Recrutement d'ingénieurs data
		Urbanisme : la voiture pratique pour la ville (bouchon et stationnement)	<ul style="list-style-type: none"> • Mobilize : mobilité des derniers km au niveau européen • Software Republic : écosystème d'open innovation pour la mobilité intelligente
		Urbanisme : pollution sonore	Bruit moteur électrique

5.2. MODELISATION DES RESULTATS

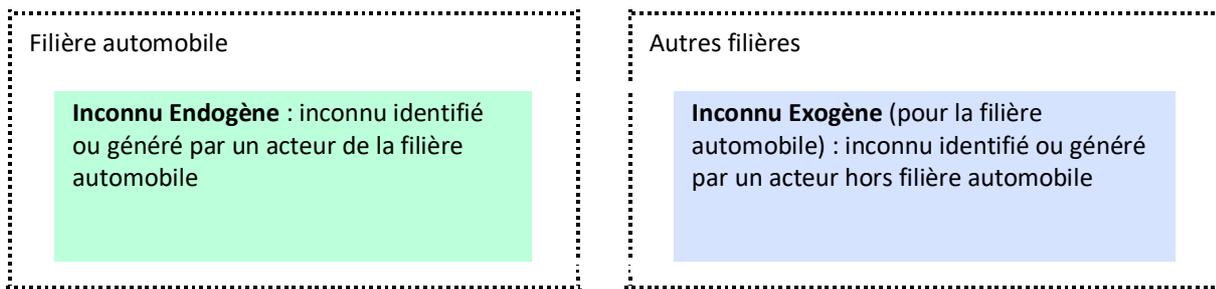
5.2.1. QUATRE NATURES D'INCONNUS POUR LES INGENIERIES

L'analyse des données précédentes nous permet d'identifier différentes natures d'inconnus auxquelles le bureau d'études de Renault a fait face depuis ses origines.

5.2.1.1. INCONNUS ENDOGENES ET EXOGENES

Pour commencer, nous avons identifié qu'il existait une distinction sur l'origine des inconnus. Ceux-ci peuvent avoir été identifiés ou générés par un ou plusieurs acteurs de la filière automobile, tandis que d'autres sont identifiés ou générés par des acteurs en dehors de la filière automobile (Figure 10). Par exemple, la voiture « blue jean », « la voiture c'est chiant avec les chiards » sont des concepts de voiture identifiés par les ingénieurs de Renault, inspirés de l'évolution des besoins clients. Il s'agit donc d'inconnus endogènes. En revanche, la voiture connectée, autonome, le GPS pour la navigation automobile, sont des concepts qui ont émergé des entreprises du big data et de l'armée. Il s'agit donc de concepts initialement exogènes à la filière automobile. De plus, nous avons montré que ces inconnus peuvent changer de statut — être « endogénéisés » par la filière — comme ce fut le cas pour la sécurité routière dont la responsabilité a été reportée en grande partie sur les constructeurs automobiles.

Figure 10 — Inconnus endogènes et exogènes



5.2.1.2. INCONNU DESIRABLE ET INDESIRABLE

Ensuite, nous avons également identifié que plusieurs distinctions s’opéraient au niveau de la désirabilité des inconnus pour les acteurs responsables de la conception des véhicules.

Premièrement, la désirabilité est relative à l’acteur qui s’en empare. Un même inconnu peut être désirable pour un acteur et indésirable pour un autre de l’écosystème automobile. Par exemple, « la voiture qui roule le plus vite possible » est désirable pour les conducteurs des années 30, alors que pour les gouvernements, cela provoque une menace pour la sécurité routière. Ainsi, quand on parle d’inconnu automobile désirable, il faut préciser pour quel acteur de l’écosystème.

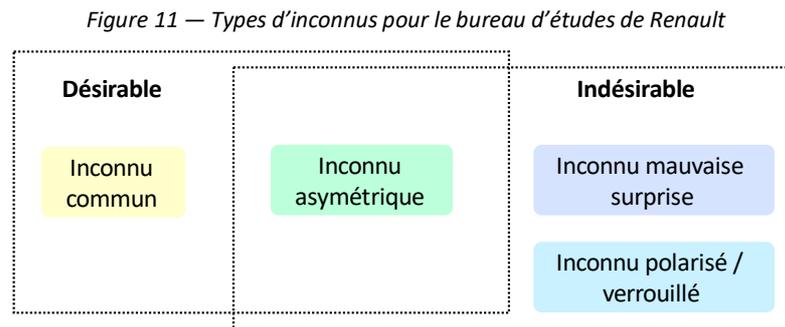
Ensuite, une question se pose sur la définition de la désirabilité en industrie. Dans notre chapitre 1, la désirabilité d’un concept est définie comme la contribution à une amélioration de valeur pour le concepteur ou l’utilisateur (Le Masson *et al.* 2018). L’histoire de Renault nous montre qu’à l’origine, le dirigeant est le concepteur, puis que le dirigeant laisse la direction d’études lui soumettre des idées. La formulation d’idée dépend alors de l’ingénierie amont qui rassemble de plus en plus d’experts de différents domaines. Ainsi lorsque le Bureau d’Études décide de concevoir un produit, cela suppose que la désirabilité est a minima partagée entre plusieurs acteurs qui sont engagés dans la conception. L’ensemble des concepteurs est donc convaincu que le concept à développer contribue à une amélioration de valeur, pour eux ou l’utilisateur final. On retrouve alors la notion d’inconnu commun (Berthet 2014). Par exemple, l’ingénierie de Renault a travaillé d’elle-même sur le concept de la voiture « blue jean », « la voiture à vivre », « la plus petite qui a tout d’une grande », etc. Cela montre qu’une ingénierie organise plus facilement sa dynamique collective lorsque l’inconnu désirable est commun en son sein.

Mais nous avons vu qu’il existait également des inconnus dont la désirabilité pouvait être asymétrique entre les concepteurs, générant des désalignements entre les parties prenantes du projet (Hooge et Dalmasso 2015). Il y a donc un désalignement dans l’idée même qu’un concept puisse contribuer à une amélioration de valeur. Par exemple, dans le cas du Twizy, une équipe de concepteurs composée d’un designer, d’un chef de produit et d’un ingénieur, a partagé l’intuition de la nécessité de développer un petit véhicule urbain, électrique, léger et agile. Cette petite

équipe dite « corsaire », puisqu'agissant à contre sens du reste de l'ingénierie, a pu développer en marge des processus d'innovation formalisés et structurés un « mulet », c'est-à-dire un prototype avant de le faire tester par le PDG de l'époque Carlos Ghosn, qui a immédiatement validé le développement et la production (Le Du 2017).

Autant les inconnus antérieurs aux années 2000 étaient identifiés par les acteurs de l'ingénierie, autant il nous apparaît un ensemble d'inconnus distincts dans les situations de transitions : une typologie des inconnus indésirables des ingénieries. En effet, il y a des inconnus pour lesquels le Bureau d'Études a été contraint d'agir. Par exemple, l'ingénierie de Renault a été obligée de produire des armes pendant les deux guerres, de respecter des normes de sécurité ou d'émission de gaz d'échappement imposées par le gouvernement, d'améliorer l'acoustique de la voiture pour éviter de perdre des clients et potentiellement disparaître à terme, etc. Ces inconnus indésirables sont de l'ordre de la mauvaise surprise qui constitue une menace indésirable. Nous les désignerons les « inconnus mauvaises surprises ». Il existe une autre situation d'inconnus indésirables : les inconnus qui « font peur » au Bureau d'Études, car celui-ci ne voit pas comment s'en emparer. Cela correspond aux inconnus autour de l'écologie, de l'intelligence artificielle, des problèmes d'urbanisation, etc. Par exemple, le Parlement européen et l'État californien ont voté une loi interdisant la vente de véhicule thermique neuf d'ici 2035. Or, dès l'été 2022, les producteurs d'électricité californiens ont demandé aux habitants de ne pas charger leurs voitures entre 16 h et 21 h. Ce fait est révélateur d'un inconnu indésirable qui porte sur l'incapacité actuelle de fournir suffisamment d'électricité pour charger les véhicules électriques en circulation. Cet inconnu est d'autant plus fort et indésirable à l'horizon de 2035. Or, les experts du DES IP constatent que si ce sujet est bien connu chez Renault, personne ne s'en empare. Un parallèle peut être dressé avec les imaginaires dits polarisés, qui activent des archétypes de pensées les plus caricaturaux, suscitant des réactions utopiques ou anxiogènes. Ces imaginaires ne sont pas en mesure de créer de nouvelles visions et sont donc enfermant et stériles. Pour les transformer en capacité d'innovation, il faut mettre en place des mécanismes de stimulation des imaginaires, dont l'exploration fait partie (Le Du 2017). Un autre parallèle peut également être fait avec la notion de verrouillage commun (Gillier *et al.* 2012 ; Gilain *et al.* 2022), qui désigne un problème nécessitant une activité d'exploration pour identifier, clarifier et formuler un problème commun. Celui-ci devient alors un inconnu commun à explorer. Ainsi, que ce soient les imaginaires polarisés ou les verrouillages communs, ces deux notions nécessitent des activités d'exploration pour devenir désirables aux yeux du collectif. De cette manière, nous désignerons ces inconnus qui « font peur », par les inconnus « polarisés/verrouillés », qui nécessitent des activités d'exploration afin de les transformer en capacités d'innovation.

La Figure 11 résume et récapitule la désirabilité de ces inconnus.



5.2.1.3. QUATRE NATURES D'INCONNUS

Par simplification, nous nous contenterons de parler dans la suite de la thèse, d'inconnu endogène, exogène, désirable et indésirable. Nous reviendrons sur ces différentes formes de « désirabilité » dans le chapitre 8.

En observant les inconnus historiques du bureau d'études de Renault, nous remarquons que ces quatre notions s'entrecroisent. Nous observons les inconnus suivants que nous définissons dans le Tableau 23 :

- des inconnus **désirables endogènes** : l'objet qui se meut par lui-même, la voiture à vivre, la voiture robuste, « la plus petite qui a tout d'une grande », etc. ;
- des inconnus **désirables exogènes** : la voiture qui se commande toute seule, le GPS dans la voiture, la voiture populaire, la voiture « blue jean » ;
- des inconnus **indésirables endogènes** : la réduction du bruit dans la voiture, « la voiture qui ne roule pas sur le toit », la saturation du marché européen, etc. ;
- des inconnus **indésirables exogènes** : la voiture économique, la voiture qui consomme moins, l'auto zéro émission, la voiture connectée, la voiture autonome, etc.

Tableau 23 — 4 formes d'inconnus rencontrées par l'ingénierie

Inconnus	Désirable pour le bureau d'études	Indésirable pour le bureau d'études
Endogène pour la filière automobile établie	Inconnu identifié et défini par la filière des concepteurs, pour lequel les concepteurs sont collectivement convaincus de contribuer à l'amélioration de la valeur	Inconnu identifié et défini par l'écosystème des concepteurs, mais pour lesquels les concepteurs sont contraints/partiellement convaincus/bloqués pour contribuer à l'amélioration de la valeur
Exogène pour la filière automobile établie	Inconnu identifié et défini par l'écosystème extérieur, mais dont les concepteurs sont collectivement convaincus de contribuer à l'amélioration de la valeur	Inconnu identifié et défini par l'écosystème extérieur, mais dont les concepteurs sont contraints/partiellement convaincus/bloqués pour contribuer à l'amélioration de la valeur

5.2.2. UN PROCESSUS D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION

Maintenant que les quatre formes d'inconnus ont été identifiées, il est important de remarquer qu'à travers les périodes, des inconnus indésirables sont devenus des inconnus désirables, et des inconnus exogènes sont devenus des inconnus endogènes. Il existe donc des processus de désirabilisation et d'endogénéisation.

5.2.2.1. ENDOGENEISATION

Un inconnu exogène est un inconnu identifié ou généré par un acteur d'un écosystème extérieur. Ainsi, le principe adjacent à l'endogénéisation est la capacité d'identification ou de génération de l'inconnu. Ainsi, le processus d'endogénéisation passe par la construction de l'expertise manquante pour maîtriser l'inconnu et devenir capable d'en identifier d'autres dans le même domaine (Figure 12) :

- La première étape consiste à identifier les connaissances manquantes à développer ;
- La deuxième étape passe par l'institutionnalisation d'un domaine d'expertise stratégique ou de nouveaux métiers ;
 - o Dans un premier cas, cette expertise peut être en mesure de répondre uniquement à l'inconnu, sans que cet inconnu soit désirable. Ainsi l'expertise est constituée a minima, sans avoir la capacité d'identifier d'autres inconnus ou de fournir d'autres capacités d'innovation pour répondre au-delà des exigences minimales requises. Par ailleurs, si l'inconnu est indésirable, les concepteurs auront du mal à se coordonner en collectif.

- Dans un second cas, cette expertise ou ce métier ne s'étant pas encore suffisamment constitué, on peut souhaiter recourir à des solutions fournies par l'externe, qui permettent de répondre à l'inconnu au-delà du minimum requis. Certes, l'expertise ne permet pas aux experts d'apporter eux-mêmes la solution, mais elle leur permet d'être en mesure d'identifier d'autres inconnus et des solutions externes adéquates qui répondent au-delà des minima requis. Par ailleurs, l'inconnu étant désirable, les concepteurs s'organisent d'autant plus facilement en collectif.
- La dernière étape apparaît dès lors que l'expertise s'est suffisamment constituée pour identifier les inconnus et y répondre au-delà du minimum requis. Le fait que l'inconnu soit désirable permet aux concepteurs de s'organiser facilement en collectif pour s'en saisir.

Ainsi, l'endogénéisation est la construction progressive de l'expertise, pour rendre capable l'ingénierie de traiter les inconnus exogènes.

Figure 12 — Endogénéisation de l'inconnu exogène et exemple



5.2.2.2. DESIRABILISATION

L'analyse historique des inconnus de l'ingénierie de Renault nous a permis d'identifier trois processus de désirabilisation :

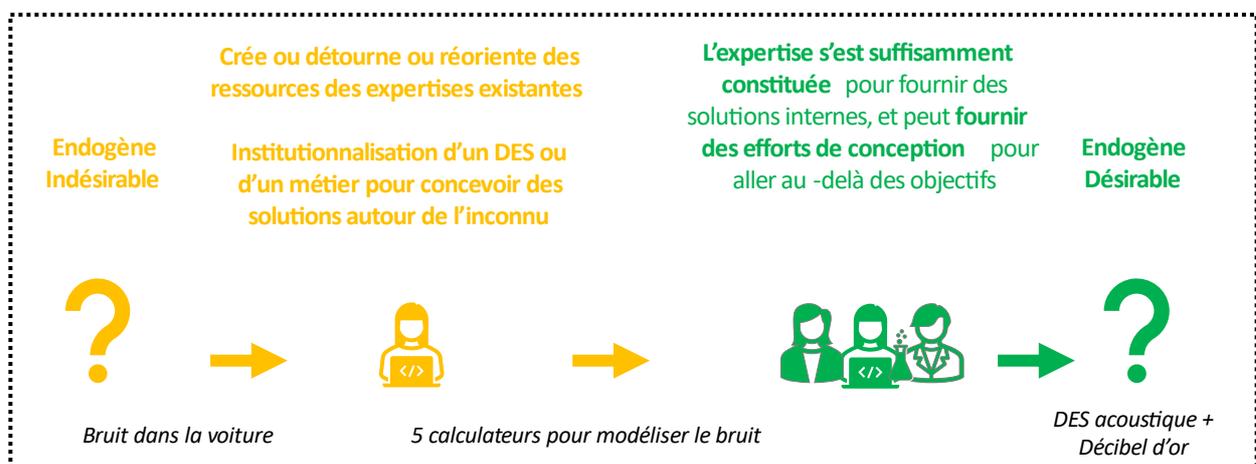
- D'inconnu indésirable endogène à inconnu désirable endogène
- D'inconnu indésirable exogène à inconnu désirable exogène
- D'inconnu indésirable exogène à inconnu désirable endogène

Dans les trois cas, dès que l'inconnu indésirable est identifié ou généré, l'ingénierie de Renault commence par créer — détourner - réorienter des ressources internes afin de constituer une première expertise autour de cet inconnu. Si cet inconnu se révèle stratégique sur le long terme, ces ressources peuvent être institutionnalisées à travers la création de nouveaux métiers ou de nouveaux domaines d'expertise. **Ainsi, cela traduit la conviction du bureau d'étude à devoir mobiliser et institutionnaliser des ressources pour traiter l'inconnu.**

Dans le cas de l'inconnu indésirable endogène, l'expertise finit par se constituer suffisamment pour permettre d'une part d'apporter des solutions satisfaisantes pour répondre à l'inconnu, et d'autre part de fournir un effort de conception supérieur afin d'identifier elle-même les inconnus et d'y répondre au-delà des objectifs (endogénéisation). De cette manière, l'inconnu indésirable au départ a permis à l'ingénierie de se constituer une expertise, pour la rendre capable d'identifier elle-même d'autres inconnus dans la même thématique de départ et d'y répondre au-delà des objectifs minimaux (Figure 13). **Le fait que l'ingénierie décide d'apporter des solutions au-delà du minimum requis, ainsi que d'identifier et de traiter de nouveaux inconnus témoigne, d'une seconde forme de conviction commune, et donc de désirabilisation.** Par exemple, dès que le bruit dans la voiture a été identifié dans les années 1950, cinq calculateurs ont été mobilisés afin de modéliser ce bruit dans la voiture. L'expertise s'est progressivement constituée, avant d'être institutionnalisée en domaine d'expertise stratégique acoustique. Celui-ci a apporté des solutions tellement satisfaisantes que dans les années 90, certaines voitures ont remporté le décibel d'or, récompensant la meilleure acoustique automobile.

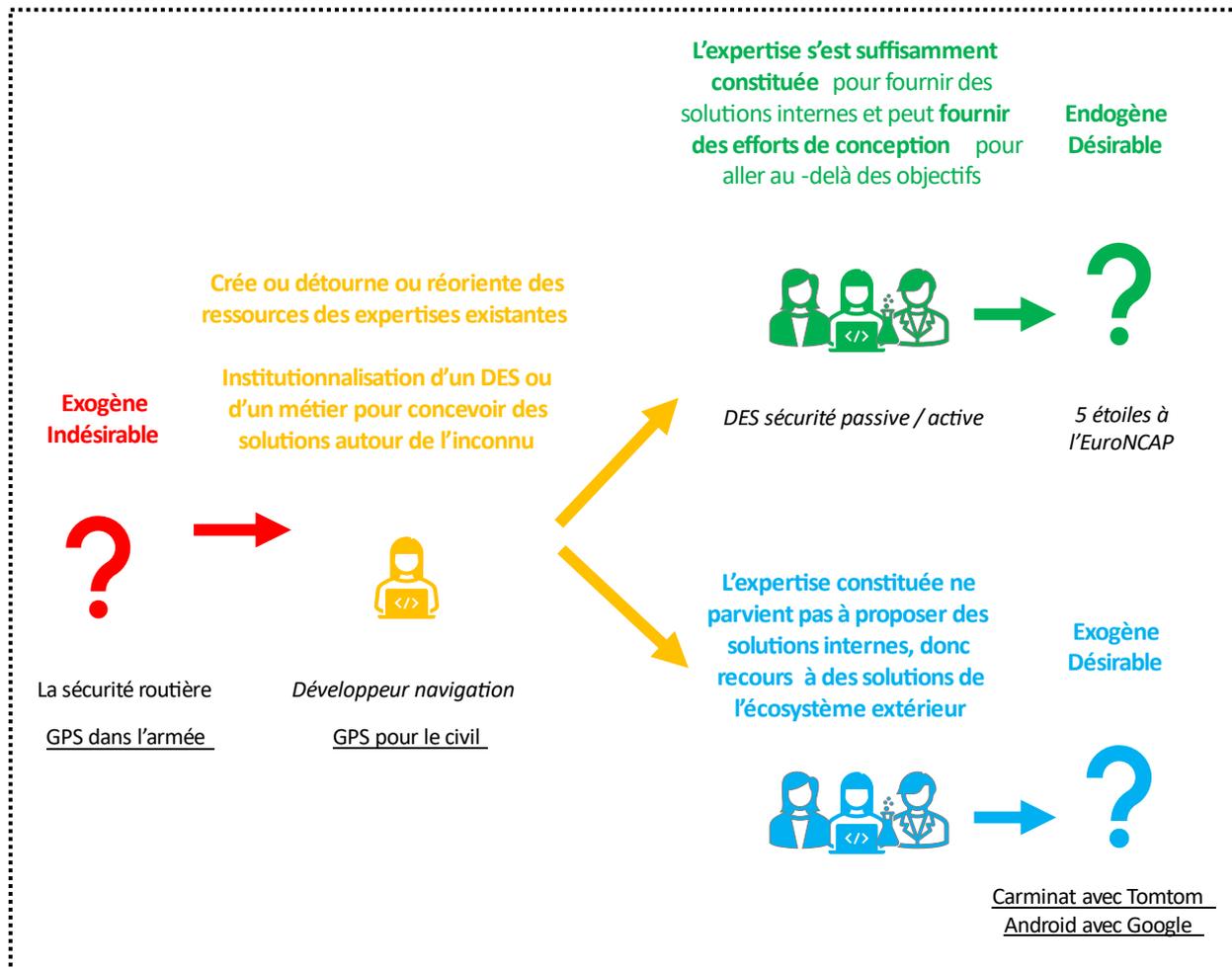
Pour finir, nous n'avons pas identifié de situations dans lesquelles un inconnu indésirable endogène serait devenu désirable exogène. Nous savons que certains fournisseurs peuvent proposer de meilleures solutions que Renault, cependant ils restent des acteurs endogènes à la filière automobile.

Figure 13 — Désirabilisation d'un inconnu indésirable endogène



Concernant l'inconnu indésirable exogène, il est possible de trouver une situation similaire à celle évoquée précédemment : l'expertise a été institutionnalisée et permet d'apporter des solutions plus que satisfaisantes. Mais il est également possible que l'expertise ne parvienne pas à apporter de solution satisfaisante, nécessitant le recours à un acteur extérieur à l'écosystème (Figure 14). La sécurité routière permet d'illustrer les 2 situations. Mise en avant à l'origine par le gouvernement, la sécurité routière est perçue comme un inconnu indésirable exogène pour les constructeurs automobiles. Pour y faire face, l'ingénierie de Renault a collaboré avec Peugeot à travers le laboratoire d'accidentologie. Celui-ci a permis à Renault de constituer une expertise forte en matière de sécurité routière, qui s'est institutionnalisée par la création de 2 domaines d'expertise en sécurité active et sécurité passive. Certaines voitures de Renault ont finalement été récompensées de cinq étoiles à l'EuroNCAP, qui teste la sécurité des voitures. **Si les experts en sécurité ont été capables de résoudre les inconnus, ils se sont volontairement emparés d'autres inconnus pour répondre au-delà des exigences minimales, comme en témoignent les récompenses de l'EuroNCAP. Ceci rejoint la seconde forme de désirabilisation.** Cependant, les experts en sécurité routière ne parvenant pas à résoudre toutes les exigences, ou à proposer des solutions aussi qualitatives que celles de certains prestataires externes, ils se sont tournés vers des fournisseurs. C'est notamment le cas de Waymo, qui collabore avec Renault sur la voiture autonome, dont le but est en partie de soulager les conducteurs, ou encore du partenariat avec Tomtom puis Android pour le GPS intégré. **Dans ce cas, la désirabilisation porte sur le fait que l'expertise est suffisamment constituée, non pas pour apporter une solution satisfaisante, mais pour sélectionner une solution externe qualitative.**

Figure 14 — Désirabilisation d'un inconnu indésirable exogène



Ainsi, les processus d'endogénéisation pour rendre capable une ingénierie et de désirabilisation pour créer une conviction commune à l'ingénierie, semblent indispensables pour la gestion des inconnus des transitions qui sont exogènes et indésirables. La question qui demeure porte sur les acteurs de l'ingénierie responsables de ces processus vis-à-vis des inconnus des transitions.

5.2.3. DEFINIR LE CONCEPT DE TRANSITIONS POUR LES INDUSTRIES ETABLIES

L'histoire des inconnus de Renault, mis en lumière par les 4 natures d'inconnu, ainsi que ces processus d'endogénéisation et de désirabilisation, nous permet de mieux comprendre les enjeux des inconnus des transitions.

Tout au long de son histoire de la conception, l'ingénierie de Renault a toujours eu la capacité de traiter les divers inconnus qui se sont présentés. La situation a évolué au dans la période des années 2000, durant laquelle plusieurs inconnus indésirables sont apparus et se sont cumulés : l'écologie avec la voiture sans pétrole, l'intelligence artificielle avec la voiture connectée et autonome, l'urbanisme avec la voiture pratique pour la ville. Comme nous l'avons vu dans

l'introduction, ces inconnus sont propres aux transitions. À partir de 2018, nous voyons que ces inconnus n'ont pas été résolus, et qu'ils se sont même diversifiés : la voiture low cost, le véhicule durable, les services de mobilités, etc. Ces inconnus résistent à l'ingénierie de Renault.

Plusieurs raisons expliquent ce phénomène nouveau :

- Tout d'abord, ces inconnus sont des inconnus exogènes à l'automobile, puisque générés par de nouveaux acteurs tels que des acteurs du numérique (Google, Waymo, Tesla, Uber, Apple, Lime, etc.), mais aussi des écologistes, des urbanistes, des collectivités locales, etc. ;
- Il en découle que les inconnus nécessitent de nouvelles expertises complexes externes au monde automobile comme la data, l'IA, l'environnement, etc. Le processus d'endogénéisation de ces nouvelles expertises complexes requiert du temps ;
- Ce sont des inconnus indésirables, car si les entreprises automobiles ne font rien, d'autres acteurs tels que Tesla, Google, Waymo s'en chargeront, et remplaceront les constructeurs historiques. Les entreprises automobiles sont donc contraintes de les traiter. Nous retrouvons ici le principe **d'injonction des transitions, comme contrainte qui porte sur les concepteurs d'une ingénierie à proposer des solutions pour y répondre** ;
- Ensuite, l'intensité de ces inconnus, qui sont soudainement apparus en très grand nombre par rapport aux périodes antérieures, demandant à l'ingénierie de Renault de ne pas traiter un ou deux inconnus à la fois, mais plusieurs, ce qui nécessite d'autant plus de capacités d'innovation, et contribue à rendre inefficaces les outils de gestion de la décision ;
- Enfin nous avons vu dans l'introduction que les transitions pouvaient générer des inconnus contradictoires. Ce point permet de comprendre que le processus de désirabilisation puisse être d'autant plus compliqué pour l'ingénierie de Renault.

Nous pouvons formuler une nouvelle définition du concept d'inconnu des transitions pour les industries établies. **Un inconnu des transitions est le résultat de la transformation d'injonctions des transitions en un problème de conception au départ indésirable, dont les expertises sous-jacentes sont exogènes, et dont la conception va révéler de nouveaux inconnus, contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries et générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes.**

Pour conclure, résumer ce chapitre, et répondre à la question « **QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?** », l'histoire de la conception de Renault montre que l'ingénierie a toujours fait face à quatre formes d'inconnus : désirable, indésirable, endogène et exogène. Un inconnu est désirable dès lors que les concepteurs ont la conviction de contribuer à une amélioration de valeur. Un inconnu indésirable s'explique par le fait que tous les concepteurs ne sont pas convaincus (inconnu désirable asymétrique), ou qu'il existe des inconnus « mauvaises surprises » qui constituent une menace indésirable, ou encore des inconnus polarisés/verrouillés qui font peur et paralysent les concepteurs. Un inconnu est endogène dès lors qu'il a été identifié par un ou plusieurs acteurs de la filière automobile, il est exogène s'il a été identifié ou généré par des acteurs en dehors de la filière automobile.

Jusqu'au début des années 2000, l'ingénierie de Renault a toujours été en capacité soit d'endogénéiser, soit de désirabiliser les inconnus exogènes ou indésirables. Cependant, cette étude ne nous permet pas d'identifier les outils pour cette endogénéisation et cette désirabilisation.

Par ailleurs, depuis les années 2000, nous observons le phénomène inverse : des inconnus exogènes et indésirables résistent à l'ingénierie de Renault. L'écologie et l'environnement avec la voiture zéro émission depuis sa production jusqu'à son usage, la voiture connectée et la voiture autonome avec l'intelligence artificielle et la data, les contraintes anti-voiture de plus en plus fortes en zone urbaine, les crises contemporaines liées à la guerre en Ukraine et la pandémie de la Covid-19 en sont de parfaits exemples. Cette dynamique inverse peut s'expliquer par deux raisons : la première regarde l'intensité de ces inconnus, qui sont soudainement apparus en très grand nombre par rapport aux années précédentes, demandant ainsi à l'ingénierie de Renault de ne pas traiter un ou deux inconnus, mais plusieurs en même temps ; la deuxième est que ces inconnus nécessitent de nouvelles expertises complexes et externes au monde automobile comme la data, l'IA, l'environnement, etc., ce qui requiert un certain temps. Ce point nous permet de formuler une nouvelle définition du concept d'inconnu des transitions pour les industries établies. **Un inconnu des transitions est le résultat de la transformation d'injonctions des transitions en un problème de conception au départ indésirable, dont les expertises sous-jacentes sont exogènes, et dont la conception va révéler de nouveaux inconnus, contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries et générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes.**

L'enjeu pour l'ingénierie de Renault est donc d'endogénéiser et de désirabiliser ces inconnus, car si les entreprises automobiles ne font rien, d'autres acteurs tels que Tesla, Google, Waymo s'en

chargeront, et remplaceront les constructeurs historiques. L'étude suivante porte sur les acteurs, les outils et les processus à mettre en place pour qu'une ingénierie puisse endogénéiser et désirabiliser des inconnus. **La question de recherche suivante est donc de savoir qui est responsable d'identifier ces inconnus, et de mettre en place les dynamiques d'endogénéisation et de désirabilisation.**

CHAPITRE 6. LES EXPERTS EN OUTILS D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION DES INCONNUS POUR SOUTENIR L'INGENIERIE

L'objectif de ce chapitre est de répondre à la question « **QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?** L'étude de la création de la filière d'expertise (étude 2) nous permet de comprendre ce qui est attendu des experts dans l'innovation, ainsi que l'évolution des domaines stratégiques pour l'entreprise. Les retours d'expérience d'Expert Leaders (étude 6), et l'étude des publications scientifiques (étude 3) dépeignent la situation réelle de gestion des inconnus dans l'ingénierie par les experts en place, et révèlent un décalage entre les pratiques et les attentes. L'étude des auteurs de brevet IA (étude 4) complète ces premiers éléments en décrivant le rôle des experts confrontés cette fois à des inconnus des transitions. Ces études mettent en avant les limites qui empêchent les experts d'adresser des inconnus exogènes indésirables. Toutefois, les études sur l'origine de l'ingénierie amont et du DES IP (études 5 et 6) mettent en évidence l'apparition de nouveaux acteurs, les experts de l'inconnu, responsables d'aider les acteurs de l'ingénierie à identifier, désirabiliser et endogénéiser les inconnus inconnus.

6.1. CREATION D'UNE FILIERE D'EXPERTISE CHEZ RENAULT POUR L'INNOVATION

Dans cette première sous-partie, nous retraçons l'histoire de la mise en place de la filière d'expertise, ainsi que l'évolution des champs d'expertises en nous appuyant sur les données de l'étude 2.

6.1.1. 2009 : CREATION ET MISE EN PLACE D'UNE ORGANISATION D'EXPERTS POUR L'INNOVATION

Depuis 1999, Renault, Nissan et Mitsubishi, désignés sous le nom de l'Alliance, ont noué de nombreuses relations stratégiques et développé plusieurs collaborations, aussi bien en matière de développement de produit que sur le plan managérial. En effet, Renault s'est largement inspiré de l'organisation des experts de chez Nissan pour construire son propre réseau d'experts. En 2008, Renault a souhaité améliorer ses capacités d'innovation, et Nissan comptait de nombreux experts organisés en 91 domaines d'expertise. (Figure 15).

Figure 15 — Extrait d'une présentation interne du 8 février 2010 des DRH Groupe sur les raisons de la mise en place de la filière d'expertise

1 Introduction

Pourquoi mettre en place une filière Expertises Stratégiques ?

- Pour affirmer **l'importance de l'expertise pour Renault** :
Elle est au service de la performance et des résultats de l'entreprise
- Pour se procurer **un avantage concurrentiel** :
Elle permet de développer les compétences produit et processus, de coopérer avec Nissan et de positionner l'Alliance dans le Top 3
- Pour impliquer **le top management** :
 - dans la validation des Domaines d'Expertises Stratégiques,
 - dans la nomination des Experts Fellows et des Experts Leaders
- Pour disposer d'un **processus robuste** d'animation de l'expertise Renault garantissant **l'équité de traitement**
Portage par la DRH Groupe, Programme Compétences et Expertises Stratégiques
- Pour **valoriser et gérer les carrières des experts**
Faire de l'expertise une cible de carrière

DRHG
Programme Compétences
et Expertises Stratégiques

Réunion Management
DRH France
8 février 2010

3

DRIVE THE CHANGE

RENAULT

Parmi les 91 domaines d'expertise de Nissan, le comité exécutif de Renault en a sélectionné 57, selon leurs caractères stratégiques pour l'entreprise et a décidé de les créer progressivement sur 4 ans. En décembre 2009, il a été décidé de mettre en place les 15 premiers domaines d'expertise stratégiques (DES) en trois vagues (2010, 2011, 2012), dans 7 catégories qui sont essentiellement en motorisation et performance du véhicule (Tableau 24). Tous sont rattachés à la direction de l'ingénierie.

Tableau 24 — Domaine des DES par période de création

	2010 — 2011 — 2012	Après 2013
Électronique, Énergie Électrique, Automatique	4	3
Fabrication et approvisionnement	5	3
Matériels	1	2
Marché & clients	6	13
Efficacité opérationnelle	5	5
Motorisation	9	3
Performance du véhicule	7	0
Total	37	29

La filière d'expertise est organisée hiérarchiquement en 4 niveaux d'expertise (Figure 16). Un Expert Fellow anime la filière d'expertise par l'intermédiaire des Expert Leaders ; les Expert Leaders supervisent leur propre domaine ainsi que la nomination des leurs experts ; les experts sont eux-mêmes chargés de nommer des Référents (specialist en anglais). Si le temps de travail des Expert Leaders et des experts est dédié à 100 % à leurs missions d'expertises, les Référents n'y consacrent en moyenne que 30 %, le reste étant dédié à leur métier d'origine dans l'ingénierie, souvent en lien avec leurs activités de Référent.

Figure 16 — Extrait d'une présentation interne du 8 février 2010 des DRH Groupe sur le rôle hiérarchique des experts

Les niveaux d'expertises

Niveaux	Définitions
Expert Fellow*	Une référence, tant dans l'entreprise, qu'à l'extérieur. Reconnu au plan international. Il conseille le top management et anime les Experts Leaders. Il est membre du Comité de Direction Renault.
Expert Leader*	Désigne la personne - spécialiste ou expert - qui organise et anime un Domaine d'Expertise Stratégique. L'Expert Leader se fonde sur une légitimité métier, associée à une forte capacité à animer.
Expert	Désigne la personne qui a le niveau de compétences le plus élevé dans une spécialité ou une discipline donnée d'un domaine d'expertise. Il peut évoluer en tant qu'Expert Leader.
Spécialiste	Désigne la personne qui, pour une spécialité donnée, a des compétences approfondies. Il peut évoluer en tant qu'Expert.

Dans chaque domaine d'expertise stratégique, les capacités de l'Expert Leader, de leurs Experts et de leurs Référents ne sont pas les mêmes : Experts et Référents sont hautement spécialisés dans un sous-domaine du domaine auxquels ils sont rattachés, alors que l'Expert Leader est plutôt un généraliste du domaine qui possède de solides compétences d'animation des réseaux en interne et en externe de l'entreprise. Ceci est plutôt original par rapport à la littérature, qui précise juste que le niveau d'expertise diffère à cause des années d'expérience différentes, mais sans préciser comment. En 2009, la présentation officielle de mise en place du réseau des experts, à destination du comité exécutif, contenait cette définition du rôle des premiers Expert Leaders (Figure 17) :

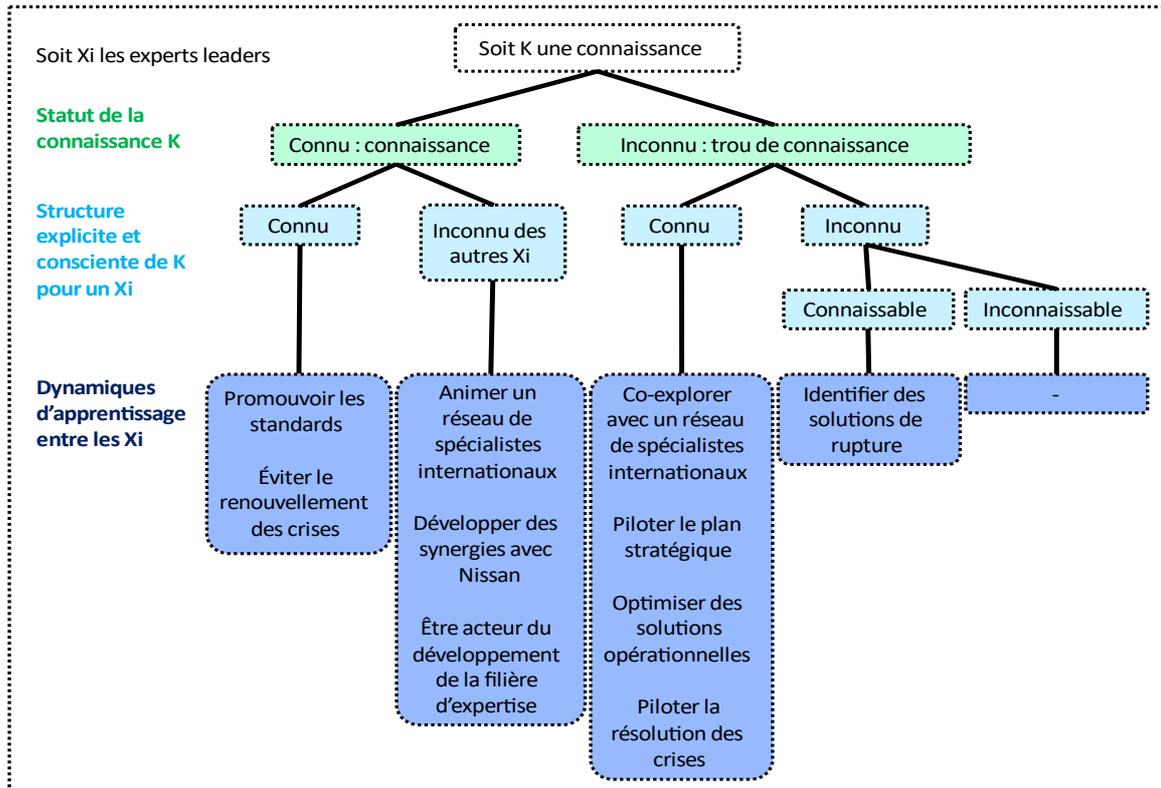
Figure 17 — Extrait d'une présentation interne du 8 février 2010 par la DRH Groupe : mission de l'Expert Leader

Les missions de l'Expert Leader, sur son Domaine d'Expertise, sont :

- Piloter le plan stratégique métier et le plan d'actions Moyen / Long Terme
- Innover en proposant et en assurant la promotion des solutions en rupture
- Promouvoir les standards
- Développer les synergies avec NISSAN
- Statuer sur les propositions d'optimisation des solutions opérationnelles
- Piloter la résolution des crises complexes et éviter leur renouvellement
- Animer un réseau de spécialistes internationaux, internes et externes (laboratoires et universités)
- Etre acteur du développement de la filière Expertise (coach, formateur,...)
- Représenter l'entreprise

Cette diapositive permet de comprendre les dynamiques d'apprentissage qu'un Expert Leader doit mettre en place face aux différents inconnus (Figure 18). Pour capitaliser les connaissances, les experts doivent promouvoir les standards, et éviter le renouvellement des crises. Pour transmettre leurs connaissances aux autres, les experts doivent animer des réseaux internes et externes, développer des synergies avec Nissan, et partager les connaissances acquises aux experts de leurs domaines. Concernant les inconnus connus, les experts doivent co-explorer avec leurs réseaux, piloter le plan stratégique métier (métier de l'ingénierie associé à leur domaine d'expertise) sur le moyen et long terme pour choisir les explorations à mener, optimiser les solutions existantes et résoudre les crises. Concernant les inconnus inconnus, les Expert Leaders doivent promouvoir des solutions de ruptures. Étant citée comme deuxième mission des Expert Leaders, l'innovation radicale (« *en proposant [...] des solutions en rupture* ») est clairement l'un des principaux objectifs de la nouvelle organisation d'expertise, juste après la prospective (« *piloter le plan stratégique* ») dont le rôle est également bien connu pour développer les capacités d'innovation de rupture. Les experts jouent également un rôle en conception réglée, déjà en tant que garant du savoir d'un domaine stratégique, mais aussi pour promouvoir de nouveaux standards, valider les propositions d'optimisation de nouvelles solutions, éviter les crises, etc. **Ainsi, depuis sa création en 2009, l'objectif principal du dispositif d'experts chez Renault est de soutenir une capacité d'innovation durable pour toute l'entreprise, où les Expert Leaders jouent un rôle clé, en devant faire converger les deux régimes de conception lors du pilotage du plan stratégique.**

Figure 18 — Dynamiques d'apprentissage attendues des experts leaders pour la filière de Renault



6.1.2. 2015 : EXPANSION DES DES TECHNIQUES AUX METIERS DE LA GESTION : ENDOGENEISATION DE NOUVELLES EXPERTISES

En 2015, un nouvel Expert Fellow est nommé (Nadine Leclair, rattachée à Gaspar Gascon, directeur de l'ingénierie, lui-même rattaché à Thierry Bolloré, directeur général de Renault), ainsi qu'un secrétaire administratif de la filière d'expertise (Syril Nicolas, rattaché à Nadine Leclair). À cette époque, la plupart des domaines d'expertise sont essentiellement reliés à la direction de l'ingénierie. Nadine Leclair et Syril Nicolas ont alors pour ambition d'étendre au maximum les domaines d'expertise aux différents métiers de l'entreprise, autre que l'ingénierie, à l'image des ingénieries contemporaines. Ils ont pour idée de contribuer au développement de capacités d'innovation dans des domaines qui ne sont pas cœur à l'activité de Renault, mais qui n'en restent pas moins cruciaux pour son bon fonctionnement, comme le marketing, la gestion de projet, la relation client, etc. En effet, l'institutionnalisation de nouveaux domaines d'expertise dédiés à ces sujets de gestion implique que l'ingénierie tienne compte des inconnus sous-jacents. Entre 2015 et 2020, 18 domaines d'expertise sont créés, essentiellement autour du marché et du client, faisant un total de 66 domaines, mais certains ayant disparu, il y en a 54 aujourd'hui (Tableau 24 plus haut).

Sur tous les domaines existants en 2021, 16 ne sont pas rattachés à la direction de l'ingénierie (Tableau 25) : 5 sont rattachés à la direction industrielle, 3 à la direction qualité et satisfaction et 3 à la direction stratégie et développement, les autres au commerce, au design d'entreprise, à la finance, aux ressources humaines, et à la vente. Ainsi, en 5 ans, Nadine Leclair a identifié au moins 16 domaines stratégiques pour Renault en dehors de son activité « cœur et historique » qu'est l'ingénierie de l'automobile. Ces domaines stratégiques en gestion sont le développement d'expertises aux origines exogènes à l'automobile, mais qui se sont construites progressivement autour de l'automobile : le marketing de l'automobile, la gestion de patrimoine industriel, etc. **De cette manière l'Expert Leader a endogénéisé des expertises en gestion, stratégiques pour Renault. Ce point est plutôt nouveau par rapport à la littérature sur les experts, qui sont surtout experts scientifiques ou techniques.**

Tableau 25 — Domaine de rattachement organisationnel des Expert Leaders en place en 2020

Domaine de rattachement	Nombre d'EL rattachés
Ingénierie	35
Commerce	1
Corporate design	1
DRH	1
Finance	1
Industriel groupe	5
Qualité et satisfaction	3
Stratégie et développement	3
Vente opérationnelle	1

6.1.3. 2021 : REDUCTION DES EXPERTS

Comme évoqué dans les chapitres précédents, la période 2020 et 2021 faisant l'objet de plusieurs crises mondiales, un plan de départ volontaire a été organisé. Dans ce contexte, Nadine Leclair a décidé de quitter l'entreprise, et est remplacée par Pascal Candau en octobre 2020, toujours rattaché à Gilles Le Borgne, directeur de l'ingénierie.

Pascal Candau s'est aussi vu contraint par la direction de réduire le nombre d'experts, car le réseau prend trop d'ampleur et coûte trop cher en ce temps de crise, qui appelle à réduire les dépenses. Cela s'est concrétisé de trois manières. Premièrement, il y a eu une forte volonté de conserver les DES dits techniques et de réduire les DES dans les autres domaines moins stratégiques. De cette façon, chaque Expert Leader concerné ne sera pas remplacé en cas de départ. Deuxièmement, la

manière de recruter les Expert Leaders a évolué : il n'est plus possible de nommer un employé « expert » dans le but de le garder dans l'entreprise alors qu'il n'y a pas besoin de créer de nouveaux DES. Enfin, les Référents ont vu leur statut se transformer : si leur titre est maintenu en tant que tel, d'un point de vue hiérarchique, ils disparaissent de la filière d'expertise.

Pour résumer cette sous-partie, l'objectif principal du dispositif d'experts chez Renault est de soutenir une capacité d'innovation durable pour toute l'entreprise, où les Expert Leaders jouent un rôle clé, en devant faire converger les deux régimes de conception lors du pilotage du plan stratégique. En effet, les Expert Leaders sont responsables d'identifier des innovations et le plan stratégique dans leur domaine. Ce plan stratégique est ensuite transmis aux différents métiers concernés dans l'ingénierie pour le développement de ces innovations. Ces métiers pourront s'appuyer sur les connaissances développées par les experts pour le développement des solutions. Cette filière d'expertise a également démontré des capacités d'endogénéisation d'expertises exogènes à l'entreprise, mais stratégiques, bien qu'elle soit en train de revenir en arrière. Nous allons maintenant nous intéresser plus particulièrement à la manière dont les experts s'y prennent pour piloter les innovations.

6.2. L'APPREHENSION DES INCONNUS PAS LES EXPERT LEADERS

Maintenant que nous avons compris comment et pourquoi la filière d'expertise a été mise en place chez Renault, il est intéressant de regarder les pratiques d'innovation des experts. Nous nous appuyons dans cette sous-partie sur les interviews menées auprès des Expert Leaders dans l'étude 6 DES Innovation Patterns, ainsi que sur l'étude 3 Publications scientifiques.

6.2.1. EXCELLENTE POUR L'INNOVATION INCREMENTALE, L'INGENIERIE MANQUE DE COMPETENCES POUR LA GESTION DE L'INNOVATION RADICALE

Tous les Expert Leaders interrogés ont émis un avis mitigé sur les performances de l'entreprise en matière d'innovation, mais ils considèrent qu'il faut distinguer l'innovation incrémentale de l'innovation radicale : *« l'entreprise est bien armée pour faire des innovations incrémentales, mais pas pour des innovations radicales, et en plus : on ne s'en rend pas compte »* (Expert Leader Systems Engineering).

Pour l'innovation incrémentale, les Expert Leaders maîtrisent l'utilisation des métriques traditionnelles du coût, du délai, et de la qualité : *« [L'innovation c'est] mettre en place des modes de conduite de projets qui soient innovants pour créer des ruptures dans la performance QCD dans nos produits ou nos services »* (Expert Leader Management projet). Nous retrouvons ici les critères de performance de la conception réglée. Cependant, pour certains Expert Leaders, la maîtrise de

l'innovation incrémentale par l'ingénierie peut être perçue comme un frein à l'innovation radicale. Un Expert Leader a déclaré que *« ce n'est plus de l'innovation, on intègre des choses qui existent déjà, et on les fait coïncider avec des problèmes architecturaux de la voiture. On laisse la main à nos fournisseurs, avec lesquels on fait des partenariats, mais ce sont eux qui supportent les coûts et les bénéfices »* (Expert Leader Qualité de l'air et substance). Cette déclaration fait échos aux conclusions d'Henderson et Clark et de Clark et Fujimoto sur le fait que le processus NPD valorise la reproduction de l'architecture globale des véhicules ce qui limite les pratiques de recherche de connaissances exploitables (Henderson et Clark 1990), et que le processus NPD est très stable et difficilement compatible avec un renouvellement profond des compétences et des routines (Clark et Fujimoto 1989). Un autre Expert Leader a souligné que *« chez Renault, nous ne faisons des innovations que si les clients sont prêts à les payer »* (Expert Leader Systèmes ADAS). Cette déclaration rappelle que la réussite du NPD est conditionnée par l'adéquation entre les idées nouvelles et la stratégie d'innovation de l'entreprise (Le Du 2017). Plus précisément, les idées nouvelles sont confrontées à des facteurs internes (capacité organisationnelle de l'entreprise) et externes (acteurs de l'écosystème : clients, concurrents, etc.). Dans notre cas, les innovations sont validées si les « clients sont prêts à payer » pour les avoir. La citation précédente fait également écho avec le principe de « core rigidities » (Leonard-Barton 1992) qui signifie que la surspécialisation des entreprises dans des capacités existantes pour un modèle de conception stabilisé peut être contre-productive en matière d'innovation. O'Connor et deMartino (2006) suggèrent que les organisations apprennent à tirer profit de leurs capacités internes pour développer de nouvelles capacités ou régénérer les capacités existantes.

Cependant, pour d'autres experts, l'entreprise n'est pas capable de générer l'innovation radicale et de faire face au risque que cela comporte. Même si l'entreprise a déjà réussi à industrialiser des innovations majeures, comme le GPS intégré pas cher, ou le monospace, elle n'est pas capable de comprendre comment elles sont apparues et comment les reproduire : *« de temps en temps, il y a beaucoup d'innovation, de concepts chez Renault, mais sans en connaître l'origine »* (Expert Leader Aérodynamique et management thermique); *« on est capable de sortir des choses incroyables, mais l'entreprise n'a pas toujours la maturité pour prendre des sujets au bon moment. Dans l'innovation, il y a une part de chance. On ne sait pas si l'on va réussir ou pas »* (Expert Leader After Sales Business). Ces deux citations mettent en avant le fait qu'il existe des capacités à identifier des inconnus inconnus, mais qu'il manque d'outils pour retracer le raisonnement de conception de certaines innovations, pour capitaliser ce raisonnement, et pour aider l'ingénierie de Renault à s'approprier des sujets au bon moment.

Par conséquent, les experts partagent l'idée que les capacités d'innovation pour la conception réglée chez Renault sont performantes, mais qu'elles limitent la conception innovante, pour laquelle l'ingénierie manque d'outils de conception d'innovation radicale et d'outils pour permettre d'adresser les inconnus au bon moment, et retracer le raisonnement de conception. Cela nous pousse à nous intéresser aux pratiques d'innovation des experts pour déterminer ce qui empêche la conception radicale.

6.2.2. LA CONSTRUCTION DE L'EXPERTISE PAR L'EXPLORATION SCIENTIFIQUE DES INCONNUS STRATEGIQUES

Si Renault compte depuis de nombreuses années plusieurs partenariats scientifiques avec différents laboratoires de recherche, l'entreprise est également un sujet d'étude captivant pour les scientifiques. En effet, depuis les années 1950, le nombre de publications scientifiques sur Renault a augmenté de manière exponentielle : on compte 1 125 publications cumulées en 2000 pour 3 425 en 2020 (cf. annexe). Sur ces 3 425 articles, 60 % (2 291) ont été écrits par au moins un employé de Renault, et 30 % (1 134) par des auteurs d'autres institutions. Ces faits sont révélateurs de plusieurs éléments intéressants :

Sur la perception de Renault en tant qu'acteur innovant :

- Parmi les auteurs employés de Renault se trouvent des chercheurs rattachés à des laboratoires de recherche, notamment des doctorants. Depuis la création en France des CIFRE (Conventions Industrielles de Formation par la Recherche) en 2000, Renault encadre une centaine de thèses par an avec divers laboratoires académiques, qui donnent lieu à de nombreuses publications scientifiques rattachées soit à Renault, soit aux laboratoires. Cela a deux implications. Premièrement, le nombre de papiers rattachés à Renault est probablement biaisé puisque les doctorants ou chercheurs rattachés à un laboratoire peuvent publier soit au nom de Renault, soit au nom du laboratoire, ne comptant donc pas dans les publications rattachées à Renault alors que l'auteur y est employé. Deuxièmement, le cas où les chercheurs rattachés à un laboratoire externe ont décidé délibérément de publier au nom de Renault, cela signifie qu'ils considèrent l'institution « Renault » comme étant aussi, voire plus, légitime que leur laboratoire de recherche dans la communauté scientifique. Ainsi, **Renault, en tant qu'institut de recherche scientifique, se dresse au même rang que les laboratoires de recherche.**
- Les 1 1134 autres articles sont liés à 1 000 institutions différentes, parmi lesquelles 543 ont publié plusieurs articles sur Renault. La Figure 19 montre les 37 institutions ayant le plus collaboré avec Renault ou publié indépendamment sur Renault. Parmi les

institutions, 37 sont des universités, des écoles d'ingénieurs ou de commerce, et 1 est un autre constructeur automobile : PSA Peugeot Citroën. PSA Peugeot Citroën et Renault ont en effet travaillé ensemble dans un établissement public de recherche sur la sécurité et la biomécanique pendant plusieurs années. D'autres institutions travaillent également depuis plusieurs années aussi bien avec des employés de Renault que par elles-mêmes, comme le CNRS, Mines Paris — PSL, ou l'Université de Paris. Les chercheurs de ces institutions forment des communautés externes de pairs, composées aussi bien d'employés d'entreprises concurrentes que de différents types de chercheurs de haut niveau. **Cet intérêt pour Renault de la part de ces acteurs externes ne fait que démontrer qu'ils reconnaissent chez Renault des capacités à mener des projets précurseurs, qui permettent l'étude et l'exploration continue de divers inconnus connus.**

Sur la construction de l'expertise par l'implication des employés :

- Les co-publications signifient que certains auteurs de Renault ont travaillé avec des auteurs externes, d'autres institutions pour mener à bien leurs explorations. Nous comptons 992 institutions qui ont copublié avec Renault. **Cela révèle l'intérêt qu'ont les experts internes pour l'animation de communautés d'acteurs externes et l'exploration collective d'inconnus connus.**
- La publication scientifique est un moyen d'impliquer les collaborateurs de Renault dans l'exploration d'inconnus. En effet, la publication scientifique a vocation à diffuser des résultats ou des connaissances nouvelles. Cela implique qu'il y ait eu à l'origine un inconnu, puis une étude exploratoire, dont la désirabilité, la méthode et les résultats ont été validés par des experts externes. Cela présuppose que les experts ont été capables de rendre un inconnu connu désirable pour eux et pour des experts externes à l'entreprise. La publication scientifique transforme les considérations empiriques ou théoriques en connaissances standardisées, applicables dans l'entreprise. Elles contribuent à la construction de l'expertise de Renault autour d'inconnus. **De cette manière, les experts ou les collaborateurs sont capables d'identifier un inconnu, de le rendre désirable pour des acteurs externes, et sont ensuite impliqués dans l'exploration et l'endogénéisation de ces inconnus stratégiques pour l'entreprise.**
- **L'endogénéisation des inconnus connus pour lesquelles les auteurs de Renault démontrent un fort intérêt permet de construire leur expertise, et par extension celle de l'entreprise.** En effet, à travers la publication scientifique, l'expertise des auteurs de Renault est d'abord validée par des communautés de pairs externes grâce au processus de « relecture par les pairs ». Une fois reconnues par des experts externes, et diffusées

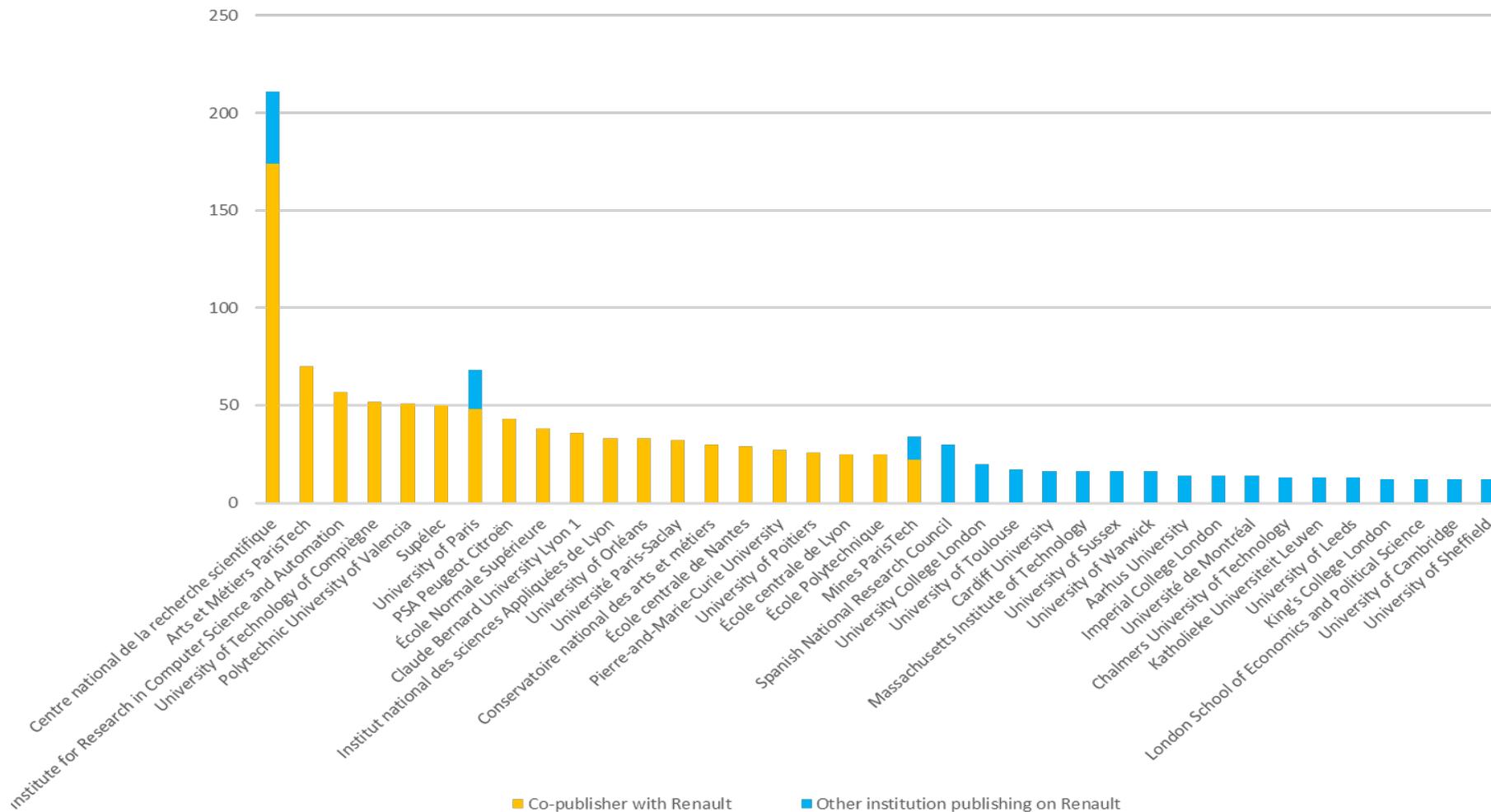
dans des journaux scientifiques ou les conférences, la validation interne de l'expertise se traduit par la nomination en tant que Référent, Expert ou Expert Leader. Parmi les 10 auteurs scientifiques les plus importants chez Renault, 6 sont Experts ou Expert Leaders. Parmi les 906 principaux auteurs, 46 sont experts ou Référents. Cette nomination permet de valider l'expertise construite et donc d'endogénéiser l'inconnu qui a été exploré à travers l'étude scientifique.

Enfin sur la construction d'expertises internes par des acteurs externes :

- Lorsque des institutions externes publient dans un domaine stratégique pour Renault sans collaboration directe, elles contribuent à identifier et développer l'expertise de l'entreprise. Par conséquent, une entreprise industrielle peut construire son expertise sans expert dédié ou identifié : des pairs externes valident l'expertise en y consacrant une publication, qui a été ensuite validée par d'autres pairs externes pour être publiée. Il y a donc une double validation par des pairs externes, **qu'il existe des phénomènes d'endogénéisation d'expertises spécifiques chez Renault, sans qu'il y ait d'expert dédié à cette endogénéisation.** Cela démontre également une nouvelle façon d'apprendre autour des inconnus, et donc d'endogénéiser des expertises, que ce soit pour l'ingénierie de Renault, qui peut se découvrir de nouvelles expertises ou des connaissances sur des inconnus grâce aux études exploratoires menées par des auteurs externes ; ou pour les chercheurs externes qui sont parvenus à réaliser ces études malgré un minimum d'interactions avec des acteurs de chez Renault.

Ainsi, cette partie permet de montrer que les experts et les collaborateurs internes apprécient l'animation de réseaux externes, pour explorer collectivement des inconnus connus stratégiques. La publication scientifique est un outil d'apprentissage pour la conception réglée, car il permet l'exploration et l'endogénéisation des inconnus connus, par l'enrichissement de l'expertise associée. Les experts semblent donc bénéficier d'au moins deux outils pour adresser les inconnus : le réseau externe et la publication scientifique. Par ailleurs, l'endogénéisation interne d'une expertise peut se faire sans que ne soit nommé d'expert interne.

Figure 19 - 20 premières institutions ayant copublié avec Renault ou publié sur Renault



6.2.3. LES EXPERTS, DES ACTEURS DE LA CONCEPTION REGLEE

Les Expert Leaders ont fait état de différents outils en plus de la publication scientifique et des réseaux, qu'ils utilisaient régulièrement avec divers acteurs pour l'innovation incrémentale et pour identifier des inconnus connus (Tableau 26 et Figure 20) :

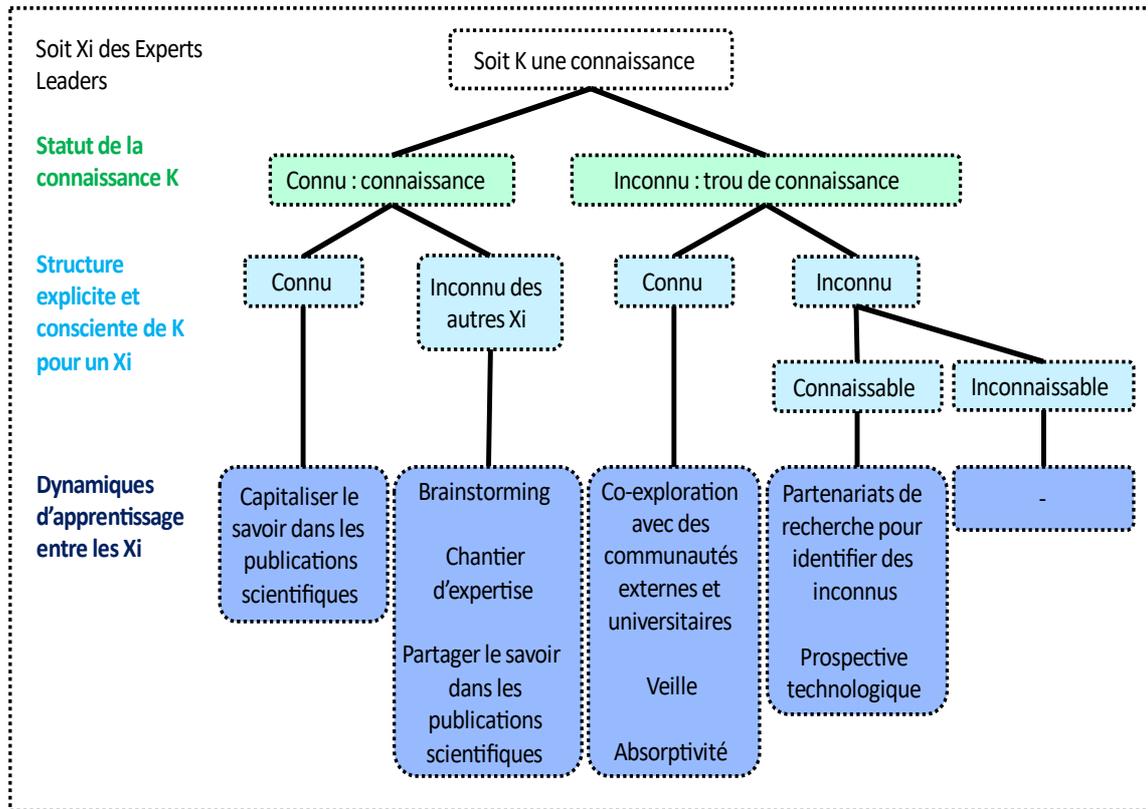
- **Les outils d'identification d'inconnus connus, et de partage des connaissances** : avec les experts et Référents de leur domaine, les Expert Leaders utilisent la prospective, la veille et les méthodes/outils de brainstorming pour s'engager dans une résolution créative et rapide d'inconnus connus. Ils s'appuient également sur leurs réseaux internes et externes, tels que les groupes de réflexion externes et les partenariats universitaires pour identifier d'autres inconnus connus, ou partager des connaissances pour résoudre les inconnus. Des activités entre experts de différents domaines sont également menées. Par exemple, les Expert Leaders travaillent régulièrement sur des sujets spécifiques et stratégiques avec des experts d'autres domaines dans le cadre de chantiers d'expertise.
- **Les outils pour désirabiliser les inconnus connus** : une fois par mois, tous les Expert Leaders et l'Expert Fellow se rencontrent lors d'une session stratégique, appelée « Séminaire des Expert Leaders », pour présenter la roadmap sur laquelle les Expert Leaders ont travaillé avec les Experts et Référents de leur domaine pour donner une orientation explicite à leur domaine. Ils se réunissent également une fois par an lors d'une design review, afin de définir un plan d'innovation stratégique que l'Expert Fellow présente ensuite à la Direction Générale.
- **Trois outils d'endogénéisation** ont pu être identifiés : la roadmap dans laquelle les Expert Leaders intègrent les inconnus stratégiques identifiés dans leur domaine, le square qui reprend dans toutes les roadmaps les inconnus stratégiques pour l'entreprise, et l'absorptivité des connaissances externes.

Ainsi, tous ces outils permettent davantage de traiter des inconnus connus, et donc de conception réglée, que de revoir profondément les règles de conception et les objets. **Les experts en place sont donc, et sans surprise par rapport à la littérature, de bons acteurs de la conception réglée. Ce point peut nous interpeller puisque nous avons vu que pour soutenir les capacités d'innovation durables pour toute l'entreprise, les Expert Leaders devaient faire converger les deux régimes de conception lors du pilotage du plan stratégique. Il faut donc comprendre cette dichotomie.**

Tableau 26 — Outils d'identification, désirabilisation et endogénéisation d'inconnus connus

Processus d'innovation	Outil ou méthode	Pilote//Utilisateur (si différent)
Identification d'inconnus inconnus	Prospective technologique	Experts + équipes d'innovation
Identification d'inconnus connus	Veille sur les tendances et les nouveaux outils	Experts + Bureaux d'études
Identification de connus inconnus	Brain storming	Experts + équipes d'innovation + départements d'ingénierie
Identification d'inconnus connus/inconnus inconnus	Communauté externe : création d'une communauté avec d'autres entreprises, qui sont fortes dans un domaine, pour discuter des innovations.	Experts + Acteurs externes
Identification d'inconnus connus/inconnus inconnus	Partenariat avec des institutions de recherche universitaires	Expertise + Acteurs académiques
Identification de connus inconnus	Chantier d'expertise : faire le point sur la situation des nouvelles technos afin d'éclairer les décideurs pour doter l'entreprise des bonnes capacités.	Experts
Désirabilisation de l'inconnu	Séminaire des Expert Leaders : les leaders experts se réunissent dans un groupe de réflexion sur un sujet d'inconnu ou présentent les roadmap	Experts
Désirabilisation de l'inconnu	Design review // Square : définir et valider les plans d'inconnu et les processus d'inconnu en traitant les risques liés aux nouveaux produits.	Experts//Management exécutif
Endogénéisation de l'inconnu	Road map : chaque Expert Leader définit la feuille de route de son domaine d'expertise sur les 10 prochaines années	Experts//Management exécutif
Endogénéisation d'inconnus connus	Absorptivité : intégration de nouvelles connaissances en fonction des connaissances déjà existantes (copier la concurrence).	Experts + bureaux d'études + équipes d'innovation

Figure 20 — Dynamiques d'apprentissage réelles des experts de la filière de Renault



6.2.4. UN SENTIMENT DE MANQUE DE LEGITIMITE ET D'OUTILS POUR PROMOUVOIR L'EXPLORATION DES INCONNUS INCONNUS

Pour rappel, que ce soit le NPD ou le fuzzy front end, les ingénieurs puisent dans un stock d'expertises internes renouvelées de manière incrémentale (Candelo *et al.* 2021). Ainsi, les experts qui incarnent une expertise et assurent son renouvellement doivent au moins apporter les connaissances nécessaires pour contribuer aux innovations prévues dans la stratégie de l'entreprise. La présentation des outils nous permet de comprendre les étapes d'intervention des Expert Leaders dans le processus d'innovation : les experts identifient des inconnus stratégiques dans leur domaine ; avec les experts et Référents de leur domaine, ils intègrent ces inconnus dans des roadmaps pour donner une orientation explicite à leur domaine ; les Expert Leaders présentent leur roadmap aux autres Expert Leaders une fois par mois ; et une fois par an, ils contribuent avec les autres Expert Leaders à définir un plan d'innovation stratégique que l'Expert Fellow présente ensuite à la Direction Générale, qui prendra les décisions finales. Cependant, un des experts nous a confessé que « l'expert n'est pas tant sollicité que ça [pour définir la stratégie d'innovation], il devrait se rendre plus visible, pour être davantage mobilisé. On peut se dire que c'est bizarre de pas être sollicité sur certains sujets stratégiques où le DES devrait être mobilisé. »

(Expert Leader Management projet). Certains experts n'ont en effet pas le sentiment de réaliser des innovations dans leur domaine d'expertise, et par conséquent, de contribuer efficacement à la capacité d'innovation de l'entreprise : « *Il n'y a pas beaucoup d'innovations dans mon domaine d'expertise stratégique* » (Expert Leader Systems engineering); « *Je ne participe pas [aux processus de nouveaux produits et d'ingénierie avancée de Renault], etc.* » (Expert Leader Marketing Efficiency). D'autres experts identifient des innovations dans leur domaine, les soumettent aux feuilles de route stratégiques, mais ne sont pas convaincus que leurs soumissions aient un impact réel : « *Je contribue à l'innovation par le biais de roadmap : on n'obtient pas grand-chose [...]. Je me méfie de tous les squares [plan stratégique], ce n'est pas assez concret et ça n'aboutit pas, c'est trop lourd avec Nissan* » (Expert Leader Qualité perçue). « *Mais la manière dont on digère ça [la prospective] pour le recracher dans une roadmap, on n'a pas de méthode. Mais on fait selon du feeling basé sur un certain nombre d'années d'expérience* » (Expert Leader Interface homme-machine). **Que ce soit donc pour les inconnus connus ou les quelques inconnus inconnus connaissables identifiés grâce à la prospective, les Expert Leaders ont du mal à réellement convaincre l'entreprise de s'en saisir. Ce qui nous fait supposer qu'ils manquent d'outils pour désirabiliser les inconnus.**

Par ailleurs, certains experts ne se sentent pas légitimes en tant qu'experts dans leur domaine : « *Pour moi, un Expert Leader est un leader d'experts. Chacun de mes experts est meilleur que moi dans son domaine. Et je les fais travailler ensemble. Je dois savoir poser les bonnes questions pour qu'ils donnent le meilleur d'eux-mêmes* » (Expert Leader Aérodynamique et management thermique); « *Je ne suis pas l'expert super pointu, mais j'ai une visibilité globale sur ce que c'est, j'ai le positionnement et les réseaux internes et externes de l'entreprise* » (Expert Leader Systems engineering); « *Un Expert Leader ce n'est pas tout connaître. Un expert ne peut pas tout savoir. Dans les années 80 : l'expert savait tout. Aujourd'hui, un Expert Leader est capable de mobiliser un réseau interne et externe capable d'apporter des réponses à des questions complexes qu'il faut traiter* » (Expert Leader Systèmes ADAS); « *Il y a une remise en question permanente de mon métier : je ne suis pas sûr de me sentir Expert Leader, mais ce qui est sûr, c'est que je suis un de ceux qui sont le plus à même de piloter cette expertise* » (Expert Leader Marketing efficacité). Du point de vue des chercheurs, ces verbatims sont surprenants et semblent contredire les faits : ils ne se sentent pas spécialistes dans leurs domaines, alors qu'ils sont nommés experts depuis 2 à 11 ans, et qu'ils ont tous au moins 10 ans d'expérience dans leur domaine. Ces verbatims précédents sur les sentiments des experts mettent également en avant un autre point : **comme ils ne se sentent pas experts, ils font appel à d'autres experts internes et externes pour les aider à explorer des inconnus. Les Expert Leaders considèrent effectivement que leur principale force**

est de mobiliser et d'animer leurs réseaux internes et externes, afin de constituer une communauté éphémère pour répondre à une question spécifique : « Avec des entreprises extérieures qui sont fortes dans mon domaine, on essaye de créer des groupes de contact pour échanger sur les innovations pour voir ce qu'il se passe à l'extérieur. J'ai aussi des contacts avec des entités académiques pour avoir des idées qui émergent de l'extérieur et à implémenter en interne » (Expert Leader Management projet). Cela confirme que le partenariat avec des experts internes ou externes est un bon outil pour aider les experts à explorer les inconnus.

Pour résumer, si le processus de décision des inconnus à intégrer dans le développement est bien défini, son efficacité semble relative selon les Expert Leaders. Par ailleurs, ces derniers ne se sentent pas légitimes. Ils ont donc recours à l'animation de réseaux internes et externes pour identifier et explorer des inconnus stratégiques. Cependant, ils ne sont pas convaincus que l'entreprise se saisisse de ces inconnus. Ils semblent qu'ils manquent d'outils pour désirabiliser ces inconnus à toute l'ingénierie : « Design thinking, etc. non [je ne les utilise pas] : Je les ai en tête, et je pense que le design thinking ou autre devrait avoir une place plus importante, mais je n'ai pas vu de changement de l'extérieur. Nous parlons d'agilité, ce qui est formidable pour le développement, mais pas pour l'innovation » (Expert Leader Qualité perçue). Ainsi, ils expriment un intérêt fort pour utiliser des outils qui les aideraient à identifier les inconnus, à les défendre en les désirabilisant et en les endogénéisant « Si [on] pouvait au moins stabiliser ces outils [d'innovation], ça serait un grand service pour l'entreprise. [...] On a besoin d'avoir une culture d'innovation » (Expert Leader Qualité perçue).

Ces données permettent de comprendre pourquoi les experts ne parviennent pas à faire converger les deux régimes de conception lors du pilotage du plan stratégique. Les Expert Leaders sont bons pour identifier les inconnus connus dans leurs domaines, et parfois des inconnus inconnus connaissables. S'ils parviennent à mobiliser régulièrement leurs réseaux internes et externes pour mener des explorations, ils ne sont pas armés pour convaincre le reste de l'ingénierie de la désirabilité de ces inconnus.

Cependant, une question subsiste. Nous avons en effet interrogé cinq Expert Leaders techniques et scientifiques dont les domaines ont été créés avant 2011 et quatre Expert Leaders en gestion dont les domaines ont été créés avant 2018. Aucun d'eux n'est donc affilié à des expertises liées aux transitions, telles que l'expertise IA, Cybersécurité, etc. Il est donc intéressant d'aller observer les pratiques d'innovation pour les transitions mises en place par l'ingénierie. Pour ce faire, nous avons choisi d'interviewer des auteurs de brevets en IA.

6.3. LES AUTEURS DE BREVETS IA REVELATEURS D'UN MAUVAIS FONCTIONNEMENT DE L'AMBIDEXTRIE ENTRE L'INGENIERIE AMONT ET LE NPD

Dans cette sous-partie, nous reprenons notre étude 5 Brevet IA. Parmi les dix auteurs de brevets IA interrogés, cinq sont experts, cinq sont rattachés à l'ingénierie ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), et les autres aux départements architecture, moteur hybride, ou conduite ergonomique.

6.3.1. LES AUTEURS DE BREVETS IA CONÇOIVENT DES SOLUTIONS IA COMME RESOLUTION DE PROBLEMES IDENTIFIES

Sur la base des interviews auprès des auteurs de brevet IA, nous avons pu distinguer trois motivations dans la conception de solutions IA et leur intégration dans les inventions.

- Le premier usage des solutions IA intégrées dans des inventions technologiques est d'améliorer le confort des passagers après que des problèmes ont été signalés lors de test des nouveaux véhicules. Des tests sur les véhicules déjà industrialisés ainsi que des enquêtes clients menés par des ingénieurs de Renault, ont permis aux usagers de signaler des problèmes avec les nouvelles fonctionnalités concernant les ADAS ou les véhicules plus autonomes. Les inventeurs ont décidé d'avoir recourt à de l'IA pour corriger les retours négatifs et offrir aux clients une meilleure expérience de conduite afin de pouvoir faire confiance au système.
- Les technologies IA ont également été utilisées pour résoudre des problèmes mineurs soit sur les capteurs, soit de l'ordre mécanique. De nombreux systèmes ADAS ont été développés avec l'intégration de nouveaux capteurs. Des problèmes concernant la qualité des capteurs peuvent affecter l'efficacité de la fonction conçue. Par exemple, il est arrivé qu'un capteur signale la présence d'une barrière à 50 cm alors que le véhicule roulait tout droit sur l'autoroute, et que cette barrière disparaisse après quelques microsecondes : il s'agit d'un « ghost ». L'usage d'une solution IA permet alors de résoudre la déficience du capteur. Pour illustrer un problème mécanique, « *la direction assistée est conçue par le fournisseur. Mais elle avait un petit problème. Cette direction assistée spécifique a été conçue pour les autoroutes, donc la vitesse de rotation maximale du volant d'inertie était très limitée [...]. En fait, le véhicule sortait de la voie parce qu'il n'y avait pas assez de rotation possible sur le volant d'inertie. Donc là, on ajoute simplement une couche logicielle pour contourner le problème* » (Interview 5). Dans ces deux cas, les technologies de l'IA ont été utilisées de manière créative pour réviser les problèmes rencontrés liés aux capteurs, ou à des limites mécaniques.

- Troisièmement, il est intéressant de noter que pour certaines inventions basées sur l'IA, la motivation principale est de favoriser des stratégies de réduction des coûts. En effet, la concurrence dans les industries établies est principalement orientée vers la réduction des coûts. Une des possibilités envisagées par les inventeurs est de réduire (voire de supprimer entièrement) le nombre de capteurs utilisés pour une fonctionnalité donnée en s'appuyant sur les technologies d'IA, comme le décrit un des auteurs : « *Je supprime mon capteur parce que je n'ai pas besoin de quelque chose de très précis, et un algo peut le faire. [...] La première idée, qui était un estimateur basé sur un algorithme, nous l'avons développée. [...] Le but était de supprimer le capteur* » (Interview 7). La deuxième possibilité envisagée est de réutiliser des capteurs préexistants et, sur la base des technologies de l'IA, de développer de nouvelles fonctionnalités avec ce capteur. Ce qui est intéressant, c'est que de telles inventions, dont la motivation première est la réduction des coûts, ne sont pas intégrées au véhicule, mais servent d'argument de négociations avec les équipementiers : « *Finalement, nous n'avons pas utilisé [le brevet]. C'est-à-dire que ce n'est pas un brevet que nous exploitons, parce qu'au final, le choix stratégique de l'entreprise, c'était d'acheter [le capteur] chez un tiers un ou un tier 2 [c'est-à-dire un fournisseur]. Mais, de toute façon, il a été utile pour négocier le prix [du capteur], bien sûr* » (Interview 8).

Ainsi, les ingénieurs ADAS de Renault ont utilisé des technologies IA pour résoudre des problèmes de qualité identifiés à la suite de phases de test, tels que des problèmes de confort des passagers ou des défaillances mineures de mécanique ou de capteurs, ou même pour poursuivre des stratégies de réduction des coûts. Par conséquent, nous démontrons que les inventeurs de Renault ont systématiquement intégré les technologies d'IA à la suite de situations de résolutions de problèmes locaux, dans lesquelles les inventeurs visent à résoudre les problèmes identifiés lors de la phase finale du processus NPD par des utilisateurs. Cela signifie que l'exploration dans la conception de solution IA est limitée, voire absente. En effet, l'IA sert à répondre à des problèmes identifiés par des acteurs qui ne sont pas concepteurs IA, mais utilisateurs. Cela signifie que les concepteurs IA ne réalisent pas d'exploration pour identifier d'éventuels inconnus inconnus, mais se contentent de saisir les inconnus connus identifiés par d'autres. L'exploration est ici absente. Ensuite, pour répondre à ces inconnus connus, l'exploration est cette fois limitée par les performances attendues par les clients. L'approche ambidextre est donc différente de celle mentionnée par la littérature qui préconise que les solutions et leur performance soient proposées par l'ingénierie amont au début de la phase de NPD, et non à la fin de processus de NPD, de manière bottom up, et dont la performance est déjà fixée. Autrement dit, le cas de

l'intégration de solution IA permet l'identification d'une forme d'apprentissage et d'alignement des acteurs de l'ingénierie face à une transition technologique qu'est la voiture autonome. Cependant, cette forme d'apprentissage limitant l'exploration semble suivre une logique de conception réglée, et non de conception innovante. Par ailleurs, cela peut générer un désalignement entre l'ingénierie amont et aval.

6.3.2. LES FACTEURS QUI EMPECHENT LES AUTEURS DE BREVETS IA DE MENER DES ACTIVITES D'EXPLORATION POUR CONCEVOIR DES SOLUTIONS IA

L'un des premiers facteurs qui empêchent les auteurs de brevet IA de réaliser de plus amples explorations se situe au niveau du processus de conception des solutions. Pour commencer, toutes les initiatives de conception et d'intégration de solutions IA interviennent systématiquement à la fin du processus NPD. L'IA est intégrée en phase d'industrialisation du véhicule au lieu d'être un prérequis ou une spécification faite lors de la phase de conception amont de la recherche et de l'ingénierie avancée. Les inventeurs s'engagent à résoudre les problèmes techniques locaux soulevés lors de la dernière phase de développement des véhicules (des inconnus connus) : « *Il faut savoir que nous étions déjà en train d'industrialiser la voiture, nous n'avons pas le temps de revoir les capteurs à des fins de reconception. On était avec les capteurs pieds et poings liés* » (Interview 1). Ainsi, les inventions intégrant les technologies IA ne sont pas fondées sur la demande ou la proposition des équipes de recherche et d'ingénierie avancée, responsables de concevoir de nouvelles fonctionnalités (Rémi Maniak et al. 2014), ce qui aurait corroboré une approche ambidextre. Au lieu de cela, si les auteurs de brevets reconnaissent toujours la pertinence du processus NPD, le besoin d'une invention basée sur l'IA provient systématiquement d'un projet industrialisé en cours, comme l'illustre cette citation : « *Les équipes en amont travaillent davantage sur les nouveaux sujets que l'on souhaite introduire dans les véhicules suivants ou qui sont chargés d'étudier plus de sujets à venir. Et puis, dans l'équipe de développement, on travaille sur des thèmes directement liés à l'industrialisation d'un véhicule en cours* » (Interview 10). Ainsi, les technologies basées sur l'IA sont principalement utilisées pendant la phase d'industrialisation, comme une rustine pour résoudre des problèmes locaux. Mais elles ouvrent encore de précieuses voies créatives. En effet, aucun brevet IA n'a été déposé par des ingénieurs amont. Cela suggère que l'ingénierie amont ne serait pas suffisamment experte en IA pour proposer elle-même des solutions innovantes allant au-delà des performances attendues. L'ingénierie amont aurait donc besoin d'une modalité d'apprentissage dans les expertises exogènes liées aux transitions.

Le deuxième facteur concerne des aspects organisationnels. Les auteurs s'interrogent sur la responsabilité de l'innovation basée sur la data dans la chaîne de valeur de l'industrie automobile. Alors que la plupart des données sont collectées par les capteurs des véhicules, certains inventeurs affirment que ce sont les équipementiers qui doivent favoriser l'innovation basée sur l'IA, ou que les constructeurs automobiles doivent collaborer avec les équipementiers. Ce point confirme le constat porté plus haut par les Expert Leaders sur le fait que Renault ne fait qu'intégrer des innovations proposées par les fournisseurs. L'une des raisons de cette division du travail est, qu'en général, lorsque les constructeurs automobiles s'associent, ils ne sont pas incités à déposer de brevet ou à payer des droits de licence : *« Votre innovation, elle se fait avec les fournisseurs. Et ce sont les fournisseurs qui ont déposé des brevets. Donc quand on commence à s'associer avec un fournisseur, si ça marche, on a un droit prioritaire d'exploitation de l'innovation avec le fournisseur, c'est comme ça que ça marche en général. Mais, finalement, les fournisseurs ont déposé le brevet sur la solution technique, et ensuite c'est à vous de présenter la solution pour un co-développement. Mais au final, le fournisseur reste propriétaire de l'idée. Vous, vous avez l'usufruit, mais pas la propriété industrielle »* (Interview 7). *« Ce sont plutôt les fournisseurs qui sont responsables du développement de la partie intelligente du capteur. Ils seront les consommateurs des méthodes de l'intelligence artificielle. Nous, seulement de la partie fusion de données »* (Interview 9). En outre, il convient de souligner que dans l'approche de résolution de problèmes décrite dans la section supérieure, le point de départ de certains projets basés sur l'IA est également la résolution des problèmes, mais techniques, car liés aux capteurs développés par les équipementiers. Ce point illustre la situation de l'inconnu désirable exogène, pour lequel l'expertise n'étant pas encore suffisamment constituée pour proposer elle-même des solutions fait appel à des solutions externes. Cependant, l'expertise ici est suffisamment constituée pour constater que les solutions externes ne répondent pas au niveau de performance requis. Pour y faire face, l'ingénierie adopte la même stratégie de résolution de problème précédente.

Un autre facteur se situe au niveau technique. Avec la hausse des capteurs sur les voitures, les entreprises automobiles collectent davantage de données, ce qui conduit à des ensembles de données volumineux. Cependant, la gestion de ces données représente l'un des principaux obstacles : le principal problème soulevé concerne soit (1) le manque de données étiquetées pour effectuer des analyses basées sur l'IA, soit (2) la capacité à regrouper différentes sources de données. Pour commencer, il faut traiter les données pour les rendre analysables : les données disponibles sont principalement brutes, et donc pas appropriées pour des analyses ultérieures basées sur l'IA. Ce point montre que l'ingénierie manque d'une expertise en big data suffisamment structurée pour apporter des solutions a minima satisfaisant sur la gestion de ces données, comme

nous l'avons vu dans le chapitre précédent. Il n'existe effectivement pas de domaine d'expertise stratégique en big data chez Renault. Ensuite, une autre question soulevée pour fournir des ensembles de données plus précieux concerne la capacité à regrouper différentes sources de données. Les principaux mécanismes des fonctions ADAS étaient basés sur une logique « un capteur pour une action ». Cependant, la multiplication des capteurs implique une augmentation des sources de données disponibles pour une décision à prendre par l'algorithme. Cela constitue un défi technique ad hoc : « *Ça veut dire qu'il faut ajouter des capteurs, des radars, des ultrasons, etc. et on commence à avoir beaucoup de capteurs. Et c'est là où, par exemple, les algorithmes d'IA pourraient déjà apporter beaucoup d'aide pour la partie fusion des données* » (Interview 8). Ces enjeux de fusion de bases de données apparaissent critiques et nécessitent à la fois des avancées techniques et la constitution d'une expertise ad hoc. Cela fait encore une fois écho au principe de l'inconnu désirable exogène, pour lequel l'expertise n'était pas encore suffisamment constituée pour proposer elle-même des solutions qui répondent au-delà du niveau de performance minimal. Les entreprises doivent constituer une équipe de Référents de la fusion de données, notamment en embauchant des experts, une action récemment engagée chez Renault comme le rapporte un des auteurs : « *la dernière vague d'embauche à laquelle j'ai participé, c'était des gens qui avaient des compétences pour développer des algorithmes pour fusionner les données des capteurs* » (Interview 9). **Ceci laisse entendre que pour faire face à la transition numérique (voiture connectée/autonome), l'ingénierie de Renault doit poursuivre son endogénéisation des expertises en IA et en data par absorption de connaissances externes (recrutement d'experts externes).** Cependant, ce n'est pas la même chose d'être data scientist pour le trading sur les marchés financiers que pour la voiture connectée par exemple. De même, ce n'est pas la même chose d'être développeur IA pour un chat boat en service après-vente, que développeur IA sur des capteurs. Ces experts en numérique, ne pourront se contenter de leurs connaissances acquises en dehors du monde automobile. Ils devront adapter leur expertise exogène à l'automobile, et ainsi s'aligner avec le reste de l'ingénierie de Renault. Ainsi, nous pouvons supposer que la simple absorption des expertises externes ne suffise pas pour répondre aux inconnus des transitions, un temps d'adaptation des expertises externes aux expertises internes semble nécessaire.

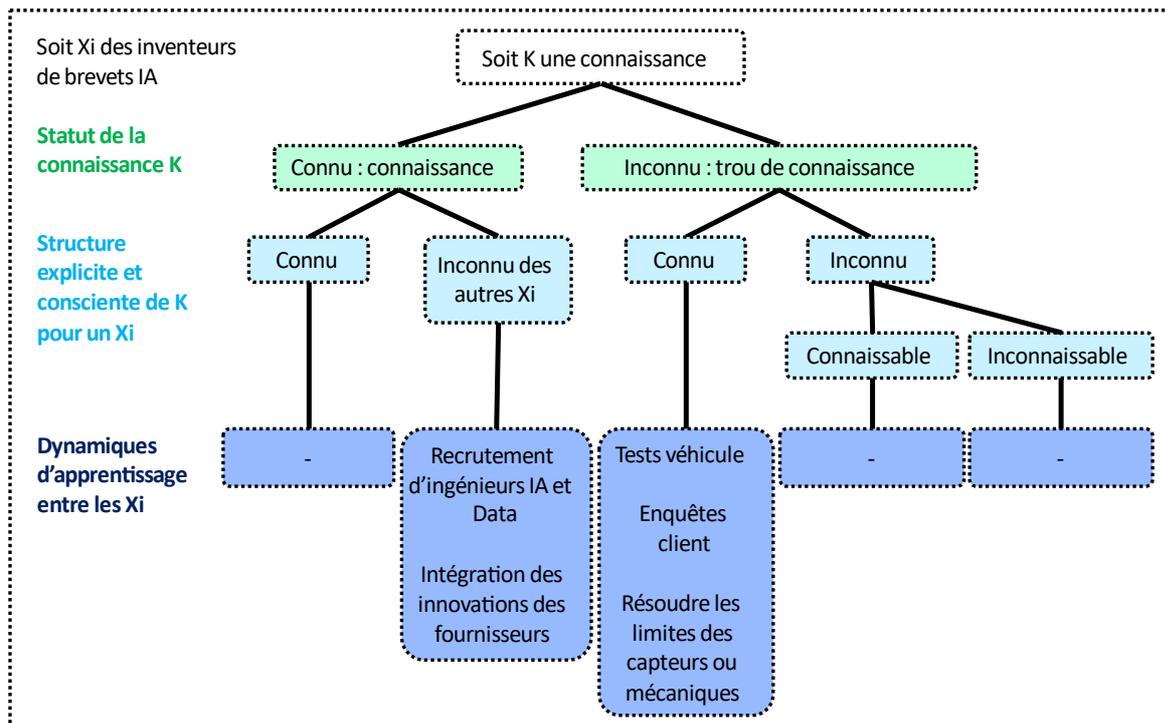
Enfin, le dernier facteur est de l'ordre de la légitimité des experts. **Alors que ces experts majoritairement rattachés au domaine d'expertise ADAS ont individuellement été capable de développer des compétences en IA autour de leurs objets, au point d'être reconnus par des pairs externes comme des experts en IA, ils ne se sentent pas légitimes en IA.** Les auteurs ont en effet été retrouvés grâce à une identification minutieuse des brevets d'IA basée sur une requête

développée par une organisation internationale externe à Renault (WIPO). Mais la majorité d'entre eux n'ont pas le sentiment d'avoir déposé des brevets en IA. Ce point a été soulevé pour la première fois dans les échanges d'e-mails avec les auteurs avant les entretiens, mais aussi pendant les entretiens. Comme l'ont mentionné certains : « *Je ne me considère pas comme quelqu'un d'actif dans la communauté de l'IA [...] Nous n'avons pas développé ce brevet avec Gérard en nous disant "nous faisons un brevet sur l'IA"* » (Interview 2) ; « *Pour ce brevet spécifique, à mon avis, ce n'est pas de l'IA... mais encore une fois, il y a toujours ce qu'on appelle IA, mais pour moi, de l'IA pure, ce n'est pas le cas* » (Interview 10). Deux phénomènes peuvent expliquer ce sentiment de ne pas contribuer aux inventions basées sur l'IA. D'une part, les technologies de l'IA sont principalement utilisées par les inventeurs actifs dans le paysage ADAS, et ils considèrent principalement l'IA comme une innovation incrémentale ou une sorte de « mot à la mode » dans leur domaine. La percée technologique de l'IA ne conduit à aucune voie d'exploration majeure, car il n'y a pas de changement majeur de l'architecture du produit, c'est-à-dire du véhicule lui-même. Comme le mentionnent les experts en ADAS : « *Pour vous dire, j'ai un peu de mal à faire la différence entre l'IA et beaucoup d'autres choses [...]. Aujourd'hui, on parle d'IA pour mettre des mots sur des choses qu'on faisait aussi avant [...], qu'on nommait différemment [...], mais qui existaient déjà. Donc honnêtement, de ce que je sais, [...] il n'y a pas de rupture majeure, on peut le dire comme ça, qui justifie d'appeler ça IA* » (Interview 4). Dès lors, comme l'IA n'est pas considérée comme une nouvelle technologie en soi puisqu'elle a été incluse dans l'expertise ADAS, cela peut **limiter l'engagement à s'appuyer sur les technologies de l'IA pour suivre des voies plus disruptives**. D'autre part, alors que la définition de l'IA par WIPO inclut toutes sortes de technologies basées sur l'IA (logique floue, méthodes de recherche, programmation logique, etc.), la plupart des auteurs considèrent que l'IA est uniquement liée aux réseaux neuronaux et donc qu'ils ne contribuent pas à l'IA, comme l'illustre la citation suivante : « *Il n'y a pas de réseau neuronal au-delà de la solution qui a été proposée. Et sachant que vous dites [que le brevet est lié à l'IA], je me dis que oui, en fait, nous pourrions... mais non, nous avons utilisé de vieilles méthodes traditionnelles pour ce brevet. Donc c'est assez surprenant qu'il ait été catégorisé comme un brevet lié à l'IA, mais je dis que ce n'est pas si impossible en fin de compte* » (Interview 1). **Ce sentiment peut conduire à un manque préjudiciable de reconnaissance de l'expertise en interne. Ce manque de reconnaissance de leurs expertises en IA peut limiter leur capacité et leur légitimité à davantage développer leurs expertises vers l'IA, à exploiter pleinement les technologies IA pour développer des solutions plus en rupture pour la voiture, et peut également nuire à la diffusion de leur expertise IA dans le reste de l'entreprise. Ce sentiment de manque de légitimité, que nous retrouvons également chez les Expert Leaders nous permet de déduire qu'il**

Il y a eu un phénomène d'endogénéisation de l'expertise IA malgré les experts ADAS et l'ingénierie. Ce phénomène d'endogénéisation interne validé par l'externe est similaire à celui observé dans la publication scientifique par les institutions externes.

La Figure 21 résume les dynamiques d'apprentissages des inventeurs en IA, et montre que celles-ci sont d'une part faibles, et d'autre part inexistantes en matière d'inconnus inconnus :

Figure 21 — Dynamiques d'apprentissage des inventeurs en IA



Pour résumer, les transitions autour de la voiture connectée et autonome nécessitent des expertises exogènes au monde automobile telles que l'IA, la data, etc. Pour gérer ces inconnus, les experts constatent des incapacités techniques causées par le manque d'expertises sous-jacentes (IA et big data). Pour pallier ces manques, des recrutements externes d'experts dans ces domaines ont eu lieu, et certains experts d'autres domaines comme en ADAS, architecture véhicule, etc. ont élargi leur champ d'expertise en intégrant des connaissances en IA qu'ils ont adaptées à leurs objets d'expertise. Il y a donc eu un phénomène d'endogénéisation conscient avec les programmes de recrutement, mais également inconscient avec les experts ADAS et autres reconnus comme experts IA par des institutions externes, tel que le WIPO. Cette endogénéisation inconsciente signifie que pour gérer les inconnus des transitions, il ne suffit pas d'ajouter les expertises manquantes à la structure d'expertise en place : les experts en place doivent développer leur expertise en fonction et par intégration des expertises externes sous-jacentes à l'inconnu des transitions traité. Par ailleurs, si l'expertise IA est suffisamment

constituée pour permettre aux experts d'autres domaines d'apporter des solutions satisfaisantes pour répondre à leurs inconnus de type résolution de problème, elle ne suffit pas pour leur permettre de répondre au-delà des minimums requis et d'identifier d'autres inconnus dans les champs associés ; de son côté, l'expertise en big data n'est pas suffisamment constituée pour apporter des solutions a minima satisfaisantes sur l'étiquetage et le regroupement des données. L'ingénierie a donc besoin de modalités d'apprentissage pour aligner les expertises exogènes et les expertises endogènes au monde automobile. « Il y a environ 3-4 ans, on pensait que dans les années à venir, on aurait des véhicules autonomes... aujourd'hui, ce n'est toujours pas le cas, donc on se concentre toujours sur l'amélioration de l'existant, la prise en compte de nouveaux cas d'usage, etc. Donc la vraie disruption de l'IA, je pense [...] qu'elle va arriver bientôt [...], mais pour l'instant, on travaille à développer de nouvelles fonctions, pour lesquelles on peut dire qu'il n'y a pas beaucoup de disruption » (Interview 10). Cette citation nous laisse également supposer qu'en construisant ces expertises de manière concomitante, l'exploration dans ces domaines se fera plus désirable à terme. En effet, s'il y a eu désirabilisation avec les recrutements externes d'experts dans ces domaines, et création d'un domaine d'expertise en IA en 2016 pour répondre aux inconnus soulevés par l'IA, les expertises ne sont pas suffisamment constituées pour leur permettre d'identifier des inconnus désirables pour l'ingénierie et répondre au-delà des exigences minimales.

Et pour cause, nous avons vu que les experts manquaient d'outils que ce soit pour endogénéiser ou désirabiliser les inconnus connus ou les inconnus des transitions. Or, parmi les derniers domaines d'expertise créés chez Renault, l'un d'entre eux est dédié au développement d'outils et de méthodes d'innovation : le DES Innovation Patterns. Ce point soulève de nouveau l'originalité perçue lors de l'institutionnalisation en 2015 de domaine d'expertise, non pas technique ou scientifique, mais en gestion. Une première question apparaît donc sur la nature de l'expertise, s'agit-il des fameux experts de l'inconnu identifiés dans la littérature ? Quelle est la nature de leur expertise ? Peut-on parler d'expertise au même titre que les expertises techniques ?

6.4. LES EXPERTS DE L'INCONNU COMME CAPACITES D'INNOVATION RADICALE POUR LES INCONNUS INCONNUS A L'INGENIERIE DE RENAULT

Pour commencer cette modélisation des experts en innovation patterns, il convient de comprendre en quoi ils sont experts. Nous avons donc décidé de reconstituer leurs origines, conformément à la règle des dix ans nécessaires à la construction d'une expertise (Chase et Simon 1973 ; Hayes 1989 ; Weisberg 2006). Ceci nous a conduits à étudier l'ingénierie amont.

6.4.1. L'INGENIERIE AMONT ET LE DEPARTEMENT CREATIVITE ET VISION

En parallèle de la filière d'expertise, l'ingénierie de Renault a structuré les activités de l'ingénierie amont. D'après notre compréhension basée sur les entretiens réalisés avec les auteurs et les multiples sources secondaires disponibles, les principales étapes de déploiement organisationnelles d'une ingénierie de l'innovation radicale furent les suivantes. Fin 2005, le conseil d'administration de Renault a annoncé une restructuration du processus d'innovation et de l'organisation de l'innovation de l'entreprise. Le nouveau département de Recherche et d'Ingénierie Avancée (R&AE) a été créé le 1er janvier 2006 pour prendre en charge l'ensemble des activités exploratoires. Il comprend l'ancien département de recherche et une nouvelle équipe transversale dédiée au processus d'innovation et au développement d'outils de gestion. Ce département est alors sous la direction de Michel Vimont. En 2008, Dominique Levent, rattachée à Yves Dubreil, directeur adjoint de la DREAM, lui-même rattaché à Michel Vimont, présentait une grande expérience dans la gestion de l'innovation au sein de l'entreprise. Elle a ainsi pris la tête du sous-département de veille technologique. En 2010, avec le départ d'Yves Dubreil, ce département de veille technologique est devenu la direction de la Créativité et Vision. Lors de la création de l'alliance, elle devient la DEA-IC en 2016 (Direction Engineering Alliance — Innovation Creativity). Le but de cette direction est de développer des outils, soutenant les capacités d'innovation de Renault. Avec son équipe, Dominique Levent a créé une organisation innovante orientée vers la conception (Hatchuel *et al.* 2002 : 20), inspirée du principe du « laboratoire d'innovation » selon le concept de Hargadon et Sutton (2000). Cette division a pour objectif de mettre en œuvre et de diffuser des méthodes de créativité dans l'entreprise, ainsi qu'une vision à long terme de l'innovation. Cela a fait évoluer progressivement les veilleurs technologiques vers de nouvelles missions : veille technologique et prospective, mais aussi animation d'activités de créativité et d'innovation. Ainsi, depuis 2008, cette Direction de la Créativité s'est agrandie, au fur et à mesure que de nouveaux enjeux d'innovation ont été identifiés et pris en compte. Ce département a donc développé de nombreux outils et projets (Figure 22) pour améliorer les activités de R&D actuelles face à la difficulté des explorations de R&D de rupture. Plus précisément, ces outils adressent aussi bien les inconnus connus qu'inconnus (Figure 23), que ce soit pour les explorer, les désirabiliser ou les endogénéiser (Figure 24) :

- En 2007, la responsable du département Créativité organise la première **Learning expedition (LX)** en Californie où elle emmène des dirigeants de Renault découvrir de nouvelles façons d'innover par la valorisation de l'échec, de collaborer entre les différents services et en dehors de l'entreprise (Touvard et Lebon 2017). Cet outil destiné aux décideurs permet donc d'explorer des inconnus connus.

- Cette LX a contribué à la création de **la Communauté d'innovation** en mars 2006, qui a réuni plusieurs fois par an, 25 membres de Renault, et des directeurs innovation d'entreprises partenaires, quelques universitaires, des consultants, des sociologues, etc. pour partager leurs connaissances sur des inconnus connus. La session plénière de mars 2008 a rassemblé une quarantaine de membres de divers réseaux industriels et d'innovation, ainsi que 30 cadres supérieurs et intermédiaires de l'innovation de Renault (Börjesson *et al.* 2014). Cet outil permet donc d'explorer des inconnus connus, parfois d'identifier de nouveaux inconnus inconnus et de les désirabiliser pour les explorer aux séances suivantes.
- Quelques mois plus tard, **l'Innovation Room** a été créée comme un espace pour présenter les tendances en matière d'innovation. Cet espace a été mis à la disposition des départements d'ingénierie, de design et de marketing pour qu'ils y installent des présentoirs afin de générer et de croiser les idées émergeant de leurs équipes opérationnelles, donc au niveau de l'ingénierie d'exploitation. Pour stimuler leur créativité, trois expositions thématiques annuelles ont été montées sur les tendances contemporaines de l'innovation, avec des contributions d'autres entreprises (Börjesson *et al.* 2014). Elle adresse donc l'identification d'inconnus connus.
- En 2009, un autre outil pour incuber des idées novatrices en impliquant davantage les départements de design industriel et de marketing dans la conception de prototypes conceptuels est lancé : le **Laboratoire Collaboratif pour l'Innovation** (LCI). Géré par les vice-présidents de la R&AE, du design industriel et du marketing, les responsables de ces départements étaient donc directement impliqués dans la sélection des concepts derrière chaque projet de démonstration, dans la nomination des membres du comité de pilotage des projets et dans la décision des concepts à proposer pour les processus NPD réguliers. Le LCI a été utilisé pour incuber les idées les plus perturbatrices liées aux concepts architecturaux, et a encouragé les équipes à travailler avec des partenaires externes pour explorer ces concepts (Börjesson *et al.* 2014). Le LCI encourage donc à explorer et endogénéiser des inconnus connus.
- En 2010, le département Créativité et Vision a recruté un community manager pour mettre en place et gérer une plateforme virtuelle afin de travailler sur la génération d'idées et les projets d'incubation transversaux. Cette plateforme intranet baptisée **Renault Creative People** a publié cinq appels thématiques, qui ont chacun généré environ 70 idées parmi lesquelles 9 ont été retenues pour devenir des projets d'incubation. Un département demande à réaliser une campagne en ligne. Des cadres supérieurs de la R&D

avec des experts ont aidé les départements à définir les thèmes de leurs campagnes. Les idées étaient générées par n'importe quel employé de Renault, commentées par les autres (10 000 participants sur les 68 000 employés). Les experts ont contribué à partager leurs connaissances pour nourrir les idées. Une petite équipe composée de représentants des départements R&D, design industriel et marketing et de représentants du département qui avait proposé le thème, s'est chargé de classer les idées en fonction de leur nouveauté, de leur pertinence et de leur popularité, mesurée par le nombre de commentaires qu'elles avaient suscités sur le forum. Les managers sélectionnaient ensuite les idées les plus populaires parmi les plus disruptives, et celles qui pouvaient être rapidement mises en place l'étaient. (Elerud-Tryde et Hooge 2014). Cet outil a pour vocation d'explorer des inconnus connus puisque fournis par un département, mais aussi de partager des connaissances en interne (endogénéisation).

- En 2012, Renault a mis en place le premier Corporate FabLab appelé **Creative Lab**, qui est un support de la phase amont du processus d'innovation classique. Ce processus est transverse à l'ensemble de l'organisation matricielle de Renault. Le FabLab interne a été conçu pour être accessible directement aux salariés, afin qu'individuellement, ils puissent mener des activités d'exploration concomitamment à leurs activités d'exploitation, c'est-à-dire développer leur ambidextrie individuelle (Lô 2017). Il s'agit donc d'un lieu d'exploration et d'endogénéisation individuelle d'inconnus de tous types.
- En 2013, l'open creative library a été développée pour d'une part proposer des abonnements à différentes revues dont des revues scientifiques, ainsi qu'à des ouvrages sur des thématiques variées : automobiles, sciences, développement personnel, RSE, économie..., permettant ainsi à tous les employés du technocentre d'accéder aux dernières connaissances, ce qui en fait un outil d'endogénéisation. Cette bibliothèque offre également un espace de créativité collective autour d'inconnus inconnus, plutôt de l'ordre de l'exploration et de la désirabilisation.
- En 2014, les activités de veille se sont transformées en dossiers de prospective (**Compass Seminar**) partagés avec Nissan, sur des sujets stratégiques pour l'Alliance et identifiés par les experts internes. Il s'agit donc d'un outil d'exploration d'inconnus connus.
- Le **Square** a été créé en 2016 comme un lieu d'expérimentation de nouvelles formes de collaboration et de mobilité douce. Il regroupe des entreprises et des associations, dont l'unique leitmotiv est d'explorer le futur des mobilités et les nouvelles manières de travailler. Il ne s'adresse donc pas directement à l'ingénierie de Renault. C'est donc un outil qui explore et endogénéise des inconnus connus et inconnus.

- Cette même année, des prestations de **coaching** pour des activités innovantes ont été organisées. Elles sont destinées à tous les salariés de Renault souhaitant de l'aide dans la gestion d'un projet innovant. Le coaching adresse aussi bien l'exploration que l'endogénéisation ou la désirabilisation des inconnus.
- Enfin, toujours en 2016, un concours d'intrapreneuriat appelé **Pitch & Poc**, a été mis en place pour encourager les salariés du groupe à devenir des intrapreneurs. Lors de la première édition, 251 projets ont été présentés, 10 ont été sélectionnés pour un bootcamp, et trois ont été pitchés devant les sponsors métiers internes concernés. L'un a même fait l'objet d'une présentation au CES de Las Vegas (le véhicule open source dérivé de la Twizy, POM). Si le Pitch vise la désirabilisation, le Poc sert l'endogénéisation.

De 2008 à 2021, certains outils ont évolué, d'autres ont disparu faute de budget et de sponsors internes, tels que Renault Creative People transformé en Pitch & Poc, lui-même arrêté en 2019, et plus récemment, la Communauté de l'Innovation le 10 juin 2020.

Figure 22 — Outils d'innovation du département Créativité et Vision par année - extrait d'une présentation de D.Levent du 8/02/2018

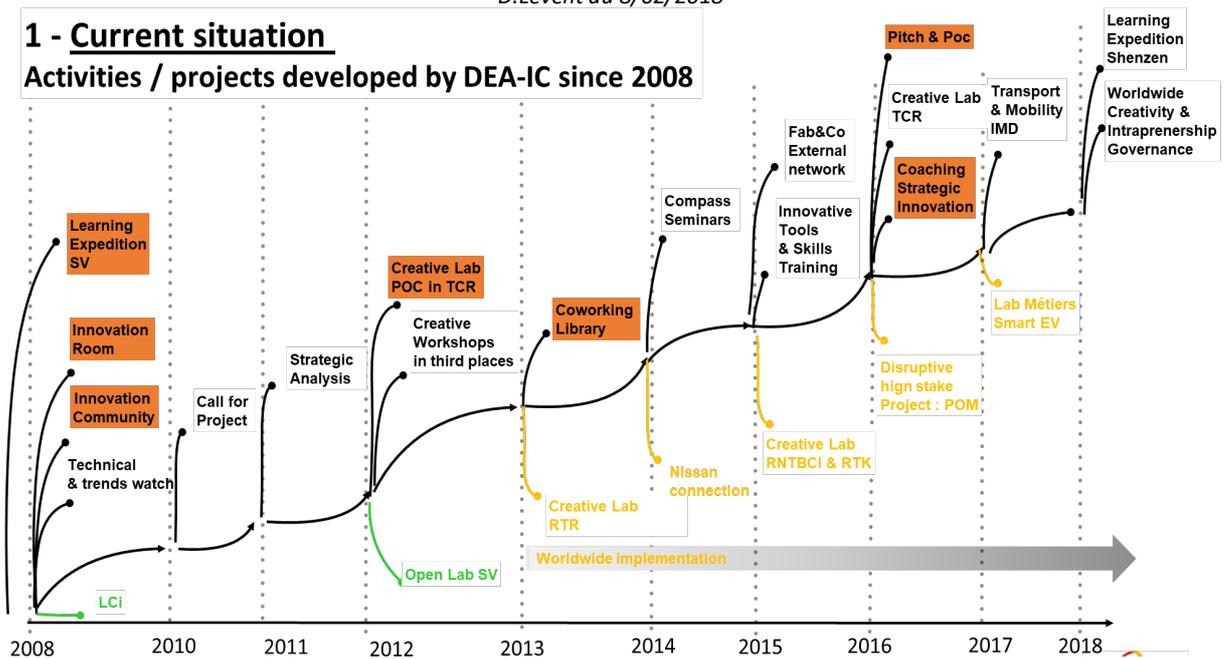


Figure 23 — Dynamiques d'apprentissage du département créativité et vision par types d'inconnus

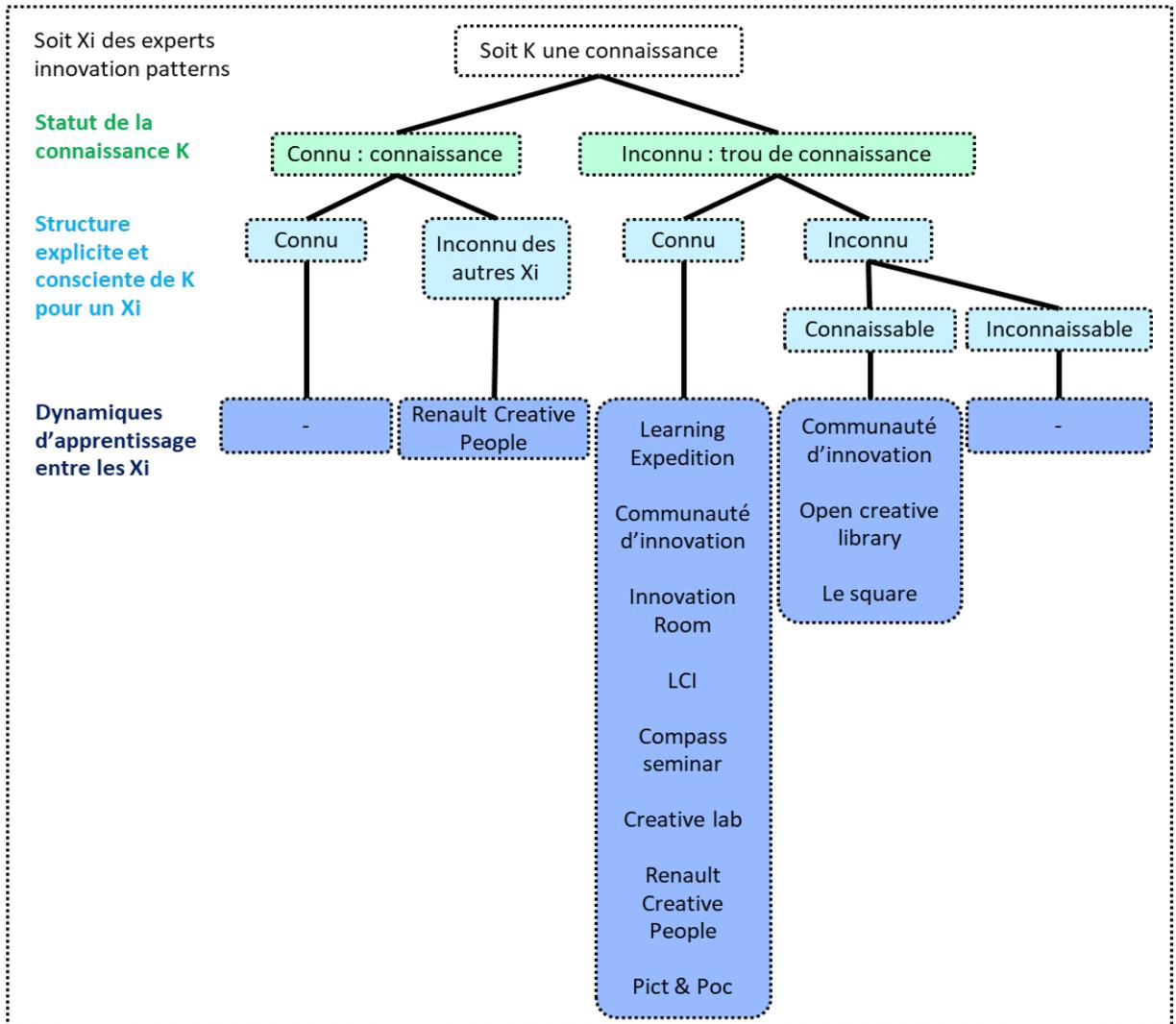
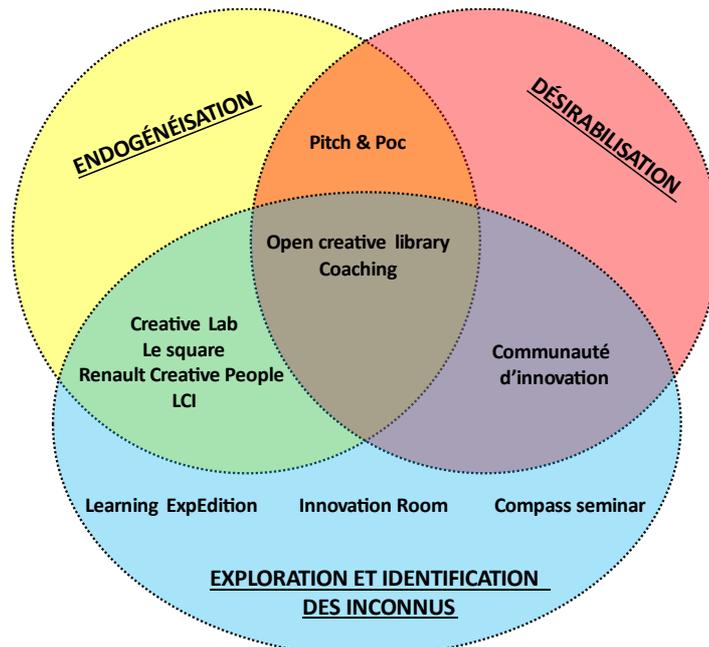


Figure 24 — Rôles des outils du département créativité et visions



6.4.2. CREATION DU DES INNOVATION PATTERNS

En 2017, la Direction Engineering Alliance Innovation (DEA-I, ex R&AE), sous-direction de la DREAM, observe quelques difficultés organisationnelles et de management de projet : l'entreprise n'est pas suffisamment agile, les processus sont trop longs, les transformations ou projets sont chers, mal coordonnés, et l'entreprise ne parvient pas à coordonner les métiers de manière transverse. En parallèle, la direction Créativité et Vision (DEA-IC) contribue à l'ambition stratégique de la Direction Engineering Alliance Innovation (DEA-I), ainsi qu'à d'autres départements de l'entreprise. Cette direction compte en effet des compétences rares, comme l'identification de potentiels inconnus en ruptures grâce aux activités de veille, leur interprétation et leur diffusion grâce à l'innovation room, les compass seminars et les formations (exploration) ; une meilleure animation de la phase d'incubation des idées (désirabilisation) afin d'accélérer et faciliter la gestion des projets d'innovation (endogénéisation) avec les bons partenaires et experts par le coaching ; ainsi qu'une meilleure identification et phase de développement d'expertise et de compétences stratégiques, aboutissant à l'identification de nouveaux métiers grâce aux activités du Créative Lab et du coaching (endogénéisation et exploration). Ces caractéristiques stratégiques justifient la nécessité d'un ancrage plus fort de ces compétences dans l'ingénierie, et surtout la nécessité de créer un lien avec la filière d'expertise pour en soutenir les activités. C'est dans ce contexte qu'en décembre 2017 la proposition d'institutionnaliser un DES en outils d'innovation est formulée à Nadine Leclair, et qu'apparaît en avril 2018 **le domaine d'expertise intitulé Innovation Patterns (DES IP), dont le but est de proposer aux autres experts des outils et des méthodes pour concevoir l'innovation radicale.** Dominique Levent, directrice du département Créativité et Vision, en est nommée Expert Leader. Dans sa lettre de nomination d'Expert Leader Innovation Patterns, il est précisé que Dominique conserve son rôle de Directrice Créativité, alors que les autres Expert Leaders sont totalement dédiés à la gestion de leur domaine. En effet, la frontière entre les activités du domaine d'expertise stratégique Innovation Patterns et du département Créativité et Vision est très fine, voire inexistante. De plus, les experts potentiels du domaine d'expertise stratégique Innovation Patterns sont rattachés au département Créativité et Vision. Durant cette même année, Dominique Levent prend également la responsabilité de l'Institut de la mobilité durable, rattachée à la RSE de Renault. En effet, l'IMD offre deux opportunités : travailler son réseau externe et conduire des explorations pour identifier de nouveaux inconnus. Cela s'inscrit dans ses missions mentionnées dans sa lettre de nomination (Tableau 27), auxquelles s'ajoute son rôle d'identification d'inconnus inconnus pouvant impacter le business de Renault (« *d'anticiper les changements à venir (ruptures en produits, services, processus et compétences — Prendre en charge les sujets émergents : capter et interpréter les*

signaux faibles) ayant un risque d'impact sur le business et la stratégie de Renault »); un rôle d'endogénéisation de ces inconnus (« assistance opératoire aux secteurs concernés de l'entreprise pour les mettre en mesure de transformer les opportunités d'innovation en valeur pour l'entreprise »); et un rôle de désirabilisation collective, car sans cela impossible de faire collaborer les équipes différentes (« construire les modalités de leur coopération »).

Tableau 27 — Extrait de la lettre de nomination de D.Levent au poste d'Expert Leader Innovation Patterns

<p style="text-align: center;">Fonction : Expert Leader Rattachement : Directeur de la Recherche et de l'Ingénierie Avancée Alliance Rattachement fonctionnel : Expert Fellow</p> <p>Finalités de la mission : Contribuer à entretenir et développer la capacité d'innovation de l'entreprise, de ses fonctions globales et faire fructifier le potentiel d'innovation de ses collaborateurs, pour une profitabilité robuste et durable ; et pour cela :</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Définir la roadmap de son domaine d'expertise stratégique en déploiement de la stratégie de l'entreprise,<input type="checkbox"/> Ouvrir l'entreprise sur l'extérieur, en s'appuyant sur les benchmarks et sur son réseau externe de spécialistes internationaux afin :<ul style="list-style-type: none">▪ d'anticiper les changements à venir (ruptures en produits, services, processus et compétences) ayant un risque d'impact sur le business et la stratégie de Renault▪ d'apporter une assistance opératoire aux secteurs concernés de l'entreprise pour les mettre en capacité de transformer les opportunités d'innovation en valeur pour l'entreprise▪ d'identifier les partenariats pertinents et construire les modalités de leur coopération avec les métiers<input type="checkbox"/> Construire son réseau interne : décrire les sous-domaines d'expertise et spécialités métier de son domaine d'expertise stratégique, s'assurer de la mise en place des Experts et des Référents, les animer fonctionnellement en coopération avec les Métiers, les faire monter en compétence, notamment par la formation à l'innovation et la créativité<input type="checkbox"/> Faire progresser le savoir et le savoir-faire, en particulier le coaching de projets d'innovation et le développement des méthodologies et outils associés : coopérations avec les experts de Nissan, chantiers d'expertise, diffusion et transmission du savoir afin de contribuer à la simplification de Renault<input type="checkbox"/> Prendre en charge les sujets émergents : capter et interpréter les signaux faibles, établir un diagnostic de pertinence et établir des voies d'exploration de la valeur automobile des innovations par les métiers.<input type="checkbox"/> Représenter l'entreprise et défendre ses intérêts auprès des interlocuteurs extérieurs. <p>Missions managériales : Créer de la performance durable pour l'entreprise en s'appuyant sur la motivation des équipes, par la mise en œuvre du Renault Way :</p> <ul style="list-style-type: none">• Fédérer et accompagner son équipe au service des clients (« Garder toujours le client à l'esprit »)• Donner de l'autonomie d'action et de décision à son équipe, en ligne avec la stratégie de l'entreprise et encourager la prise d'initiative et l'innovation (« Apporter sa contribution »)• Créer les conditions d'une écoute respectueuse et de débats productifs, favorisant la prise de décision transparente et rapide (« Parler vrai »)• Encourager le développement de son équipe et de ses collaborateurs en incitant, motivant et partageant des feedbacks réguliers et constructifs (« Apprendre au quotidien »)• Guider son équipe vers plus d'agilité et assurer une prise de décision au bon niveau opérationnel (« Faire simple »)
--

Champs d'action :

- Périmètre d'entreprise** : Groupe Renault
- Périmètre géographique** : Monde
- Périmètre technique** : Domaine d'Expertise Stratégique Innovation
- Périmètre temporel** : moyen et long terme, court terme
- Réunions de décision clé** : Comités de Gouvernance de l'Innovation dont notamment : Compass Seminars, Séminaires Expert Leaders, Séminaires de Domaine d'Expertise Stratégique, Comité exécutif de l'IMD

Livrables et indicateurs principaux :

- Livrables** : cartographie des réseaux d'experts (interne et externe), Compass Seminars, Chantiers d'expertise, Benchmarks et learning expeditions, formations, roadmaps, réalisations majeures prévues pour l'année à venir.
- Indicateurs** : indicateurs de quantification des livrables ci-dessus, indicateurs d'impact des livrables ci-dessus sur la satisfaction client et sur la performance QCD de l'entreprise.

Coopérations clés :

- Les **métiers de son domaine d'expertise** pour transmettre et pérenniser savoir et savoir faire
- Les **autres Expert Leaders** afin de contribuer au déploiement de la filière expertise et d'identifier les potentiels de progrès aux interfaces des domaines d'expertise stratégiques
- Nissan** dans le cadre des synergies Alliance
- Daimler** dans le cadre des coopérations et Vaz dans le cadre du partenariat
- Les **experts du réseau externe à l'entreprise**.

6.4.3. LE DES INNOVATION PATTERNS POUR SOUTENIR LES CAPACITES D'INNOVATION DE L'INGENIERIE DE RENAULT

6.4.3.1. DEFINIR LES MISSIONS DU DES IP

Après la création du DES IP, l'Expert Leader, Dominique Levent, a dû présenter les intentions du DES lors d'un Kick off du DES Innovation Patterns le 11 octobre 2018 : l'objectif principal du DES IP est de « *booster les capacités d'innovation du groupe* ». Pour cela, l'Expert Leader s'inspire de l'ambidextrie alliant des activités d'exploration pour identifier les inconnus et d'exploitation pour les désirabiliser et les endogénéiser. Dans le cas particulier de Renault, il s'agirait de « *préparer les mentalités des collaborateurs, et donc du groupe, aux potentielles disruptions, partager et apprendre des collaborations avec des acteurs plus innovants ou agiles tels que les startups ou les nouveaux acteurs, casser l'organisation de l'entreprise en silo, et enfin libérer le potentiel créatif et le renouvellement continu des compétences* ». Nous comprenons, que la simple nomination d'acteurs en charge d'identifier des inconnus et de faire travailler les autres collaborateurs dessus, ne peut fonctionner sans avoir au préalable développé un minimum de culture d'entreprise en faveur de l'innovation. Ainsi, **le DES Innovation Patterns doit préparer les mentalités des collaborateurs, en plus d'identifier les inconnus, de les désirabiliser pour convaincre des collaborateurs de travailler dessus, et de les endogénéiser.**

Depuis le Kick off d'octobre 2018, l'identification et la définition des missions portées par les experts DES IP ont évolué en essentiellement trois étapes. D'abord, Dominique Levent a dû préciser les missions du DES. Cependant, elle était encore seule dans son DES, et n'est pas parvenue à identifier, dans son réseau, d'expert homologue en outils d'innovation avec qui échanger pour enrichir et challenger les missions déjà identifiées. Il semblerait que « nommer un expert en outils d'innovation dans un groupe industriel » soit une première. Dominique sollicite alors Brigitte Romagné, consultante indépendante en outils d'innovation et en intelligence collective. Celle-ci participant régulièrement à la communauté d'innovation est déjà familiarisée avec les objectifs de Dominique. Leurs échanges permettront à Dominique d'affiner les missions du DES IP. Autour de la mission principale de booster les capacités d'innovation, 4 leviers d'actions ont été envisagés (Figure 25) :

Figure 25 — Missions détaillées des 4 leviers d'action extrait d'une présentation de D. Levent à N. Leclaire
15-11-18/2018



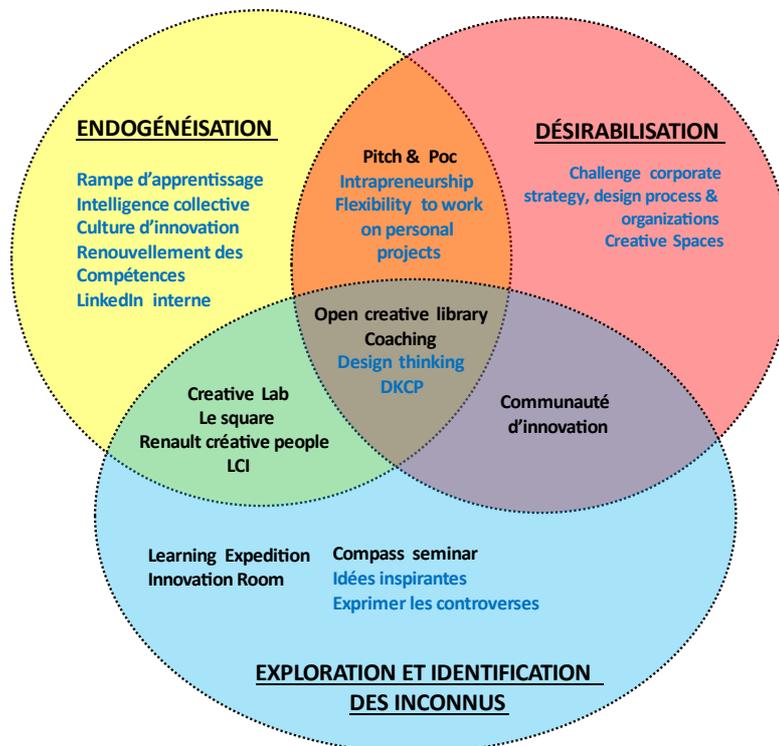
Ce qui est nouveau, c'est que trois missions sont clairement définies, et la quatrième vise à développer les outils pour réaliser les trois missions.

- La première mission « dynamique des connaissances — expertise — vision » vise le développement de capacité pour améliorer l'identification des inconnus inconnus, des transitions (scouting – open prospectif – express controversies – inspiring ideas).

- La deuxième, sur « les organisations, les processus et les stratégies d'innovation » encourage la désirabilisation en permettant aux collaborateurs de se saisir des inconnus identifiés, et de collectivement travailler dessus (Intrapreneurship - flexibility to work on personal projects - Creative Spaces - Creation and animation of open innovative communities around our fields - challenge corporate strategy, design process & organizations).
- La troisième mission contribue d'une part à développer la culture d'entreprise pour l'innovation (innovation friendly behaviour – entrepreneurship mindset), et d'autre part à endogénéiser les inconnus par l'exploitation ou le développement des compétences internes pour adresser les inconnus (internal linkedin – new skills).
- La quatrième mission vise à développer et animer les outils pour soutenir et réaliser les trois missions précédentes. Certains outils permettent aussi bien de désirabiliser, que d'endogénéiser ou d'explorer ou parfois les trois en même temps.

Parmi ces missions, la majorité trouve son origine dans le département créativité et vision, mais de nouvelles sont également envisagées (en bleu dans la Figure 26).

Figure 26 — Missions et outils du DES IP en novembre 2018

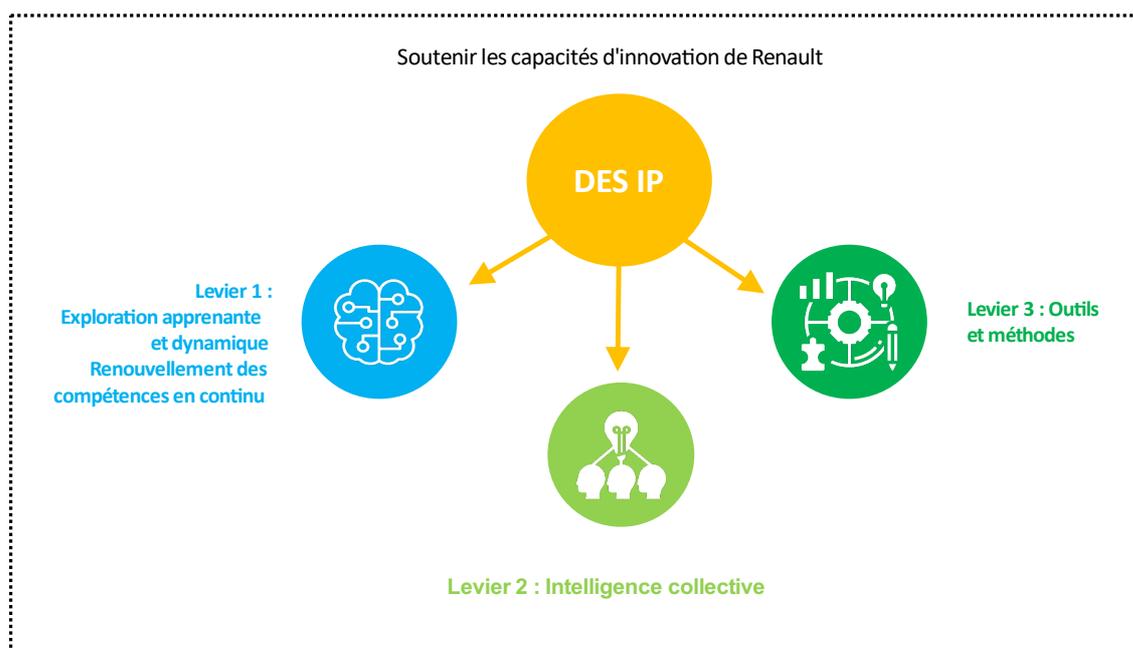


Entre 2018 et 2020, Dominique Levent travaille à faire nommer des experts et des Référents selon les missions identifiées précédemment, afin que celles-ci soient portées par les experts du domaine. Cependant, elle rencontre de nombreuses difficultés d'ordre administratif, comme

nommer un collaborateur alors qu'il est rattaché à une autre direction, ou un autre qui n'a pas le bon niveau hiérarchique. Puis, les différentes crises et la mise en place du plan de départ ont fait apparaître de nouvelles difficultés liées à la rétention des experts récemment nommés et au départ de potentiels experts pas encore nommés.

Lors de l'année 2021, plusieurs ateliers de réflexion sur les missions du DES IP ont été organisés entre l'Expert Leader, un Référent et moi. Entre 2018 et 2020, la définition des missions du DES IP s'est considérablement enrichie grâce aux deux années de maturité acquises par le DES IP et ses membres à travers l'évolution des compétences de ses équipes et des expériences. Si la mission principale, « soutenir les capacités d'innovation », de Renault n'a pas changé, les 4 leviers d'actions ont évolué en trois. Le 4^e dédié aux « Organisations/Processus/Stratégie d'innovation » rassemblait des missions qui pouvaient se réorganiser dans les trois autres leviers, justifiant ainsi sa disparition (Figure 27).

Figure 27 — Missions et leviers du DES IP



Pour chaque levier, des missions ont été identifiées. Pour chaque mission, des réalisations passées, des experts dans le DES IP ou chez Renault ou ailleurs que chez Renault ont été identifiés. Le premier levier « dynamique des connaissances — expertise — visions » est devenu le levier **Exploration apprenante et dynamique — Renouveau des compétences en continu** et compte quatre objectifs encore destinés à soutenir l'identification des inconnus et les désirabiliser :

- Construire des rampes d'apprentissage et mettre en avant les idées contradictoires sur les futures transformations et ruptures stratégiques pour guider les futurs développements de l'entreprise
- Exprimer les tendances, leur donner du sens pour nourrir les imaginaires
- En amont de la planification de l'innovation, soutenir l'identification et la définition de la stratégie de l'innovation par les Expert Leaders et les acteurs de l'innovation
- Déclencher la recherche d'écosystèmes favorisant l'échange de connaissances et l'émergence de concepts pour créer des opportunités non prévisibles dans des zones non explorées et non seulement sur des portefeuilles stabilisés

Le levier suivant, intelligence collective, continue de contribuer au développement de la culture d'entreprise, et à l'endogénéisation des inconnus en réfléchissant aux formes d'organisation collective pour aider l'ingénierie à s'emparer des inconnus :

- Préparer le travail collectif en créant un environnement au sens large propice à renforcer l'estime de soi concernant ses capacités créatives et sa contribution au collectif par l'écoute et la bienveillance. Propagation virale
- Mobiliser l'intelligence collective pour effectuer de la veille et analyse stratégique — Open prospective
- Missions coaching (Conseil, facilitation,...) pour accompagner les projets individuels ou collectifs
- Construction, renouvellement en continu et animation d'un catalogue de formation sur les méthodes d'innovation pour développer la culture d'innovation en entreprise (favoriser l'intrapreneuriat, diversifier les profils, valoriser les erreurs, savoir tuer les idées rapidement et rebondir vite...)
- Place de marché des compétences (Open Badge...) pour identifier dans l'entreprise les compétences qui manquent dans une équipe projet

Le rôle du troisième levier sur les outils et méthodes est de soutenir les objectifs des deux leviers précédents :

- Se doter de méthodes pour générer de l'innovation
- Avoir des méthodes pour promouvoir l'innovation
- Concevoir, organiser des lieux propices à l'émergence de l'innovation. Gestion, management et animation du lieu.
- Concevoir un outil permettant de structurer efficacement les rampes d'apprentissage pour prendre les bonnes décisions

- Concevoir un outil analysant la stabilisation du vocabulaire décrivant le projet, pour identifier sa phase de développement (exploratoire ou dominant design)
- Développer un outil permettant d'identifier l'acteur générant le plus de valeur dans le cadre d'une coexploration
- En parallèle du portefeuille d'innovations planifiées, renforcer le processus d'entrée et de hand over de sujets bottom up : intrapreneuriat, coexploration, open innovation,... pour dynamiser et enrichir le portefeuille d'innovations, motiver les employés, stimuler les relations avec les partenaires en disposant d'un processus actif de place de marché des innovations (concepteurs sponsors/clients)

6.4.3.2. L'APPROPRIATION DES MISSIONS PAR LES EXPERTS ET REFERENTS DU DES IP

Ce recensement et cette explicitation des missions avaient pour objectifs de créer une vision commune du DES, de définir les rôles de chaque membre du DES, et d'identifier les missions qui n'ont pas encore trouvé d'Expert ou de Référent responsable. Dans cette logique, les missions précédentes ont été présentées à l'ensemble des experts et Référents du DES IP lors d'une réunion en juin 2021. Plusieurs événements surprenants ont alors eu lieu. Pour commencer, leur première réaction était de trouver ce tableau difficilement appropriable. En effet, certaines missions comportaient de nombreux concepts que les experts et Référents ne comprenaient pas. L'appropriation du langage technique de l'exploration, manipulé par l'Expert Leader, reste un exercice difficile pour eux, ce qui démontre un écart de compétences théoriques entre Dominique Levent et ses experts et Référents. La note ajoutée par un Référent « qu'est-ce qu'une rampe d'apprentissage » dans le Tableau 28 en est un parfait exemple. Ce point est en opposition avec les déclarations des autres Expert Leaders qui se sentent moins experts que leurs experts. Ainsi, il faut associer les experts à la définition des missions pour contribuer à la construction d'un langage spécialisé commun et à une appropriation des missions à couvrir. Les experts et Référents nommés et pressentis se sont donc organisés en sous-groupe pour retravailler les catégories qui les concernaient selon la répartition suivante :

- Exploration apprenante et Renouveau des compétences en continu : Expert écosystème innovant, Référent expérience client en innovation, Expert outils et méthodes de conception innovante, Référent Customer Narrative Dynamics ;
- Intelligence collective : Référent outils et méthode d'innovation, Référent fablab, Référent intelligence collective.

- Outil et méthode : Expert outils et méthodes de conception innovante, Référent outils et méthodes d'innovation, Référent C-K, Référent facilitation graphique en conception.

Chaque sous-groupe a organisé deux à trois sessions de travail afin de soumettre une reformulation des missions. Mais, ce travail de réappropriation n'a pas semblé aboutir correctement. La Référente en intelligence collective a alors organisé un atelier de réflexion avec un outil d'intelligence collective où chaque participant a dû donner sa définition du « why » du DES IP et le « how, what » de ses missions dans le DES IP. Ce travail a permis de reformuler les missions précédentes du DES IP selon le point de vue des experts et des Référents en place dont nous voyons l'évolution depuis novembre 2018 dans le Tableau 28. Ainsi, dans la version de 2021, on observe une simplification de l'énoncé des missions, aussi bien dans le vocabulaire choisi que dans l'envergure envisagée. Il semblerait qu'il y ait un décalage entre l'Expert Leader qui souhaitait définir l'ambition du DES IP sur le long terme (Version de 2020 présentée lors de la réunion de juin 2021) et les définitions des experts et Référents du DES qui auraient adapté les missions à leurs capacités actuelles (version 2021). De cette manière, Dominique Levent souhaiterait identifier les écarts entre les deux versions, pour challenger ses experts et Référents, afin de mieux déterminer ce qu'ils auraient la capacité de couvrir à travers leurs missions et leurs évolutions futures. Ceci permettrait ensuite de cibler les missions non couvertes, mais essentielles pour maintenir les ambitions envisagées pour le DES IP et d'identifier les champs à couvrir par de futurs experts et Référents à identifier et à nommer.

Tableau 28 — Évolution des missions du DES depuis novembre 2018

Version 2018	Version 2020	Version 2021
Dynamic Knowledge / Expertises — Vision	Exploration apprenante et dynamique Renouvellement des compétences en continu	
Learning ramps structuring : - building competence through cluster projects to understand and guide our actions in the unknown - Tell stories of innovation paths to federate teams around consistent & fruitful innovation efforts Express controversies and resolve them at the end of debates	Construire des rampes d'apprentissage et mettre en avant les idées contradictoires sur les futures transformations et ruptures stratégiques pour guider les futurs développements de l'entreprise	Mettre en lumière les futures transformations stratégiques dans une logique d'apprentissages et de capitalisation de projets passés.
Inspiring ideas (Story telling, insightful investigations...)	Exprimer les tendances, leur donner du sens pour nourrir les imaginaires	Exprimer les tendances, leur donner du sens pour nourrir les projets.

Scouting and strategic foresight	En amont de la planification de l'innovation, soutenir l'identification et la définition de la stratégie de l'innovation par les Expert Leaders et les acteurs de l'innovation	Mettre en place des outils dédiés aux Expert Leaders pour renforcer leur mission d'innovation (Capacité de « critiquer » les sujets en tension qui vont s'imposer)
Open prospective (internal & external)	Déclencher la recherche d'écosystèmes favorisant l'échange de connaissances et l'émergence de concepts pour créer des opportunités non prévisibles dans des zones non explorées et pas seulement sur des portefeuilles stabilisés	Constituer des écosystèmes pour identifier de nouvelles opportunités, co-construire avec des parties prenantes et amplifier

Version 2018	Version 2020	Version 2021
Tools, methodologies	Outils et méthodes	
Innovative Design tools : KCP, Triz, user experience, business models, design thinking, creativity...	Avoir des méthodes pour générer de l'innovation	Apporter de la méthode pour soutenir l'innovation
Innovation spaces (Fab Lab, I-Room, Internal and external innovation communities, Intrapreneurs contests, etc.)	Concevoir, organiser des lieux propices à l'émergence de l'innovation. Gestion, management et animation du lieu.	Concevoir, organiser des lieux (réels ou virtuels) propices à l'émergence de l'innovation.
Sell ideas: – Boxing, Pitch and value proposal canvas - Arguing, convincing, federate - Proofs of concepts and demonstrators	Avoir des méthodes de promotion de l'innovation	Les gérer, les manager, les animer.
Apprentissages nécessaires pour les bonnes décisions	Concevoir un outil permettant de structurer efficacement les rampes d'apprentissage pour prendre les bonnes décisions	Apporter de la méthode pour promouvoir et communiquer sur l'innovation (émergence, résultats)
Vocabulaire pour initialiser de nouveaux champs d'action	Concevoir un outil analysant la stabilisation du vocabulaire décrivant le projet, pour identifier sa phase de développement (exploratoire ou dominant design)	Nouveau : Concevoir un dispositif pour construire et structurer les rampes d'apprentissage* (historiques et futures voies) pour aider à prendre les bonnes décisions stratégiques.
Fournisseurs/partenaires	Développer un outil permettant d'identifier l'acteur générant le plus de valeur dans le cadre d'une coexploration	* Qu'est-ce qu'une rampe d'apprentissage ?

	En parallèle du portefeuille d'innovations planifié, renforcer le processus d'entrée et de hand over de sujet bottom up : intrapreneuriat, coexploration, open innovation,... pour dynamiser et enrichir le portefeuille d'innovation, motiver les employés, stimuler les relations avec nos partenaires en disposant d'un processus actif de place de marché des innovations (concepteurs sponsors/clients)	Développer un outil permettant d'identifier le(s) meilleur(s) <u>partenaire(s)</u> dans le cadre d'une future coexploration.
--	--	--

Version 2018

Version 2020

Version 2021

Collective and individual effectiveness	Intelligence collective	
Innovation-friendly behaviour and culture Self-fulfilment & quality of worklife	Préparer le travail collectif en créant un environnement au sens large propice à renforcer l'estime de soi sur ses capacités créatives et sa contribution au collectif par l'écoute et la bienveillance. Propagation virale	1— Concevoir et/ou déployer des dispositifs d'accompagnement collectif ou individuel en favorisant l'autonomie des équipes/individus.
collective intelligence	Mobiliser l'intelligence collective pour effectuer de la veille et analyse stratégique — Open prospective	1.1— Savoir mobiliser les équipes pour faire un diagnostic partagé (méthodes, outils, énergie et mindset).
	Missions coaching (Conseil, facilitation, à compléter...) pour accompagner les projets individuels ou collectifs	1.2— Organiser les retours d'expérience en fin d'accompagnement
Skills renewing - Training	Construction, renouvellement en continu et animation d'un catalogue de formation sur les méthodes d'innovation pour développer la culture d'innovation en entreprise (favoriser l'intrapreneuriat, diversifier les profils, valoriser les erreurs, savoir tuer les idées rapidement et rebondir vite...)	1.3— Expérimenter les nouvelles méthodes d'intelligence collective et les évaluer.

Internal LinkedIn	Place de marché des compétences (Open Badge...) pour identifier dans l'entreprise les compétences qui manquent dans une équipe projet	2— Animer la montée en compétence en intelligence collective et mettre les acteurs compétents en réseau.
Intrapreneurship mindset		2.1- Développer les compétences de communication interpersonnelle au sein des collectifs (écoute et prise de parole).
		2.2 — Accompagner la construction de communautés et mettre en relation les acteurs.
Organisations/Processus/Stratégie d'innovation		
Intrapreneurship: - Flexibility to work on personal projects Creative Spaces - Sponsorship: managerial ability and resources to nest and improve intrapreneurial activities		
Creation and animation of open innovative communities around our fields of innovation (Fruitful playground)		
Continuous dialogue to challenge corporate strategy, design process & organizations		
Entreprise ambidextre (exploitation/exploration)		

Pour résumer, nous avons vu plus haut que les experts et les inventeurs manquaient d'outils que ce soit pour endogénéiser ou pour désirabiliser les inconnus connus ou les inconnus des transitions. Or, depuis 2009 des acteurs sont responsables de développer des outils et des méthodes pour identifier, endogénéiser, et désirabiliser des inconnus. Cumulant une expertise de plus de dix ans, reconnus en interne et en externe, ces acteurs ont été institutionnalisés comme experts Innovation Patterns, que nous assimilons aux experts de l'inconnu. La vocation de ces experts de l'inconnu est d'aider les autres acteurs de l'ingénierie face aux transitions, c'est-à-dire les 12 000 employés du bureau d'études de Renault. Cependant, nous observons un double paradoxe :

- les Expert Leaders, leurs experts et les inventeurs se servent rarement des outils développés par les experts de l'inconnu. Or les experts, en tant que structure du savoir de l'entreprise, doivent s'assurer de l'identification d'inconnu stratégique et de l'endogénéisation des connaissances nouvelles nécessaires au développement des inconnus. Nous avons vu que l'endogénéisation et la désirabilisation étaient nécessaires pour la gestion des inconnus ;
- les autres acteurs de l'ingénierie en revanche s'emparent des outils, mais dans une logique de conception réglée. Ils adressent uniquement les inconnus connus.

PARALLELE ECLAIRANT AVEC LA SNCF : LA NECESSITE DE DEFINIR DES MODALITES D'INTERACTION ENTRE LES EXPERTS DE L'INCONNU ET LES AUTRES EXPERTS

Évoqué dans l'introduction et le chapitre de méthodologie, nous avons identifié l'émergence d'un autre Expert de l'inconnu à la SNCF. La rareté de cette figure dans la littérature nous a motivés à élargir l'étude en dehors de Renault.

L'ingénierie de la SNCF performe elle aussi dans la gestion d'inconnus connus, et manque de compétences pour la gestion de projet d'innovation radicale.

À partir de 1850, les compagnies ferroviaires européennes ont été créées par des sociétés financières qui employaient de nombreux ingénieurs. Les premiers directeurs de chaque département d'ingénierie et leurs successeurs étaient des ingénieurs internes expérimentés et constituaient un « collège d'experts ». Si l'on considère qu'il y avait entre 15 et 20 départements d'ingénierie au 20e siècle, il y avait autant d'experts. Ces derniers démontraient leurs capacités d'expertise grâce à leur expérience professionnelle dans leurs domaines respectifs. Cependant, il s'agissait simplement d'une reconnaissance hiérarchique de leur expertise technique, puisqu'ils ne recevaient pas de titre officiel, mais de la reconnaissance interne, externe et internationale. En France, la SNCF a été créée en 1937 selon ce schéma et a maintenu le collège d'experts jusqu'en 2009. En effet, le contexte d'innovation intensive des années 90 a mis en avant le fait que **l'ingénierie de la SNCF serait plus performante pour les innovations incrémentales que radicales.** Cela s'explique par le fait que « *le problème des cheminots est qu'ils ont été formés pour améliorer un système existant considéré comme le meilleur, donc toute remise en cause aurait été perçue comme une baisse de qualité* » (Synapse 4, 2020). Comme chez Renault, les retours concernant les performances d'innovation de l'entreprise étaient mitigés. Cela signifiait deux choses : premièrement, la SNCF était excellente en matière d'innovation incrémentale, mais ne savait pas

et ne souhaitait pas faire d'innovation radicale ; et deuxièmement, que la SNCF devait développer une capacité d'innovation radicale. C'est pourquoi, en 2005, le président a modifié le nom de la Direction de la Recherche et de la Technologie (DRT) en la rebaptisant Direction de l'Innovation et de la Recherche (I&R), afin de soutenir ce changement organisationnel. Mais un audit interne réalisé en 2008 a mis en évidence que peu de changements avaient réellement eu lieu depuis. Cet audit a conclu qu'il convenait d'envisager la dissolution du département I&R pour le répartir entre les fonctions opérationnelles de la SNCF, proposant de revenir ainsi à un modèle organisationnel décentralisé, en place avant le service de recherche créé en 1966. Ainsi, les chercheurs de l'I&R ont été officiellement reconnus par l'entreprise comme étant inutiles ou incompetents, les rendant officiellement illégitimes pour prendre en main l'innovation. Cette situation peut probablement s'expliquer par le fait que si l'ingénierie était performante en innovation incrémentale, le simple changement de nom du département ne pouvait suffire. Le manque de méthodes scientifiques et d'outils collaboratifs robustes pour générer les concepts d'innovation radicale (les inconnus inconnus), les explorer, les désirabiliser, et les endogénéiser est probablement la principale cause de cette situation stagnante. **En 2009, la direction de la SNCF décide, elle aussi, d'institutionnaliser un réseau d'experts au sein du groupe afin de soutenir l'innovation.** Sa coordination a été déléguée aux cadres du département Innovation & Recherche. **Nous retrouvons là un point commun avec la création d'une filière d'expertise chez Renault, également pour soutenir l'innovation.**

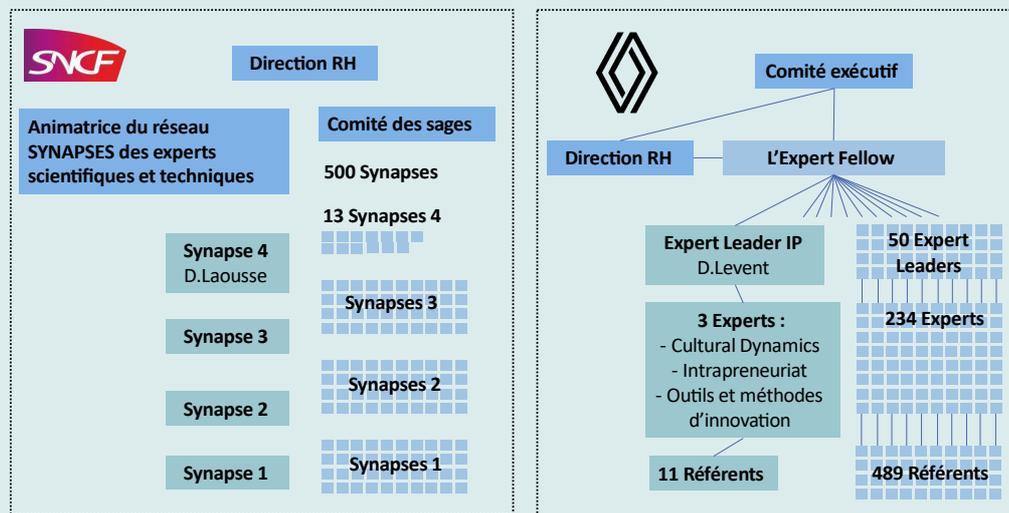
La stratégie d'organisation des experts de la SNCF : un panel de « synapses » scientifiques et technologiques en interaction

Aujourd'hui, ce « Réseau Synaps » est composé d'experts techniques et scientifiques des différentes entités de la SNCF, qu'ils soient responsables d'équipes d'ingénieurs ou non. Actuellement, 450 experts sont membres du Réseau Synaps, et ils sont répartis en quatre niveaux de maîtrise de l'expertise (Synapse 1, synapse 2, synapse 3 et Synapse 4) qui indiquent respectivement que la personne est considérée comme un junior, intermédiaire, expert, majeur dans son domaine (Figure 28). Le classement de chaque personne est basé sur sa capacité à mettre efficacement son expertise au service de l'entreprise, établissant un spectre de Synapses qui va « *de l'expert en devenir au véritable chef d'orchestre qui transmet et rayonne dans et hors de l'entreprise* », selon la communication officielle du réseau pour leur réunion annuelle du 7 janvier 2009. **Il y a donc un niveau d'expertise supplémentaire par rapport à la filière de Renault.**

Chaque Synapse est rattaché à un domaine scientifique ou technique et le réseau contient environ 20 domaines. Toutes les Synapses d'un même domaine développent l'expertise dans un même

domaine, mais à des niveaux de maîtrise différents, et sans lien hiérarchique. Ils assurent le développement de domaines clés pour soutenir l'innovation et la recherche collective d'inconnus. Pour cela ils peuvent s'appuyer sur leurs réseaux internes et externes pour soutenir des projets de R&D, industriels, des partenariats ou de nouveaux domaines d'expertise, autrement dit les inconnus connus. En effet, dans ce même document, il est souligné que leur raison d'être est de « dynamiser l'innovation et la recherche par des actions collectives et transversales, mais aussi d'assurer la pérennité et le développement d'expertises clés pour l'avenir du Groupe ». Ainsi, les synapses mobilisent globalement les mêmes outils que les experts de Renault pour soutenir l'innovation, si ce n'est qu'ils ont une obligation de publication scientifique quand celle-ci est optionnelle pour les experts de Renault.

Figure 28 — Organisation des experts chez Renault et à la SNCF



Malgré la différence entre l'approche d'ingénierie de l'innovation de Renault et l'approche scientifique de la SNCF, 10 ans après la mise en place de l'organisation des experts, les hauts responsables des deux systèmes d'expertise ont décidé de labelliser un nouveau domaine d'expertise dédié aux méthodes et outils d'exploration, désirabilisation et endogénéisation des inconnus inconnus pour la conception innovante.

La SNCF : nomination d'un Expert de l'inconnu pour développer des outils pour les experts dans l'inconnu

À la SNCF, le changement de nom de la Direction de la Recherche et de la Technologie (DRT) en Direction de l'Innovation et de la Recherche (I&R) en 2005 n'a pas provoqué la création d'outils, de méthodes ou de processus d'innovation. L'audit de 2008 l'a souligné, en suggérant que le département I&R pourrait incarner l'innovation en recréant davantage de liens avec les différents

métiers de l'entreprise. Néanmoins, la directrice du département I&R avait conscience que de nouveaux outils, méthodes et processus étaient essentiels pour éviter la dissolution du département. Elle a alors organisé une veille pour identifier les nouveaux outils et méthodes d'innovation. En participant en 2010 à une démarche de conception innovante qui réunissait diverses entreprises et institutions françaises, elle a découvert la méthode KCP et a rencontré les praticiens du KCP à la RATP. Elle a choisi de mettre en œuvre cette méthode à la SNCF, car cette méthode d'innovation industrielle associe chercheurs et opérationnels. Le thème de ce premier KCP était « *La maintenance des infrastructures en zone dense* ». Satisfaite des résultats et convaincue de la portée de cette méthode, elle a embauché l'Expert en KCP de la RATP, Dominique Laousse, en 2011 pour mettre en place ces nouveaux outils au sein du département I&R. Elle lui a demandé de présenter aux autres synapses le KCP lors de l'Université d'été Synapses, mais aussi, plus largement, d'assurer le changement organisationnel « de la R&D à la R-I-D » en se basant sur les travaux de chercheurs français (Hatchuel et al., 2001). En 2010, Dominique Laousse a travaillé au développement d'une formation interne pour les synapses avec des chercheurs du CGS, afin de faire évoluer la recherche vers les activités d'innovation. De 2012 à 2016, toutes les universités d'été ont été organisées selon les principes de conception innovante issus de la théorie C-K et des bonnes pratiques des ateliers KCP, avec une première journée d'acquisition et de partage intense de connaissances (exploration d'inconnus), et une seconde journée de conception collaborative (identification et désirabilisations d'inconnus inconnus). À la suite des présentations de la méthode KCP à toutes les universités annuelles du réseau Synapses, certains Synapses ont demandé à participer à des ateliers d'innovation. La notoriété des ateliers KCP, rebaptisés Lab en interne, a alors été amplifiée par les résultats des premiers ateliers thématiques, mais aussi par les nombreux articles dans les différents médias internes de l'entreprise. **Ce point se présente ainsi comme l'une des grandes différences avec les experts innovation patterns de Renault : les synapses ont été formés ou au moins sensibilisés aux méthodes de conception innovantes. Cela rend l'appropriation des outils développés par le synapse KCP plus facile, ainsi que sa mobilisation face à des inconnus exogènes indésirables.**

Ces résultats ont contribué à construire l'expertise et la légitimité interne de Dominique Laousse : « *J'avais deux/trois ans où je jouais ma survie avec tous les projets que je ne pouvais pas me permettre de planter* ». En 2014, il est nommé au niveau Synapse 2. « *C'était ambigu, car d'un côté j'étais reconnu comme expert et d'un autre côté je devais refaire mes preuves donc en 2014 j'ai été nommé synapse 2 en innovation. En même temps, ils reconnaissent l'expertise en innovation, mais en même temps ils ne savaient pas quoi en faire, parce que généralement ce sont des expertises techniques.* ». Entre 2010 et 2018, 98 labs ont été menés par le synapse 2 et ses

équipes. Il avait embauché 3 ingénieurs et 2 chercheurs doctorants. Il a formé deux d'entre eux pour animer le lab KCP, le premier est devenu Synapse 2 en 2015 et l'autre a été nommé Synapse 1 en 2018. En 2016, Dominique Laousse a finalement été nommé Synapse 4, ce qui témoigne d'une reconnaissance totale par les principaux ingénieurs que cet outil pour gérer les inconnus inconnus a beaucoup de valeur. **De la même manière que l'Expert Leader innovation patterns, il a fallu plusieurs années d'expérience pour que Dominique Laousse soit institutionnalisé comme Expert de l'inconnu pour développer des outils destinés aux experts dans l'inconnu.**

Pour résumer, que ce soit à la SNCF ou chez Renault, nous constatons que malgré la présence d'une filière d'expertise dédiée à l'innovation, celle-ci performe en matière conception incrémentale, et peine en conception radicale. Un expert dédié au développement d'outils d'innovation pour aider les autres experts à identifier, explorer et endogénéiser des inconnus a été institutionnalisé dans les deux entreprises. Dans les deux cas, nous pouvons dire qu'il s'agit d'experts de l'inconnu pour aider les experts dans l'inconnu. Il existe tout de même une différence importante entre les deux experts de l'inconnu : à la SNCF le synapse 4 KCP a construit son expertise tout en construisant les modalités d'animation des autres synapses et en les formant aux outils qu'il développait (formation, sensibilisation pendant les séminaires d'été). Ainsi les autres synapses sont plus à même d'utiliser les outils développés que ceux de Renault, qui ne sont ni sensibilisés, ni formés, ni impliqués d'office dans les outils développés par les experts innovation patterns, ou les membres du département créativité et vision avant leur nomination. Ce point est à considérer pour la suite de la thèse.

Pour conclure cette partie et répondre à la « **QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?** » :

1) Les différents domaines d'expertise stratégiques, étant composés des Expert Leaders et d'experts sur des sous-domaines de l'expertise, permettent d'identifier la **structure explicite du savoir** du Bureau d'études. En effet, il n'est pas possible d'accéder au savoir de chaque personne de l'entreprise, cependant nous avons accès à la liste des détenteurs de ces savoirs : les experts et les Expert Leaders.

2) Cette structure du savoir vise à soutenir une capacité d'innovation durable pour toute l'entreprise, où les Expert Leaders jouent un rôle clé, en devant faire converger les deux régimes de conception lors du pilotage du plan stratégique. Or elle favorise la surspécialisation de l'ingénierie et la maîtrise de l'innovation incrémentale. **Elle devient ainsi un core-rigidity empêchant l'innovation radicale.**

3) Les Expert Leaders sont capables d'identifier des inconnus connus, des inconnus inconnus connaissables associés aux transitions, **ce qui est nouveau puisque jusque-là la littérature nous disait qu'ils répondaient aux inconnus connus formulés par les décisionnaires.** Ils sont également capables de rendre ces inconnus désirables au sein de leur DES, ou dans leurs réseaux externes, où ils parviennent à conduire des explorations autour de ces inconnus en mobilisant leurs réseaux externes. Cependant, ils ne parviennent ni à porter cette désirabilisation au niveau du Bureau d'études ni à répondre à ces inconnus. Les Expert Leaders identifient alors une incapacité technique, qui s'explique par le fait que ces inconnus impliquent l'endogénéisation d'expertises externes complexes. Sans cela, les experts se contentent de travailler sur les inconnus connus ou les connus inconnus avec l'expertise dont ils disposent. **Autrement dit, les Expert Leaders doivent assurer le développement de leur domaine d'expertise au regard de ces expertises externes complexes, ce qui est également nouveau par rapport à la littérature sur les experts.** Ces différentes étapes nous permettent également d'identifier les **conditions d'intégration de nouveaux champs d'expertise complexe dans une industrie établie.**

4) L'équipe innovation de l'ingénierie amont, devenue en 2018 expertise de l'inconnu, travaille au développement d'outils qui adressent les inconnus inconnus connaissables. **Il s'agit donc d'une nouvelle forme d'expertise dédiée à la gestion des inconnus.** Ces outils ont vocation à être utilisés par le Bureau d'études. De nombreux membres du bureau d'études utilisent régulièrement ces outils pour de l'innovation incrémentale. **Mais les acteurs clés dans la gestion des inconnus des transitions, que sont les Expert Leaders en tant que responsables de la structure des savoirs (donc de l'endogénéisation des nouvelles expertises), et responsables de la définition du plan stratégique (donc de la désirabilisation), ne se saisissent pas de ces outils.**

5) Enfin, la comparaison avec la SNCF nous permet d'éclairer cette limite. **L'institutionnalisation d'un expert de l'inconnu pour les experts dans l'inconnu est réellement efficace si les modalités d'action entre les deux sont définies et construites, et si les experts sont a minima sensibilisés aux outils pour la conception innovante.**

La question qui demeure ainsi concerne les modalités d'animation et de coordination des savoirs des experts de l'entreprise, par les experts de l'inconnu, pour leur permettre d'identifier, désirabiliser et endogénéiser les inconnus des transitions qui seront traités par le reste du bureau d'étude.

CHAPITRE 7. LES EXPERTS DE L'INCONNU POUR ANIMER L'APPRENTISSAGE ET L'ALIGNEMENT DES EXPERTISES

L'objectif de ce chapitre est de répondre à la « **QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des Expert Leaders ?** ». Pour y répondre, nous avons modélisé l'action des experts de l'inconnu pour désirabiliser et endogénéiser les inconnus des transitions autour des data automobiles à travers deux études : l'étude Renault-Google (étude 8) (7.1) dans laquelle les experts de l'inconnu ont démontré des capacités pour identifier et désirabiliser des inconnus inconnus connaissables, mais pas pour les endogénéiser ; l'étude Dat@ck (étude 9) (7.2) dans laquelle les experts de l'inconnu ont animé d'autres experts et sont parvenus à désirabiliser et endogénéiser un inconnu des transitions.

7.1. LE PARTENARIAT RENAULT GOOGLE : UN DEFAT D'ENDOGENEISATION

Dans cette première partie, nous retraçons l'histoire du développement du système d'exploitation de la voiture par l'ingénierie de Renault. L'objectif est de comprendre ce qui a encouragé Renault à signer un tel partenariat avec Google (7.1.1). Nous présentons ensuite l'action des experts du DES IP pour soutenir le partenariat grâce, aux théories de la conception innovante (7.1.2).

7.1.1. LE SYSTEME MULTIMEDIA : PLUSIEURS TENTATIVES D'ENDOGENEISATION D'EXPERTISES EXOGENES

Les systèmes numériques dans les voitures, ont émergé progressivement à partir du développement du GPS pour les usages civils. Le GPS est apparu dans la voiture lors des années 90. Chez Renault, il a été intégré en 1994 sur la Safrane, positionnée comme une voiture haut de gamme. Renault faisait alors figure de pionnier, car contrairement aux concurrents, ce GPS apportait un écran couleur puis rapidement l'info-traffic. Mais ce GPS était très coûteux. Une seconde version lui a succédé en 2006, puis une troisième en 2007, dont le nom de code interne était Low Price Navigation. Renault possédait ainsi une longueur d'avance vis-à-vis de la concurrence. La 4^e version intégrait un affichage 3D. Mais la vraie réussite dans la démocratisation de la navigation s'est faite lors du partenariat avec TomTom, leader du service de navigation autonome. Ensemble, ils ont offert en 2009 un service de navigation intégré pour moins de 500 € avec l'info-traffic et la signalisation des radars. En 2012, Renault a changé sa stratégie et a proposé R-Link, un système multimédia basé sur Android et dont le logiciel était développé par TomTom. La voiture connectée a ainsi fait son apparition sur le marché, puisque le système embarqué

contenait une carte sim. Le principe était de reprendre le système d'exploitation en source libre d'Android et de l'adapter à la voiture. Un store d'applications appelé R-Store a été développé, pour télécharger d'autres applications et pour encourager les développeurs qui le souhaitent à proposer des solutions pour la voiture. R-Link a été récompensé par le cabinet de conseil britannique SDB, spécialisé dans le secteur de la recherche automobile, comme étant le meilleur système de navigation embarqué. Mais quelques mois après sa sortie, des bugs sont apparus ; *« les ateliers Renault peinent à éradiquer ses caprices électroniques. Des bugs qui peuvent se manifester de diverses manières : instabilités aléatoires, perte de la fonction du GPS, radio totalement incontrôlable. Sur certains véhicules, le système a été purement et simplement remplacé en garantie. »* (Pelletier 2014). Pas moins de 71 000 véhicules sont repassés en atelier. Il est intéressant de noter qu'à cette époque, en 2013, Carlos Ghosn, PDG de l'Alliance Renault-Nissan-Mitsubishi, avait prévu pour Nissan de lancer la commercialisation de ses propres voitures sans conducteur d'ici 2020. Pour tenir le délai de 2020, Nissan prévoyait à l'horizon 2016 d'introduire des systèmes permettant à ses voitures de se garer automatiquement et de gérer des situations d'embouteillage. Ces innovations, complétées par d'autres technologies, devaient ensuite permettre le changement automatique de file et le passage des carrefours. En 2018, les premiers véhicules autonomes devaient commencer à rouler dans les pays pionniers comme les États-Unis, le Japon et la France. Leur commercialisation était prévue pour 2020. Pendant ce temps, les difficultés se poursuivaient chez Renault.

Les prévisions de 2013 ont été loin de se réaliser. En 2015, *« le système R-Link de Renault n'en finit pas de faire parler de lui et le constructeur semble avoir bien des difficultés à éradiquer les défaillances. Depuis son lancement en 2013, de multiples bugs touchent plusieurs modèles de la marque (Clio, Captur, Mégane...) [...]. Il faut corriger une mauvaise configuration du système, dont la conséquence est une impossibilité d'accès aux services connectés. »*(Bertaux 2015). Une seconde version est sortie en 2015, R-Link 2. Mais celle-ci a généré encore une fois de nombreuses mises à jour et retours à l'atelier, s'avérant décevante pour les conducteurs ainsi que les ingénieurs de Renault. Par ailleurs, les clients attendaient surtout la fonctionnalité Android Auto et son équivalent Apple CarPlay, pour utiliser principalement Waze² et retrouver une réplique de leurs smartphones. Celles-ci ne sont arrivées qu'en 2017 avec Easy Connect, une plateforme de Renault qui développait des services connectés et de mobilités. Cette dernière avait vocation à *« permettre d'accéder à distance à la planche de bord de son véhicule (autonomie, récapitulatif des trajets, pression des pneus, etc.), de préparer sa navigation porte-à-porte avant le départ et*

² Application mobile gratuite de GPS, info trafic en temps réel, et signalisation des radars développée par Google

de bénéficier de nombreux services en relation avec son concessionnaire et son assureur. » (Anon 2017). Easy-Link qui est arrivé en remplacement de R-Link en 2019 a également suscité de nombreux problèmes que l'ingénierie n'est pas parvenue à régler (rédaction 2021). Dans ce contexte, Carlos Ghosn a annoncé fin 2018 la signature d'un partenariat historique avec Google. Si Volvo a déjà signé un partenariat avec Google en mai 2018, c'est la première fois qu'un constructeur automobile d'une telle importance signait un partenariat avec Google. Tous les Expert Leaders de Renault ont reconnu le partenariat comme étant le plus innovant que Renault ait eu depuis longtemps. Ce partenariat prévoyait de remplacer les systèmes d'exploitation des voitures par le plus répandu au monde qu'est celui de Google : Android. Android devait être utilisé pour offrir aux automobilistes non seulement des services multimédias, mais aussi le système de navigation Google Maps, ainsi que l'assistant vocal du géant californien, Google Assistant. Le discours des dirigeants de Renault a effectivement évolué depuis les déclarations de 2013 : « *nous savons que nous ne pouvons pas faire seuls les voitures autonomes et connectées. Nous allons avoir besoin de partenaires. Nous verrons plus de coopérations comme celle-ci* » a déclaré Carlos Ghosn lors de la signature du partenariat (FrenchWeb.fr 2018a). « *On parle de partenariat parce que ce n'est pas juste une solution qu'on prend et qu'on met dans la voiture. Il y a toute une adaptation à faire* », a précisé Hadi Zabliti, évoquant notamment la cybersécurité. « *C'est un travail collaboratif qu'on fera avec Google* ». (FrenchWeb.fr 2018b). Ce changement de posture de la part des dirigeants de Renault par rapport à leurs déclarations de 2013 démontre bien que les transitions nécessitent des expertises complexes, qui ne sont pas faciles à endogénéiser, comme le développement de systèmes d'exploitation, la cybersécurité, l'IA, etc. Bien que la filière d'expertise de Renault ait institutionnalisé en 2017 des domaines d'expertise en IA, Cybersécurité, Electric Véhicule Ecosystem & Charge, Immersive Simulation & Virtual Reality, et Connectivity, le fait de se tourner vers Google montre bien que l'ajout des nouvelles expertises aux anciennes n'a pas suffi. Il faut noter également, que parmi les domaines d'expertises institutionnalisés chez Renault, il n'y a pas de domaine consacré aux Data, alors que de nombreuses inquiétudes sont apparues dans ce domaine : « *Google n'aura accès qu'aux données lui permettant d'améliorer l'expérience client. Nous continuerons de maîtriser les données liées aux fonctionnalités de la voiture.* » (Anon 2018).

7.1.2. LES EXPERTS DE L'INCONNU AU SERVICE DE L'INGENIERIE POUR LES TRANSITIONS

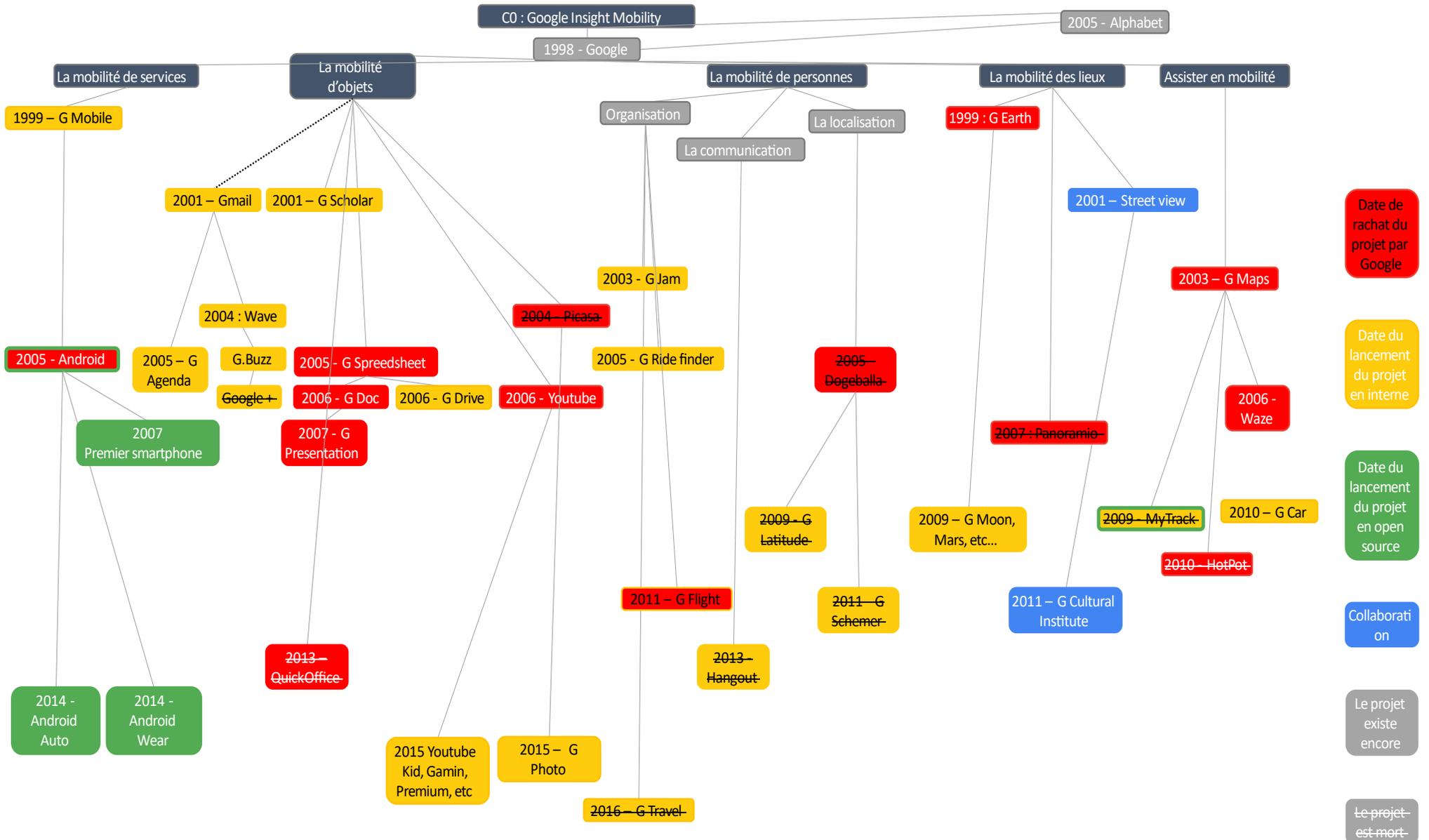
Le contexte décrit précédemment a encouragé les experts Innovation Patterns à soutenir l'ingénierie de Renault dans ce partenariat, en mobilisant les théories de la conception. Notre

étude vise à modéliser leurs rôles et actions, autrement dit, l'ingénierie de l'innovation mobilisée au sein du partenariat entre l'alliance Renault Nissan Mitsubishi et Google.

Pour démarrer, les experts du DES IP ont souhaité comprendre les enjeux liés à ce partenariat. D'une part, nous avons identifié tous les projets de mobilité de Google et analysé ce qu'ils apportaient à Google (Figure 29) ; d'autre part, nous avons interviewé plusieurs employés de Renault impliqués dans le partenariat. Les experts du DE IP ont pu identifier les motivations de Google et de Renault dans ce partenariat.

Concernant Google, l'entreprise travaille sur différentes formes de mobilité : de services avec Android ; d'objets dématérialisés comme des documents, des photos ; de personnes avec ses concours annuels de développeurs ou de réseaux sociaux sur les activités à faire autour de soi ; la mobilité des lieux avec la numérisation de l'espace, des rues ou des musées ; et enfin l'assistance en mobilité avec les GPS connectés. Google présente également différentes stratégies : rachat d'un projet externe, développement interne, développement d'un projet par open source ou collaboration. Ces divers projets ont permis à Google de collecter de la data dans de nombreuses situations, sauf lorsque ses utilisateurs conduisent : si Waze permet de savoir où ils sont et où ils vont, Google ne sait pas combien de personnes se trouvent dans la voiture, qui ils sont, etc. Par ailleurs, Google a toujours cherché à atteindre un maximum d'utilisateurs. Il était donc évident de contractualiser avec le constructeur automobile qui vendait le plus de voitures, à l'époque l'Alliance Renault Nissan Mitsubishi.

Figure 29 — Projets de mobilité de Google



Concernant Renault, les interviews réalisées auprès des acteurs internes impliqués dans le partenariat nous ont permis de cumuler de nombreuses connaissances sur ce partenariat et d'établir un état des lieux de l'expertise data chez Renault. Le premier point qui est ressorti des interviews des acteurs de Renault impliqués ou proches du partenariat, porte sur l'autocritique de l'ingénierie sur son expertise en data, comme le montrent les verbatims suivants : « *On est nuls sur la collecte de données, le parc automobile est peu connecté, on n'a pas de référentiel unique de données, on n'a pas de fonction programme, on est désorganisés sur la donnée. Il faut monter en compétences sur la data, l'IA, la data science, la data business analyse, etc. Tous nos systèmes sont en silo : la data est désagrégée au fil des traversées des systèmes IT* » (interview 2), « *L'entreprise n'est pas capable de concevoir un end-to-end, il n'y a pas de suivi de la donnée en end-to-end et pas d'Architecte end-to-end* » (interview 8). « *On aurait besoin d'un système, qui marche, simple, qui assure les basiques, Bluetooth, qualité audio, appel, réception FM à la hauteur de la promesse. Aujourd'hui, on n'est pas bons sur ces basiques et c'est fatigant, frustrant et décevant pour les utilisateurs* » (interview 13). Ces sentiments de manque de solidité dans ces expertises, alors que l'ingénierie travaille sur le sujet depuis le début des années 90, s'expliquent de plusieurs manières. Pour commencer, Renault s'est essentiellement tourné vers des acteurs externes pour développer les systèmes de navigation « *on change de partenaire trop souvent avant qu'on développe. Ce qui est dommage, c'est qu'on s'empêche d'apprendre, qu'on aurait pu sortir un produit en 2019, même imparfait, on est maintenant en rattrapage.* » (interview 8). Ce point démontre à quel point le fait de se tourner vers un acteur ayant l'expertise ne permet pas à l'ingénierie d'apprendre et d'endogénéiser la fameuse expertise. Les verbatims suivants confirment que l'ingénierie n'a pas de processus pour l'apprentissage de ces nouvelles expertises « *on aurait besoin d'une méthodologie d'exploration et de validation de la valorisation des données* » (interview 14), « *l'entreprise aurait besoin que le besoin en IA soit complètement défini, pour qu'on mette en place un plan de validation, or ce qu'il faudrait, c'est expérimenter, explorer parce qu'on est incapable de définir complètement le besoin. C'est d'autant plus dommage de ne pas commencer à apprendre* » (interview 8). À ces difficultés techniques et internes, s'est ajouté un contexte de concurrence extrêmement fort, marqué par l'entrée des GAFAs sur ces domaines : « *Chacun cherche sa place : il y a une remise en cause des acteurs sur la chaîne de valeur et les GAFAs sont une épée de Damoclès, chacun a peur de se faire désintermédiaire de l'utilisateur final. Même les GAFAs cherchent leur place sur la chaîne de valeur* » (interview 1). Le numérique a fait mouvoir le terrain concurrentiel sur la capacité de l'utilisateur final à retrouver rapidement son environnement à bord du véhicule. Pour survivre, les constructeurs automobiles historiques n'ont eu d'autres choix que de revoir leur business model avec ces besoins liés aux transitions des

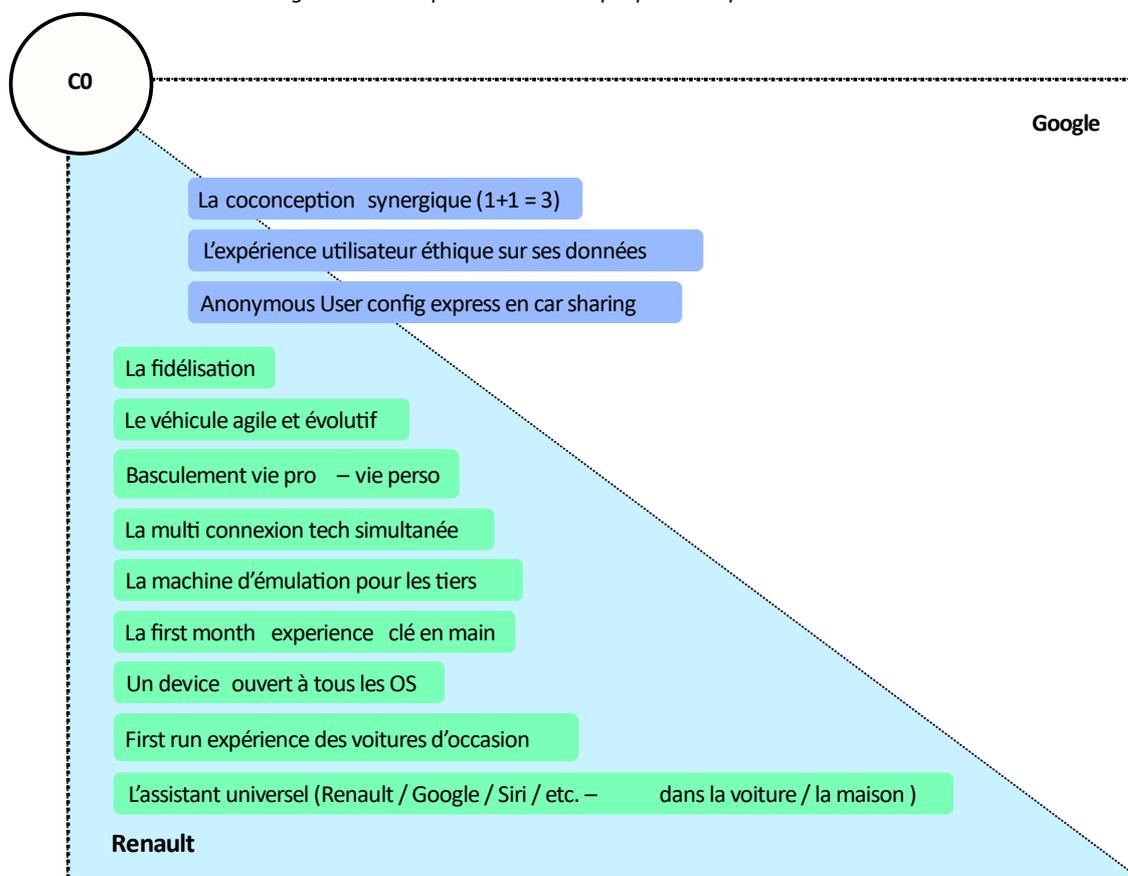
connexions et des technologies numériques. Ce contexte de peur concurrentielle et de difficultés techniques cumulées, a permis à Google d'entrer dans le monde automobile : « *Google a été choisi parce que 2017 était une année de désorganisation complète. L'Alliance était devenue une machine à ne pas faire* » (interview 2). La signature de ce partenariat s'est ainsi posée comme l'aveu de l'incapacité de l'ingénierie à répondre à ces nouveaux besoins, dans le délai imposé par la concurrence internationale. L'acceptation du contrat a été difficile pour les ingénieurs des systèmes d'exploitation : « *il a fallu affronter de puissants vents contraires en interne* » (interview 3), « *il y a eu beaucoup de réticences en interne, ça a été aussi difficile de négocier en interne qu'avec Google* » (interview 5). Et pour cause, ce partenariat impliquait d'abandonner deux choses importantes pour l'ingénierie de Renault :

- le développement de certains systèmes : « *L'Alliance a fait le choix de se concentrer sur la construction automobile. Ce qui est nouveau, c'est qu'on délègue une partie qu'on n'avait jamais déléguée. Et notamment des éléments qui étaient chéris chez Renault, comme la prestation. C'est plus nous, c'est Google, brandé Google. Ce n'est plus à nous de spécifier. Et c'est Google qui va faire évaluer la performance* » (interview 10) ;
- mais aussi de certaines data automobiles : « *Le contrat avec l'Alliance est un Nice to Have pour Google, pour accéder à nos données, mettre un pied dans la porte* » (interview 9). La question sous-jacente porte sur le contrôle que Renault aura sur les données produites, comme le montre la remarque suivante, « *C'est quoi les espoirs de valeurs pour Renault : qu'est-ce que Renault espère gagner de son interface homme-machine ? Sauf que l'entreprise n'est pas mature* » (interview 2). De plus, donner accès aux données à Google risque de provoquer la méfiance des utilisateurs : « *Il va y avoir un risque de défiance des consommateurs sur leurs données, ils ne seront pas maîtres de leurs données avec Google* » (interview 8).

À partir de ces interviews, nous avons également été en mesure d'identifier des besoins non considérés dans le projet final, ainsi que des difficultés. Avec les experts du DES IP nous avons identifié ce qui faisait désirabilité dans ces besoins et ces difficultés et nous avons formulé des concepts inconnus et désirables pour Renault ou Google (Figure 30). Ainsi, les experts ont mené une exploration par les interviews, qui leur a permis d'identifier des inconnus indésirables et de les transformer en concepts à forte valeur ajoutée. Par exemple, au constat

sur la défiance possible des consommateurs sur la gestion de leurs données, nous avons proposé le concept « l'expérience utilisateur éthique sur ses données ».

Figure 30 — Proposition de concepts par les experts du DES IP



Ces concepts ont ensuite été présentés à quatre sponsors potentiellement intéressés par la valeur que pouvaient générer ces concepts en les développant. Ces sponsors n'étaient pas des Expert Leaders, mais des décisionnaires dans le développement de projet dans l'ingénierie. Si les experts en innovation de rupture ont reçu la confirmation de tous ces sponsors que les concepts générés présentaient beaucoup de valeur pour Renault, aucun n'a pu être développé et ceci pour plusieurs raisons : manque de temps, de budget, crise interne, etc. Ces situations répétitives ont motivé les experts du DES IP à étudier comment ils pouvaient soutenir et assurer le développement des concepts en rupture qu'ils avaient identifiés. Autrement dit, comment ils pouvaient réellement être un support pour l'ingénierie face aux transitions. Ils ont alors décidé de revenir au constat de départ sur le manque en interne d'expertises en data, officiellement absentes de la structure d'expertise de Renault. Les experts du DES IP ont donc décidé d'assurer l'endogénéisation de l'expertise data et la désirabilisation d'inconnus autour de la data. Ce choix impliquait deux choses : d'identifier le processus à mettre en place pour endogénéiser/désirabiliser et de mesurer le résultat obtenu à la suite de ce processus.

Pour résumer, cette étude Renault-Google a révélé plusieurs choses :

- Malgré les multiples tentatives, l'ingénierie de Renault n'est pas parvenue à endogénéiser les expertises externes complexes sous-jacentes au système multimédia. En effet, elle n'est pas parvenue à répondre de manière pleinement satisfaisante aux exigences des clients, comme l'ont montré les nombreux avis négatifs et les correctifs qui ont été appliqués. Par conséquent, elle n'est pas non plus parvenue à générer ses propres inconnus désirables dans ce domaine-là. Ce point prouve que l'endogénéisation n'est pas un processus naturel, bien que certains experts aient réussi indépendamment à développer des compétences complémentaires, comme nous l'avons vu avec les experts brevets IA.
- Ces difficultés à développer un système d'exploitation efficace, alors que des domaines d'expertises pour les transitions ont été institutionnalisés chez Renault, montrent que le cumul des expertises ne suffit pas.
- De la même manière que les experts ADAS poursuivent la construction de leur expertise dans leur domaine, en intégrant des expertises exogènes comme l'IA et les data, ces expertises exogènes et institutionnalisées doivent se construire en fonction des technologies de l'entreprise qui les intègre. Ainsi, dans un sens ou dans l'autre, les expertises internes et externes doivent se développer en fonction les unes des autres. L'enjeu revient donc pour les acteurs de l'ingénierie, à coordonner l'apprentissage des expertises internes avec les expertises exogènes. Les principes d'exogène et d'endogène proposés au chapitre 5 peuvent ainsi s'étendre aux expertises, en désignant celles créées dans une industrie et celles créées en-dehors.
- En mobilisant les pratiques issues des théories de la conception, les experts ont démontré qu'ils avaient des capacités d'exploration autour d'un inconnu des transitions, pour identifier une multitude d'inconnus exogènes indésirables liés à cet inconnu des transitions (la voiture connectée). Ils ont également montré qu'ils étaient capables de proposer des inconnus désirables, puisqu'ils sont parvenus à convaincre des décisionnaires dans l'ingénierie. Cependant, comme annoncé dès le chapitre 5, la désirabilisation ne peut se passer de l'endogénéisation pour qu'une ingénierie puisse

traiter un inconnu des transitions. Or, à aucun moment d'autres experts n'ont été impliqués dans le processus.

Cette étude a permis aux experts du DES IP d'identifier qu'il y avait un besoin d'animation de l'expertise de l'ingénierie de Renault sur le sujet de la data. Ce dernier point illustre que les experts de l'inconnu démontrent également des capacités d'identification des expertises externes exogènes à endogénéiser, pour la bonne gestion des inconnus des transitions.

7.2. DAT@CK : UN PROCESSUS COLLECTIF CENTRE SUR L'ENDOGENEISATION ET LA DESIRABILISATION D'UNE EXPERTISE EN DONNEES AUTOMOBILES

Pour animer les experts autour de l'expertise des data, les experts du DES IP ont souhaité tester un nouvel outil d'exploration dédiée à animer un collectif hétérogène, pour concevoir de nouveaux objets : le DKCP, que nous avons présenté dans le chapitre 2. Le sujet établi pour ce DKCP était la « qualité de la data des mobilités » (étude 9). Nous avons ainsi baptisé ce projet Dat@ck, en référence aux data et à la théorie CK dont découle le DKCP. Grâce à cette étude, les experts ont pu endogénéiser de nouvelles expertises autour de la data (7.2.1), désirabiliser de nouveaux inconnus (7.2.2), et formuler un processus reproductible d'animation des experts (7.2.3).

7.2.1. MISE EN PLACE D'UN PROCESSUS D'ENDOGENEISATION DES EXPERTISES EXOGENES PAR LES EXPERTS DE L'INCONNU

Le premier enjeu de cet atelier était de maximiser l'endogénéisation et l'efficacité dans l'ingénierie. Il fallait parvenir à mobiliser un collectif robuste d'experts-concepteurs. De plus, nous avons vu avec les auteurs de brevets IA, que l'entreprise comptait sans le savoir des ingénieurs qui avaient des usages malins des expertises exogènes. Cela signifie qu'il y a très probablement plus d'experts de la data chez Renault que ce que l'ingénierie ne le pense, surtout que l'ingénierie travaille sur ces sujets depuis les années 90. L'enjeu est donc de relancer les dynamiques collectives en s'appuyant sur les compétences existantes en interne plutôt qu'en externe. De plus, en nous appuyant sur les experts, nous ne faisons que les conforter dans leur rôle qui est de participer à la définition de la stratégie de l'entreprise. Impliquer des experts dans ce groupe d'exploration visait deux objectifs : vérifier l'intérêt de cette exploration, car les Expert Leaders savent convaincre et impliquer un vaste groupe de personnes influentes dans la définition de la stratégie ; contribuer à la diffusion des connaissances et des résultats de leurs interactions au sein de Renault, puisque les experts sont responsables de la transmission de leur expertise, en

partageant les résultats avec les autres experts de leurs domaines, ou avec d'autres collaborateurs. **De cette manière, les experts du DES IP souhaitent s'appuyer sur les experts et leurs missions, comme outils d'apprentissage et d'alignement des acteurs dans l'ingénierie.**

Nous avons commencé par constituer une équipe métier, composée de professionnels de la data. Pour cela, nous avons organisé plusieurs points de présentation du sujet avec des experts internes en data que nous souhaitions recruter : l'Expert Voiture intelligente, le Leader Performance Business Data, l'Expert Onboard Architecture et l'Expert Leader IA. En parallèle, nous avons cherché un sponsor qui soutiendrait notre démarche. L'Expert Fellow était alors pressenti pour tenir ce rôle. Le 10 février 2020, toute l'équipe accompagnée de l'Expert Leader Innovation Patterns lui a présenté le projet. Celle-ci a refusé de tenir ce rôle, bien que le projet lui plaise, car le sujet étant trop politique, elle pensait que le Vice-Président en Système d'information et digital pourrait bloquer le projet. C'est ainsi que le Leader Performance Business Data a eu pour mission de convaincre le Directeur Informatique Et Architecture Data, travaillant dans l'équipe de Vice-Président en Système d'information et digital, de convaincre à son tour ce dernier. Le projet a été présenté au Directeur Informatique Et Architecture Data le 6 avril 2020. Celui-ci a accepté de devenir sponsor du projet, avec l'aval du Vice-Président Système d'information et digital. Il s'est dit très intéressé et motivé et qu'il s'assurerait qu'en phase P (du DKCP) les projets aboutissent. Lorsque l'Expert Fellow, Nadine Leclair a été remplacée par Pascal Candau, le projet lui a été présenté le 17 décembre 2020 dans l'idée d'obtenir un double sponsorship, qu'il a accepté. En acceptant de devenir sponsor, l'Expert Fellow a, d'une part soutenu la démarche pour encourager les autres experts à participer et d'autre part a accrédité le nouvel outil d'exploration et de conception collective proposé par les experts du domaine Innovation Patterns, ainsi que la légitimité des experts du DES à animer les autres experts pour concevoir et apprendre dans l'inconnu. Dat@ck comportait donc un sponsor métier, en tant que spécialiste de la data et un sponsor méthode en tant qu'Expert Fellow qui a besoin que ses experts deviennent plus innovants et que le DES IP soit davantage crédibilisé (Figure 31).

Figure 31 — Organigramme de Dat@ck — extrait de la présentation de lancement du 10 février 2022

REUNION DE LANCEMENT 10/02/2021

RAPPEL: LES PORTEURS DU PROJET

SPONSORS

Pascal Candau
Expert Fellow



Laurent Giraud
Directeur Informatique Architecture et Data



EQUIPE METHODE

Dominique Levent
Expert Leader Innovation Patterns



Eloi Baudoux
Customer engagement Product Owner



Jean-Marc Postic
Coach stratégie d'innovation



Marie-Alix Deval
Doctorante Innovation Patterns



EQUIPE PROJET

Olivier Coppry
Directeur Programme Adjoint



Denis Darmouni
Expert véhicule intelligent et données



Florent Le Landais
Lead Architecte PF connectée CCS3



Fabien Mangeant
Expert Leader IA



Cette équipe méthode-métier, ainsi constituée, a permis d'identifier les acteurs internes qu'il fallait mobiliser. Ainsi, 37 experts internes ont été ciblés pour participer à la démarche. Une vingtaine de ces experts ont participé régulièrement aux ateliers K, C et P. Le Tableau 29 précise l'hétérogénéité des profils des participants : la moitié des participants sont rattachés à la filière d'expertise (coloré) dont cinq sont Expert Leaders, et l'autre à différents métiers dans l'ingénierie. Ceci a permis deux choses : d'assurer l'endogénéisation en impliquant des experts en tant que garants de la connaissance et d'assurer la désirabilité au niveau global de l'ingénierie par la diversité des métiers impliqués. **Ainsi, la première étape de ce processus d'endogénéisation nécessite de convaincre les décideurs pour permettre de mobiliser des experts hétérogènes dans l'atelier.**

Tableau 29 — Collectif d'experts participants au DKCP

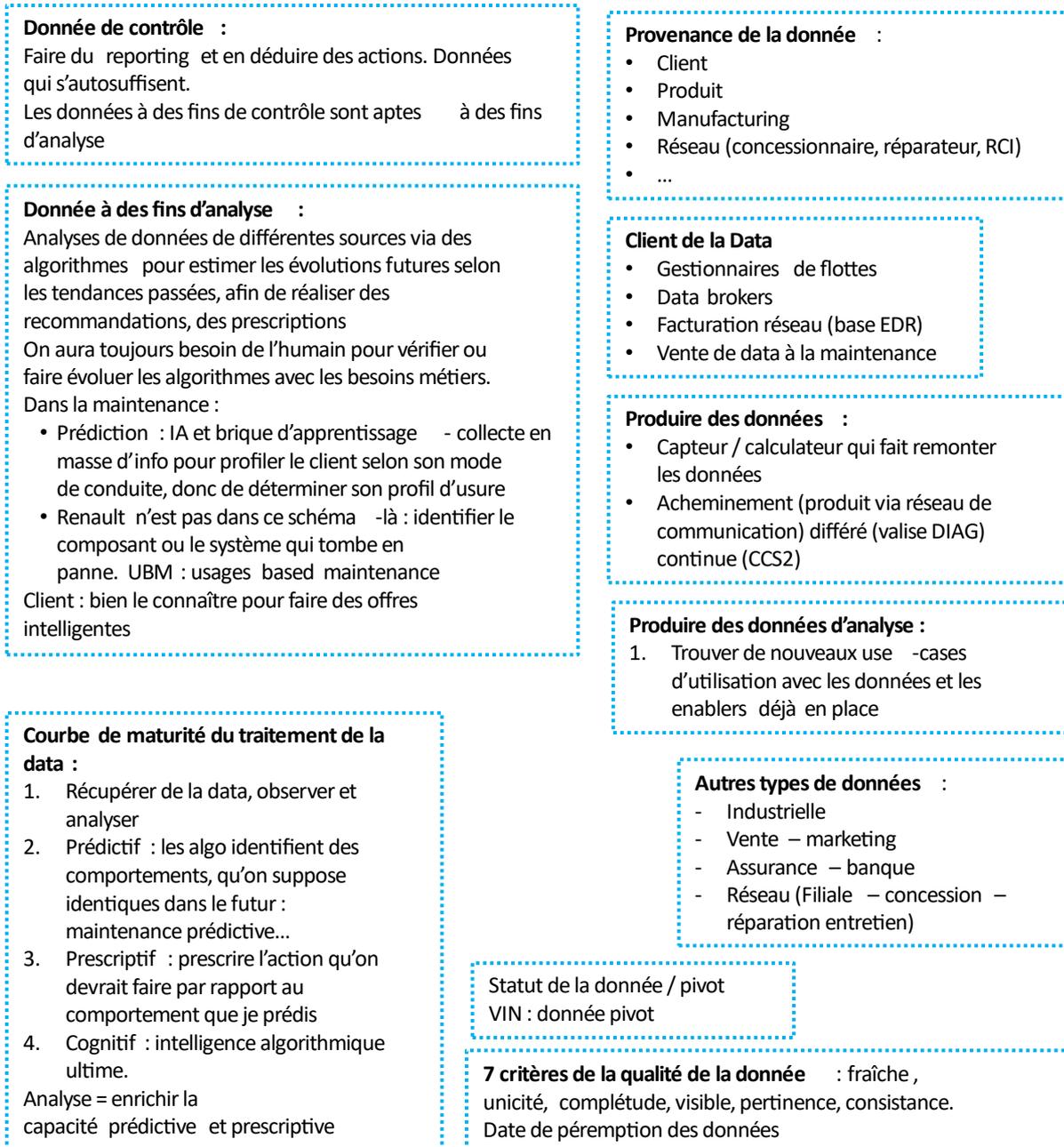
Directeur Programme Adjoint	Data Manager of Engineering
Expert Voiture Intelligente	VP Qualité Logiciel Vie Série
Expert Onboard Architecture	Data Protection
Expert Leader Intelligence Artificielle	Expert Satisfaction Client
Expert Data, Records & Knowledge Management	Expert Mobilité et Transport Système
Expert Leader Système Connectés CTO	Organisation RH/référentiel de compétences
Expert Leader Cyber Sécurité	Expert Business Case Data Vehicle
Expert Leader Marketing	Directeur Transformation Digitale

Expert Leader Business Après-Vente	Directeur de la Direction des Données
Directrice Data Analytics & Algorithmes Marketing	Expert Data Standardization and data regulation
Expert Leader Ingénieries des systèmes	Product Portfolio Senior Manager Mobilize
Customer Satisfaction Data Program Leader	Lead Services Expérimentation
Alliance Global Director Tech Partnerships	Expert Leader Mobilité & Systèmes Transport
Ingénieur Data & Connected Services	Spécialiste Business Models Innovants
Project Manager Data business	Service Domain Leader
Business Developer	Responsable Solution Transverses et architecture data
Data Provider, Car Data	Responsable Data Gouvernance & Data Taskforce
Data Scientist	CCS Platform Design
Data Scientist Senior	

Ensuite, il fallait cartographier l'expertise présente dans l'ingénierie, car comme nous l'avons vu, l'ingénierie de Renault travaille depuis le début des années 90 sur ces sujets. De plus, l'étude des auteurs IA nous a montré que certains experts n'étaient pas reconnus en interne dans plusieurs expertises alors qu'ils avaient des expertises dans plusieurs domaines. Ainsi, la phase de définition a eu vocation à bien établir ce que les acteurs de Renault savaient ou ne savaient pas de la data automobile. Pour cela, les experts du DES IP et moi-même avons réalisé un C-K dit de contrôle (Figure 33), qui a permis d'identifier les connaissances internes et les connaissances manquantes, à partir d'interviews que nous avons réalisées auprès de spécialistes de la data chez Renault. Nous avons ensuite rassemblé et cartographié ces connaissances dans la Figure 32.

Figure 32 — Cartographie des connaissances de Renault sur la data

1) Quelle est votre définition de produire des données à des fins d'analyse à grande échelle



2) Est-ce que vous avez en tête un cas d'utilisation de données à des fins d'analyse qui a été arrêté ou a échoué ? Pourquoi ? Quel projet / idée vous avez en réserve ?

<p>Processus d'entreprise très long :</p> <ul style="list-style-type: none"> - il faut dire aujourd'hui la donnée qu'on veut faire remonter pour que ce soit possible sur les voitures qui sortiront dans 5 ans. - Cycle de la voiture (5ans) / plateforme (3 ans) / services (3 mois) 	<p>Client :</p> <p>Offres trop tournées vers le particulier, et pas assez vers les pros alors que 50% de la clientèle Impossible d'avoir le détail des ventes de tel modèle dans tel pays et les besoins des pros</p>
<p>Concurrents :</p> <ul style="list-style-type: none"> - OEM : ne développent que si on leur achète - Nouveaux acteurs : investissent bcp dans le onboard - Renault : respecte que QCD et la rentabilité au centime près - Loi obligeant à ouvrir la donnée : comment protéger cette donnée des réparateurs ? Tesla n'a pas de réseau de garages, donc s'en fiche de protéger l'accès des données de ses voitures 	<p>Gouvernance de la data:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Par pays / commune - Choses réalisées en double
<p>SI :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 50 ans donc empilement de systèmes et de projets - Base copiée, améliorée, et stockée en plus de la base initiale 	<p>Mauvaise culture de la data :</p> <p>Par métier Les managers -> mauvaise formulation du besoin (réfréné ou trop ambitieux) -> confiance aux équipementiers plutôt qu'aux équipes internes de dev de projet data + service clé en main + leur mettre la pression plus facilement</p>
<p>Quantité de la donnée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas suffisante pour analyser ou déduire - Stock conséquent de données qu'on n'exploite pas 	<p>Agile:</p> <p>Déresponsabilise car trop communautaire Ralentit le développement (si ça ne marche pas, décale au prochain sprint) Mauvaise formulation du besoin par rapport au temps de développement</p>
<p>Réduire les coûts:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Des télécommunications lorsque la donnée remonte dans les serveurs - La mémoire dans la voiture en GO 	<p>Faisabilité technique :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Techno pas prête - Techno trop chère à mettre en place - Infrastructure trop compliquée à mettre en place
<p>Cloisonnement des données :</p> <p>Par métier Par pays Par filiale Construction limitée de data lake</p>	<p>Espace de dialogue sur les usages de la donnée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pas de connaissance sur la qualité des données et la validation de leurs usages - Pas de personne responsable pour développer le nouveau service (tu ne sais pas vers qui aller en termes d'ingénierie – une fois que tu trouves la personne elle n'est pas dispo – les gens de la donnée activité n'ont pas de processus, n'ont pas d'arbitrage - entre faire le choix de sortir la voiture en retard ou intégrer un peu plus de données voiture la messe est dite)
<p>Mauvaise remontée de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Par métier donc jargon propre à chacun • Données manquantes • Format incompréhensible • Capteur pas assez précis (réservoir essence) 	
<p>RGPD</p> <ul style="list-style-type: none"> - VIN considéré comme sensible alors que ce n'est pas le cas chez les autres constructeurs et que c'est une donnée pivot - Renault très frileux vis -à-vis du RGPD : prise de risque ZERO 	

3) Dans l'idéal que faudrait-il mettre en place pour produire mieux des données à des fins d'analyse ? (Lettre au père Noël)

Volumétrie vs qualité :

- Déjà trop de données non utilisées
- Pas besoin de tout remonter, mais cibler les bons usages pour remonter les bonnes données
- Il faut remonter les données en masse
- Il faut arrêter les data-set

Gouvernance de la data :

- Par pays / commune
- Partenariat sur transfert de la donnée entre filiales
- Choses réalisées en double

Déssiloter les data:

- Construire un datalake commun
- Cartographié
- Structuré, organisé
- Dictionnaire de la donnée

Produire de la data :

- Capteurs partout sur toute la chaîne
- Respect du RGPD

Avoir une bonne connaissance du client pour lui développer les bonnes offres

- Remonter les données de TOUS les véhicules (anciens et nouveaux)
- Remonter les informations de vitesse, airbag, etc. aux services de secours
- Différents services aux flottes

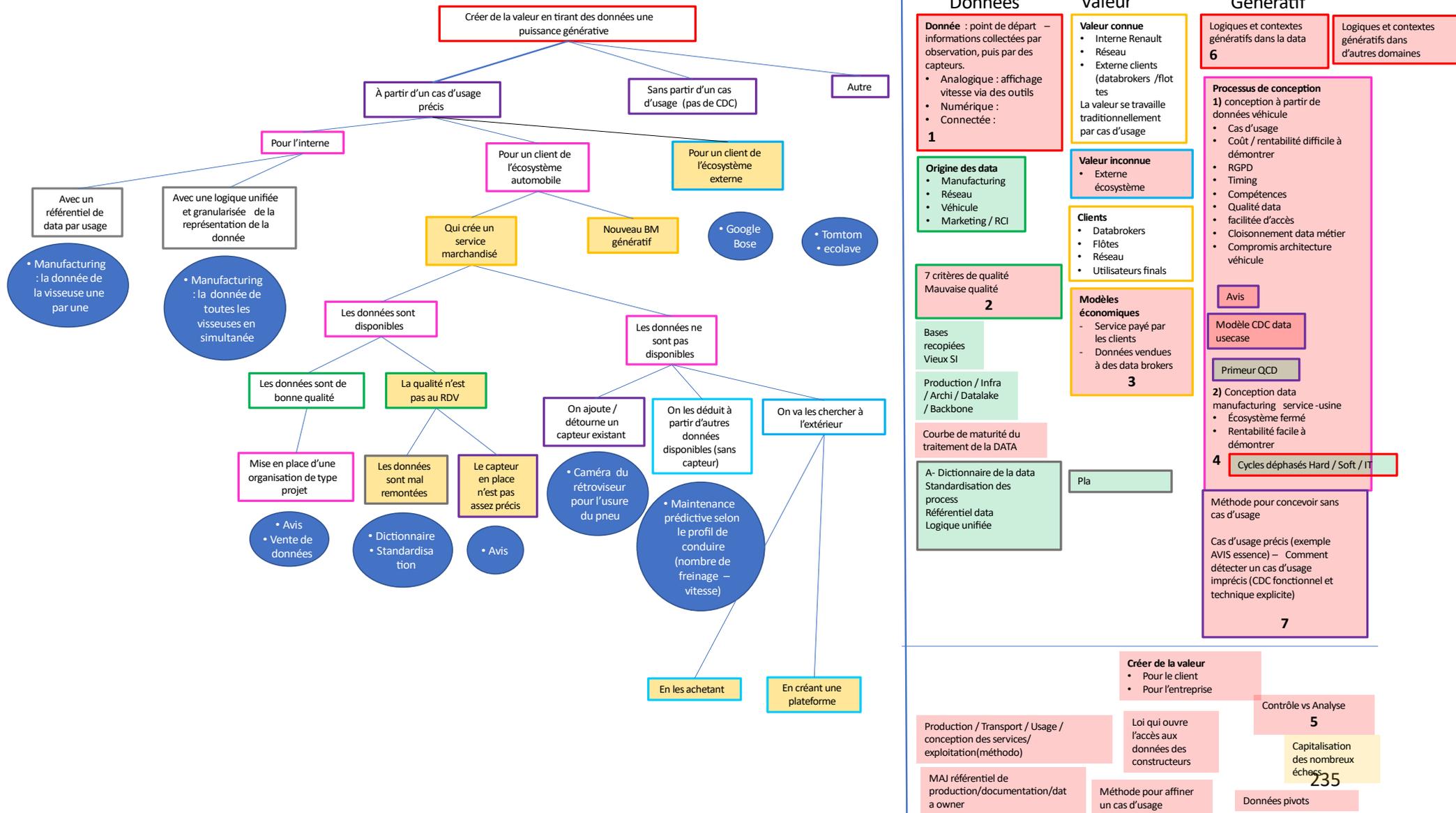
Chef :

- Avoir un chef qui a le bon niveau hiérarchique, le budget et la bonne culture sur la data

Maintenance prédictive à distance

- FOTA : envoi le logiciel sur la voiture pour réparer la voiture à distance

Figure 33 — Extrait du CK de contrôle issu des bases de données précédentes — en orange voie ouverte suite à un boxing



Données	Valeur	Génératif
<p>Donnée : point de départ – informations collectées par observation, puis par des capteurs.</p> <ul style="list-style-type: none"> Analogique : affichage vitesse via des outils Numérique : <ul style="list-style-type: none"> Connectée : <p>1</p> <p>Origine des data</p> <ul style="list-style-type: none"> Manufacturing Réseau Véhicule Marketing / RCI <p>7 critères de qualité Mauvaise qualité 2</p> <p>Bases recopiées Vieux SI</p> <p>Production / Infra / Archi / Datalake / Backbone</p> <p>Courbe de maturité du traitement de la DATA</p> <p>A- Dictionnaire de la data Standardisation des process Référentiel data Logique unifiée</p>	<p>Valeur connue</p> <ul style="list-style-type: none"> Interne Renault Réseau Externe clients (databrokers / flot tes) <p>La valeur se travaille traditionnellement par cas d'usage</p> <p>Valeur inconnue</p> <ul style="list-style-type: none"> Externe écosystème <p>Clients</p> <ul style="list-style-type: none"> Databrokers Flôtes Réseau Utilisateurs finals <p>Modèles économiques</p> <ul style="list-style-type: none"> Service payé par les clients Données vendues à des data brokers <p>3</p> <p>Pla</p>	<p>Logiques et contextes génératifs dans la data 6</p> <p>Logiques et contextes génératifs dans d'autres domaines</p> <p>Processus de conception</p> <p>1) conception à partir de données véhicule</p> <ul style="list-style-type: none"> Cas d'usage Coût / rentabilité difficile à démontrer RGPD Timing Compétences Qualité data facilité d'accès Cloisonnement data métier Compromis architecture véhicule <p>Avis</p> <p>Modèle CDC data usecase</p> <p>Primeur QCD</p> <p>2) Conception data manufacturing service-usine</p> <ul style="list-style-type: none"> Écosystème fermé Rentabilité facile à démontrer <p>4 Cycles déphasés Hard / Soft / IT</p> <p>Méthode pour concevoir sans cas d'usage</p> <p>Cas d'usage précis (exemple AVIS essence) – Comment détecter un cas d'usage imprécis (CDC fonctionnel et technique explicite)</p> <p>7</p>
<p>Production / Transport / Usage / conception des services/ exploitation(méthodo)</p> <p>MAJ référentiel de production/documentation/dat a owner</p>	<p>Créer de la valeur</p> <ul style="list-style-type: none"> Pour le client Pour l'entreprise <p>Loi qui ouvre l'accès aux données des constructeurs</p> <p>Méthode pour affiner un cas d'usage</p>	<p>Contrôle vs Analyse 5</p> <p>Capitalisation des nombreux échecs 235</p> <p>Données pivots</p>

Les experts du DES IP ont ainsi été capables :

- d'identifier l'état des connaissances internes sur le sujet ;
- d'identifier des situations d'insatisfaction internes, c'est-à-dire dès lors que deux concepteurs ne partageaient pas de vision commune, ou n'arrivaient pas à avoir la même description de l'insatisfaction, ou qu'ils étaient désalignés ;
- et d'identifier les connaissances stratégiques manquantes à faire acquérir par le collectif.

Ainsi, la deuxième étape de ce processus d'endogénéisation revient à cartographier l'expertise interne et les insatisfactions, afin d'identifier les expertises externes à endogénéiser.

Cette étape a permis aux experts du DES IP, conjointement à l'équipe métier, de définir les exposés de l'état de l'art et du non-art de la phase K (Tableau 30). Ces sujets ont été validés par les sponsors. Les experts participants ont choisi eux-mêmes les sujets du non-art parmi un choix identifié par les experts du DES IP. Cela a permis de confirmer les expertises réellement nécessaires à endogénéiser. Le fait qu'ils choisissent également l'intervenant externe à Renault pour les exposés du non-art a permis de renforcer collectivement le réseau externe des participants, point important pour la reconnaissance future des expertises internes.

Tableau 30 — Sujet des exposés de l'état de l'art et du non-art

Date 2021 14 h 30 - 16 h 30	Sujets	Contenu de l'intervention 45 minutes
3 mars	Modèles de données	Le data modelling, de quoi s'agit-il ? La data et son contexte de production L'exemple du manufacturing
18 mars	Captage à usages multiples des données en manufacturing	Comment capturer de la donnée industrielle à grande échelle pour un usage maximisé ? Quels sont les principes utilisés pour permettre une puissance générative de la data ? Couche de captage standardisé avec un modèle unifié de représentation de la donnée, une granularité la plus petite possible, des logiques d'exposition standardisées, de bonnes propriétés de propagation des modèles de données
31 mars	La data science à grande échelle	Monter dans la chaîne de valeur grâce aux algorithmes prédictifs, quels principes et bonnes pratiques pour permettre des usages de data analyse à grande échelle ? Application concrète sur deux use cases, où on a mis en place un pipeline de traitement des données en production
14 avril	Le chemin épineux de la conception d'un service	<i>Tous les obstacles à franchir : RGPD, prouver business case, où est la compétence, pas de documentation, silos data, Timing, Compétences, Qualité data, facilité d'accès,</i>

	basé sur les données véhicule	<i>Cloisonnement data métier, Compromis architecture véhicule, Cycles déphasés Hard/Soft/IT Conclusions du Chantier d'expertise 2017 et, Car Data Painpoints</i>
5 mai	Créer de la valeur tout en respectant le RGPD	Un cadre légal challengeant Un nécessaire investissement en amont De la conception à façon à la conception industrielle
19 mai	Attirer les concepteurs data dans un écosystème ouvert	<i>Architecture et modularisation. Prototypes et démonstrateurs. Comment on attire les autres ? La capacité à attirer des concepteurs fait partie du monde de la data.</i>
<i>Exposé du non-art</i>		
15 septembre	Quels business modèles pour investir sans use-case défini a priori	
19 octobre	Comment construire une représentation commune des flux de DATA et organiser sa gouvernance	
20 octobre	Comment une industrie ancienne peut-elle devenir une Tech Company	
5 novembre	Comment concevoir sans cas d'usage défini a priori	

L'enjeu de ces exposés était de systématiser l'apprentissage du collectif hétérogène d'experts autour des inconnus identifiés dans la phase D. Ces séances de la phase K étaient organisées en trois temps : 45 minutes d'exposé sur l'état de l'expertise interne ou sur des connaissances externes — 40 minutes d'appropriation en groupe pour résumer les informations importantes et identifier les surprises et les questions, grâce à une fiche créée par les experts du DE SIP en trois colonnes — 30 minutes de questions-réponses en collectif (Figure 34). À partir des fiches de chaque sous-groupe, les experts du DES IP ont reconstitué un document résumant les apprentissages principaux à retenir, afin de créer une rampe d'apprentissage et de capitaliser les savoirs.

Figure 34 — Étapes d'une séance K

1) Introduction du séminaire 1 de l'état de l'art : Modèles de données - JM – 5 minutes [14h30 -> 14h35] ENREGISTRE

- DKCP rappel du déroulement général
- Teams Dat@CK Experts
- Organisation du séminaire

2) Conférence donnée par Frédéric & Thierry – 45 minutes [14h35 -> 15h20] ENREGISTRE

- Le data modelling, de quoi s'agit-il ?
- La data et son contexte de production
- L'exemple du manufacturing
- Distribution du carnet K individuel à remplir pendant la conférence

3) Atelier en 3 sous groupes – 40 minutes [15h20 -> 16h00]

- Les orateurs se reposent
- Chaque participant repère son groupe et se connecte au lien teams spécifique
- Le sous groupe choisi son rapporteur (rédaction et poser les questions)
- Le sous groupe rédige le carnet K collectif sur la base des carnets K individuel et sera archivé

4) Questions – Réponses avec les intervenants – 30 minutes [16h00 -> 16h30] ENREGISTRE

- Les 3 sous groupes présentent leurs questions
- Débat et réponses aux questions
- Bilan de la séance – 5 minutes

22.10.2020

DES INNOVATION PATTERNS – D LEVENT

GROUPE

Grâce à ces exposés, le collectif a été en mesure :

- De prendre collectivement conscience de l'état de l'art de l'expertise de Renault ;
- De confirmer les connaissances externes à endogénéiser ;
- D'acquérir un niveau équivalent d'expertises sur la nouvelle expertise et l'inconnu commun ;
- De s'approprier puis de s'exprimer à travers un vocabulaire qui est devenu progressivement commun ;
- D'exprimer l'insatisfaction collective grâce à ce langage et à l'expertise acquis.

Ainsi, la troisième et dernière étape de ce processus d'endogénéisation, elle-même découpée en sous-étapes, consiste à faire acquérir les connaissances exogènes aux experts. Le succès de ce processus se mesure dès lors qu'ils sont capables d'exprimer collectivement les insatisfactions grâce à ce langage et à l'expertise acquis, autrement dit les inconnus. Dans le chapitre 5, nous avons également vu que l'endogénéisation devait permettre de répondre à ces inconnus, chose qu'ici, nous ne pourrions mesurer qu'à la fin de l'atelier.

7.2.2. MISE EN PLACE D'UN PROCESSUS DE DESIRABILISATION DES INCONNUS EXOGENES PAR LES EXPERTS DE L'INCONNU

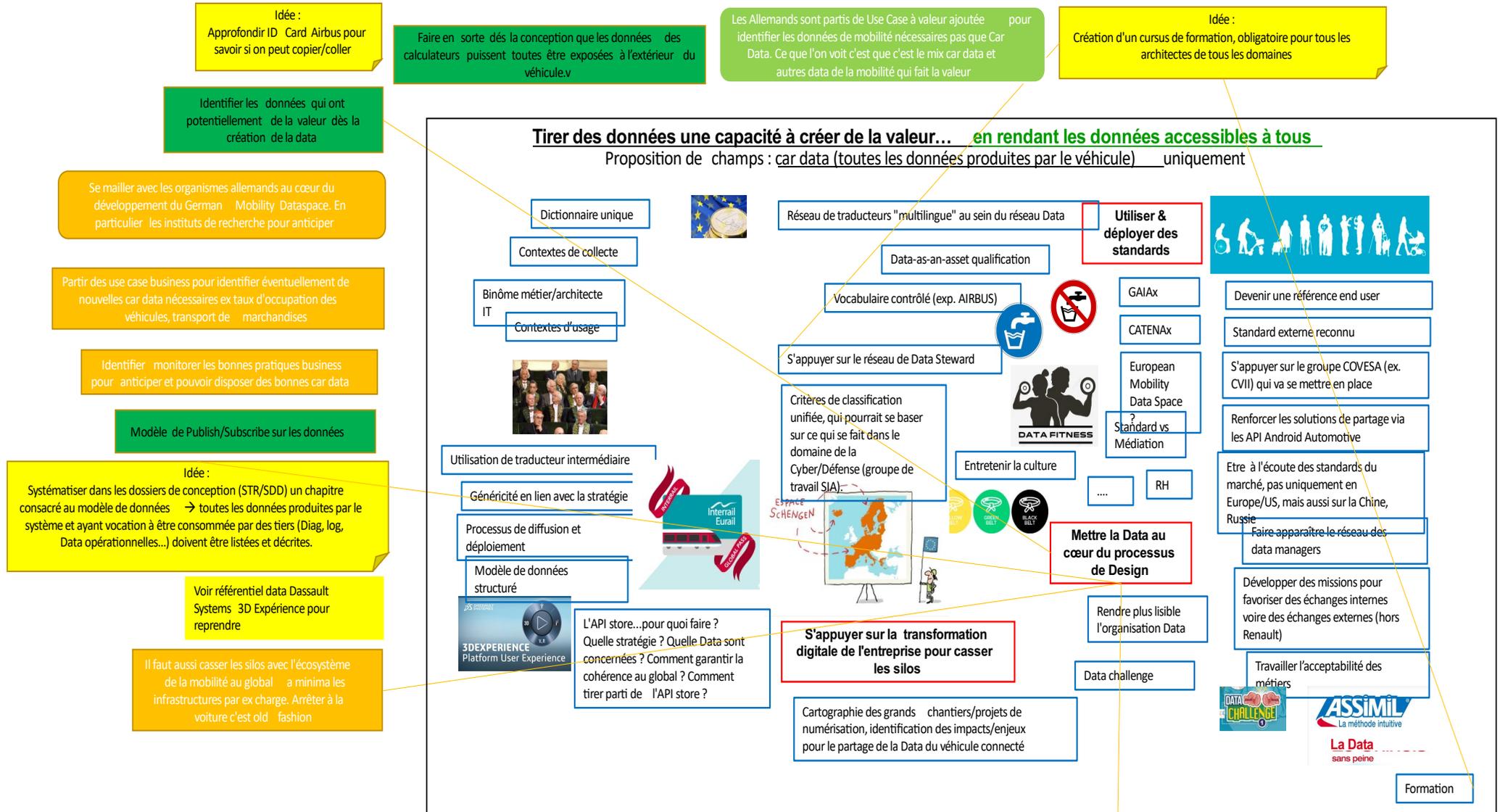
Dans le chapitre 5, nous avons expliqué que la désirabilisation se traduisait par la conviction du bureau d'études à devoir mobiliser et institutionnaliser des ressources pour traiter l'inconnu. La constitution d'une équipe rassemblant deux sponsors et des experts du métier, validant la participation de 37 experts à l'atelier sur la data, **correspond à cette première étape de désirabilisation**. La seconde étape du processus de désirabilisation consistait au fait pour l'ingénierie de décider d'apporter des solutions au-delà du minimum requis, ainsi que d'identifier et de traiter de nouveaux inconnus.

Lors de la phase K, les experts du DES IP ont identifié trois voies potentiellement génératives de solutions innovantes :

- Piste 1 : Tirer des données une capacité industrielle à créer de la valeur **en rendant les données (de mobilité) accessibles à tous**
- Piste 2 : Tirer des données une capacité industrielle à créer de la valeur **par une stratégie de firme pivot dans un écosystème data**
- Piste 3 : Tirer des données une capacité industrielle à créer de la valeur **sans cas d'usage défini a priori**

Pour chacune de ces pistes, nous avons réalisé une planche projet qui contenait divers éléments dont les différentes associations avaient pour but de générer des concepts innovants (exemple en Figure 35). Les experts participants ont choisi la voie qui les inspirait le plus, constituant ainsi trois sous-groupes. Individuellement, ils ont utilisé cette planche comme moyen de générer et d'exprimer leur créativité et des concepts nouveaux (cases colorées sur la Figure 35). Une fois que chaque participant des sous-groupes a exprimé ses idées, tous ensemble, ils ont sélectionné les idées qui leur semblaient les plus pertinentes. Ensuite, les trois sous-groupes se sont réunis pour se présenter collectivement les idées nouvelles et ont réalisé une deuxième sélection des idées qui leur plaisaient le plus. Ainsi, le collectif a pu identifier 72 nouveaux inconnus collectivement désirables, **constituant ainsi la deuxième étape du processus de désirabilisation (identifier de nouveaux inconnus)**.

Figure 35 — Exemple de planche projet sur le concept « tirer des données une capacité industrielle à créer de la valeur en rendant les données accessibles à tous » (boîtes rouges : les enjeux — boîtes bleues : les leviers) — et des concepts identifiés par les participants (boîtes colorées en dehors du cadre noir)



La phase projet a constitué la dernière étape de restauration de la désirabilisation et de l'endogénéisation collective. Une fois les concepts désirables sélectionnés, chaque participant a pu choisir le ou les concepts qu'il souhaitait développer. 19 concepts ont été retenus. Seul ou en sous-groupes, chaque expert devenu porteur de projet, a décrit la faisabilité du projet, selon une fiche développement proposée par les experts du DES IP (Figure 36).

Figure 36 — Exemple de fiche projet

<p>Nom de l'idée Notre patrimoine DATA</p>	<p>Illustration Illustrez votre idée par un ou des schémas/dessins/illustrations/photos etc....</p>
<p>Problème Difficulté d'identifier les data accessibles</p>	
<p>Solution (s) Construire un référentiel interne sur les data véhicule</p>	
<p>Par quoi on commence * Constituer le catalogue des data (véhicule) accessibles en fonction de nos architectures EE / systèmes CCS</p>	
<p>Echéance Court terme : 2022</p>	
<p>Compétences/acteurs clefs - Architecte EE - spécialiste connectivité - spécialiste COMET</p>	
<p>Bénéfice / effort Quels sont les bénéfices à réaliser cette idée ? Votre évaluation sur une échelle de 1 (faible) à 5 (fort) ? 5 Avoir connaissance de notre portefeuille de data est la première étape pour leur valorisation. En quoi cette idée est-elle complexe à déployer ? Votre évaluation sur une échelle de 1 (faible) à 5 (fort) ? 2</p>	<p>Binôme Hélène + Pascal + Philippe</p>

En choisissant les concepts qui les intéressaient le plus et en détaillant le plan de développement, les experts ont pu vérifier leurs faisabilités techniques. Ces fiches ont été présentées par les porteurs de projets aux deux sponsors lors de la dernière séance de Dat@ck : 7 projets ont été validés par les sponsors, qui ont décidé à la suite de Dat@ck d'organiser des séances régulières pour suivre le développement de ces projets. **Cette dernière étape confirme donc que les experts sont devenus capables de répondre aux inconnus identifiés dans la data, permettant ainsi de pleinement valider le processus d'endogénéisation. Le développement de ces projets qui doivent apporter des solutions au-delà du minimum requis, en plus d'avoir identifié de nouveaux inconnus, nous permet également de valider le processus de désirabilisation collective.**

Enfin, cet atelier a permis d'apporter une définition plus riche de la « qualité de la data des mobilités ». Il y a deux critères de valeur pour ces données : la fréquence de l'échantillonnage et

le volume. Par volume, on entend un seuil critique de volume de données pour que cela devienne exploitable. Notant que le volume du parc automobile et les ventes de Renault en France ne suffisent pas pour atteindre ce seuil critique et ne sera probablement jamais atteint, Dat@ck a fait apparaître la nécessité d'aller chercher les data de plusieurs constructeurs pour obtenir une réelle performance en matière de données des mobilités.

Le succès de l'atelier a été tel que l'Expert Fellow a demandé qu'un autre atelier collectif d'exploration et de conception soit organisé sur un sujet autour de l'ingénierie système. Ce choix ne fait que renforcer la crédibilité de l'outil et de l'intérêt de l'action des experts de l'inconnu pour aider les autres experts à endogénéiser et désirabiliser des inconnus des transitions.

7.2.3. METHODE DKCP PAR LE DES IP : UN PROCESSUS REPLICABLE POUR ANIMER LES EXPERTS FACE AUX TRANSITIONS

À cause de la Covid-19 et du télétravail qui en a découlé, nous avons été contraints d'animer cet atelier en ligne à distance, ne nous permettant pas de suivre le format prévu en présentiel. Mais cela nous a permis d'adapter une méthode DKCP au contexte de Renault et de pouvoir maintenir l'organisation de cet atelier en distanciel (Figure 37). Cet atelier collectif a essentiellement permis aux experts du DES IP de formaliser un processus standard répliquable d'animation d'experts hétérogènes en expertises pour traiter un inconnu des transitions, et plus précisément pour endogénéiser une expertise exogène et désirabiliser les inconnus qui en découlent (Figure 38). Les experts de l'inconnu, encouragés par l'Expert Leader, devraient adopter une approche similaire à la SNCF, c'est-à-dire multiplier les occasions d'utiliser ce processus pour progressivement toucher tous les experts de l'ingénierie et gagner leur reconnaissance, afin de multiplier leurs impacts en matière de gestion des inconnus et des expertises exogènes sous-jacentes.

Figure 38 — Dynamiques d'apprentissage collective pour un inconnu des transitions

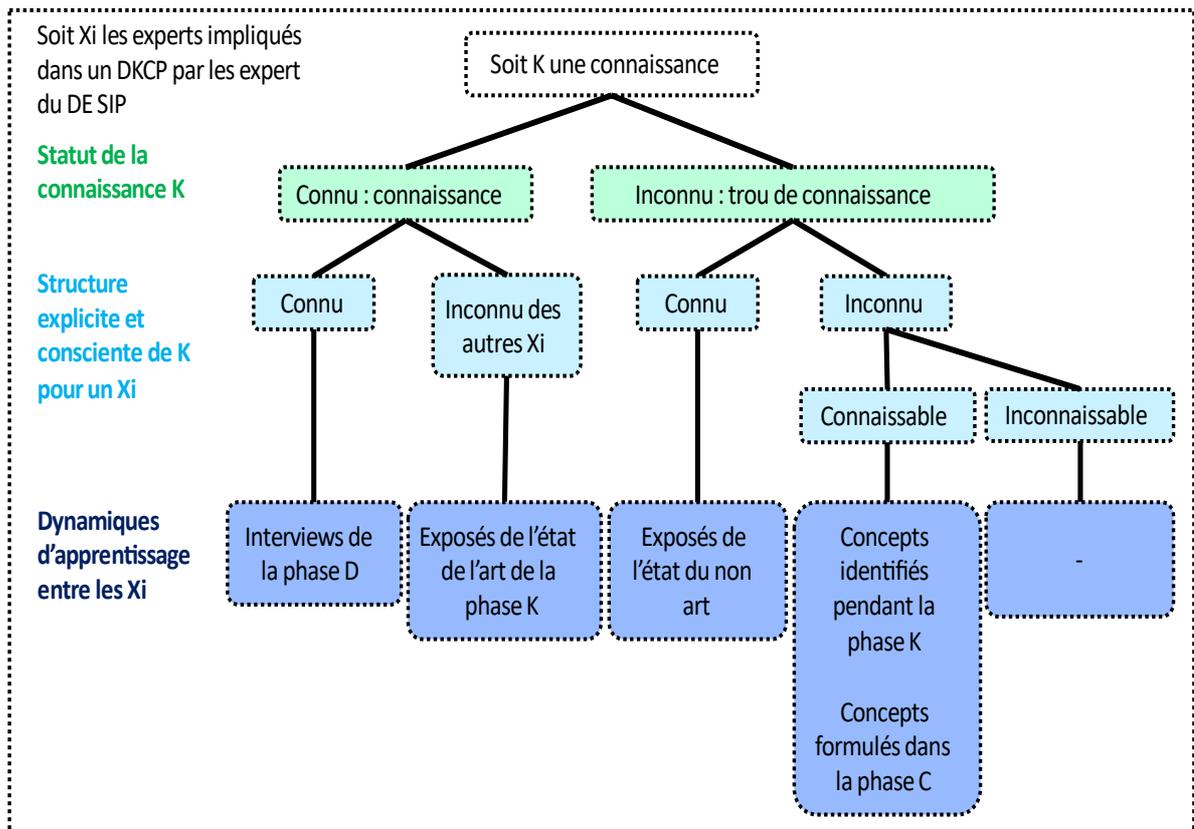


Figure 37 — Étapes principales du DKCP selon les experts du DES IP de Renault

LE DKCP PAR LE DES IP DE RENAULT



DEFINITION

KNOWLEDGE

CONCEPT

PRODUCT

L'état de l'art d'une entreprise est le dominant design, ce qu'elle sait. Phase de l'état du non-art : il s'agit de provoquer chez les participants une réflexion sur l'usage de nouvelles K . Début de la constitution progressive de la communauté de concepteurs. Defixer le collectif.

Méthode Métier + Concepteurs

6 à 7 séances de 2h avec un intervenant

1ere session : kick off présentant la méthode intervention historique rappelant la généalogie de l'objet de conception

Session de l'état de l'art pour que les connaissances et le vocabulaire du collectif soient harmonisés

Session du non-art avec intervenants externes (cf. slides suivantes)

Dernière session = « open sessions » pour signifier que son contenu sera défini en cours de phase K en fonction des questions inédites

1. 45 min d'exposé par un intervenant

Les participants reçoivent un carnet K afin d'évaluer en direct les intervenants. (cf. slide suivante)

2. 45 min de Debriefing flash: en sous-groupe , les participants nomment un porte-parole, remplissent un carnet K pour réaliser une première analyse et identifier des questions à poser à poser en plénière

3. 30 min de questions-réponses entre l'intervenant et les portes-paroles

4. K1 : base K synthétisant les nouveaux k et complétant l'état de l'art K0 : résumé des k importantes de chaque exposé

DEFINITION

KNOWLEDGE

CONCEPT

PRODUCT

1. Identifier 3 concepts projecteurs et préparer des planches d'exploration Méthode Métier

Un concept amélioration continue (la voie émerge dans beaucoup d'exposés et dont l'importance est immédiate), un Alternatif (quel exposé à faire le plus débat et a été le plus polarisant) et un de rupture (une dimension antilogique)

2. Répartition des concepteurs/ participants en sous-groupe par concept selon leurs caractéristiques Méthode Métier

3. 3 x ½ journée d'atelier génération de propositions nouvelles Méthode Métier + Concepteurs

- **J1:** Intro du sponsor – recharge en base K – 2h30 d'atelier

5 min : réflexion des concepteurs sur le CP qui leur a été attribué : associer les mots du titre à des images

45 min de deuil conceptuel : chacun exprime devant les membres de son sous-groupe son association CP mot / image –

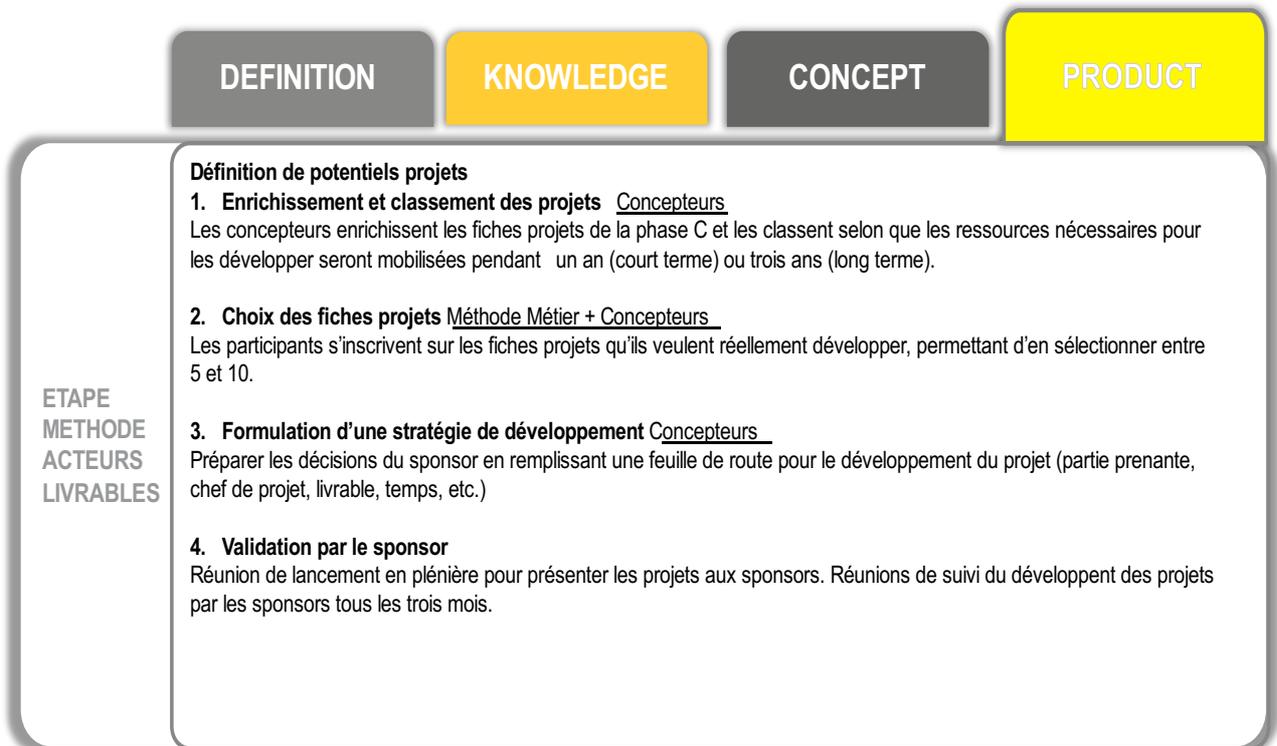
identification de fixation sociale et cognitive : le groupe purge les « bonnes idées » qui sont en fait connues par tout le monde +

30 min : Synthèse orale devant tous les sous-groupes de CP

1h : en sous-groupe, expression conceptuelle puis une piste d'action potentielle

30 min de synthèse en plénière

- **J2 :** debrief de la séance d'avant – repartir dans les premières idées, les durcir – commencer à remplir les fiches projets
- **J3 :** attaquer les vraies pistes avec 5 à 10 projets par CP – étude de l'originalité du projet et du nombre de personnes que cela touchera

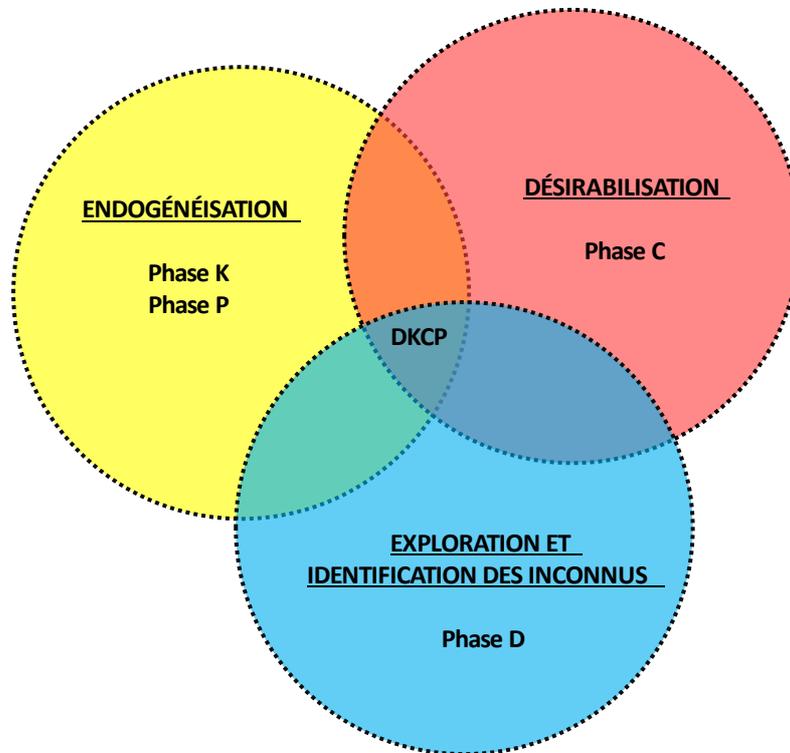


Nous avons vu au début du chapitre que l'ingénierie n'était pas parvenue à endogénéiser l'expertise data malgré plusieurs essais. L'endogénéisation n'est pas un processus naturel, c'est un processus qui nécessite d'être collectivement organisé. En animant un atelier collectif pour l'endogénéisation et la désirabilisation d'un inconnu des transitions, les experts de l'inconnu ont permis d'établir les conditions de réalisation et de validation de ces deux processus (Figure 39) :

- De formaliser un processus d'endogénéisation en 3 étapes : convaincre les décideurs pour permettre de mobiliser des experts hétérogènes dans l'atelier ; cartographier l'expertise interne, les insatisfactions, afin d'identifier les expertises externes à endogénéiser ; faire en sorte que les experts acquièrent les connaissances exogènes. La validation de ce processus d'endogénéisation passe par l'expression collective des insatisfactions et la capacité de répondre aux inconnus.
- De formaliser un processus de désirabilisation en trois étapes : que les décideurs valident la mobilisation d'experts, qu'ils identifient de nouveaux inconnus désirables et qu'ils apportent des solutions au-delà des minimums requis pour répondre à l'inconnu. La

validation de ce processus se fait par le développement des projets et leur réussite, chose que nous n'avons pas eu le temps de vérifier dans cette thèse.

Figure 39 — Rôle des différentes phases du DKCP



Pour conclure ce chapitre et répondre à la « **QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?** », les experts du DES IP ont été en mesure de proposer deux modalités de gestion des expertises.

Dans un premier temps, les experts de l'inconnu ont mobilisé les experts autour du projet Renault-Google, uniquement pour cartographier l'expertise de Renault sur le sujet et identifier les potentiels inconnus. Ensuite, les experts de l'inconnu ont mobilisé les théories de la conception, pour explorer ces inconnus et formuler des concepts désirables à forte valeur, qu'ils ont présentés à des décideurs. Si ces décideurs ont confirmé la désirabilité de ces concepts, ils ne sont malgré tout pas parvenus à les développer. Cela s'explique par l'absence de phase d'endogénéisation, qui est nécessaire pour s'emparer d'un inconnu. En effet, nous avons vu dans les résultats de la première question de recherche que l'endogénéisation et la désirabilisation étaient essentielles pour répondre à un inconnu exogène indésirable. Or, à aucun moment, les Expert Leaders n'ont été mobilisés dans l'apprentissage des expertises sous-jacentes aux inconnus, bien que les experts de l'inconnu aient identifié un manque d'expertise interne sur le

sujet de la « qualité de la data des mobilités ». L'exploration autour du partenariat Renault Google a permis aux experts de l'inconnu de démontrer des capacités dans l'identification et la désirabilisation d'inconnus d'une part et des capacités à identifier les expertises externes complexes sous-jacentes à l'inconnu que les Expert Leaders doivent endogénéiser d'autre part. Dans un second temps, les experts de l'inconnu ont décidé de réaliser un atelier de conception collective sur la « qualité de la data des mobilités », en impliquant des experts pendant tout le processus. Pour cela, les experts de l'inconnu ont défini **des règles d'animation par étape de la créativité collective, technique, multi-expertises** en adaptant l'outil DKCP au contexte de Renault. Ils en ont suivi les différentes étapes : la phase D a permis de cartographier les expertises endogènes et d'identifier les connaissances manquantes, grâce aux interviews d'experts internes sur le sujet ; les exposés de l'état de l'art et du non-art de la phase K ont permis aux Expert Leaders de partager le même niveau de connaissances, d'endogénéiser des connaissances externes, et de définir collectivement l'inconnu désirable ; la phase C a permis d'institutionnaliser une phase d'exploration nécessaire à l'alignement des acteurs en matière de désirabilité ; enfin, la phase P a assuré une **véritable transition de la phase exploratoire à l'exploitation, car elle a permis à l'exploration de ne plus être conditionnée par l'exploitation, mais d'adresser les limites des savoirs de l'exploitation**, tout en proposant des solutions réalisables.

Ce DKCP adapté par les experts du DES IP a également permis d'établir :

- un processus d'endogénéisation en trois étapes : convaincre les décisionnaires pour permettre de mobiliser des experts hétérogènes dans l'atelier ; cartographier l'expertise interne et les insatisfactions afin d'identifier les expertises externes à endogénéiser ; faire en sorte que les experts acquièrent les connaissances exogènes. La validation de ce processus d'endogénéisation passe par l'expression collective des insatisfactions et la capacité de répondre aux inconnus.
- un processus de désirabilisation en trois étapes : que les décisionnaires valident la mobilisation d'experts, qu'ils identifient de nouveaux inconnus désirables, et qu'ils apportent des solutions au-delà des minimums requis pour répondre à l'inconnu. La validation de ce processus se fait par le développement des projets, et leurs réussites, chose que nous n'avons pas eu le temps de vérifier dans cette thèse.
- un processus répliquable pour animer l'apprentissage et l'alignement des expertises en place face à un inconnu des transitions.

La prochaine et dernière étape de cette thèse consiste à revoir l'ensemble des réponses apportées aux trois sous-questions de recherches pour répondre à la question principale de la thèse.

CHAPITRE 8. DE NOUVELLES INGENIERIES DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS

La vocation de ce dernier chapitre est de s'extraire du cas d'étude sur Renault afin d'en étudier la portée générale et ainsi de rediscuter les apports des résultats précédents vis-à-vis de la problématique de la thèse : « **Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?** »

Pour rappel, depuis la 2^e révolution industrielle, l'expertise mobilisée par les ingénieries bénéficie de plus de 100 ans d'optimisation technique et organisationnelle. Cela a rendu la gestion des expertises internes très efficace pour accroître génération après génération, la performance des objets industriels, tout en garantissant, par les règles de conception, leur qualité (régime de conception réglée), mais peu encline aux changements radicaux. Cependant, l'évolution du contexte d'innovation, qui s'est intensifié dans les années 90, a démontré une volonté de bousculer les règles de conception et l'identité des objets issus des bureaux d'études industriels. Le régime de conception innovante est né dans ce contexte pour proposer une extension de la conception réglée et la soutenir dans la révision des règles et des objets à concevoir (Le Masson et al, 2006). Mais la manière de coordonner ces deux régimes de conception a fait l'objet de nombreuses études et réflexions de la part des industriels qui peinent à trouver un équilibre durable entre les deux régimes. La montée progressive des transitions depuis les années 2010, dans les esprits des industriels, exacerbe ce besoin de transformer la gestion de projet industriel pour mieux coordonner les savoirs issus des démarches d'optimisation et d'innovation radicale. Or, les inconnus des transitions impliquent de maîtriser de nombreuses expertises complexes nouvelles, en coordination avec l'expertise du système préexistant. Aussi, la gestion de ces inconnus ne peut se faire sans un pilotage du renouvellement et de la coordination des expertises internes.

8.1. FACE AUX INCONNUS DES TRANSITIONS, LE RESEAU METABOLIQUE D'EXPERTS

La thèse interroge les conditions d'adoption d'une nouvelle expertise dans une industrie établie ayant un système d'expertise. Cela revient à requestionner la littérature sur le rôle des experts, de leurs organisations dans l'entreprise, et de l'émergence de nouvelles expertises face aux spécificités des enjeux contemporains.

8.1.1. VERS DE NOUVEAUX METABOLISMES DE COMMUNAUTES D'EXPERTS

La littérature nous présente les experts comme des conservateurs du patrimoine de connaissances stratégiques pour l'entreprise (Delmas 2012), qui s'est constitué sur au moins 10 ans (Chase et Simon 1973 ; Hayes 1989 ; Weisberg 2006). L'apprentissage de l'expert est dynamique : en tant que référence dans un domaine technique, l'expert se doit de maîtriser les dernières avancées et renforcer ce qu'il sait déjà (Oiry *et al.* 2014). Ce savoir devient stratégique pour l'entreprise lorsqu'il est utile pour répondre aux besoins identifiés et formulés par les décideurs ou les chefs de projets (Trépos 1996 ; Roqueplo 1997 ; Weil 1999 ; Oiry *et al.* 2014 ; Gilbert *et al.* 2018a ; Haarhaus et Liening 2020). Les experts techniques et scientifiques, par leurs contributions clés aux activités industrielles, participent au renouvellement dynamique et stratégique des domaines d'expertise au sein de leur entreprise (Barley et Tolbert 1991), et ils favorisent la capacité d'innovation par la densité de savoirs qu'ils sont seuls à maîtriser et qu'ils rendent accessibles à l'ingénierie (Lelebina 2013 ; Trépos 2016). Ainsi, la littérature classique sur les experts s'accorde à dire que pour être efficace dans l'organisation, l'expert construit et renouvelle uniquement les connaissances stratégiques d'un domaine scientifique et technique, il se concentre sur « son » domaine.

Il existe différentes structures des expertises. À partir d'un artefact technologique (technologie, produit, procédé, système, etc.), il est possible de retrouver la structure de l'expertise, c'est-à-dire l'ensemble des différents champs d'expertise ainsi que leurs relations d'interdépendance, mais cela ne donne pas d'information sur les interactions entre experts, la nature de leur organisation en tant que collectif. Dans une industrie, un expert appartient usuellement à « une filière d'expertise » selon le principe cinquantenaire de la double échelle (par exemple (Allen et Katz 1986)) pour une synthèse des débuts de la notion). La littérature plus récente sur les communautés d'expert définit ce concept de filière comme l'ensemble des membres de la filière technique sélectionnés dans le dispositif de la double échelle. Pour Andriessen *et al.* (2004), la communauté d'experts se caractérise par un respect de règles institutionnelles et de faibles relations de collaboration entre les membres, uniquement sous la forme de consultations sur des sujets précis (Cohendet *et al.* 2006). De son côté, la littérature en management de l'innovation a montré qu'il existe deux grands types de communautés de pratique : une dédiée à l'exploration, qui implique généralement peu le réseau d'experts, dont le manager est un intrapreneur qui cherche à explorer les sujets innovants souvent en contradiction avec la culture d'entreprise, et qui développe des organisations créatives pour soutenir l'innovation et le développement de nouvelles activités à travers l'exploration de nouvelles opportunités, et de nouvelles expertises en dehors de l'entreprise (Dupouët et Barlatier 2011 ; Bootz 2015) ; une autre dédiée à l'exploitation,

qui à l'inverse, est massivement composée d'experts qui échangent quotidiennement sur leurs pratiques opérationnelles pour optimiser leurs activités. (Dupouët et Barlatier 2011).

Des travaux récents montrent des organisations émergentes de l'expertise qui questionnent cette dichotomie. Ainsi, forme hybride de communauté de pratique, composée d'experts souhaitant améliorer leur expertise, la transmettre aux générations plus jeunes d'experts, et travailler aux évolutions futures de leur métier. ont identifié une forme hybride de communauté de pratique, composée d'experts souhaitant améliorer leur expertise, la transmettre aux générations plus jeunes d'experts, et travailler aux évolutions futures de leur métier. Cette communauté s'intéresse à l'innovation incrémentale qui améliore les solutions existantes. Elle est dirigée par deux personnes : un expert, élu par les autres experts, et un manager d'expertise entre différents domaines, ce qui semble nouveau également. La clé du succès de cette communauté réside dans la capacité des deux dirigeants à avoir créé du sens pour les experts impliqués, ce que nous associons à une capacité à créer des inconnus communs. Au-delà de ce binôme de dirigeants, Cabanes (2017) fait lui aussi évoluer cette notion de communauté d'expert en la rapprochant de celle de communauté de savoir, tout en marquant une distinction avec celle de communauté de pratique. Il parle ainsi de communautés épistémiques d'experts, qui se définissent comme un groupe ou un collectif d'acteurs possédant un haut niveau d'expertise dans un domaine donné : ils interagissent régulièrement, partagent un ensemble de valeurs et de savoirs, entretiennent des rapports sociaux basés sur un sentiment d'estime réciproque, et partagent un objectif commun de création de connaissances dans un domaine d'expertise particulier. **Dans cette approche récente, la filière d'experts se compose d'un réseau de plusieurs communautés épistémiques d'experts indépendantes.** Mais, Cabanes (2016) constate que si la double échelle permet la gestion de carrière des experts, elle ne permet pas la gestion et le développement des expertises. L'auteur s'est alors intéressé aux régimes d'expertise et a identifié quatre régimes au cours des siècles derniers (trois régimes historiques présentés dans l'encadré ci-dessous, et un contemporain). Par champ d'expertise, il entend un ensemble structuré d'éléments interconnectés (connaissances, savoirs et savoir-faire de nature scientifique et technique), appelé « structure de champ d'expertise ». Dans les organisations industrielles, les champs d'expertise ne sont pas isolés les uns des autres, mais forment un ensemble, une **structure des champs d'expertise en place, incluant la structure d'interdépendance des champs d'expertise.**

Encadré régimes historiques d'expertises (Cabanes, 2016)

Le XIXe siècle est marqué par un **régime d'émergence d'expertise basé sur la cumulativité des savoirs** (« mouvement linéaire d'empilement des savoirs ») : les nouvelles expertises se

construisent sur la base d'expertises existantes. Il n'y a pas de changement dans les fondamentaux des métiers, des compétences, des architectures de produits, des modèles économiques, et les relations entre champs d'expertise sont inchangées. Ce régime fonctionne tant que le contexte sur la consommation de masse dure.

Dans les années 80, la demande de diversification pousse les entreprises à adopter une organisation matricielle. Les expertises sont généralement dupliquées sur plusieurs projets et tendent à devenir spécifiques aux enjeux du projet, limitant ainsi leur transférabilité au sein de l'organisation. Parce que les projets sont toujours singuliers et uniques, chaque nouvelle combinaison des champs d'expertise peut potentiellement faire émerger un nouvel artéfact technologique. Un projet se caractérise donc par la création de nouvelles **structures d'interdépendances des champs d'expertise**. Ce régime d'émergence est donc basé sur la **combinabilité des champs d'expertise**. Cependant, cette logique projet ne tient pas compte de l'importance des activités d'exploration pour l'innovation, ce qui freine l'amélioration de la structure des champs d'expertise.

Les années 90 sont marquées par l'apparition de l'innovation intensive. La gestion de projet en plateforme s'instaure, et organise la cohérence entre des modules associés à un champ d'expertise différent. En effet, dans une stratégie de plateforme technologique, c'est l'**émergence par intégration ou absorption de nouveaux champs d'expertise**, incarnée par les modules, qui constitue le potentiel d'innovation. Ainsi tout changement d'architecture de module correspond à un changement de structure **d'interdépendances des champs d'expertise**. Ce modèle contribue à faire émerger une nouvelle figure de l'expertise, l'expert intégrateur, dont le rôle est de sélectionner et d'intégrer les connaissances externes afin de les utiliser avec succès dans de nouveaux produits et procédés.

Selon Cabanes, les trois régimes historiques d'émergence de champs d'expertise tendent à modifier faiblement l'identité des champs d'expertise, ainsi que leur structure. Ils ne permettent pas de révision profonde des *dominant designs* pourtant nécessaires dans un contexte d'innovation intensive. Pour remédier à cela, et donner aux industries les moyens d'affronter le contexte d'innovation intensive, Cabanes propose un quatrième régime **d'émergence d'expertise basé sur la co-extension des champs d'expertise**. Dans ce régime, l'émergence d'expertises s'effectue en provoquant une réorganisation et une restructuration profondes des structures d'expertise existantes. Autrement dit, le nouveau champ d'expertise émerge de la recomposition des relations d'interdépendances entre les différents champs d'expertise existants. Cette émergence est rendue possible par une nouvelle organisation des champs d'expertise en société

proto épistémique d'experts, dans laquelle « *un groupe d'individus (reconnus en tant qu'experts dans l'organisation) partageant des domaines d'expertise différents et ayant pour objectif cognitif commun de réorganiser les relations d'interdépendance des champs d'expertise afin de faire émerger de nouvelles proto-expertises et de provoquer la déstabilisation et la révision des dominant designs pour augmenter le potentiel génératif des structures d'expertise de l'organisation.* » (Cabanès 2017 : 264). La société proto épistémique organise et gère la coordination, la collaboration et l'action collective des experts, quels que soient leurs domaines d'expertise, visant l'émergence de nouvelles proto-expertises dans l'organisation. Cette organisation est, selon Cabanès, la plus à même de soutenir l'émergence d'expertise qui permettent de l'innovation radicale dans un contexte d'innovation intensive.

8.1.2. DES EXPERTS POUR IDENTIFIER LES INCONNUS DES TRANSITIONS

Nos travaux permettent de rediscuter et d'enrichir plusieurs points mentionnés ci-dessus. Pour commencer, le contexte d'innovation intensive étudié par ces auteurs a laissé place au contexte d'injonction aux transitions. Cela appelle donc à formaliser un nouveau régime d'expertise. Dans l'introduction générale de la thèse, nous avons compris qu'un inconnu des transitions impliquait une triple complexité : celle de devoir maîtriser de nombreuses expertises nouvelles de haut niveau, celle de devoir impliquer de nombreux acteurs de natures différentes dans la conception de solutions, et celle de devoir satisfaire des objectifs contradictoires. À partir de cette définition de l'inconnu des transitions, il apparaît que la structure d'expertises d'une entreprise établie va rentrer en crise dès lors qu'un inconnu indésirable externe, qui implique des expertises externes complexes à l'industrie, doit être maîtrisé par les structures d'expertises internes pour assurer la survie de l'entreprise. Un nouveau régime d'émergence des expertises est alors nécessaire pour intégrer des expertises externes complexes et les adapter aux expertises internes, opération plus difficile à conduire qu'une réorganisation de la structure d'expertises. En effet, cette maîtrise des expertises complexes pose **la question de leur compatibilité avec les expertises en place et des conditions de leur intégration dans l'expertise de l'entreprise**. Notre étude montre qu'il existe des étapes incontournables pour permettre aux structures d'expertise industrielle de gérer ces nouvelles expertises :

- **Pour commencer, il faut que les experts internes soient en mesure d'identifier de nouveaux besoins spécifiques, vitaux pour l'entreprise et complexes à intégrer** (l'inconnu indésirable externe). Pour cela, ils échangent régulièrement entre experts d'un même domaine, ou entre responsables d'expertise, afin d'évaluer l'importance

stratégique des questions que posent les transitions sur les objets industriels qu'ils développent et l'introduction de leur prise en compte dans l'architecture « produit » et « industrielle » ;

- Les experts internes doivent ensuite organiser **une exploration autour de cet inconnu**. Ils peuvent mobiliser leurs réseaux internes avec d'autres experts de l'entreprise et leur réseau externe lié à leur domaine d'expertise. Cette dernière modalité passe souvent par des partenariats de recherche pour étudier et modéliser l'inconnu des transitions relativement aux capacités industrielles de conception de l'entreprise et de ses réseaux ;
- Cette exploration doit mener à une **incapacité technique à répondre à ces besoins avec les réseaux en place**. Il faut alors en identifier la raison pour délimiter le périmètre d'expertise à acquérir et les enjeux de coordination avec la structure d'expertise ;
- L'identification doit ensuite conduire à la coordination des expertises impactées en interne via l'animation de leurs représentants pour aboutir à la nomination d'experts responsables d'animer les nouvelles expertises dans l'ingénierie.

Ce processus met en lumière le rôle et les limites d'action des experts en place : ceux-ci sont capables d'identifier les expertises nouvelles à intégrer et d'en justifier la raison ; celle de répondre à un besoin spécifique vital pour l'entreprise. **Ils n'attendent pas que le décideur leur soumette un problème, ils sont capables eux-mêmes d'identifier de nouveaux inconnus dans et hors de leur domaine d'expertise ; ils sont capables d'identifier et de justifier la nécessité d'intégrer des expertises externes complexes vis-à-vis de la pérennité de l'ingénierie et de la viabilité technique des objets industriels qu'elle développe**. Ce point permet de rejoindre l'affirmation proposée par Cabanes (2017) sur les évolutions du rôle des experts techniques ou scientifiques : le rôle des experts ne se limite pas à être une ressource pour le décideur ; ils doivent aussi faire vivre collectivement les périmètres des expertises de l'entreprise.

Pourtant, la littérature sur les experts affirme que les experts techniques ou scientifiques savent étendre leurs expertises en absorbant des connaissances externes propres à leurs champs. En revanche, **ils ne savent pas étendre leur expertise en fonction d'une autre expertise** alors que cela devient nécessaire à la survie de l'entreprise. **Vis-à-vis des transitions, l'expert doit renouveler son expertise dans son champ, par intégration et adaptation de l'expertise externe identifiée au préalable**. Nous avons vu dans l'introduction que certains experts pouvaient cumuler des expertises techniques avec des expertises en management (profil T-Shape (Iansiti 1993)), ou de plusieurs domaines (profil A-shape (Leonard-Barton 1995)). Ici, nous voyons que la manière

dont ils doivent construire leur expertise en fonction des autres va les conduire à devenir progressivement des experts multi expertises. Cependant, les experts ne sont pas dotés des compétences ou des outils pour assurer l'intégration de ces nouvelles expertises. **Il faut alors identifier l'organisation du réseau d'expertise qui permettra ce nouveau régime.**

Un dernier point intéressant porte sur les communautés de pratique. Selon la littérature classique sur les experts, ceux-ci servent à aider les décideurs et contribuent plutôt à de l'innovation incrémentale, ce qui encourage à associer les organisations d'experts aux communautés d'exploitation. Ici, nous voyons que les experts soutiennent l'innovation incrémentale, mais savent identifier des opportunités en dehors de leurs champs d'expertise. Pour autant, ils ont besoin d'outils de management de l'exploration et de la conception innovante pour **étendre leur expertise en fonction d'une autre expertise** : nous rejoignons ainsi la définition de communauté hybride de Bootz et al (Bootz *et al.* 2022 ; Bootz et Lievre 2022) et de société proto-épistémique de Cabanes (2016).

8.2. INGENIERIE DE L'EXPERTISE DE L'INCONNU

8.2.1. L'EXPERT DE L'INCONNU POUR LES EXPERTS DANS L'INCONNU

Notre thèse introduit également une nouvelle figure d'expertise : l'expert de l'inconnu. Si la littérature a fait état de l'apparition des experts de l'inconnu, elle ne donnait jusque-là pas de définition précise communément acceptée de leur rôle. La question en suspens était donc de savoir si l'expert de l'inconnu était un nouvel acteur à part entière, dont l'intégration et les interactions dans l'ingénierie restaient à modéliser ; ou si sa fonction d'identification d'inconnus pour l'ingénierie n'était qu'une évolution du rôle de l'expert technique ou scientifique. Notre thèse permet de comprendre qu'il ne s'agit pas d'experts techniques ou scientifiques qui auraient élargi leur capacité à l'exploration. Il s'agit d'une nouvelle figure d'experts, respectant la règle d'accumulation du savoir sur la longue période (Chase et Simon 1973 ; Hayes 1989 ; Weisberg 2006), qui est reconnue en interne et en externe, et dont l'apprentissage sur les techniques d'animation de la créativité collective est dynamique (Oiry *et al.* 2014). Toutefois, l'expert de l'inconnu est à distinguer des autres experts de l'ingénierie. Pour commencer, son domaine d'expertise ne relève ni d'un domaine technique ou scientifique de l'objet à concevoir ou de son optimisation au sens de l'ingénierie, mais sa science porte sur les techniques de management de l'innovation et de la conception. Il ne répond donc pas aux demandes des décideurs sur les enjeux liés à la production industrielle de l'objet, mais aide les autres experts à l'identification de besoins vitaux à venir, ou aide les experts techniques et scientifiques, ayant identifié des besoins vitaux

pour l'entreprise, à développer une stratégie pour les apprivoiser. Cette aide se manifeste par une animation des experts de différents domaines, d'abord pour s'approprier les nouvelles expertises externes complexes, ensuite pour mobiliser ces nouvelles expertises dans la formulation de solutions innovantes, et enfin dans l'organisation du développement de ces solutions. Ils peuvent ainsi être considérés comme une nouvelle fonction I, dédiée à l'animation des champs d'innovation des sciences et techniques de l'ingénierie. Autrement dit, **nous assistons à l'institutionnalisation d'experts de l'inconnu pour les experts dans l'inconnu**. Ceci implique deux choses :

Premièrement, comme il faut une dizaine d'années pour être institutionnellement reconnu expert d'un domaine, nous supposons qu'il existe différents acteurs qui relèvent d'une forme d'expertise de l'inconnu. Nous supposons que ces formes d'acteurs de l'inconnu sont progressivement et simultanément apparues avec les théories de la conception innovante, qui proposent des outils pour explorer dans l'inconnu (DKCP, théorie CK et leurs dérivées, mais aussi design thinking, prospective conceptive, etc.). Certains acteurs en ont fait leur expertise et coopèrent depuis plusieurs années avec les chercheurs à l'origine de ces théories (cf (Laousse 2018) avec le développement du KCP à la RATP et à la SNCF). En revanche, jusqu'à 2018, aucun d'entre eux n'avait été institutionnalisé et labellisé comme responsable d'un domaine d'expertise dédié à l'inconnu. Ces nominations impliquent l'instauration d'un champ d'expertise composé d'experts de différents niveaux d'expertise, ainsi que l'animation de communautés internes et externes. Nos travaux montrent que le contexte des transitions a encouragé l'institutionnalisation d'experts de l'inconnu pour animer le réseau d'experts face à la densité et à la rémanence de ses inconnus, mais aussi, parce que l'intégration d'expertises externes complexes demeurerait un échec. Il y a donc aujourd'hui, au moins chez Renault et à la SNCF, un domaine d'expertise destiné à l'animation communautaire au sein de l'entreprise, pour aider les autres experts dans l'inconnu à identifier et à gérer la distance entre ce qu'ils sont capables de faire, et ce que les transitions leur imposent de faire.

Deuxièmement, l'animation du réseau d'experts dans l'inconnu par les experts de l'inconnu est une forme nouvelle de gouvernance des experts que les auteurs précédemment cités avaient identifiée. Ce point permet d'enrichir la définition des réseaux d'expertise et des communautés de pratique composées d'experts, car les réseaux d'experts ne se contentent pas d'être une liste d'experts qui vont jouer de façon indépendante. Nos travaux démontrent qu'un réseau d'experts étant composé d'une somme d'individus, a une capacité d'action qui n'est pas la même, que le simple cumul de chaque individu face aux transitions. La cohésion de ces acteurs va permettre l'adoption et l'adaptation des nouvelles expertises aux leurs, et donc l'émergence de nouvelles

expertises complexes et associées à des enjeux peu désirables pour les ingénieries. Par ailleurs, des membres d'une communauté (les experts de l'inconnu) vont animer des experts techniques d'expertises différentes, donc créer de nouvelles communautés, pour soutenir des activités d'exploration spécifiques aux inconnus des transitions. Cette thèse propose une nouvelle forme d'hybridation des communautés de pratique qui dépend des acteurs : les communautés d'exploitation ou les experts d'un même domaine partagent les savoirs de leurs expertises pour de l'innovation incrémentale ; les communautés d'exploration dans laquelle certains des experts précèdent vont être organisées en des communautés multi-expertises pour réaliser des explorations animées par les experts de l'inconnu. Un expert peut être membre des deux communautés, créant le lien bien connu de l'ambidextrie contextuelle (Birkinshaw et Gibson 2004). Les communautés d'exploitation se veulent plutôt permanentes, tandis que les communautés d'exploration sont plutôt éphémères (Laousse 2018), soit parce qu'elles vont permettre aux nouvelles expertises de s'institutionnaliser dans un nouveau domaine d'expertise, et donc devenir une communauté d'exploitation, soit parce que les nouvelles expertises touchent plusieurs domaines qui devront assimiler les nouvelles connaissances progressivement, générant au début des innovations radicales puis progressivement incrémentales. Les experts de l'inconnu initiant et gérant les communautés hybrides sont un mixte de **deux profils de leaders** de communautés identifiés par Bootz et Al (2022) : **le leader des explorations**, qui démontre des compétences dans l'organisation d'exploration inter-expertises, dans la capacité à stimuler l'innovation et la créativité, et des capacités à intégrer de nouvelles expertises ; **le leader équilibré**, qui possède des capacités d'innovation et de créativité, qui a une légitimité sociale, puisque reconnu en interne et externe comme un expert des outils d'innovation, mais pas technique, puisqu'il est expert en management. Au-delà de l'approche par binôme, la proposition collégiale de Cabanes (2016) — le *technical staff college* — appuie l'enjeu collectif d'animation et d'organisation de cette nouvelle action collective. Nos travaux permettent d'enrichir la description du rôle des membres de ce nouveau domaine d'expertise : **les experts de l'inconnu doivent être capables d'animer des experts hétérogènes, pour les aider à acquérir de nouvelles expertises, à partager un langage commun, à identifier des inconnus communs et ainsi à trouver un sens et une volonté de s'engager dans la communauté, à formuler des idées nouvelles à développer.**

8.2.2. INSTITUTIONNALISATION D'UN PROCESSUS D'EMERGENCE DE NOUVELLE EXPERTISE

L'animation des experts par les experts de l'inconnu s'établit dans un processus que l'on peut maintenant décrire à l'aune de notre travail.

D'abord, les experts scientifiques ou techniques, considérés comme acteurs du système de conception réglée, identifient des besoins vitaux, une incapacité technique à y répondre, car il faut identifier et intégrer de nouvelles expertises externes complexes. Ensuite, les experts de l'inconnu organisent une séquence d'animation des experts scientifiques ou techniques en différentes étapes :

- a) Ils **ancrent l'exploration** en constituant un nouveau collectif d'experts qui ne partagent pas la même expertise au départ, visant à cartographier les expertises internes et leurs limites pour guider l'acquisition de nouvelles connaissances, en organisant la création de nouvelles connaissances autour de la transition pour permettre à ce collectif de partager une nouvelle expertise commune (élargissement donc des connaissances utiles pour la conception réglée par l'exploration orientée) ;
- b) Ces nouvelles connaissances contribuent à l'enrichissement de la conception en permettant de formuler des concepts désirables pour les transitions (élargissement des concepts innovants utiles pour la conception innovante) ;
- c) La faisabilité de ces nouveaux concepts traduite dans un cahier des charges permet d'étendre les Référentiels qualité pour l'exploitation (nouvelle extension de la conception réglée), assurant ainsi un pont entre les activités de conception innovante et réglée.

Il y a donc une triple activité générative dans laquelle les limites de la conception réglée permettent d'orienter l'exploration à organiser pour s'enrichir, enrichissant aussi les concepts innovants lors de la conception innovante, puis d'assurer une faisabilité par la conception réglée tout en enrichissant les Référentiels.

La mise en œuvre de ce processus chez Renault a eu plusieurs impacts managériaux durables :

- Pour commencer, les outils de créativité ne permettaient pas jusque-là, d'adresser des champs techniques et d'impliquer des collectifs variés. Avec une adaptation du DKCP à leur contexte industriel, les experts de l'inconnu ont su mettre en place **un outil d'animation de la créativité collective, technique et multi-expertises** ;
- Par ailleurs, l'exploration des inconnus était organisée jusque-là par un collectif homogène d'experts techniques ou scientifiques, c'est-à-dire au sein d'un même

domaine ; or, la performance des experts de l'inconnu se trouve dans leur **capacité à animer une exploration basée sur un collectif d'experts hétérogènes en expertises.**

- Enfin, l'intégration collective des nouvelles expertises permet aux **experts d'être en mesure de formuler des concepts innovants et d'en organiser le développement, transversalement aux découpages des domaines d'expertises.**

Autrement dit, les experts de l'inconnu aident les experts lorsqu'ils sont plongés dans l'inconnu par une injonction des transitions à restructurer leur champ d'expertise en acquérant connaissances, savoirs et savoir-faire propres à des expertises externes complexes. La cartographie des expertises internes lors de la phase d'exploration se présente en effet comme une modalité d'évaluation des compétences internes. Les fiches remplies à l'issue des exposés de la phase K sont des outils d'évaluation collective d'acquisition de nouvelles connaissances. Comme cette opération d'acquisition de nouvelles expertises est réalisée par des experts hétérogènes, cela signifie que plusieurs domaines d'expertises internes acquièrent les mêmes connaissances externes créant progressivement une interdépendance plus forte entre les champs d'expertise. Par ailleurs, le collectif hétérogène mobilisé dans l'atelier constitue un nouveau collectif d'experts ciblé sur un inconnu des transitions. Ce point permet de mettre en avant que les structures d'expertise évoluent également. De cette manière, cet atelier d'exploration et de conception collective valorise le fait de travailler en connexion avec des acteurs internes, favorisant ainsi une gestion collective des expertises. Il s'agit plutôt d'un mode combinatoire des compétences qu'additif (Defélix *et al.* 2014). Ainsi, dans la suite des travaux de Cabanes sur les régimes d'émergence d'expertise en fonction du contexte d'innovation, nous proposons un nouveau régime pour les transitions : **régime d'émergence basé sur l'intégration des champs d'expertise externes et la co-extension des champs d'expertise en place.**

8.2.3. LE DOMAINE D'EXPERTISE DE L'INCONNU : UNE FONCTION I POUR LES TRANSITIONS ?

Les travaux sur les régimes d'émergence des expertises nous indiquent qu'un régime apparaît pour répondre au contexte contemporain d'innovation. Dans le cas particulier des transitions, nous avons identifié un nouveau régime d'émergence d'expertise basé sur **l'intégration de champs d'expertise externes complexes et la co-extension des champs d'expertise en place.** À ce stade, il nous semble que nous pouvons faire l'hypothèse qu'il ne s'agit ni du régime de conception réglée, ni du régime de conception innovante, ni d'un réglage entre l'un et l'autre,

mais d'un nouveau régime de conception en cours d'émergence dans l'industrie pour mettre les ingénieries en capacité face aux transitions.

Avec le contexte d'innovation intensive apparu dans les années 80, il était communément admis que le principal problème relatif au développement de produit était d'accroître la diversité et la régularité des innovations proposées tout en maîtrisant la qualité, les coûts et les délais de production (Hatchuel *et al.* 2001). Cette accélération de l'innovation « robuste » s'est opérée dans les ingénieries par la mise en œuvre d'organisations matricielles de compétences de R&D, mobilisées par projets (Midler 1993 ; Garel 1994 ; Weil 1999). Il était donc attendu des départements de recherches internes (R) qu'ils fournissent toujours plus de nouvelles connaissances et de nouveaux concepts techniques, selon un processus contrôlé de production de connaissances qui répond à des questions formulées au préalable par les équipes de développement (D) et procure des réponses maîtrisées à celles-ci. De son côté, « *Le développement se définit comme un processus contrôlé qui active des compétences et des connaissances existantes afin de spécifier un système (produit, processus, ou organisation...) qui doit répondre à des critères bien définis (qualité, coût, délai) et dont la valeur pour la compagnie a été clairement conceptualisée et plus ou moins évaluée* » (Hatchuel *et al.* 2001 : 11). Ainsi, la « R » et le « D » étaient considérés comme des activités permanentes, organisées et structurées, et l'innovation « robuste » comme la qualité attendue de l'objet à concevoir. Dans leurs travaux, Hatchuel, Weil et Le Masson (2001) ont considéré que l'innovation sur le concept d'objet ne devait pas être perçue comme une performance à atteindre, mais comme un processus structuré, avec des principes de gestion spécifiques, distincts de ceux qui régissent les activités de Recherche (R) et de Développement (D), conduisant ainsi à soutenir la création d'une nouvelle cellule organisationnelle complémentaire à R et D : la « fonction I ». L'objectif de la « fonction I » proposée était alors de définir de nouvelles valeurs d'usage pour les clients, en proposant à « D » de nouveaux concepts de produits et de procédés à différents stades de maturité, et à « R » de nouvelles questions, des nouvelles compétences ou connaissances émergentes.

Au fur et à mesure de leur émergence empirique dans les entreprises, de nombreux travaux académiques se sont intéressés à la mise en place de telles fonctions dans les entreprises. L'objectif des fonctions d'innovation étudiées était de favoriser les nouveaux modèles d'affaires, diversifier les produits et proposer des objets toujours plus en rupture (Leifer *et al.* 2000 ; Hatchuel *et al.* 2006 ; O'Connor 2008 ; Bagno *et al.* 2017 ; Vu 2020). Le développement de la fonction « I » passait par le développement de capacités d'innovation, c'est-à-dire d'acteurs, d'outils ou de lieux qui soutenaient les activités d'innovation (Leifer *et al.* 2000 ; Zawislak *et al.* 2008). Dans notre revue de littérature au chapitre 2, nous avons vu que ces responsables étaient soit des managers,

soit des intrapreneurs, et nous avons identifié de nombreux outils. Cependant, en 2018, O'Connor et ses collègues (2018) ont constaté que les entreprises peinaient encore à organiser l'innovation radicale dans la durée, et en particulier à fidéliser les acteurs compétents en pilotage d'activités d'innovation de rupture. Parmi les 10 entreprises qu'ils ont observées sur environ 20 ans, O'Connor et ses collègues constatent que les fonctions d'innovation ne sont pas formellement reconnues, ce qui ne permet pas d'offrir des voies d'évolution de carrière pour les personnes nommées à ces postes. Cela génère un turn-over régulier de ces experts, empêchant ainsi qu'une expertise de l'innovation se stabilise et se renforce progressivement : « *we noticed the frequency with which people changed jobs, expressed frustration about their careers* » (O'Connor et al. 2018 : chapitre 3). De plus, les expériences partenariales de la chaire Théorie et Méthode de la Conception Innovante montrent que les cellules d'innovation présentent des effectifs faibles (deux à trois personnes en moyenne). Un turn-over régulier dans ces équipes ne permet pas à une fonction I de se constituer de manière pérenne. De plus, les entreprises ont essayé de nombreuses approches pour améliorer leur capacité à commercialiser des innovations révolutionnaires : mise en place de nouveaux processus, modification de la culture de l'organisation, expérimentation de nouvelles structures organisationnelles et institution des incitatifs financiers. Si la capacité d'innovation commerciale a été sans aucun doute renforcée par ces démarches, aucune n'a permis à l'ingénierie de renouveler ses compétences et d'innover sur son système technique de production. Or, comme Hatchuel et al (2001, 2006), O'Connor et al. (2018) insistent sur la nécessité **d'institutionnaliser une fonction dédiée à l'innovation**, de la même manière qu'il existe une fonction institutionnalisée pour la finance, ou le marketing, etc., et de créer des expertises dédiées à l'innovation afin d'être capable d'adresser de façon originale les objets et les systèmes nécessitant des expertises.

Autrement dit, si nous regardons l'organisation matricielle pour la gestion des projets, elle supposait que les entreprises avaient les ressources pour réaliser les projets définis, ou la capacité de les constituer rapidement en système de production avec des fournisseurs, (Lenfle et Midler 2002 ; Maniak 2009b). **Or, l'innovation intensive industrielle, et encore plus l'innovation des transitions, ne permettent pas de définir clairement en amont les objets techniques à développer, et l'absence de fonction I en mesure d'affronter des problématiques techniques complexes ne permet pas non plus de trouver les compétences nécessaires au développement de solutions industrielles radicalement innovantes.**

Dans cette optique, des travaux récents ont proposé la mise en place d'acteurs dédiés à l'innovation technique complexe dans un contexte d'innovation intensive (Cabanes 2017 ; Rampa 2020). Dans son *Technical Staff College*, Cabanes (2016) démontre qu'il existe une organisation

des expertises selon le type d'innovation technique : deux bureaux sont dédiés au développement de l'innovation incrémentale et deux à celui de l'innovation radicale. Concernant les deux derniers, le premier organise différentes activités d'exploration pour identifier des inconnus inconnus connaissables, et le second pilote la stratégie de renouvellement des expertises. **Le premier bureau permet ainsi d'identifier les objets techniques à produire, et le deuxième, les compétences nouvelles nécessaires à leur développement.** De même, les « Laboratoire-Réseau » proposés par Laousse (2018) visent à rassembler de façon éphémère les experts de la SNCF pour proposer une stratégie de constitution progressive d'un réseau de compétences en mesure d'adresser une problématique scientifique et/ou technique de haut niveau. Là aussi, l'auteur propose une évolution des rôles d'une « fonction d'innovation intensive métabolisante » qui aurait à ancrer les acteurs de ces laboratoires dans l'entreprise « *grâce au réseau d'experts dont elle régénère l'identité professionnelle et la fonction des experts en les mettant en contact avec d'autres acteurs et d'autres situations* » (supports de soutenance de thèse, Dominique Laousse, 3 décembre 2018, p15). Plus récemment encore, les travaux de Rampa, réalisés en partenariat avec les équipes de recherche d'HydroQuébec, présentent les principes d'une « fonction I disséminée » dans un centre d'expertise scientifique. L'objectif poursuivi par la direction générale du centre de recherche était de former tous les chercheurs de l'entreprise au raisonnement de conception innovante afin qu'ils aient la capacité d'organiser *et de coordonner* des explorations scientifiques en rupture. La vocation de cette fonction « I » exercée par des chercheurs était de proposer davantage de projets d'exploration et d'innovation technique, d'identifier les bons experts dans l'entreprise, et d'assurer un réel suivi des projets scientifiques innovants dans la durée. **Ainsi, il y a une étape spécifique aux experts techniques et scientifiques pour définir le projet d'innovation industrielle à développer, puis une étape pour identifier en interne les capacités qui porteront ce projet, et le niveau de complexité ou d'hétérogénéité de la nouvelle expertise nécessaire au développement de ces projets, qui ne se concentrent pas à priori sur des demandes ou des usages commerciaux.**

En considérant les experts de l'inconnu comme une fonction « I » institutionnalisée dans l'entreprise par la création de « leur » domaine d'expertise et leur structuration officielle en niveau Référent/expert/Expert Leader, notre thèse contribue à l'évolution de cette relation R-I-D, en considérant la fonction « I », non plus dans un rôle de proposition à R et D de concepts sur l'identité des produits et services désirables, mais dans un rôle d'animation technique et industrielle de la « R », et de coordination avec le « D » sur des **concepts d'ingénieries désirables.**

Ainsi, nous proposons que les experts plongés dans l'inconnu par les transitions (R ou D)³ identifient les besoins scientifiques et techniques vitaux à adresser avec le support de cette nouvelle fonction « I ». Pour cela, les experts de l'inconnu (I) sont dédiés au **développement d'outils d'exploration, de conception et d'animation scientifique et technique à destination de sous-groupes d'experts hétérogènes. Le rôle de ces experts est d'explorer et d'identifier les besoins spécifiques de l'ingénierie qui nécessitent des expertises externes pour être développés. Ensuite, les experts de l'inconnu (I) poursuivront l'animation des experts des différents domaines (R ou D) pour aider l'ingénierie, en tant qu'ensemble de compétences, à intégrer ces nouvelles expertises dans le maillage d'expertises en place (extension de R ou D), et à mobiliser ces nouvelles expertises dans la conception de systèmes techniques radicalement innovants (D).**

8.3. RENOUVEAU DES CRISES DE ROBUSTESSE FACE AUX TRANSITIONS

Les travaux de cette thèse permettent de compléter la définition du concept d'inconnu en industrie, **en proposant le concept d'inconnu des transitions, et de décrire la nature des tensions — voire des crises — auxquelles cette nouvelle forme d'inconnu expose les ingénieries.**

La littérature sur la gestion des transitions émerge progressivement (Ferraro *et al.* 2015 ; George *et al.* 2016 ; Brammer *et al.* 2019 ; Gümüşay *et al.* 2022). Selon un travail très régulièrement repris comme référence (Ferraro *et al.* 2015), les transitions se caractérisent par trois principes : la **complexité** (variété d'acteurs à coordonner — multiples domaines impliqués), l'**incertitude** (impossible évaluation des futurs états possibles du monde à cause de l'instabilité des préférences des acteurs), l'**évaluation complexe** (différents acteurs ont des points de vue différents sur ce qu'est réellement le problème et donc sur ce qui constitue une solution acceptable). Or, la plupart des études adoptent un point de vue institutionnel et sociologique pour mobiliser ce cadre : ces travaux laissent donc ouvert un espace pour la gestion des transitions au niveau des industries établies, et en particulier comment rendre actionnable le concept de transition dans les ingénieries. **Nos travaux permettent de rediscuter ces caractéristiques et de contribuer à proposer une gestion des transitions — complexe, inconnu, pilotée par le réseau d'experts — pour les entreprises établies.** Il nous semble donc important de conclure cette partie de

³ Les structures d'expertise des industries sont à l'image des experts scientifiques et techniques qui selon les organisations renvoient à du R ou à du D : HydroQuébec ressemble à du R, ST, Renault et la SNCF à du D.

discussions sur deux enjeux : comment rendre actionnable le concept de transition dans une ingénierie et comment rendre systématique et collective l'identification des inconnus associés.

8.3.1. PRÉCISER LE CONCEPT DE « TRANSITION » POUR LES INGENIERIES

Au cours de leurs existences, les ingénieries des industries établies étaient jusque-là confrontées à un faible nombre d'inconnus. Ceci leur permettait d'adopter l'expertise sous-jacente rapidement et de proposer ensuite des solutions satisfaisantes. Aujourd'hui, **les industries sont confrontées à au moins trois transitions simultanément** : les *technologies*, les *besoins des clients* et *l'environnement*. Ces trois transitions sont effectivement **interdépendantes et souvent en contradiction**. Nous retrouvons le principe de **complexité** de Ferraro et al. (2015). Par exemple, pour désengorger les centres-villes, un service de voiture autonome en autopartage semble idéal. Mais les technologies du numérique sont connues pour émettre de plus en plus de CO₂ et pour nécessiter des matériaux de plus en plus rares (Ministère de la transition écologique 2021a). Pour réduire les émissions de CO₂ des transports, de nouvelles technologies autour des batteries et de l'hydrogène sont conçues alors qu'elles aussi nécessitent des matériaux de plus en plus rares et provoquent une hausse de la production d'énergie. Par ailleurs, leurs usages ne peuvent se faire qu'à condition d'être connectés à Internet pour trouver des bornes de charge et calculer les bonnes pratiques de conduite pour optimiser les trajets. **Chacune de ces transitions génère des inconnus, qui permettent l'apparition de nouvelles voies de valeur, mais qui ne sont pas compatibles avec les trois enjeux simultanément et ne sont donc jamais totalement désirables. Pourtant, des solutions sont tout de même développées, alors même que leurs limites ont été identifiées en amont de leur conception.** Nous rattachons cette situation unique aux transitions au principe d'**évaluation complexe** souligné par Ferrero et al (2015) : elle plonge les instruments de coordination de l'ingénierie dans une crise de robustesse nouvelle puisque la logique de financement de projets « optimaux » n'est plus tenable. **En plus d'être indésirables à cause de leurs interdépendances et contradictions, les transitions renvoient principalement à des dynamiques écosystémiques, en grande partie exogènes à une entreprise.** Les ingénieries établies n'ont d'autre choix que de développer des solutions pour les transitions, si elles veulent maintenir les offres commerciales qu'elles développent sur les marchés face à la pression conjuguée des régulateurs et d'acteurs très dynamiques comme Tesla, Space X, Google, Waymo, Apple. Ceci rejoint le principe **d'incertitude** de Ferraro.

Par ailleurs, nous avons rappelé dès notre chapitre 1 que la littérature en management a observé ces dernières années que les ingénieries industrielles faisaient face à des formes d'inconnus spécifiques, qui dépassaient largement les limites de l'incertitude. En particulier, dans la gestion

de projet d'objets techniques complexes, on peut distinguer certaines situations qui sont au cœur des « crises » contemporaines de l'ingénierie :

- **L'inconnu désirable asymétrique** : dès lors que certains acteurs de l'ingénierie sont convaincus de la désirabilité d'un inconnu, mais pas les autres (Hatchuel 2013) ;
- **L'inconnu commun** : lorsqu'il existe un intérêt collectif à explorer un inconnu, mais qu'il y a un manque d'harmonisation entre les différentes tâches de conception, l'inconnu commun permet à une équipe projet de se motiver à travailler ensemble, même si l'objectif du projet n'est pas clairement défini (Berthet 2014 ; Gillier *et al.* 2015) ;
- **L'inconnu de robustesse** : il désigne la peur ressentie par les managers du bureau d'études lorsqu'ils perçoivent les limites du système sans savoir quand elles seront atteintes (Hooge 2020) ;

Cette notion d'inconnu de robustesse correspond à la fin des cycles d'innovation technologique, illustrée dans les travaux de Gartner (Dedehayir et Steinert 2016), ou de *l'industrial innovation pattern* de Abernathy et Utterback (1978), ou encore les vagues d'innovation. Ceux-ci présentent de manière différente l'introduction sur un marché d'une technologie pour Gartner, et d'une innovation pour Abernathy et Utterback. Ces deux courbes se terminent par une phase de stabilisation et d'optimisation de la technologie ou de l'innovation. Du point de vue de l'ingénierie, la fin de ces courbes signifie que l'expertise interne nécessaire aux innovations ou technologies concernées a été optimisée, ce qui encourage l'ingénierie à davantage mobiliser cette expertise, au lieu de renouveler les expertises pour identifier de nouvelles innovations. Nous retrouvons le principe de *cores rigidities* évoqué au chapitre 2 et constaté dans le chapitre 7 avec la filière d'expertise considérée comme un frein à l'innovation radicale. Sans renouvellement de ces expertises, le risque d'inadéquation des technologies et des innovations avec des évolutions du marché ou de l'environnement d'opérations grandit, et menace la viabilité de l'entreprise. La perception des limites de l'optimisation correspond donc à l'inconnu de robustesse. Concernant les 6 vagues d'innovation, elles s'étalent de 1785 avec la première révolution industrielle, à nos jours, avec un temps d'introduction de nouvelles technologies de plus en plus court : 60 ans au début contre 30 ans aujourd'hui. La 6^e vague concerne l'intelligence artificielle, l'IoT, les robots, et la cleantech (Actu 2021), et adresse principalement les enjeux de transformations sociales et environnementales que nous appelons les transitions dans cette thèse.

Ainsi, si nous venons de démontrer que les transitions favorisaient l'émergence d'inconnus de robustesse, nous pensons que les inconnus asymétriques et la nécessité d'un inconnu commun

sont également des éléments clés dans la définition d'inconnu des transitions pour les ingénieries : les trois transitions sont des limites au bureau d'études et constituent un inconnu de robustesse ; les nouvelles voies de valeur ne peuvent satisfaire les trois transitions, générant des inconnus désirables asymétriques ; et donc, empêche l'identification d'un inconnu commun. Ainsi, notre travail permet d'étendre la définition d'inconnu proposé par les théories de la conception (Le Masson *et al.* 2014) à la littérature sur les grands challenges sociétaux. Un inconnu en conception est un problème dont la solution n'existe pas encore et doté d'un caractère désirable, car générateur de valeur nouvelle, ce qui motive les concepteurs à s'en emparer et à développer des solutions innovantes. Nous avons vu que les transitions étaient interdépendantes et parfois contradictoires. **Par conséquent, un inconnu des transitions est le résultat de la transformation d'injonctions des transitions en un problème de conception au départ indésirable, dont les expertises sous-jacentes sont exogènes, et dont la conception va révéler de nouveaux inconnus, contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries et générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes.** Il s'agit donc d'un inconnu d'un type nouveau, rencontré par beaucoup d'acteurs, mais dont la gestion coordonnée à l'échelle d'une entreprise relève d'une nouvelle ingénierie de l'expertise animée par les experts de l'inconnu.

8.3.2. GOUVERNANCE DE L'INNOVATION DES TRANSITIONS PAR L'INSTITUTIONNALISATION DES EXPERTS DE L'INCONNU POUR LES CRISES DE ROBUSTESSE DES INGENIERIES

Le dernier point de notre thèse porte sur les conséquences de l'institutionnalisation des experts de l'inconnu face aux crises de robustesse générées par les transitions. Les travaux d'O'Connor et ses collègues (2018) ont mis en évidence que les fonctions « I » des entreprises étaient victimes d'un turn-over important. Si nous avons vu qu'il était temps de reconnaître l'innovation stratégique comme une fonction à part entière, tout comme les fonctions de marketing et d'exploitation ont été reconnues, il faut également s'assurer que cette fonction innovation soit une capacité durable et continue dans les entreprises. Or, les fonctions d'innovation ne sont pas institutionnalisées dans le cadre du système ordinaire des RH et organisationnel d'une entreprise. Ainsi, les entreprises ont du mal à définir précisément les compétences sous-jacentes à ces fonctions, et à organiser des trajectoires de carrières internes. Par conséquent, lorsqu'un expert en innovation prend sa retraite ou quitte l'entreprise pour évoluer ailleurs faute d'évolution possible en interne, il n'y a aucune garantie que son rôle soit remplacé. Et il n'y a aucun moyen de planifier la succession des leaders de l'innovation si leurs rôles sont associés aux personnes qui les

occupent, plutôt qu'à un ensemble clair de responsabilités prévues. Ces départs répétés provoquent une absence de support durable pour la gestion des inconnus, et plongent régulièrement les ingénieries dans des crises de robustesse face aux inconnus.

Ce constat global, s'inscrivant dans un contexte d'innovation intensive, est d'autant plus vrai dans un contexte d'innovation des transitions. Il faut des fonctions « I » capables d'adresser les contradictions des transitions, c'est-à-dire suffisamment constituées pour comprendre les sous-jacents des produits et processus de leur industrie, pour pouvoir coordonner les dynamiques d'apprentissages des expertises externes par les experts internes. Cela passe par la mise en place d'un parcours de carrière possible. Ma thèse propose de répondre à ces limites par l'institutionnalisation des experts de l'inconnu. Cela permet en effet :

- L'intégration des acteurs de l'innovation dans la filière d'expertise de Renault, et donc l'institutionnalisation d'une fonction « I » ;
- De positionner cette fonction « I » au niveau des domaines stratégiques pour l'entreprise, au même titre que les autres domaines d'expertises techniques ;
- De bénéficier du système de gestion de carrière scientifique en place avec des niveaux différents d'expertise, pour retenir les acteurs de l'innovation : Référent — expert — Expert Leader, de même qu'à la SNCF il y a quatre niveaux de synapse ;
- Et de fournir des processus et outils réutilisables pour la gestion des inconnus des innovations qui ne dépend pas d'un acteur de l'innovation, mais de compétences sous-jacentes bien définies ;

Dans ces travaux sur l'institutionnalisation de l'innovation intensive, Laousse (2018) propose également une réponse au constat précédent. Son processus d'institutionnalisation commence par celle d'un outil de gestion destiné à l'exploration de l'inconnu (laboratoire/réseau). Cet outil instaure progressivement des routines d'innovation, qui permettent de constituer des communautés de pratiques exploratoires éphémères, composées d'experts. La constitution d'un tel outil de conception innovante, portée par une équipe, est une forme d'institutionnalisation progressive d'une fonction innovante dans la durée, puisqu'elle ne dépend plus d'un seul acteur comme évoqué dans les travaux d'O'Connor et al (2018). L'effet de répétition rend plus robustes les nouvelles méthodes créées et facilite leur réemploi. Ensuite, l'institutionnalisation de la fonction innovante passe par une phase de construction d'une légitimité organisationnelle auprès des autres acteurs de l'ingénierie à une légitimité stratégique auprès des dirigeants, qui fait référence à l'inscription de ces démarches organisationnelles dans les enjeux stratégiques portés

par les dirigeants. En effet, l'innovation intensive exige une remise en cause des dominant designs, qui ne peut se faire sans une validation des dirigeants qui ont pour mission d'exprimer une macro-stratégie d'exploration des champs d'innovation. Cependant, ma thèse montre qu'il y a toute une animation scientifique et technique qui ne dépend pas des dirigeants, car ils sont sur la stratégie, mais pas sur les dynamiques techniques des opérations. Nous montrons dans la partie 8.1.2 que les experts des autres domaines sont capables d'identifier de nouveaux axes stratégiques à explorer, sans attendre que les dirigeants les proposent ou valident leur exploration par les experts de l'inconnu. De cette manière, nous proposons un autre niveau de gouvernance spécifique à l'innovation en complément de ceux identifiés par Laousse (2018) (cf. encadré sur la gouvernance de l'innovation).

Ainsi, nos travaux proposent une voie de carrière possible pour retenir les acteurs de l'innovation et permettre aux ingénieries de se doter de capacités robustes pour les inconnus de robustesse soulevés dans les transitions.

Encadré gouvernances de l'innovation (Laousse 2018).

- Les acteurs de l'innovation proposent à la direction des axes stratégiques de la vision d'entreprise par domaines de l'entreprise portés par des « sponsors » ;
- La direction alimente les sponsors par des évolutions possibles de la vision stratégique :
- Les acteurs de l'innovation conjointement aux sponsors ont une fonction de régulateur des thématiques ;
- Enfin, les acteurs de l'innovation et les sponsors élaborent un dispositif « méthode-métier » qui va permettre de trouver et de recruter les futurs acteurs de l'innovation en interne et en externe. Le dernier niveau de gouvernance porte sur les « apprentissages » induits par la pratique de l'innovation intensive.

Conclusion générale de la thèse

9.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS	272
9.1.1. DEFINITION DES INJONCTIONS ET DES INCONNUS DES TRANSITIONS.....	272
9.1.2. PROCESSUS D'EMERGENCE D'UNE NOUVELLE EXPERTISE ET NOUVEAU REGIME D'EXPERTISE.	273
9.1.3. NOUVELLE FONCTION I ET CRISE DE ROBUSTESSE	273
9.2. LIMITES DU TRAVAIL DE RECHERCHE.....	274
9.3. QUELQUES PERSPECTIVES POUR LA RECHERCHE.....	276

CONCLUSION GENERALE — SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS ET PERSPECTIVES

Cette conclusion vise à résumer les principaux résultats de la thèse développée dans le chapitre 8 (9.1). Elle contribue également à mettre en avant les limites du travail de recherche (9.2), et à ouvrir de nouvelles perspectives de recherche (9.3.).

9.1. SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS

Les inconnus des transitions occupent une place croissante dans la conception des projets industriels. L'intégration des inconnus dans les projets industriels doit passer par le renouvellement des expertises internes. Cette thèse met en avant les facteurs qui soutiennent le renouvellement des expertises pour une meilleure gestion des inconnus des transitions pour les industries.

9.1.1. DEFINITION DES INJONCTIONS ET DES INCONNUS DES TRANSITIONS

Notre thèse commence par démontrer que le contexte d'innovation a évolué : l'innovation intensive des années 90 a laissé la place au contexte d'injonction des transitions. Aujourd'hui, les industries sont confrontées à au moins trois transitions simultanément : les technologies, les besoins clients et l'environnement. Ces trois transitions sont interdépendantes et souvent en contradiction. En effet, chacune de ces transitions génère des inconnus, qui permettent l'apparition de nouvelles voies de valeur, mais qui ne sont pas compatibles avec les trois enjeux simultanément et ne sont donc jamais totalement désirables. Des solutions sont parfois développées, alors même que leurs limites ont été identifiées en amont de leur conception. La contrainte qui porte sur les concepteurs d'une ingénierie à proposer des solutions pour y répondre, quand bien même ceux-ci sont convaincus qu'elles ne sont pas satisfaisantes, s'explique par l'arrivée de nouveaux acteurs issus du numérique. Cette situation correspond à une « injonction des transitions ». Par conséquent, **un inconnu des transitions est le résultat de la transformation d'injonction des transitions en un problème de conception au départ indésirable et aux expertises sous-jacentes exogènes, dont la conception va révéler de nouveaux inconnus, contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries et générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes.**

9.1.2. PROCESSUS D'ÉMERGENCE D'UNE NOUVELLE EXPERTISE ET NOUVEAU RÉGIME D'EXPERTISE.

Cette thèse montre que la gestion de ces inconnus des transitions implique d'endogénéiser des expertises externes complexes. Cela appelle donc à **formaliser un nouveau régime d'émergence basé sur l'intégration des champs d'expertise externes et la co-extension des champs d'expertise en place**. Ce régime passe par un processus bien défini. **La première étape consiste à vérifier la compatibilité des expertises exogènes avec les expertises en place et des conditions de leur intégration dans l'expertise de l'entreprise**. Dans ce but, il faut compter sur les experts en place pour identifier un besoin vital, mener une exploration avec son réseau, et identifier une incapacité technique à répondre à ce besoin causé par la nécessité d'intégrer cette nouvelle expertise. La suite est organisée par les experts de l'inconnu dont le rôle est d'animer les experts en place, hétérogènes en expertise, pour les aider à endogénéiser l'expertise et désirabiliser les inconnus. **Pour cela, les experts de l'inconnu doivent ancrer les activités d'exploration pour identifier les connaissances à intégrer et pour permettre aux autres experts d'étendre leurs connaissances ; ensuite ils doivent libérer la créativité des experts pour formuler des concepts inconnus désirables pour les transitions et organiser une validation collective des concepts désirables à développer ; enfin ils doivent s'assurer de la faisabilité de ces concepts désirables et de leur développement par le nouveau collectif d'experts**. Il y a donc une triple activité générative dans laquelle les limites de la conception réglée permettent d'orienter l'exploration à organiser pour s'enrichir, enrichissant aussi les concepts innovants lors de la conception innovante, et les référentiels techniques au moment du développement des concepts.

9.1.3. NOUVELLE FONCTION I ET CRISE DE ROBUSTESSE

L'institutionnalisation des experts de l'inconnu s'inscrit dans une logique d'instauration d'une fonction innovante au sein d'une ingénierie et rediscute le modèle de R-I-D. Les experts de l'inconnu (fonction I) sont dédiés au développement d'outils d'exploration, de conception et d'animation scientifique et technique à destination de sous-groupes d'experts hétérogènes pour qu'ils explorent et identifient les besoins spécifiques de l'ingénierie qui nécessitent des expertises externes pour être développés. Ensuite, les experts de l'inconnu (I) poursuivent l'animation des experts des différents domaines (R ou D) pour aider l'ingénierie en tant qu'ensemble de compétence à intégrer ces nouvelles expertises dans le maillage d'expertise en place (extension de R ou D), et à mobiliser ces nouvelles expertises dans la conception de systèmes techniques radicalement innovants (D).

Cependant, il ne suffit pas d'institutionnaliser une fonction I, il faut s'arranger pour que cette fonction I soit suffisamment constituée pour gérer les inconnus de robustesse soulevés par les transitions. **Institutionnaliser dans le système d'expertise de l'entreprise des experts dédiés à l'innovation permet de leur proposer une voie officielle d'évolution de carrière. De cette manière, l'entreprise s'assure un moyen de pérenniser un support durable pour la gestion des inconnus des transitions.**

9.2. LIMITES DU TRAVAIL DE RECHERCHE

Nos travaux comportent certaines limites méthodologiques et empiriques.

Pour commencer, l'analyse de certaines data ne permet pas de révéler tout leur potentiel. Ainsi, une analyse plus approfondie et rigoureuse de l'étude sur les publications sur Renault serait intéressante à mettre en place. J'ai en effet classé toutes les publications par domaines d'expertise. Il aurait été intéressant de faire valider cette répartition des papiers par les Expert Leaders des domaines concernés, voire de compléter la collecte avec eux par des publications scientifiques issues de Renault qui auraient échappé à mes filtres. J'aurais aimé analyser pour chaque papier l'inconnu étudié, et la période d'analyse. Cela nous aurait permis de déduire plusieurs choses : pour commencer, nous aurions pu analyser la nature des inconnus de chaque domaine d'expertise, et observer si les dernières publications adressaient davantage d'inconnus des transitions. Nous aurions ainsi pu comprendre quel domaine, et donc quelle partie du bureau d'études, était mis sous tension à cause des transitions. Cette analyse aurait également permis de reconstituer l'histoire de la construction de chaque domaine d'expertise. Ces pistes ont fait l'objet d'une communication à R&D Management en 2021, mais gagneraient à être approfondies.

De même, le manuscrit ne rend pas justice à la richesse du cas SNCF. Il aurait mérité une étude aussi approfondie que du côté de Renault, avec davantage de collecte de données indépendantes de leur expert Innovation, afin de renforcer la triangulation des données sur la SNCF. En renforçant ces données, nous aurions pu enrichir la comparaison avec le système de Renault. Cela aurait permis en retour de renforcer les données sur la définition de l'expert de l'inconnu, en établissant ce qui était commun et en rendant ces éléments intrinsèques à la définition d'experts de l'inconnu. Nous aurions également pu identifier une deuxième nature d'experts de l'inconnu, et de facto en déduire une deuxième relation Conception Innovante – Conception Régulée mise en place à la SNCF. Ces pistes ont fait l'objet d'une communication à EURAM en 2021, mais gagneraient à être développées également.

Ensuite, notre analyse nous a permis d'observer quelques pratiques par les experts de l'inconnu durant la période de notre recherche-intervention. Notre étude se cantonne à l'observation d'un

seul projet d'ateliers collectifs pour les experts animé par les experts du DES IP (cas Dat@ck). Sachant que cet atelier a duré deux ans, ceci soulève la difficulté d'observer la pérennisation d'un tel processus (du fait de la différence de temporalité avec notre fenêtre d'observation). Maintenant que nous disposons d'une grille de lecture pour l'animation des experts par les experts de l'inconnu, l'observation d'un atelier de ce genre chez Renault, à la SNCF ou dans une autre ingénierie aurait pu permettre de valider un processus par étape plus général pour la gestion des inconnus et d'en déduire des caractéristiques communes ou au contraire des particularités et des conditions. Par ailleurs, l'étude d'un seul atelier ne permet pas d'observer les effets concrets sur les organisations sur le long terme. La relative jeunesse du phénomène permet d'expliquer cette posture méthodologique, mais pose inévitablement question. Des analyses plus nourries, concernant les animations des experts par les experts de l'inconnu sur des horizons de temps plus longs, seront nécessaires pour valider ou préciser une partie des résultats défendus dans la thèse. Le suivi des missions pourrait faire l'objet de développement plus nourri à l'avenir.

Ensuite, malgré une attention soutenue concernant l'analyse des données, une difficulté apparaît à cause de leur richesse et de leur variété. Nos recherches sont le produit de méthodes qualitatives et quantitatives qui s'appuient sur un corpus très large de données. Leur nombre a fait qu'il n'a pas toujours été évident et simple de coordonner et de construire un lien entre toutes ces données. Certains éléments qui ont pu nous paraître insignifiants ont pu être mis de côté. Il est donc possible que l'analyse globale des données ait conduit à des simplifications excessives de phénomènes singuliers, en particulier dans l'analyse longitudinale. Dans ce travail, nous avons davantage cherché à comprendre les interactions entre les experts de l'inconnu et les experts pour l'innovation des transitions, que de reconstituer une histoire excessivement fidèle de leurs mises en place.

Enfin, si l'on s'est beaucoup intéressé au renouvellement de la relation CI-CR par l'ancrage de l'exploration et l'enrichissement de l'exploitation, nous avons largement passé sous silence le suivi du développement réel des projets qui ont eu lieu au sein du système de conception de l'entreprise durant la période d'investigation. Notre point d'entrée et d'analyse ayant été le domaine d'expertise Innovation Patterns et ses acteurs, nous nous sommes centrés sur les experts, mais il nous semblerait intéressant d'investiguer la question de la prise en charge des inconnus des transitions dans les projets par les directeurs de programme et lignes managériales, afin d'en compléter la modélisation.

9.3. QUELQUES PERSPECTIVES POUR LA RECHERCHE

Malgré les limites évoquées, la thèse porte un regard inédit sur les experts de l'inconnu et les inconnus des transitions. Elle s'est efforcée de construire un outil d'analyse de la nature des inconnus, un autre pour l'animation d'un collectif d'experts pour explorer et concevoir des solutions nécessitant des expertises complexes. Nos travaux de thèse ouvrent ainsi de nouvelles perspectives de recherche sur ces sujets. Nous proposons ici quelques pistes pour de futurs travaux en la matière.

Pour commencer, le cas de l'automobile nous a montré qu'il s'agissait d'un secteur industriel caractéristique dans la construction historique des expertises de ses ingénieries. Cela signifie que d'un secteur à l'autre, les industries présentent des caractéristiques qui leur sont propres en matière de gestion de projet, et par voie de conséquence, de gestion des transitions. Une première piste serait d'élargir notre étude à d'autres secteurs industriels. Maintenant que nous avons une meilleure compréhension des rôles des experts de l'inconnu, il faudrait identifier les entreprises ayant instauré des acteurs responsables de tout ou partie de ces activités, et de les observer. Cela permettrait d'obtenir un herbier des experts de l'inconnu par pratique, ou par type d'acteur, indépendant du secteur. Une meilleure compréhension des compétences requises, et des modalités pratiques de fonctionnement pour outiller les ingénieries serait alors possible.

Une autre piste serait de prendre l'étude des inconnus par l'expertise à l'envers en s'émancipant de la préexistence d'un secteur industriel et d'expertises établies. Nous proposons ici d'observer les jeunes entreprises, plutôt spécialisées sur des expertises propres aux transitions, comme l'environnement, l'IA, le big data, etc., et qui cherchent à pénétrer les marchés historiques, tels que l'automobile. Ceci permettrait d'observer une autre gestion des inconnus des transitions, toujours pas le biais de l'expertise. Mais cette fois, l'enjeu serait d'acquérir des expertises externes complexes centenaires, et de les rendre compatibles aux expertises internes sur les transitions.

Enfin, nous concluons ce manuscrit par des pistes plus exploratoires, mais qui nous semble à titre personnel très stimulantes :

- Si nous sortons complètement du contexte industriel, est-ce que la figure de l'expert de l'inconnu existe encore ? Comme le laissent entendre les travaux d'Hatchuel (2020) sur « *l'expert et le politique face à l'inconnu* », il existerait un expert de l'inconnu au service des chefs politiques. Se pose ainsi la question de l'extension du modèle que nous proposons, à un gouvernement, qui capitalise de nombreuses années d'expérience aussi bien en termes de gestion que dans des secteurs historiques que constituent ses ministères ; et qui est lui aussi soumis à des transitions, comme des guerres, des mouvements sociaux, des pénuries de matières premières, etc.

- Peut-on affiner la description des experts de l'inconnu selon le prisme du middle ground (Cohendet, Grandadam et Simon, 2010) dans la continuité de travaux qui mobilisent ce concept pour décrire des réseaux d'innovation (David et Mounier 2021). Dans leur papier, David et Mounier ont notamment observé la communauté d'innovation, qui fait partie des outils des experts de l'inconnu de Renault, comme étant un middle ground, avec au moins une place, un espace, des événements et des projets. Il serait intéressant d'étendre l'étude à la diversité des pratiques communautaires de l'expertise de l'inconnu chez Renault ou d'en d'autres entreprises possédant ce type d'acteurs.
- Dernière suggestion, nous souhaiterions à l'issue de cette thèse analyser la nature des inconnus à l'origine d'autres objets de conception, en l'occurrence des outils de management. Dans la lignée de l'analyse historique de la dynamique des inconnus mobilisés par les ingénieries de Renault, nous envisageons de réaliser une étude historique sur les objets classiques de management en partenariat avec le Cercle de l'innovation managériale de l'Université Dauphine, et d'étudier les inconnus auxquels ils répondaient, la nature et l'organisation de leurs concepteurs. Cela ouvrirait un nouveau regard sur les pratiques contemporaines de management et, par exemple, de regarder dans quelle mesure les consultants sont des experts de l'inconnu, mais aussi d'observer s'il existe des transitions pour la conception des objets de management. Par exemple, est-ce que les problèmes de recrutement de certains secteurs comme le conseil, ou la restauration sont symptomatiques de grandes transitions managériales ?

Bibliographie

- ABERNATHY W.J. et J.M. UTTERBACK, 1975 « A dynamic model of process and product innovation », *Omega*, 3, 6 : 639-656.
- , 1978 « Patterns of industrial innovation », *Technology review*, 80, 7 : 40-47.
- ACTU B., 2021 « Les six vagues d'innovation technologique dans l'histoire. Vivons-nous le dernier ? - Scénarios Économiques », *Babel Actu*. site internet (<https://fr.vogon.today/scenarios-economiques/les-six-vagues-dinnovation-technologique-dans-lhistoire-vivons-nous-le-dernier/2021/07/04/>), consulté le 24 janvier 2023.
- AGGERI F., 1998 « Environnement et pilotage de l'innovation: un modèle dynamique du développement durable: le cas du recyclage automobile ». Paris, ENMP.
- AGGERI F., M. ELMQUIST et H. POHL, 2008 « 'Managing Learning in the Automotive Industry: The race for Hybridisation ». in *Gerpisa 16th Int. Conf.*
- , 2009 « Managing learning in the automotive industry—the innovation race for electric vehicles », *International Journal of Automotive Technology and Management*, 9, 2 : 123-147.
- AGOGUE M., F. ARNOUX, I. BROWN et S. HOOGE, 2013 *Introduction à la conception innovante: éléments théoriques et pratiques de la théorie C-K*. Presses des MINES.
- AGOGUÉ M. et A.O. KAZAKÇI, 2014 « 10 Years of C-K Theory: A Survey on the Academic and Industrial Impacts of a Design Theory. » in *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations*. 219-236. Springer.
- AKRICH M., M. CALLON, B. LATOUR et A. MONAGHAN, 2002 « The key to success in innovation part II: The art of choosing good spokespersons », *International journal of innovation management*, 6, 02 : 207-225.
- ALEXANDER C., 1977 *The Timeless Way of Building*. Oxford University Press.
- ALLEN T.J. et R. KATZ, 1986 « The dual ladder: motivational solution or managerial delusion? », *R&D Management*, 16, 2 : 185-197.
- , 1992 « Dual ladder: motivational solution or managerial delusion », *R&D Management* : 185-197.
- ALOCHET M. et C. MIDLER, 2019 « Reorienting electric mobility research focus on industrialisation issues », *International journal of Automotive Technology and Management*, 19, 3-4 : 229-256.
- ALOCHET M., C. MIDLER, Y. SHOU et X. WANG, 2021 « The road to autonomous mobility services: who drives the transition, where, and how? », *International Journal of Automotive Technology and Management*, 21, 4 : 343-364.
- ANDRIESSEN J. et M. SOEKIJAD, 2004 « Communities of practice for knowledge sharing ». in *How to manage experience sharing: from organisational surprises to organisational knowledge*. 173-194. Elsevier.

- Anon, 2017 « Renault EASY CONNECT », site internet (<https://www.renaultgroup.com/news-onair/actualites/renault-easy-connect-une-plateforme-de-mobilite-et-de-services-connectes-nouvelle-generation/>), consulté le 9 février 2023.
- Anon, 2018 « L'alliance Renault-Nissan-Mitsubishi fait entrer Google dans ses véhicules », *Les Echos*. site internet (<https://www.lesechos.fr/industrie-services/automobile/lalliance-renault-nissan-mitsubishi-fait-entrer-google-dans-ses-vehicules-139357>), consulté le 9 février 2023.
- Anon, 2021 « There are known knowns », *Wikipédia*.
- Anon, 2022a « Activité partielle », *Wikipédia*.
- Anon, 2022b « Génie industriel », *Wikipédia*.
- Anon, 2022c « Renault: un rouble symbolique pour quitter la Russie », *l'Opinion*. site internet (<https://www.lopinion.fr/economie/renault-concretise-son-depart-de-russie>), consulté le 29 juillet 2022.
- ANTONCIC B. et R.D. HISRICH, 2003 « Clarifying the intrapreneurship concept », *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 10, 1 : 7-24.
- AUTOMOBILE PROPRE, 2022 « Chiffres de vente & immatriculations de voitures électriques en France », *Automobile Propre*. site internet (<https://www.automobile-propre.com/dossiers/chiffres-vente-immatriculations-france/>), consulté le 12 janvier 2023.
- — —, 2023 « Voiture électrique : modèles, prix, recharge, autonomie, batterie », *Automobile Propre*. site internet (<https://www.automobile-propre.com/voiture-electrique/>), consulté le 12 janvier 2023.
- BAGNO R.B., M.S. SALERNO et A.V.C. DIAS, 2017 « Innovation as a new organizational function: evidence and characterization from large industrial companies in Brazil », *Production*, 27.
- BAGNOLI C., F.D. MAS et M. MASSARO, 2019 « The 4th Industrial Revolution: Business Models and Evidence From the Field », *International Journal of E-Services and Mobile Applications (IJESMA)*, 11, 3 : 34-47.
- BAKIRI R., 2007 « Design des services: concepts, pratiques innovantes et maquettage numérique du service après-vente Renault ». Paris, ENMP.
- BARLEY S. et P.S. TOLBERT, 1991 « Introduction: At the Intersection of Organizations and Occupations ».
- BAUDES M., A. COLIN, J. DUVERNOY et A. FOUSSARD, 2020 *Chiffres clés du climat France, Europe et Monde*. Commissariat général au développement durable. Ministériel, 92pp.
- BEN AISSA H., 2002 « La Démarche sociotechnique chez Renault: histoire, diagnostic et logiques d'évolution ». Paris, ENMP.
- BENABID M., 2020 « Processus d'institutionnalisation de nouvelles pratiques de consommation : cas du marché de l'information en ligne », *Revue Management & Innovation*, 1, 1 : 11-25.

- BENOIT-CERVANTES G., 2012 *La Boîte à outils de l'innovation-2e édition*. Dunod.
- BENSRHAIR A. et T. BAPIN, 2022 *De l'intelligence artificielle au véhicule autonome et connecté: Les systèmes d'aide à la conduite automobile ADAS*. ISTE Group.
- BERTAUX J., 2015 « Fiabilité Renault Scénic 3 : problème sur le système R-Link »,.
- BERTHET E., 2014 *Concevoir l'écosystème, un nouveau défi pour l'agriculture*. Presse des Mines-Transvalor.
- BERTHET E., C. BARNAUD, N. GIRARD, J. LABATUT et G. MARTIN, 2016 « How to foster agroecological innovations? A comparison of participatory design methods », *Journal of Environmental Planning and Management*, 59 : 280-301.
- BEULQUE R., 2019 « Business models circulaires: vers des création et captation de valeur pérennes? Processus et instrumentation: Les enseignements du recyclage et de la réutilisation automobiles ». Paris Sciences et Lettres (ComUE).
- BIGLIARDI B., F. GALATI et G. PETRONI, 2011 « Collaborative modes of R&D: The new challenges for personnel management », *International Journal of Business Management and Social Sciences*, 2 : 66-74.
- BIRKINSHAW J. et C.B. GIBSON, 2004 *Building an Ambidextrous Organisation*. Rochester, NY, Social Science Research Network. SSRN Scholarly Paper.
- BIRKINSHAW J., A. ZIMMERMANN et S. RAISCH, 2016 « How do firms adapt to discontinuous change? Bridging the dynamic capabilities and ambidexterity perspectives », *California Management Review*, 58, 4 : 36-58.
- BLACKLER F., 1995 « Knowledge, Knowledge Work and Organizations: An Overview and Interpretation », *Organization Studies*, 16, 6 : 1021-1046.
- BNPPARISBAS, 2017 « Ford se rêve en opérateur global de la mobilité | mobility-observatory.arval.fr », site internet (<https://www.mobility-observatory.arval.fr/ford-se-reve-en-operateur-global-de-la-mobilite>), consulté le 12 janvier 2023.
- BOBADILLA N. et P. GILBERT, 2017 « Managing scientific and technical experts in R&D: beyond tensions, conflicting logics and orders of worth », *R&D Management*, 47, 2 : 223-235.
- BOHIC C., 2016 « Apple et la voiture autonome : vers un modèle plus Google que Tesla », *ITespresso.fr*. site internet (<https://www.itespresso.fr/apple-voiture-autonome-google-tesla-140636.html>), consulté le 5 janvier 2023.
- BOHNSACK R. et J. PINKSE, 2017 « Value propositions for disruptive technologies: Reconfiguration tactics in the case of electric vehicles », *California Management Review*, 59, 4 : 79-96.
- BOITTIEUX F., 2022 « Électrique. Vers une pénurie de matières premières pour batterie ? », *l'argus.fr*. site internet (<https://www.largus.fr/pros/actualite-automobile/electrique-vers-une-penurie-de-matieres-premieres-pour-batterie-10914394.html>), consulté le 4 janvier 2023.
- BOOTZ J.-P., 2013 « L'évolution du manager: un pilote de communauté de pratique entre l'expert et l'intrapreneur », *Management Avenir*, 5 : 115-139.

- BOOTZ J.P., 2015 « How to reconcile self-organization and control in driven communities of practice?: a scoping review (Trad. Comment concilier auto-organisation et contrôle au sein des communautés de pratique pilotées?: une scoping review) », *Management International*, 19, 3 : 15-30.
- BOOTZ J.-P., S. BORZILLO et S. RAUB, 2022 « Leaders of organisational communities of practice: their characteristics, activities, and fit with their communities », *Knowledge Management Research & Practice* : 1-11.
- BOOTZ J.-P. et P. LIEVRE, 2022 « From a spontaneous community of practice to a piloted community of practice: A longitudinal study of resilience construction », *European Management Journal*.
- BÖRJESSON S., M. ELMQUIST et S. HOOGE, 2014 « The challenges of innovation capability building: Learning from longitudinal studies of innovation efforts at Renault and Volvo Cars », *Journal of Engineering and Technology Management*, 31 : 120-140.
- BORUP M., N. BROWN, K. KONRAD et H. VAN LENTE, 2006 « The sociology of expectations in science and technology », *Technology analysis & strategic management*, 18, 3-4 : 285-298.
- BOUCHARD V. et A. FAYOLLE, 2011 « Comment mettre en œuvre l'intrapreneuriat ? », *Gestion*, 36, 4 : 11-21.
- BOUDIER J., 2022 « Modéliser et expérimenter un "leader défixateur" en situation de fixations hétérogènes », <http://www.theses.fr>. site internet (<http://www.theses.fr/s231760>), consulté le 12 janvier 2023.
- BRAHA D. et Y. REICH, 2003 « Topological structures for modeling engineering design processes », *Research in Engineering Design*, 14 : 185-199.
- BRAMMER S., L. BRANICKI, M. LINNENLUECKE et T. SMITH, 2019 « Grand challenges in management research: Attributes, achievements, and advancement », *Australian Journal of Management*, 44, 4 : 517-533.
- BREDIN K. et J. SÖDERLUND, 2006 « HRM and project intensification in R&D-based companies: a study of Volvo Car Corporation and AstraZeneca », *R&d Management*, 36, 5 : 467-485.
- BROWN J.S. et P. DUGUID, 1991 « Organizational Learning and Communities-of-Practice: Toward a Unified View of Working, Learning, and Innovation », *Organization Science*, 2, 1 : 40-57.
- BROWN T., 2008 « Design Thinking », *Harvard Business Review*, June 2008.
- BRUNET L., 2021 « #Flygskam : le pouvoir de la honte de prendre l'avion pour gouverner le changement climatique », *Lien social et Politiques*, 86 : 54-70.
- CABANES B., 2017 « Modéliser l'émergence de l'expertise et sa gouvernance dans les entreprises innovantes: des communautés aux sociétés proto-épistémiques d'experts ». PhD Thesis, Paris Sciences et Lettres.
- CABANES B., P. GALY, P. LE MASSON et B. WEIL, 2016 *Technical Staff Management for Radical Innovation in Science-based Organizations: a New Framework Based on Design Theory*.

- CABANES B., P. LE MASSON et B. WEIL, 2020 « Les régimes de création d'expertise : innovation et gouvernance de l'expertise dans les organisations industrielles », *Entreprises et histoire*, n° 98, 1 : 15-41.
- CAMPBELL D.T. et D.W. FISKE, 1959 « Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix », *Psychological Bulletin*, 56, 2 : 81-105.
- CANDELO E., 2019 *Marketing innovations in the automotive industry: Meeting the challenges of the digital age*. Springer.
- CANDELO E., C. TROISE, D. MATRICANO, A. LEPORE et M. SORRENTINO, 2021 « The evolution of the pathways of innovation strategies in the automotive industry. The case of Fiat Chrysler Automobiles », *European Journal of Innovation Management*.
- CAPDEVILA I., 2016 « Une typologie d'espaces ouverts d'innovation basée sur les différents modes d'innovation et motivations à la participation », *Gestion 2000*, 33, 4 : 93-115.
- CARLGREN L., 2016 « Design thinking in innovation, in practice: the case of Kaiser Permanente ». in *EURAM conference proceedings. European Academy of Management, June 1-4, Paris*.
- CARLGREN L., M. ELMQUIST et I. RAUTH, 2016 « The Challenges of Using Design Thinking in Industry – Experiences from Five Large Firms », *Creativity and Innovation Management*, 25, 3 : 344-362.
- CHAI Z., T. NIE et J. BECKER, 2021 « Top Ten Challenges Facing Autonomous Driving ». in Z. Chai, T. Nie, et J. Becker (dir.): *Autonomous Driving Changes the Future*. 137-178. Singapore, Springer.
- CHANAL V., C. DEFELIX, B. GALEY et D. LACAZE, 2005 « Les personnes innovantes dans les entreprises doivent-elles faire l'objet d'une GRH spécifique? Une étude exploratoire. », *Gestion 2000*, 22, 2.
- CHASE W.G. et H.A. SIMON, 1973 « The mind's eye in chess ». in W. G. Chase (dir.): *Visual Information Processing*. 215-281. Academic Press.
- CHEN B. et C. MIDLER, 2016 « The electric vehicle landscape in China: Between institutional and market forces », *International Journal of Automotive Technology and Management*, 16, 3 : 248-273.
- CHIRUMALLA K., 2017 « Clarifying the feedback loop concept for innovation capability: A literature review ». in *ISPIM Innovation Symposium*. 1. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- CHRISTIAN N., 1992 « De la bataille pour mieux produire... à la bataille pour mieux concevoir », *Gestion*, 6.
- CHRISTIANSEN J.K. et C.J. VARNES, 2007 « Making decisions on innovation: meetings or networks? », *Creativity and Innovation Management*, 16, 3 : 282-298.
- CIAVALDINI B., 1996 « Des projets à l'avant-projet : l'incessante quête de réactivité : analyse du processus de rationalisation de la conception automobile liée à l'évolution du produit en termes de complexité et d'innovation au sein du groupe PSA Peugeot Citroën ». These de doctorat, Paris, ENMP.

- CLARK K.B. et T. FUJIMOTO, 1989 « Lead time in automobile product development explaining the Japanese advantage », *Journal of Engineering and Technology Management*, 6, 1 : 25-58.
- — —, 1991a « Heavyweight product managers. », *McKinsey Quarterly*, 1 : 42-60.
- — —, 1991b *Product Development Performance: Strategy, Organization, and Management in the World Auto Industry*.
- COHEN W. et D. LEVINTHAL, 1990 « Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation », *Administrative Science Quarterly*, 35 : 128-152.
- COHENDET P., F. CREPLET et O. DUPOUËT, 2006 « La gestion des connaissances », *Firmes et communautés de*.
- COOPER R.G., 1990 « Stage-gate systems: a new tool for managing new products », *Business horizons*, 33, 3 : 44-54.
- — —, 1997 « Fixing the fuzzy front end of the new product process », *CMA magazine*, 71, 8 : 21-23.
- CORDERO R., 1991 « Managing for speed to avoid product obsolescence: A survey of techniques », *Journal of Product Innovation Management*, 8, 4 : 283-294.
- COROT L., 2022 « Plus besoin de smartphone pour accéder au navigateur Waze à bord de certains véhicules Renault », *Usines Digitale*.
- COUILLARD J. et C. NAVARRE, 2000 « Quels sont les facteurs de succès de projets ? Faut-il plus d'organisation ? Plus d'outils ? Plus de communications ? », *Gestion*, 9, 2 : 167-190.
- COWAN R., P.A. DAVID et D. FORAY, 2000 « The explicit economics of knowledge codification and tacitness », *Industrial and corporate change*, 9, 2 : 211-253.
- CRAWFORD C.M., 1992 « The hidden costs of accelerated product development », *Journal of product innovation management*, 9, 3 : 188-199.
- CREDOC C. dir., 2019 « Baromètre du numérique 2019 »,.
- CUSUMANO M.A., K. NOBEOKA et N. KENTARO, 1998 *Thinking Beyond Lean: How Multi-project Management is Transforming Product Development at Toyota and Other Companies*. Simon and Schuster.
- CUSUMANO M.A. et B. PS, s. d. « Japanese Technology Management: Innovations, Transferability, and the Limitations of "Lean" Production »,.
- DALMASSO C., 2009 « Internationalisation des activités d'ingénierie dans l'industrie automobile : les dynamiques d'acteur et de métier dans le processus d'organisation ». These de doctorat, Paris, ENMP.
- DALTON M. et C. DALTON, 1976 « Engineering teams can be ok », *IEEE Transactions on Engineering Management*, EM-23, 3 : 110-115.
- D'AVENI R., 1994 « Hypercompetition. New York7 Free Press »,.

- DAVID A., 1988 « Négociation et coopération pour le développement des produits nouveaux au sein d'une grande entreprise industrielle: Analyse critique et rôle des outils d'aide à la décision ». Paris 9.
- , 2000 « La recherche intervention, un cadre général pour les sciences de gestion? » in *Conférence de l'AIMS*.
- DAVID A. et A. HATCHUEL, 2007 « Des connaissances actionnables aux théories universelles en sciences de gestion ». in *Handbook of Collaborative Management Research*, Shani, A. B. 22. SAGE Publications.
- , 2008 « From Actionable Knowledge to Universal Theory in Management Research ». in *Handbook of Collaborative Management Research*. 33-48. SAGE Publications, Inc.
- DAVID A. et C. MOUNIER, 2021 « Travailler en mode middleground: collectifs créatifs et institutions intermédiaires », *Management international/International Management/Gestión Internacional*, 25 : 122-142.
- DEBOIS F., A. GROFF et E. CHENEVIER, 2015 *La Boîte à outils de la créativité - 2e éd.* Dunod.
- DEDEHAYIR O. et M. STEINERT, 2016 « The hype cycle model: A review and future directions », *Technological Forecasting and Social Change*, 108 : 28-41.
- DEFELIX C., M.L. BOULAIRE, V. MONTIES et T. PICQ, 2014 « La compétence collective dans le contexte de la globalisation du management: retrouver le lien avec la performance », @ *GRH*, 2 : 31-50.
- DEFELIX C., I. MAZZILLI et A. GOSSELIN, 2015 « Articuler les politiques de GRH et les stratégies d'innovation : des modèles à l'épreuve des faits », *Revue de gestion des ressources humaines*, 96, 2 : 60-72.
- DELMAS C., 2012 *Sociologie politique de l'expertise*. La Découverte.
- DEVAL M.-A., S. HOOGE et B. WEIL, 2020 « Identification and exploitation of new design paths by breakthrough innovation experts in a generative design partnership ». in *16th International Design conference*. Dubrovnik, Croatia.
- DHIFALLAH S., V. CHANAL et C. DEFELIX, 2008 « Quelle gestion des ressources humaines dans les organisations ambidextres ? », *Revue française de gestion*, 34, 187 : 161-175.
- D'HUISSSEL, 2009 « La Chine, premier marché automobile mondial », *LEFIGARO*.
- DOCHE A., 2022 « Californie : pourquoi les voitures électriques doivent éviter la recharge à certaines heures », *L'Automobile Magazine*. site internet (<https://www.automobile-magazine.fr/toute-l-actualite/article/35544-californie-pourquoi-les-voitures-electriques-doivent-eviter-la-recharge-a-certaines-heures>), consulté le 4 janvier 2023.
- DUPOUËT O. et P.-J. BARLATIER, 2011 « Le rôle des communautés de pratique dans le développement de l'ambidextrie contextuelle: le cas GDF SUEZ », *Management international*, 15, 4 : 95-108.
- EISENHARDT K.M. et M.E. GRAEBNER, 2007 « Theory building from cases: Opportunities and challenges », *Academy of management journal*, 50, 1 : 25-32.

- ELERUD-TRYDE A. et S. HOOGE, 2014 « Beyond the Generation of Ideas: Virtual Idea Campaigns to Spur Creativity and Innovation », *Creativity and Innovation Management*, 23, 3 : 290-302.
- ELLISON D.J., K.B. CLARK, F. TAKAHIRO et H. YOUNG-SUK, 1995 « Product Development Performance in the Auto Industry: 1990s Update »,.
- ELMQUIST M., T. FREDBERG et S. OLLILA, 2009 « Exploring the field of open innovation », *European Journal of Innovation Management*.
- ELMQUIST M. et P. LE MASSON, 2009 « The value of a 'failed' R&D project: an emerging evaluation framework for building innovative capabilities¹ », *R&D Management*, 39, 2 : 136-152.
- ELMQUIST M. et B. SEGRESTIN, 2008 « Organizing Open Innovation in Practice: A Case Study of An Environmental Innovation Project in the Automotive Industry »,.
- , 2009 « Sustainable development through innovative design: lessons from the KCP method experimented with an automotive firm », *International Journal of Automotive Technology and Management*, 9, 2 : 229-244.
- , 2012 « Towards New R&D Processes for Sustainable Development in the Automotive Industry: Experiencing Innovative Design ». in G. Calabrese (dir.): *The Greening of the Automotive Industry*. 69-85. London, Palgrave Macmillan UK.
- ENKEL E., O. GASSMANN et H. CHESBROUGH, 2009 « Open R&D and open innovation: exploring the phenomenon », *R&D Management*, 39, 4 : 311-316.
- ERICSSON K.A., 1996 *The Road To Excellence: The Acquisition of Expert Performance in the Arts and Sciences, Sports, and Games*. Mahwah, N.J, Lawrence Erlbaum Associates.
- EROR A., 2016 « How Hipster Food Trends Are Literally Ruining the World », *Highsnobiety*. site internet (<https://www.highsnobiety.com/p/hipster-food-trends-ruining-world/>), consulté le 5 janvier 2023.
- EUROPE 1, 2019 « New York va instaurer un péage pour rouler au coeur de Manhattan à partir de 2021 », *Europe 1*. site internet (<https://www.europe1.fr/international/new-york-va-instaurer-un-peage-pour-rouler-au-coeur-de-manhattan-a-partir-de-2021-3884651>), consulté le 4 janvier 2023.
- EVETTS J., H.A. MIEG et U. FELT, 2006 « Professionalization, Scientific Expertise, and Elitism: A Sociological Perspective ». in K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, et R. R. Hoffman (dir.): *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. Cambridge Handbooks in Psychology. 105-124. Cambridge, Cambridge University Press.
- EVARD Y., B. PRAS, E. ROUX, P. DESMET, A.-M. DUSSAIX et G.L. LILIEN, 2009 *Post-Print Market - Fondements et méthodes des recherches en marketing*. HAL.
- FALL I., 2008 « Approche «gestionnaire» de la capacité organisationnelle et pilotage du progrès: apports d'un dispositif pionnier de gestion des capacités organisationnelles dans une entreprise mondialisée ». École Nationale Supérieure des Mines de Paris.
- FEDUZI A., P. FAULKNER, J. RUNDE, L. CABANTOUS et C. LOCH, 2020 « Heuristic methods for updating small world representations in strategic situations of Knightian uncertainty », *Academy of Management Review*, ja.

- FEDUZI A. et J. RUNDE, 2014 « Uncovering unknown unknowns: Towards a Baconian approach to management decision-making », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 124, 2 : 268-283.
- FEDUZI A., J. RUNDE et G. SCHWARZ, 2022 « Unknowns, black swans, and bounded rationality in public organizations », *Public Administration Review*.
- FERRARO F., D. ETZION et J. GEHMAN, 2015 « Tackling grand challenges pragmatically: Robust action revisited », *Organization Studies*, 36, 3 : 363-390.
- FEUNTEUN É., 2018 « Du pari audacieux au passage à l'échelle: Renault pionnier du véhicule électrique, un vrai avantage compétitif? », *Le journal de l'école de Paris du management*, 6 : 22-29.
- FONTANEL J., 2022 « Le réchauffement climatique et la sécurité internationale ». report, CESICE, Faculté de Droit, Université Grenoble-Alpes.
- FRANCIS D. et J. BESSANT, 2005 « Targeting innovation and implications for capability development », *Technovation*, 25, 3 : 171-183.
- FREDBERG T., M. ELMQUIST et S. OLLILA, 2008 *Managing open innovation: Present findings and future directions*. Vinnova.
- FRENCHWEB.FR L. rédaction de, 2018a « Carlos Ghosn (Renault-Nissan-Mitsubishi) ne voit pas Google comme une menace », *FRENCHWEB.FR*. site internet (<https://www.frenchweb.fr/carlos-ghosn-renault-nissan-mitsubishi-ne-voit-pas-google-comme-une-menace/337220>), consulté le 9 février 2023.
- , 2018b « Renault-Nissan-Mitsubishi s'allie à Google pour faire entrer ses véhicules dans l'ère de l'infotainment », *FRENCHWEB.FR*. site internet (<https://www.frenchweb.fr/renault-nissan-mitsubishi-sallie-a-google-pour-faire-entrer-ses-vehicules-dans-lere-de-linfotainment/335742>), consulté le 9 février 2023.
- FROWEN S.F., 1990 *Unknowledge and choice in economics: proceedings of a conference in honour of GLS Shackle*. Springer.
- FUTUROPROSSIMO, 2021 « Une ville sans voiture existe déjà, et c'est fantastique | Futur proche », *FuturoProssimo*. site internet (<https://fr.futuroprossimo.it/2021/10/una-citta-senza-auto-ce-gia-ed-e-fantastica/>), consulté le 4 janvier 2023.
- GAREL G., 1994 « Reduction du temps de conception, concurrence et savoirs professionnels : le cas de l'emboutissage dans les projets automobiles ». These de doctorat, Palaiseau, Ecole polytechnique.
- , 1996 « L'entreprise sur un plateau: un exemple de gestion de projet concurrente dans l'industrie automobile », *EUROPE*, 6, 8.
- , 1999 « La mesure et la réduction des délais de développement des produits nouveaux », *Recherche et Applications en Marketing (French Edition)*, 14, 2 : 29-47.
- , 2003 « Pour une histoire de la gestion de projet », *Gérer et comprendre*, 74, 1 : 77-89.

- GAREL G. et R. ROSIER, 2008 « Régimes d'innovation et exploration », *Revue française de gestion*, 187, 7 : 127-144.
- GASTALDI L. et P. GILBERT, 2016 « La prégnance de la double échelle de carrière experts/managers : une analyse à travers l'agence des outils de gestion », *@GRH*, n° 18, 1 : 11-37.
- GEORGE G., J. HOWARD-GRENVILLE, A. JOSHI et L. TIHANYI, 2016 « Understanding and tackling societal grand challenges through management research », *Academy of management journal*, 59, 6 : 1880-1895.
- GILAIN A., P. LE MASSON, B. WEIL, N. JIBET, A. BEKHRADI, P. LABROGERE et N. JIBET, 2022 « Strengthening the generative power of a scientific and industrial ecosystem: the case of the SystemX Institute for Technological Research (IRT), a "double impact Research and Technology Organization (RTO)"? » in *EURAM - European Academy of Management*. Zurich, Switzerland.
- GILBERT P., N. BOBADILLA, L. GASTALDI, M. LE BOULAIRE et O. LELEBINA, 2018a *Innovation, Research and Development Management*. John Wiley & Sons.
- , 2018b *Management de la recherche et de l'innovation*. ISTE Group.
- GILLIER T., S. HOOGE et G. PIAT, 2015 « Framing value management for creative projects: An expansive perspective. », *International Journal of Project Management*, 33, 4 : 947-960.
- GILLIER T., A. KAZAKCI et G. PIAT, 2012 « The generation of common purpose in innovation partnerships: A design perspective », *European Journal of Innovation Management*, 15, 3 : 372-392.
- GLASER M. et B. MIECZNIK, 2009 « Triz for Reverse Inventing in Market Research: A Case Study from Wittenstein AG, Identifying New Areas of Application of a Core Technology », *Creativity and Innovation Management*, 18 : 90-100.
- GRIFFIN A., 1993 « Metrics for measuring product development cycle time », *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 10, 2 : 112-125.
- GROVES G.L.R., 1962 *Now it can be told: The story of the Manhattan Project*. Da Capo Press.
- GÜMÜSAY A.A., E. MARTI, H. TRITTIN-ULBRICH et C. WICKERT, 2022 *Organizing for societal grand challenges*. Emerald Publishing.
- GUY-COQUILLE M., 2016 « Evolution du régime de mobilité interne dans l'ingénierie automobile : conditions d'émergence et modes de gestion ». phdthesis, Université Paris sciences et lettres.
- HAARHAUS T. et A. LIENING, 2020 « Building dynamic capabilities to cope with environmental uncertainty: The role of strategic foresight », *Technological Forecasting and Social Change*, 155 : 120033.
- HAAS P.M., 1992 « Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination », *International Organization*, 46, 1 : 1-35.

- HAMEL G., 2006 « The why, what, and how of management innovation », *Harvard business review*, 84, 2 : 72.
- HARGADON A. et R.I. SUTTON, 2000 « Building an Innovation Factory », *Harvard Business Review*, 78, 3 : 157-157.
- HATCHUEL A., 1994 « Les savoirs de l'intervention en entreprise », *Entreprises et histoire*, 7, 3 : 59-75.
- , 2013 « Deconstructing meaning: Industrial design as Adornment and Wit ». *in Proceedings of the 10th European Academy of Design Conference*. 1-15.
- , 2020 « L'expert et le politique face à l'inconnu », *Le Monde.fr*.
- HATCHUEL A., P. LE MASSON et B. WEIL, 2001 « De la R&D à la RID: la construction des fonctions innovation dans les entreprises ». *in 8th IPDM conférence, juin, Enschede, The Netherlands*.
- HATCHUEL A., P. LE MASSON et B. WEIL, 2002 « From knowledge management to design-oriented organisations », *International Social Science Journal*, 54, 171 : 25-37.
- , 2006 « Building innovation capabilities. The development of design-oriented organizations », *Innovation, science and industrial change, the handbook of research* : 294-312.
- HATCHUEL A. et B. WEIL, 2009 « C-K design theory: an advanced formulation », *Research in Engineering Design*, 19, 4 : 181.
- HAYES J.R., 1989 « Cognitive Processes in Creativity ». *in J. A. Glover, R. R. Ronning, et C. R. Reynolds (dir.): Handbook of Creativity. Perspectives on Individual Differences*. 135-145. Boston, MA, Springer US.
- HENDERSON R.M. et K.B. CLARK, 1990 « Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms », *Administrative science quarterly* : 9-30.
- HEY J.D., 1985 « The possibility of possibility », *Journal of Economic Studies*.
- HITCH C.J. et R.N. MCKEAN, 2013 « The economics of defense in the nuclear age ». *in The Economics of Defense in the Nuclear Age*. Harvard University Press.
- HOFFMAN R.R., 1996 « How Can Expertise be Defined? Implications of Research from Cognitive Psychology ». *in R. Williams, W. Faulkner, et J. Fleck (dir.): Exploring Expertise*. 81-100. London, Palgrave Macmillan UK.
- HOOGE S., 2010 « Performance de la R&D en rupture et des stratégies d'innovation : organisation, pilotage et modèle d'adhésion ». These de doctorat, Paris, ENMP.
- , 2020 « La valeur de l'inconnu en entreprise. Modélisation des stratégies, outils et dynamiques collectives (...) ». Université Dauphine – PSL.
- HOOGE S., M. AGOGUÉ et T. GILLIER, 2012 « A new methodology for advanced engineering design: Lessons from experimenting C-K Theory driven tools », 13.

- HOOGHE S., M. BÉJEAN et F. ARNOUX, 2016 « Organising For Radical Innovation: The Benefits Of The Interplay Between Cognitive And Organisational Processes In KCP Workshops », *International Journal of Innovation Management*.
- HOOGHE S. et C. DALMASSO, 2015 « Breakthrough R&D Stakeholders: The Challenges of Legitimacy in Highly Uncertain Projects », *Project Management Journal*, 46, 6.
- HOOGHE S. et L. LE DU, 2014a « Stimulating industrial ecosystems with sociotechnical imaginaries: The case of Renault Innovation Community ». in *EURAM*. 24.
- , 2014b « Stimulating industrial ecosystems with sociotechnical imaginaries: The case of Renault Innovation Community », 31.
- HOOGHE S. et R. STASIA, 2016 « Performance de la RD et de l'innovation-Du contrôle de gestion à la gestion contrôlée (1ère éd.) », *Presses des Mines-Transvalor*.
- IANSITI M., 1993 « Real-world R&D: Jumping the product generation gap. », *Harvard business review*, 71, 3 : 138-147.
- IDDRIS F., 2016 « Innovation Capability: A Systematic Review and Research Agenda », *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 11 : 235-260.
- IKEN N., 2021 « Transition soutenable à l'échelle de l'entreprise: approche de la performance par les outils de gestion ». Université Paris sciences et lettres.
- ILINITCH A., R. D'AVENI et A. LEWIN, 1996 « New Organizational Forms and Strategies for Managing Hypercompetitive Environments », *Organization Science - ORGAN SCI*, 7 : 211-220.
- INGHAM H. et J. LUFT, 1955 « The Johari Window: a graphic model for interpersonal relations », *Los Angeles: Proceedings of the western training laboratory in group development*.
- JAFARI M., P. AKHAVAN, H. REZA ZARGHAMI et N. ASGARI, 2013 « Exploring the effectiveness of inventive principles of TRIZ on developing researchers' innovative capabilities: A case study in an innovative research center », *Journal of Manufacturing Technology Management*, 24, 5 : 747-767.
- JOLIVET F., 1998 « Management de projet : et si l'on parlait vrai / François Jolivet. n° 53, septembre 1998 », *Management de projet : et si l'on parlait vrai / François Jolivet. n° 53, septembre 1998*.
- JORGENSEN D.L., 2015 « Participant Observation ». in *Emerging Trends in the Social and Behavioral Sciences*. 1-15. American Cancer Society.
- KHURANA A. et S.R. ROSENTHAL, 1998 « Towards holistic "front ends" in new product development », *Journal of Product Innovation Management: An international publication of the product development & management association*, 15, 1 : 57-74.
- KLASING CHEN M., 2015 « Conception" low cost" innovante dans des réseaux de valeur complexes: Le cas du transport public ». Paris, ENMP.
- KOEN P.A., G.M. AJAMIAN, S. BOYCE, A. CLAMEN, E. FISHER, S. FOUNTOLAKIS, A. JOHNSON, P. PURI et R. SEIBERT, 2002 « Fuzzy front end: effective methods, tools, and techniques », *The PDMA toolbook 1 for new product development*.

- KOENIG G., 1993 « Production de la connaissance et constitution des pratiques organisationnelles. », *Revue de Gestion des ressources Humaines*, 9 : 4-17.
- LACHMANN L.M., 1990 « GLS Shackle's place in the history of subjectivist thought ». *in Unknowledge and choice in economics*. 1-8. Springer.
- LAMPEL J., R. MILLER et S. FLORICEL, 1996 « Information asymmetries and technological innovation in large engineering construction projects », *R&D Management*, 26, 4 : 357-369.
- LAOUSSE D., 2018 « L'institutionnalisation de l'innovation intensive dans les transports publics. Industrialiser, métaboliser et gouverner l'innovation ».
- LAVE J. et E. WENGER, 1991 « Learning in doing: Social, cognitive, and computational perspectives », *Situated learning: Legitimate peripheral participation*, 10.
- LE DU L., 2017 « Modéliser l'expansion des imaginaires en conception: dynamique des imaginaires, ingénierie de stimulation et nouvelles organisations de l'innovation ». Paris Sciences et Lettres (ComUE).
- LE GLATIN M., 2018 « Innover pour décider : Modéliser et expérimenter l'ambidextrie décisionnelle pour gérer les métabolismes de l'organisation innovante ». These de doctorat, Paris Sciences et Lettres (ComUE).
- LE MASSON P., 2001 « De la R&D à la R. I. D : Modélisation des fonctions de conception et nouvelles organisations de la R&D ». These de doctorat, Paris, ENMP.
- LE MASSON P., A. HATCHUEL, M. LE GLATIN et B. WEIL, 2018 « Designing Decisions in the Unknown: A Generative Model »,.
- LE MASSON P. et B. WEIL, 2010 « La conception innovante comme mode d'extension et de régénération de la conception réglée : les expériences oubliées aux origines des Bureaux d'études », *Entreprises et histoire*, n° 58, 1 : 51-73.
- LE MASSON P. et B. WEIL, 2013 « Design theories as languages for the unknown: insights from the German roots of systematic design (1840-1960). », *Research in Engineering Design*, 24, 2 : 105-126.
- LE MASSON P. et B. WEIL, 2014a « Chapitre 3. La domestication de la conception par les entreprises industrielles : l'invention des bureaux d'études: » *in Les nouveaux régimes de la conception*. 51-66. Hermann.
- LE MASSON P. et B. WEIL, 2014b « Réinventer l'entreprise: la gestion collégiale des inconnus communs non appropriables », *L'entreprise, point aveugle du savoir*, 238.
- LE MASSON P. et B. WEIL, 2020 « The expertise of the unknown: toward a form of non-destructive creation », *Entreprises et histoire*, n° 98, 1 : 5-14.
- LE MASSON P., B. WEIL et A. HATCHUEL, 2006 228 *Les processus d'innovation. Conception innovante et croissance des entreprises*.
- , 2010 *Strategic management of innovation and design*. Cambridge University Press.

- LE MASSON P., B. WEIL et A. HATCHUEL, 2014 *Théorie, méthodes et organisations de la conception - Presses des Mines*.
- LE MASSON P., B. WEIL et A. HATCHUEL, 2017 *Design Theory: Methods and Organization for Innovation*. Springer International Publishing.
- LEIFER R., C.M. MCDERMOTT, G.C. O'CONNOR, L.S. PETERS, M.P. RICE et R.W. VERYZER, 2000 *Radical innovation: How mature companies can outsmart upstarts*. Harvard Business Press.
- LELEBINA O., 2013 « Initiating and managing career creativity of corporate professionals ». in *13th Annual Conference of the European Academy of Management, EURAM 2013*. 32 p. Istanbul, Turkey.
- , 2014 « La gestion des experts en entreprise: dynamique des collectifs de professionnels et offre de parcours ». Paris, ENMP.
- LENFLE S., 2008a « Exploration and Project Management », *International Journal of Project Management*, 25, 6 : 469-478.
- , 2008b « Proceeding in the Dark. Innovation, project management and the making of the atomic bomb. » in *Working Paper 08-001, Version 1.4, Centre de Recherche en Gestion, December*. Citeseer.
- , 2011 « The strategy of parallel approaches in projects with unforeseeable uncertainty: The Manhattan case in retrospect », *International Journal of Project Management*, 29, 4 : 359-373.
- , 2016 « Floating in space? On the strangeness of exploratory projects », *Project Management Journal*, 47, 2 : 47-61.
- , 2019 « Project management in extreme situations: The Manhattan case », *Management of Extreme Situations: From Polar Expeditions to Exploration-oriented Organizations* : 21-36.
- LENFLE S. et C. LOCH, 2010 « Lost roots: How project management came to emphasize control over flexibility and novelty », *California management review*, 53, 1 : 32-55.
- LENFLE S. et C. LOCH, 2015 « Has megaproject management lost its way », *The Oxford handbook of megaproject management* : 21-38.
- LENFLE S. et C. MIDLER, 2002 « Stratégie d'innovation et organisation de la conception dans les entreprises amont », *Revue française de gestion*, 28, 140 : 89-105.
- LEONARD-BARTON D., 1992 « Core capabilities and core rigidities: A paradox in managing new product development », *Strategic management journal*, 13, S1 : 111-125.
- , 1995 *16 Wellsprings of knowledge*. Boston: Harvard business school press.
- LIU J. et J. LIU, 2018 « Intelligent and Connected Vehicles: Current Situation, Future Directions, and Challenges », *IEEE Communications Standards Magazine*, 2, 3 : 59-65.
- LO A., 2017 « Un FabLab d'entreprise pour favoriser l'ambidextrie des salariés - Étude de cas chez Renault », *Revue Française de Gestion*, 43, 264 : 81-99.

- LÔ A. et P.F. DIOCHON, 2020 « Rethinking contextual ambidexterity through parallel structures », *R&D Management*, 50, 4 : 522-534.
- LÔ A. et P. FATIEN DIOCHON, 2019 « Unsilencing power dynamics within third spaces. The case of Renault's Fab Lab », *Scandinavian Journal of Management*, 35, 2 : 101039.
- LOASBY B.J., 1990 « The use of scenarios in business planning ». in *Unknowledge and choice in economics*. 46-63. Springer.
- LOCH C.H., A. DEMEYER et M. PICH, 2011 *Managing the Unknown: A New Approach to Managing High Uncertainty and Risk in Projects*. John Wiley & Sons.
- LUFT J., 1970 *The Johari window: A graphic model of awareness in relations*. National Press Books, Palo Alto.
- MACHADO C.A.S., N.P.M. DE SALLES HUE, F.T. BERSSANETI et J.A. QUINTANILHA, 2018 « An overview of shared mobility », *Sustainability*, 10, 12 : 4342.
- MAHMOUD-JOUINI S.B., C. MIDLER et P. SILBERZAHN, 2016 « Contributions of Design Thinking to Project Management in an Innovation Context », *Project Management Journal*, 47, 2 : 144-156.
- MAJUMDAR D., P.K. BANERJI et S. CHAKRABARTI, 2018 « Disruptive technology and disruptive innovation: ignore at your peril! », *Technology Analysis & Strategic Management*, 30, 11 : 1247-1255.
- MANIAK R., 2009a « Les processus de co-innovation : caractérisation, évaluation et management - le cas de l'industrie automobile ». Ecole Polytechnique.
- , 2009b « Les processus de co-innovation-Caractérisation, Evaluation et Management: le cas de l'industrie automobile ». Ecole Polytechnique X.
- MANIAK R., 2014a « Electric vehicles, an extreme object that "innervates" the social sciences ». in *Annales des Mines-Gerer et comprendre*. 64-69. ESKA.
- , 2014b « Le véhicule électrique: cet objet extrême qui innerve les sciences sociales »,.
- MANIAK R. et C. MIDLER, 2008 « Shifting from co-development to co-innovation », *International journal of automotive technology and management*, 8, 4 : 449-468.
- MANIAK R., C. MIDLER, S. LENFLE et M. LE PELLEC-DAIRON, 2014 « Value Management for Exploration Projects », *Project Management Journal*, 45, 4 : 55-66.
- MARCH J.G., 1991 « Exploration and Exploitation in Organizational Learning », *Organization Science*, 2, 1 : 71-87.
- MEILLAUD, 2023 « La voiture autonome à l'honneur à Las Vegas », *Autonews*. site internet (<https://www.autonews.fr/hi-tech/la-voiture-autonome-a-l-honneur-a-las-vegas-115059>), consulté le 12 janvier 2023.
- MEREDITH J.R., S.M. SHAFER et S.J. MANTEL JR, 2017 *Project management: a strategic managerial approach*. John Wiley & Sons.

- MERTON R.K., R.K. MERTON, M. FISKE, M.F. LOWENTHAL et P.L. KENDALL, 1990 *The Focused Interview: A Manual of Problems and Procedures*. Free Press.
- MIDLER C., 1988 *De l'automatisation à la modernisation. Les transformations dans l'industrie automobile: Une expérience novatrice chez Renault*.
- , 1993 « La révolution de la Twingo », *Gérer et Comprendre*, 31.
- , 2009 *Innovation and advanced engineering capabilities in auto industry: a comparative analysis*.
- , 2012 *L'auto qui n'existait pas: management des projets et transformation de l'entreprise*. Dunod.
- , 2018 « Le véhicule autonome: peut-on piloter rationnellement un projet d'utopie technique? », *Le journal de l'école de Paris du management*, 132, 4 : 30-37.
- MIDLER C., R. BEAUME et R. MANIAK, 2012 *Réenchanter l'industrie par l'innovation: L'expérience des constructeurs automobiles*. Dunod.
- MIDLER C., R. MANIAK et T. DE CAMPIGNEULLES, 2019 « Ambidextrous Program Management: The Case of Autonomous Mobility », *Project Management Journal*, 50, 5 : 571-586.
- MIEG H.A., 2012 *The Social Psychology of Expertise: Case Studies in Research, Professional Domains, and Expert Roles*. Psychology Press.
- MINISTERE DE LA TRANSITION ECOLOGIQUE, 2021a « Feuille de route numérique et environnement », *Ministères Écologie Énergie Territoires*. site internet (<https://www.ecologie.gouv.fr/feuille-route-numerique-et-environnement>), consulté le 13 janvier 2023.
- , 2021b « L'autopartage en France », *Ministères Écologie Énergie Territoires*. site internet (<https://www.ecologie.gouv.fr/lautopartage-en-france>), consulté le 4 janvier 2023.
- MOISDON J.C. et B. WEIL, 1995 « Collective design: lack of communication or shortage of expertise? Analysis of coordination in the development of new vehicles », *Designs, networks and strategies, European Commission* : 97-110.
- MOREL S., 2014 « L'empreinte environnementale à l'ère de la société collaborative: de l'Analyse du Cycle de Vie comme outil expert à une instrumentation collaborative pour conduire une transition organisationnelle ». Paris, ENMP.
- MORRIS A. et M. MASSIE, 2011 « Risk Acceptance Personality Paradigm: How We View What We Don't Know We Don't Know ». in *Infotech@Aerospace 2011*. St. Louis, Missouri, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- MOULY B., 2021 « Les constructeurs s'adaptent aux nouveaux usages de mobilité », *Les Echos*.
- MUCCHIELLI R., 2021 *L'analyse de contenu des documents et des communications*, 9^e éd. ESF Editeur.
- MURMANN P.A., 1994 « Expected development time reductions in the German mechanical engineering industry », *Journal of Product innovation management*, 11, 3 : 236-252.

- NEUHAUS H., 1910 *Versuche über Gewöhnung an Arsen, Antimon, Quecksilber und Kupfer bei Infusorien...*
- NONAKA I., H. TAKEUCHI, M. INGHAM et G. KOENIG, 1997 *La connaissance créatrice: la dynamique de l'entreprise apprenante*. De Boeck,.
- NORMAND J.M., 2020 « Renault annonce une perte nette record de 7,3 milliards d'euros au premier semestre », *Le Monde.fr*.
- O'CONNOR G.C., 2008 « Major Innovation as a Dynamic Capability: A Systems Approach* », *Journal of Product Innovation Management*, 25, 4 : 313-330.
- O'CONNOR G.C., A.C. CORBETT et L.S. PETERS, 2018 *Beyond the champion: institutionalizing innovation through people*. Stanford University Press.
- O'CONNOR G.C. et R. DEMARTINO, 2006 « Organizing for radical innovation: An exploratory study of the structural aspects of RI management systems in large established firms », *Journal of product innovation management*, 23, 6 : 475-497.
- O'CONNOR G.C., R. LEIFER, A.S. PAULSON et L.S. PETERS, 2008 *Grabbing lightning: Building a capability for breakthrough innovation*. John Wiley & Sons.
- OIRY E., P. BARBET, C. DEFELIX et P. LOUART, 2014 « Innovation et Management », *RIMHE: Revue Interdisciplinaire Management, Homme Entreprise*, 123, 3 : 3-9.
- O'REILLY C.A. et M.L. TUSHMAN, 2013 « Organizational Ambidexterity: Past, Present, and Future », *Academy of Management Perspectives*, 27, 4 : 324-338.
- O'REILLY III C.A. et M.L. TUSHMAN, 2008 « Ambidexterity as a dynamic capability: Resolving the innovator's dilemma », *Research in organizational behavior*, 28 : 185-206.
- VON PECHMANN F., C. MIDLER, R. MANIAK et F. CHARUE-DUBOC, 2015 « Managing systemic and disruptive innovation: lessons from the Renault Zero Emission Initiative », *Industrial and Corporate Change*, 24, 3 : 677-695.
- PELLETIER G., 2014 « Renault R-Link : vers la fin des bugs ? », site internet (<https://www.largus.fr/actualite-automobile/renault-r-link-vers-la-fin-des-bugs-5284379.html>), consulté le 9 février 2023.
- PETERAF M., G. DI STEFANO et G. VERONA, 2013 « The elephant in the room of dynamic capabilities: Bringing two diverging conversations together », *Strategic Management Journal*, 34, 12 : 1389-1410.
- PETTIGREW A.M., 1990 « Longitudinal Field Research on Change: Theory and Practice », *Organization Science*, 1, 3 : 267-292.
- PHILLIPS W., H. NOKE, J. BESSANT et R. LAMMING, 2006 « Beyond the steady state: managing discontinuous product and process innovation », *International Journal of Innovation Management*, 10, 02 : 175-196.
- PLANTEC Q., 2021 « Couplages science–industrie à double impact: modélisation et tests empiriques ». Université Paris sciences et lettres.

- POINTET J.-M., E. LEMERLE et M. DAGES-DESRANGES, 2016 « Renault Twizy: marketing d'exploration d'un objet utopique », *Entreprendre Innover*, 3 : 34-44.
- POPADIUK S., A.R.S. LUZ et C. KRETSCHMER, 2018 « Dynamic capabilities and ambidexterity: how are these concepts related? », *Revista de Administração Contemporânea*, 22 : 639-660.
- POPIOLEK N., 2015 *Prospective technologique: Un guide axé sur des cas concrets*. EDP Sciences.
- RAIFA H., 1968 « Schlaifer, "Applied Statistical Decision Theory," Harvard University Graduate School of Business Administration, Boston, 1961 », *Reprinted Edition: MIT Press, Cambridge, Mass.*
- RAIFFA H. et R. SCHLAIFER, 1961 « Applied statistical decision theory »,.
- RAMASESH R.V. et T.R. BROWNING, 2014 « A conceptual framework for tackling knowable unknown unknowns in project management », *Journal of Operations Management*, 32, 4 : 190-204.
- RAMPA R., 2020 « Émergence et Organisation d'une fonction d'innovation disséminée: Ethnographie d'un institut de recherche en mutation ». HEC Montréal.
- RAMPA R., C. ABRASSART et M. AGOGUÉ, 2017 « Training for Innovative Design to Increase Organizational Creativity: A Longitudinal Study of Hydro-Québec's Research Center: State of the Art and Future Research Outlook ». in 97-113.
- RAUTH I., L. CARLGREN et M. ELMQUIST, 2014 « Making It Happen: Legitimizing Design Thinking in Large Organizations », *Design Management Journal*, 9.
- REDACTION L., 2021 « Les principaux problèmes de fiabilité de la Renault Clio 5 », *L'Automobile Magazine*. site internet (<https://www.automobile-magazine.fr/fiabilite-rappels/article/29144-les-principaux-problemes-de-fiabilite-de-la-renault-clio-5>), consulté le 9 février 2023.
- RENAULT GROUPE, 2023 « Technocentre, 1er centre de R&D automobile en Europe - Renault Group », site internet (<https://www.renaultgroup.com/groupe/implantations/technocentre/>), consulté le 12 janvier 2023.
- ROHRBECK R., C. BATTISTELLA et E. HUIZINGH, 2015 « Corporate foresight: An emerging field with a rich tradition », *Technological Forecasting and Social Change*, 101 : 1-9.
- ROOS P., 2006 « Rationalisation de l'activité et recomposition des métiers de conception: diagnostic, modélisation et structuration des dynamiques de métier dans les services d'ingénierie aéronautique », *Unpublished Thèse, Ecole des Mines de Paris, Paris*.
- ROQUEPLO P., 1997 *Entre savoir et décision, l'expertise scientifique*. Versailles, Editions Quæ.
- ROY A., 2021 « Les 50 entreprises françaises qui ont dépensé le plus pour leur R&D... »,.
- RUMSFELD D., 2002 « DoD news briefing—secretary Rumsfeld and gen. Myers », *US Department of Defense*, 12.
- SASAKI T., 1991 « How the Japanese accelerated new car development », *Long Range Planning*, 24, 1 : 15-25.

- SAVAGE L.J., 1951 « The theory of statistical decision », *Journal of the American Statistical association*, 46, 253 : 55-67.
- — —, 1972 *The foundations of statistics*. Courier Corporation.
- SCHÖN D.A., 1987 *Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions*. Jossey-Bass.
- SEGRESTIN B., 2003 « La Gestion des partenariats d'exploration : spécificités, crises et formes de rationalisation ». These de doctorat, Paris, ENMP.
- — —, 2006 *Innovation et coopération interentreprises: comment gérer les partenariats d'exploration?* CNRS Ed.
- SEMKE L.-M. et V. TIBERIUS, 2020 « Corporate foresight and dynamic capabilities: An exploratory study », *Forecasting*, 2, 2 : 180-193.
- SERGERE V., 2022 « Pourquoi les voitures à hydrogène ne remplaceront jamais les voitures électriques », *Frandroid*. site internet (https://www.frandroid.com/produits-android/automobile/voitures-electriques/1516564_pourquoi-les-voitures-a-hydrogene-ne-remplaceront-jamais-les-voitures-electriques), consulté le 4 janvier 2023.
- SERVAJEAN-HILST R. et K. PICAUD, 2014 « Early Purchaser Involvement in Open Innovation-the case of an advanced purchasing function triggering the absorption of external knowledge in the French automotive industry ». in *23rd IPSERA annual conference*. 851-865.
- SERVICE PUBLIC, 2022 « Vie-publique.fr -Coupure, délestage... Quelles mesures en cas de pénurie d'électricité ? | Service-public.fr », site internet (<https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A16192>), consulté le 4 janvier 2023.
- SHAI O. et Y. REICH, 2004 « Infused design. II. Practice », *Research in Engineering Design*, 15, 2 : 108-121.
- SHANI A.B. (Rami), S.A. MOHRMAN, W.A. PASMORE, B. STYMNE et N. ADLER, 2008 *Handbook of Collaborative Management Research*. 1 Oliver's Yard, 55 City Road London EC1Y 1SP, SAGE Publications, Inc.
- SHANTEAU J., 1992 « Competence in experts: The role of task characteristics », *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 53, 2 : 252-266.
- SHAPPIN S. et S. SCHAFFER, 2011 *Leviathan And the Air-Pump – Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton, N.J, Princeton University Press.
- SHEPARD H.A., 1958 « The dual hierarchy in research », *Research Management*, 1, 3 : 177-187.
- SILVERMAN D., 2011 *Interpreting Qualitative Data. A Guide to the Principles of Qualitative Research*.
- SKILTON M. et F. HOVSEPIAN, 2018 « The Technology of the 4th Industrial Revolution ». in M. Skilton et F. Hovsepian (dir.): *The 4th Industrial Revolution: Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business*. 29-68. Cham, Springer International Publishing.

- SKOURAS T.A., P.K. GKONIS, C.N. ILIAS, P.T. TRAKADAS, E.G. TSAMPASIS et T.V. ZAHARIADIS, 2020 « Electrical Vehicles: Current State of the Art, Future Challenges, and Perspectives », *Clean Technologies*, 2, 1 : 1-16.
- SOMMER S.C., C.H. LOCH et J. DONG, 2009 « Managing complexity and unforeseeable uncertainty in startup companies: An empirical study », *Organization Science*, 20, 1 : 118-133.
- STALK JR G. et T.M. HOUT, 1990 « Competing against time », *Research-Technology Management*, 33, 2 : 19-24.
- SUH N.P., 1990 *The principles of design*. Oxford University Press on Demand.
- TAKEUCHI H. et I. NONAKA, 1986 « The new new product development game », *Harvard business review*, 64, 1 : 137-146.
- TALEB N.N., 2007 *The black swan: The impact of the highly improbable*. Random house.
- TEECE D., M. PETERAF et S. LEIH, 2016 « Dynamic Capabilities and Organizational Agility: Risk, Uncertainty, and Strategy in the Innovation Economy », *California Management Review*, 58, 4 : 13-35.
- TEECE D.J., 2007 « Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance », *Strategic Management Journal*, 28, 13 : 1319-1350.
- THIETART R.-A., 2014 *Méthodes de recherche en management-4ème édition*. Dunod.
- THOMKE S. et T. FUJIMOTO, 2000 « The effect of “front-loading” problem-solving on product development performance », *Journal of Product Innovation Management: An International Publication of the Product Development & Management Association*, 17, 2 : 128-142.
- THOMPSON L., 2003 « Improving the creativity of organizational work groups », *Academy of Management Perspectives*, 17, 1 : 96-109.
- TOMIYAMA et YOSHIKAWA, 1986 « Extended general design theory », *Department of Computer Science [CS]*, R 8604.
- TOUVARD F. et D. LEBON, 2017 *Chapitre 6. Renault crée une communauté d’innovation pour se décroiser et penser le futur*. EMS Editions.
- TOWNSEND J.D. et R.J. CALANTONE, 2014 « Evolution and Transformation of Innovation in the Global Automotive Industry », *Journal of Product Innovation Management*, 31, 1 : 4-7.
- TRABELSI O., M.A. SOUISSI, S. SCHARENBERG, M. MRAYEH et A. GHARBI, 2022 « YouTube as a complementary learning tool in times of COVID-19: Self-reports from sports science students », *Trends in Neuroscience and Education*, 29 : 100186.
- TREPOS J.-Y., 1996 *La sociologie de l’expertise*. PUF.
- , 2016 « Handy Misunderstandings. Experts, Professionals and Laypersons Relationships », *Cambio*, 4.

- TRISTAN G.-B., 2012 « La 4 CV : la voiture qui a « remis la France sur roues » | Les Echos », *Les échos*.
- TROQE B., 2021 « Exploring new facets of decision making in complex intelligent systems ». in *ISPIM Conference Proceedings*. 1-13. The International Society for Professional Innovation Management (ISPIM).
- TUSHMAN M.L. et C.A. O'REILLY III, 1996 « Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change », *California management review*, 38, 4 : 8-29.
- UTTAL B., 1987 « Speeding new ideas to market », *Fortune*, 115, 5 : 62.
- VAN DE VEN A. et M. POOLE, 2017 « Field Research Methods ». in 867-888.
- VDOVIC H., J. BABIC et V. PODOBNIK, 2019 « Automotive Software in Connected and Autonomous Electric Vehicles: A Review », *IEEE Access*, 7 : 166365-166379.
- VENKATESH V., S. BROWN et H. BALA, 2013 « Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems », *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 37 : 21-54.
- VU H.M., 2020 « A Review of Dynamic Capabilities, Innovation Capabilities, Entrepreneurial Capabilities and Their Consequences », *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 7, 8 : 485-494.
- WALD A., 1939 « Contributions to the theory of statistical estimation and testing hypotheses », *The Annals of Mathematical Statistics*, 10, 4 : 299-326.
- , 1950a « Basic ideas of a general theory of statistical decision rules ». in *Proceedings of the International congress of Mathematicians*. 308-325.
- , 1950b « Statistical decision functions. »,.
- WEBB E. et K.E. WEICK, 1979 « Unobtrusive Measures in Organizational Theory: A Reminder », *Administrative Science Quarterly*, 24, 4 : 650-659.
- WEICK K. et K. SUTCLIFFE, 2007 « Managing the Unexpected Resilient Performance in an Age of Uncertainty », 8.
- WEIL B., 1999 « Conception collective, coordination et savoirs : les rationalisations de la conception automobile ». thesis, Paris, ENMP.
- WEISBERG R.W., 2006 *Modes of Expertise in Creative Thinking: Evidence from Case Studies*.
- WHEELWRIGHT S.C. et K.B. CLARK, 1992 *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*. Simon and Schuster.
- WIDEMAN R.M., 1992 *Project and Program Risk Management: A Guide to Managing Project Risks and Opportunities*. Project Management Institute.
- WIKIPEDIA, 2022 « Élimination progressive des véhicules à combustion », *Wikipédia*.
- WILSON K. et Y.L. DOZ, 2011 « Agile Innovation: A Footprint Balancing Distance and Immersion », *California Management Review*, 53, 2 : 6-26.

YOSHIKAWA H., 1981 « General Design Theory and a CAD System », *Proc. IFIP WG5.2-5.3 Working Conference on Man-Machine Communication in CAD/CAM* : 35-58.

ZAWISLAK P.A., M. BORGES, D. WEGNER, A. SANTOS et C. CASTRO-LUCAS, 2008 « Towards the innovation function », *Journal of technology management & innovation*, 3, 4 : 17-30.

Annexes

ANNEXE 1 — TABLEAU RESUMANT LA COLLECTE DE DATA

	Origines des données	Durée, quantité ou récurrence	Type de données collectées
Histoire de la conception	Recherche internet et scientifique de l'histoire de Renault, de l'automobile, et de l'environnement social économique	15 liens internet 21 papiers scientifiques et livres	Analyse de forum, blogs et pages internet, livres historiques Tableau des 12 périodes
Histoire de la conception	Identification des principaux modèles de Renault	Dizaine de liens internet	Tableau de résumé des durées de ventes des modèles de Renault Analyse des principaux modèles
Histoire de la conception	Identification des inconnus/unic selling points des principaux modèles de Renault à travers les publicités et descriptions	31 modèles sélectionnés 81 publicités papier 24 publicités vidéo 6 concepts cars 31 pages internet descriptives de chaque modèle	Analyse des unic selling points et inconnu de conception des principaux modèles 31 diapositives PowerPoint de résumé
Histoire du système d'expertise	Interview du responsable des ressources humaines à l'origine du nouveau système d'expertise	1 x 1 h 27 (4 juillet 2019)	Notes écrites de l'entretien Enregistrement Anciennes présentations PowerPoint du système expert
Histoire du système d'expertise	Interview du premier Expert Fellow	1 x 1 h (3 mai 2021)	Échange de mails
Histoire du système d'expertise	Réunion avec l'Expert Fellow 2	1 x 1 h (8 juin 2021)	Notes écrites
Histoire du système d'expertise	Interviews du secrétaire exécutif	1 x 45 min 2 x 30 min (3 mai — 19 mai — 29 juin 2020)	Notes écrites des entretiens Enregistrement Anciennes présentations PowerPoint du système expert
Histoire du système d'expertise	Étude des lettres de nomination ou de mission des Expert Leaders	69	Analyse des documents internes Tableau de résumé

Histoire du système d'expertise	Interview des Expert Leaders dont les lettres manquaient par Teams, mail ou LinkedIn	3 mails 24 échanges dans Teams 2 échanges LinkedIn	Conversations écrites Tableau de résumé
Histoire du système d'expertise	Échange avec deux chercheurs des mines ayant des travaux sur les experts et l'innovation	2 x 1 h (5 juin — 17 juin 2020)	Notes écrites des entretiens Enregistrement Manuscrit de thèse Publication scientifique
Publications scientifiques	Papiers scientifiques sur Renault récoltés via Lens.org	5 338 papiers	Analyse de littérature scientifique Tableau d'analyse
Brevets	Réunion d'organisation et d'avancement et de rédaction	18 x 1 h 30 en moyenne (2021 : 19 juillet — 11 – 24 août — 30 septembre — 4 – 5 – 22 – 25 – 26 – 27 - 28 octobre — 5 – 19 – 25 novembre — 6 – 14 décembre 2022 : 25 mai — 7 - 16 juin)	Notes écrites des échanges Présentation Papier de conférence
Brevets	Interviews d'auteurs de brevet en Intelligence Artificielle	10 x 1 h en moyenne (4x2 – 5x3 – 12 – 13x3 – 15 octobre)	Notes écrites des échanges Retranscriptions Enregistrements
Histoire de la DREAM	Papiers de recherche sur Renault publiés par le CGS ou le CRG	14 papiers	Analyse de littérature scientifique
Histoire du DES IP	Réunion avec l'Expert Fellow 1	1 x 2 h 1 x 1 h (17 juillet 2019) (17 septembre 2020)	Notes écrites
Histoire du DES IP	Réunion avec l'Expert Fellow 2	1 x 1 h (22 octobre 2020 8 juin 2021)	Notes écrites
Histoire du DES IP	Interview avec l'Expert Leader du domaine d'expertise Innovation Patterns	6 x 1 h (29 mai — 13 juin — 26 juin — 12 juillet — 22 juillet — 7 octobre 2019)	Notes écrites de l'entretien Enregistrements Anciennes présentations PowerPoint du DES IP

Histoire du DES IP	Interviews des 12 experts du domaine d'expertise Innovation Patterns	12 x 1 h (8 – 9 – 19 – 15 – 16 – 20 – 21 et 27 juillet 2020)	Notes écrites de l'entretien Tableau résumant toutes les réponses
Histoire du DES IP	Interviews de 10 Expert Leaders – 5 en technologie – 5 en management	10 x 1 h (17 mai – 14 – 17 – 21 – 22 – 23 - 29 septembre – 1er octobre 2020)	Notes écrites de l'entretien Tableau résumant toutes les réponses
Histoire du DES IP	Interviews de 5 experts en technologie	5 x 1 h (25 septembre 2019)	Notes écrites de l'entretien Tableau résumant toutes les réponses
Histoire du DES IP	Interviews des deux dirigeants du Square	2 x 2 h (13 septembre 2019 – ? 2019)	Enregistrement Notes écrites des entretiens
Histoire du DES IP	Interview d'un chef de projet	1 x 1 h 1x 2 h 30 (25 septembre – 9 octobre 2019)	Enregistrement Notes écrites des entretiens
Histoire du DES IP	Participation à la Communauté d'Innovation	2 journées (4 avril – 25 octobre 2019)	Notes écrites
Histoire du DES IP	Point d'avancement	14 x 1 h 30 en moyenne (23 mars – 6 – 17 – 27 avril – 4 – 7 - 29 mai – 3 – 10 – 19 - 22 juin – 8 - 21 juillet – 10 septembre 2020)	Notes écrites Partage de présentations et de notes
Histoire du DES IP	Atelier sur la définition des missions du domaine d'expertise Innovation Patterns	8 x 1 h 30 en moyenne (23 octobre – 5 – 19 novembre – 2 – 17 décembre 2020 2 février – 8 avril – 13 juillet 2021)	Notes écrites Partage de présentations et de notes Tableau de résumé des missions
Histoire du DES IP	Présentation et atelier des missions du domaine d'expertise Innovation Patterns	8 x 1 h 30 en moyenne (10 – 21 – 22 – 23 – 24 – 28 – 29 juin – 6 – 21 juillet 2021)	Notes écrites Partage de présentations et de notes Tableau de résumé des missions
Histoire du DES IP	Herbier des outils	9 x 1 h en moyenne (16 – 22 février – 2 – 9 – 16 – 17 – 23 mars – 6 – 13 avril 2022)	Tableau des missions du département créativité et vision
SNCF	Interviews de l'expert technique et nouvelle mobilité	13 x 1 h en moyenne (12 juin – 4 juillet – 20 – septembre – 11 octobre – 29 novembre 2019)	Notes écrites de l'entretien Enregistrement Anciennes présentations PowerPoint du système expert

		29 mai — 19 juin — 4 septembre — 26 octobre 2020 — 23 juin — 13 juillet — 18 — 21 novembre —2021 24 mai 2022)	
SNCF	Interviews de 3 chercheurs ayant contribué au KCP et à la formation au KCP à la SNCF	3 x 1 h en moyenne (17 août — 30 septembre 2021 — 6 janvier 2022)	Notes écrites de l'entretien Enregistrement Anciennes présentations PowerPoint
Renault- Google	Cartographie C-K des formes de partenariats de Renault	4 x 3 h	Analyse de la littérature scientifique Analyse de forum, blogs et pages internet, livres
Renault- Google	Cartographie C-K sur les projets de mobilité de Google	20 x 3 h	Analyse de forum, blogs et pages internet, livres
Renault- Google	Interview : – Responsable des produits Renault – Chef de produit Alliance – Responsable juridique – Différents chefs de produit – Responsables marketing	14 x 1 h en moyenne (19x2 – 28 novembre — 5 - 12 – 13x2 – 14 – 20 - 21 décembre 2018 9 – 16 – 24 janvier — 15 février 2019)	Notes d'interviews Notes de résumé global des interviews et d'analyse
Renault- Google	Cartographie des connaissances et des concepts	3 x 4 h	Groupement de connaissances tirées des interviews Screening des besoins et des points douloureux formulés les interviews pour formuler des concepts Analyse des sponsors responsable du développement des concepts
Renault- Google	Atelier sur les concepts	12 x 2 h	Réalisation de petites cartes — C-K pour chaque concept : 4 pour Renault 6 pour Renault (et Google) 2 pour Google (et Renault)
Renault- Google	Atelier de présentation des concepts	4 x 1 h 30	Une diapositive de présentation par concept Notes écrites des discussions Analyse
Renault- Google	Présentation et boxings réguliers des avancées	9 x 3 h en moyenne (6 – 20 mars — 18 avril — 17 mai — 12 juin — 10 juillet — 9 octobre — 20 novembre 2019)	Présentations Notes écrites des discussions
Renault- Google	Points réguliers d'avancement	35 x 1 h	Notes écrites des discussions Analyse

		(28 décembre 2018 – 4 – 7 - 11 - 15 - 18 janvier – 1er – 8 – 27 février – 1er – 12 – 22 – 29 mars – 5 – 12 – 19 avril – 13 – 24 mai – 14 – 21 - 28 juin – 12 – 15 – 17 – 19 – 26 juillet – 23 – 30 septembre – 7 – 14 – 21 – 28 octobre – 4 – 18 – 25 novembre – 2 - 9 – 16 décembre 2019)	
Dat@ck	Kick off de Dat@ck	1 x 3 h (15 janvier 2020)	Présentations Notes écrites des discussions
Dat@ck	Mode d'emploi du KCP	30 h	Analyse de littératures scientifiques Document de synthèse
Dat@ck	Échange avec d'autres praticiens du DKCP : Dominique Laousse, Anne Bion, Simon Martin	11 x 1 h 30 en moyenne (2020 : 11 - 19 juin – 1er septembre – 31 août 2021 : 7 – 29 mars – 19 avril – 23 – 29 juin – 1er septembre – 21 novembre)	Présentations Notes des discussions
Dat@ck	Recrutement de l'équipe métier et du sponsor	3 x 1 h (29 janvier – 10 février – 6 avril 2020)	Notes écrites des discussions
Dat@ck	Point avancement/organisation équipe méthode Guide mode d'emploi du DKCP Fiche K Formulation du CO C – K de contrôle Identification des k manquantes pour les séminaires du non-art Identification des intervenants Identification et formulation des concepts projecteurs en phase C Identification des projets à développer en phase P	78 x 1 h en moyenne (2020 : 26 janvier – 26 février – 25 mars – 10 -16 – 29 avril – 6 – 13 - 15 - 20 mai – 10 – 11 - 18 – 23 juin – 22 – 27 – 31 juillet – 2 – 7 – 9 – 16 – 23 – 30 septembre – 1er – 7 – 20 – 30 octobre – 2 - 4 – 5 – 10 – 12 – 24 - 25 novembre – 1er – 2 - 8 – 9 - 14 décembre 2021 : 6 – 13 – 20 - 25 janvier – 1er – 9 – 28 – février – 15 mars – 5 – 6 – 12 – 26 - 28 avril – 3 – 10 – 12 - 17 – 24 – 31 mai – 7 – 8 – 14 – 21 – 23 juin – 5 – 6 juillet – 30 août – 1er – 13 – 17 - 27 - 29 –	Notes écrites des échanges Présentations Document de travail

		septembre — 29 octobre — 2 — 5 — 9 — 22 novembre 2022 : 28 mars — 10 mai)	
Dat@ck	Point avancement équipe métier ou avec les sponsors	17 x 1 h en moyenne (2020 : 18 mars — 6 avril — 20 juillet — 31x2 août — 30 octobre — 19 — 25 novembre — 17 décembre 2021 : 8 — 24 février — 3 — 8 — 10 — 15 - 22 mars — 1er septembre)	Présentations Notes écrites des discussions
Dat@ck	Interview d'acteurs spécialistes en data chez Renault	18 x 1 h en moyenne (2020 : 12 juin — 2 — 3x2 — 6 — 7x2 - 16x2 — 21x2 — 27 — 30 juillet — 31 aouts — 30 octobre — 8 décembre 2021 : 4 — 6 - 7 janvier)	Notes écrites des interviews Fiche de résumé des connaissances de Renault sur le sujet
Dat@ck	Échange avec les intervenants sur l'état de l'art et du non-art de sessions K	8 x 1 h en moyenne (2020 : 2x2 décembre 2021 : 4 - 11 — 13 - 18 janvier — 1er février — 20 juillet)	Présentations Notes des discussions
Dat@ck	Organisation et animation des séminaires K C P et débriefing	15 x 3 h + 30 min en moyenne (2021 : 10 février — 3 — 18 - 31 mars — 14 avril — 5 mai — 19 mai — 2 juin — 15 septembre — 19 — 20 octobre — 5 - 23 — 30 novembre — 7 décembre)	Présentations Notes écrites des discussions Fiches remplies par les participants

ANNEXE 2 — TABLEAUX COMPLETS DE L'ETUDE HISTORIQUE DE LA CONCEPTION

Avant 1880 – 1890 : l'invention des moteurs et de la voiture – premier inconnus inconnus

Contexte socio-économique : 2^e révolution industrielle

Performance de l'objet à concevoir		
Inconnu visé		Objet qui se meut par soi-même
Types d'objet		Assemblage d'un moteur et d'une boîte de vitesse à forme de bicyclette : voiturette de 250 kg, 2 places, 1,75 CV = 50 km/h 1902 : conception des moteurs à deux cylindres
Performance de l'organisation des savoirs		
Apprentissage		Conception sauvage
Organisation de l'expertise		1880 : apparition des « bureaux d'études » sous le nom d'Engineering ou Design département réseaux informels d'ingénieurs/inventeurs
Capacité organisationnelle d'innovation		Louis Renault conçoit seul

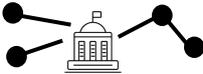
1880—90 — 1914 : la voiture de luxe personnalisable la plus rapide - inconnus connus stratégiques
Contexte socio-économique : 2e révolution industrielle

  			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Santé publique : sécurité urbaine (trop de morts d'enfant et d'animaux écrasés)</p> <p>Urbanisme : trop de bruit et d'odeurs nauséabondes</p> <p>Amélioration de l'expérience conduite grâce au goudron</p>	<p>Sécurité</p> <p>Vitesse et résistance (course automobile)</p> <p>Aérodynamisme en 1910 avec nouvelle carrosserie</p> <p>QCD sur la production</p>	<p>Vitesse</p> <p>Solidité</p> <p>Qualité (luxe)</p> <p>Personnification</p> <p>Entretien modeste à la demande client</p>
Types d'objet	<p>Règlement de sécurité :</p> <p>1888 : autorisation nécessaire pour la conduite d'un véhicule</p> <p>1899 : limitation de vitesse en France à 30 km/h à la campagne et à 12 km/h en agglomération</p> <p>1900 : premier radar photo</p> <p>Innovation par le secteur privé :</p> <p>1898 Premier Salon de l'auto à paris</p> <p>1901 première pompe à essence et pneumatique</p> <p>1902 Revêtement au goudron des routes pour faciliter les vélos et auto en Europe</p> <p>1903 : invention de la ceinture de sécurité</p> <p>Fiacre remplacé par les taxis (10 000 en 1914)</p> <p>Panneaux avec noms des villes (Michelin)</p>	<p>Moteur thermique choisi pour l'endurance au détriment du moteur vapeur et électrique</p>	<p>Conception de voiture personnalisable pour des clients riches avec 7 modèles en 1908</p> <p>Véhicule utilitaire (taxi)</p> <p>Fabrication des moteurs pour automobile et avion</p>
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		<p>Conception réglée et paramétrique</p> <p>19es : Cumulativité des expertises</p>	
Organisation de l'expertise			<p>Spécialisation de Louis Renault sur la conception, ses frères sur l'administration (finance et commerce)</p>

**Capacité
organisationnelle
d'innovation**

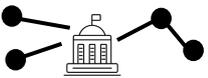
Développement +
production = Louis Renault
Études = ami
Administration = les 2 frères,
puis à leurs morts 2 amis
Commerce = ami
Fabrication = ami
→intégration verticale pour
indépendance
Renault est l'une des
premières usines en France
à expérimenter
l'organisation scientifique
du travail dès 1909 avec la
rénovation de l'outillage et
le chronométrage du
temps de travail. Renault
met en place dès 1917 le
travail à la chaîne.

1914 — 1918 : la guerre : inconnus exogènes à la filière automobile
Contexte socio-économique : 1ERE Guerre Mondiale

			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	Objets militaires connus QCD Objets inconnus : voiture militarisée	Réorganisation de la production pour un effort de guerre collectif QCD sur les armes et les moyens de les produire Nouveaux objets : la voiture pour le militaire : qui transporte vite des munitions ou des hommes (ambulance/taxi de la marne), qui ont une fonction de guerre (radio – reconnaissance) États-Unis : La voiture pas chère pour tous : démocratisation de la voiture	QCD sur de nouveaux objets : travail à la chaîne Processus de fabrication des obus adapté aux capacités de développement interne
Types d'objet	Monopolisation des usines pour la guerre Réquisition des taxis pour déplacer les militaires	Armes Voiture militarisée États-Unis : voiture populaire	Mise à l'arrêt des usines sauf de moteur d'avion Diversification : obus, bâillonnet, canon, etc. Reprise de la production des voitures, mais utilitaire : ambulance, de reconnaissance, voiture radio, premier char de combat léger
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		Conception Réglée	Adaptation de la production des obus à l'outillage par Louis Renault en 1 nuit grâce à l'essai-erreur
Organisation de l'expertise		Arrêt de la production d'automobiles classiques Regroupement des industriels et répartition de	Louis Renault décide et contrôle tout

		la production militaire : comité des Forges, groupement des fabricants de chars... États-Unis : industrialisation de la voiture avec le Fordisme : travail à la chaîne	
Capacité organisationnelle d'innovation			Louis Renault dirige le comité des forges

1919 — 1938 : retour des inconnus connus stratégiques interne et externe à la filière automobile
Contexte socio-économique : progrès social puis crise des années 30

			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Santé publique : Sécurité routière</p> <p>Urbanisme : QCD des infrastructures de transport</p>	<p>Dominant design de la voiture stabilisé :</p> <p>rationalisation de processus de fabrications et amélioration du confort et de la conduite</p> <p>Maîtrise de la sécurité</p> <p>Voiture populaire</p>	<p>Volume de production et baisse des coûts</p> <p>Rapide</p> <p>Économique</p> <p>Élégante fougueuse</p> <p>Libère</p> <p>Robuste</p> <p>Début de la voiture à vivre</p>
Types d'objet	<p>Règlements : permis de conduire au Royaume-Uni</p> <p>Innovation du secteur privé : 1923 : Feu tricolore première autoroute en Italie</p>	<p>La voiture populaire (citron — Ford T — cycle, car — etc.)</p> <p>Les plus belles voitures (carrosserie des années folles)</p>	<p>Diversification : véhicule terrestre, aérien, marin, fluvial, carrosserie, agricole, chemin de fer, de luxe...</p>
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage	<p>Cumulative + sauvage, car technologies pas encore stabilisées</p>	<p>Copie le modèle américain pour la production — visite d'apprentissage aux États-Unis</p>	<p>Amélioration de l'expertise par la création de connaissances sur une technologie stabilisée et le recrutement de jeunes diplômés</p>
Organisation de l'expertise		<p>Création d'expertise si la technologie est identifiée et stabilisée</p>	<p>Association avec Peugeot pour standardiser certaines pièces</p>
Capacité organisationnelle d'innovation			
		<p>États-Unis : fordisme</p>	<p>Boulogne : conception/amont — Ile Seguin : production montage et direction de l'outillage</p> <p>Internalisation verticale et horizontale, car peu de fournisseurs sont capables de soutenir les cadences 1924 créations de la DIAC (banque), de garages et d'un réseau de distribution pour offrir plus de services automobiles</p>

1938 — 1945 : guerre : inconnus inconnus et connus externes à la filière automobile
Contexte socio-économique 2e Guerre Mondiale

Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	Manque d'essence	Europe : Rouler sans essence — vélo et vélo taxi — la voiture disparaît du paysage européen États-Unis : QCD de la conduite	Sauver les moyens de production sous l'occupation en collaborant le moins possible
Types d'objet	Règles : les voitures des particuliers restent au garage, sauf la police et la Gestapo qui ont le droit de consommer de l'essence	Europe : Moteur gazogène ajouté aux voitures La petite voiture populaire	Réparation de chars français pour les Allemands Production de camions pour l'armée allemande
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		Conception par absorption : transfère de découverte techno à la voiture	
Organisation de l'expertise			
Capacité organisationnelle d'innovation	Europe : 1941 : les usines sous occupation doivent travailler pour les Allemands	Suspension de la production de voitures particulières et des projets de recherches Répartition de la production des productions militaires Activité de conception cachée	Conception secrète de voitures particulières : deux nouveaux modèles Production : usines bombardées → usine sous terrain à carrière sous bois — cadence faible, personnel peu qualifié et sabotage discret

1945 — 1950 : reconstruction contrôlée : inconnus inconnus

Contexte socio-économique : pénurie de matières premières, baisse du pouvoir d'achat, reconstruction

			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	Reconstruire le secteur automobile Reconstruire les routes Sécurité routière	Pénurie des matières premières, essence trop chère, baisse du pouvoir d'achat = Les voitures du rationnement	La petite voiture économique : moins lourdes, moins équipée, moins chère à fabriquer, moins consommatrice d'essence et moins bruyante
Types d'objet		Division du marché : Citroën et Peugeot : berlines familiales Panhard, Renault et Simca : petites voitures Delahaye, Hotchkiss et Talbot les limousines destinées à l'exportation	La 4 CV + Juvaquatre : la plus petite voiture pas chère et économique, pour tous (même les femmes) : baisse de 50 % du coût de fabrication
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		Conception systématique	Externe : études de marché pour la 4 CV + association avec le Centre Technique Automobile pour des études Essai erreur (rappel de la 4 CV)
Organisation de l'expertise		Modèle standard de l'ingénierie Organisation par fonction (métier)	
Capacité organisationnelle d'innovation			
	Plan quinquennal de Pons : les constructeurs devront s'unir et se spécialiser sur un modèle unique pour aller vers des cadences logiquement plus fortes	Concentration des acteurs Répartition de la production Renouvellement des systèmes de production	Développement d'une seule voiture → organisation par fonction Croissance du BE et de la R&D en relation avec le Centre Technique de l'Automobile pour la recherche

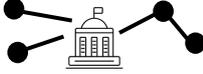
1950 — 1970 : retour des inconnus connus stratégique
Contexte socio-économique : 30 Glorieuses

  			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Urbanisme : QCD des infrastructures de transport</p> <p>Sécurité routière : état des infrastructures post-guerre déplorable et hausse des voitures en circulation = hausse des accidents</p>	<p>La voiture qui ne tue pas sur des routes de mauvaise qualité</p> <p>Retour des gammes Économique</p> <p>Robuste</p> <p>Puissante</p> <p>Élégante</p>	<p>Maintenir le volume du succès de la 4 CV sans possibilité d'investir pour augmenter les capacités de production</p> <p>1957 Remplacer la 4 CV par la voiture à vivre/la voiture blue jean : celle qui transporte les outils la semaine, et la famille au pique-nique dominical en ville comme à la campagne</p> <p>Retour des gammes</p> <p>Réduire le bruit</p> <p>La voiture qui ne roule pas sur le toit</p>
Types d'objet	<p>1950 : début des parkings sauvages, des embouteillages et de la pollution sonore</p> <p>1955 : création de la prévention routière par les sociétés d'assurances et les professions de l'Union routière de France</p> <p>1967 : fin des travaux du périphérique à Paris/tunnel du Fourvière à Lyon/viaduc de la joliette à Marseille</p> <p>1970 obligation des ceintures trois points aux places avant dans véhicule neuf</p>		<p>Élargissement des gammes</p> <p>Invention de la 5^e porte = coffre + suspension à barres de torsion indépendante</p> <p>R6 : la voiture-salon</p>
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		Conception systématique	Recrutement de hauts diplômés : les expérimentés (cadres passés par la haute administration), les intrépides de pointes (les plus jeunes)
Organisation de l'expertise		Organisation par fonction (métier)	Intégration des sous-traitants dans la conception
		Crise de la R&D des années 60 → naissance de la	

		gestion de projets : organisation matricielle	Standardisation de pièce avec Peugeot 1969 : Peugeot et Renault s'associent pour créer un laboratoire d'accidentologie, bio mécanique, et comportement humain
Capacité organisationnelle d'innovation	État : politique en faveur de la voiture : développement d'infrastructures Pompidou déclare que la ville doit s'adapter à la voiture	Europe : concentration des constructeurs Reste du monde : nouveaux constructeurs	Organisation matricielle : Renault est divisée en structure métiers puissante et cloisonné : bureau d'études, méthodes, fabrication, etc. Il n'y a aucune relation directe entre les fonctions. La seule personne qui fait les liens et les arbitrages entre fonctions est le PDG. Délégation de sous-système, à des fournisseurs 1960 : direction de la qualité contrôle les pièces fournies 1966 : direction au plan (informatique et planification)

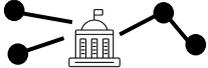
1970 — 1980 : inconnus stratégiques internes à la filière automobile + nouveaux inconnus externes à la filière automobile

Contexte socio-économique : crises du pétrole

			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Santé publique : 16 548 morts sur les routes en 1968</p> <p>Écologie : début de la lutte contre le CO2</p> <p>Urbanisme : pollution sonore + visuelle (trop de voitures)</p>	<p>La voiture qui se commande toute seule</p> <p>Crise du pétrole : la voiture qui consomme moins</p> <p>États-Unis : la plus petite voiture</p>	<p>la voiture qui protège</p> <p>La voiture urbaine en semaine et routière le week-end</p> <p>Première voiture compacte</p> <p>QCD : robuste, confortable, sûre</p>
Types d'objet	<p>Pollution :</p> <p>1970 : Norme européenne antipollution</p> <p>1975 : États-Unis interdisent le plomb dans l'essence</p> <p>Urbanisation anti voiture :</p> <p>1971 : parcmètres dans Paris comme outils de régulation du trafic — idée de rues piétonnes — premières voitures libre-service à Montpellier</p> <p>1974 : Giscard inaugure le nouveau RER</p>	<p>Première unité de contrôle électronique : Chevrolet</p> <p>Europe : carrosserie bicorps</p>	
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage		Répartition des experts sur différents projets → Baisse des explorations	Investissement dans Alpine Création de 3 usines avec Peugeot
Organisation de l'expertise		Début de l'ingénierie concurrente	<p>Directeur Général > direction Planification (qui devient produit en 1976)</p> <p>Personnel</p> <p>Contrôle de gestion</p> <p>R&D : définit la voiture</p> <p>Fabrication</p> <p>Méthodes : définit les moyens de production</p> <p>Achats</p> <p>Production exploitation (usine) : fabrique les véhicules</p>

			Commerciale : vend les véhicules
Capacité organisationnelle d'innovation	<p>1972 : Comité interministériel de la sécurité routière et Délégué interministériel à la sécurité routière</p> <p>États-Unis : 1975 CAFE (Corporate Average Fuel Economy) réglementation pour améliorer la consommation de carburant</p>		<p>Comité amont : pour définir 3 fois par an les cibles de véhicule, et définir un cahier des charges</p> <p>Comité de suivi des projets mensuel : le calcul de la rentabilité et choix des projets</p> <p>Planning formalisé du processus de conception</p> <p>Nomination d'un chef de projet par projet</p> <p>Développement des plateformes</p>

1980 — 1990 : des inconnus connus stratégiques et des inconnus connus externes difficilement domptables
Contexte socio-économique : sortie de crises du pétrole

					
Performance de l'objet à concevoir					
Inconnu visé	<p>Santé publique : renforcer la sécurité routière</p> <p>Écologie : début de la lutte contre le CO2</p> <p>Urbanisme : pollution sonore + visuelle (trop de voitures)</p>	QCD		<p>Qualité : rattrapage nécessaire vs la concurrence</p> <p>La plus petite qui a tout d'une grande</p>	
Types d'objet	Apparition de l'électronique et des technologies informatiques			<p>Réduire le nombre de modèles pour mieux répondre aux besoins clients :</p> <p>Meilleure qualité : électronique + plateformes</p>	
Performance de l'organisation des savoirs					
Apprentissage		Combinabilité des connaissances des experts et baisse des explorations			
Organisation de l'expertise	<p>1982 : Direction de la sécurité et de la circulation routière</p> <p>1988 : création du Giec composé d'experts internationaux</p>	Ingénierie concourante		<p>Les experts sont répartis sur les projets concourants</p> <p>Partenariat avec Matra pour des concepts véhicules</p>	
Capacité organisationnelle d'innovation					
		<p>Toyotisme</p> <p>1988 : direction projets avec heavyweight chef de projet</p>		<p>Décloisonnement des métiers avec un chef projet</p> <p>Les fournisseurs intègrent les activités de conception et assurent 60 % de la production de la voiture</p> <p>1984 : engagement des concessionnaires sur des volumes d'achats à trois mois pour maîtriser les flux tendus avec les fournisseurs</p>	

1990 — 2000 : stabilisation des inconnus stratégiques + nouveaux inconnus externe à la filière automobile
Contexte socio-économique : crise des années 1990

			
Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Enjeux de Santé publique : sécurité routière morts dus à la pollution pollution sonore</p> <p>Écologie : lutte contre le CO2 + autres formes de pollution reconnues coupables de réchauffement climatique</p> <p>Urbanisme : + visuelles</p>	Étendre les gammes et les volumes de production grâce à l'internationalisation	<p>La voiture pour les jeunes/décalsés</p> <p>La voiture à vivre (chiant avec les chiars)</p> <p>GPS : service de mobilité</p> <p>QCD</p> <p>Amélioration de la sécurité grâce à son partenariat avec Volvo</p>
Types d'objet	<p>1990 : ceintures arrière obligatoires</p> <p>1992 : contrôle technique obligatoire + mise en place du permis à points</p> <p>1995 : premières pistes cyclables à Paris</p>		1994 : Carminat : GPS intégré
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage	Rapport du Giec	Absorptivité des connaissances externes : les connaissances internes permettent de choisir les k externes	
Organisation de l'expertise			<p>Bureau d'études repose sur des centres autonomes dans les business units</p> <p>L'expertise technique</p> <p>La cohérence fonctionnelle : direction mécanique (responsable des organes), direction carrosserie, direction des essais.</p>
Capacité organisationnelle d'innovation			
		Concentration et mondialisation des groupes	<p>Technocentre : ingénierie</p> <p>Rationalisation des activités de conception à l'amont : 5 jalons</p> <p>Standardisation avec une plateforme commune à plusieurs voitures</p>

2000 — 2017 : de plus en plus d'inconnus inconnus externes à la filière automobile
Contexte socio-économique : saturation des marchés européens — 2008 crise de subprimes

Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Sécurité routière</p> <p>Écologie : lutte contre le CO2 + pollution de l'air + qualité de l'air</p> <p>Urbanisme : pollution sonore + visuelle</p> <p>Social : se passer d'une voiture est un choix de riche</p>	<p>Marché européen saturé : Voiture low cost</p> <p>Écologie : l'auto sans pétrole</p> <p>IA : la voiture connectée/autonome</p> <p>Urbanisme : la voiture pratique pour la ville (bouchon + stationnement)</p> <p>Baisse des ventes, car hausse du prix du pétrole</p>	
Types d'objet	<p>Paris : réduction des voies qui sont rendues aux piétons ou aux cyclistes — baisse des places de parking</p> <p>2005 : péage à Londres</p> <p>2009 : Première ZTL en Italie</p> <p>2015 : Diesel gate 80 km/h sur départementales</p> <p>2017 : circulation alternée en pic de pollution</p>	<p>2006 : première voiture électrique</p> <p>2014 : e-formule par Venturi</p> <p>2010 : Google : système de voiture autonome</p>	<p>Retour de la voiture haut de gamme</p> <p>Domine le marché en matière de sécurité</p> <p>Innovations technologiques :</p> <p>2001 : La carte « mains libres » (Renault Laguna II)</p> <p>2009 : la navigation intégrée (Clio III)</p> <p>2011 : les véhicules électriques : Fluence Z.E, Kangoo Z.E, Twizy, ZOE</p> <p>2012 : R-link : tablette tactile connectée (Clio IV)</p> <p>2017 : Twizy et la Plateforme POM permettent à Renault de faire une entrée très remarquée dans la communauté de l'Open Source</p>
Performance de l'organisation des savoirs			

Apprentissage	Giec		<p>Open innovation →travaux sur le Partenariat de recherche : Segrestin « <i>La Gestion des partenariats d'exploration : spécificités, crises et formes de rationalisation</i> ». 2003 — Maniak « <i>Les processus de co- innovation : caractérisation, évaluation et management — le cas de l'industrie automobile</i> ». 2009</p>
Organisation de l'expertise	Communauté d'experts internationaux		<p>Avant 2009 : expert à l'ancienneté Nouvelle organisation des experts en domaines stratégiques d'expertise (DES) 2015 : diversification des DES majoritairement techniques pour plus de DES en management 2016 : DES IA Cyber, etc.</p>
Capacité organisationnelle d'innovation	Loi décentralisée aux mairies	Crise des subprimes →2003 : Tesla	<p>Rachat de Dacia : voiture low cost pour l'est, mais succès en Europe de l'ouest 2006 : première activité d'exploration avec nouveau département DREAM 2008 : sous département de veille techno 2009 : département créativité et vision</p>

2018 — 2022 : inconnus connus externes à la filière automobile résistants

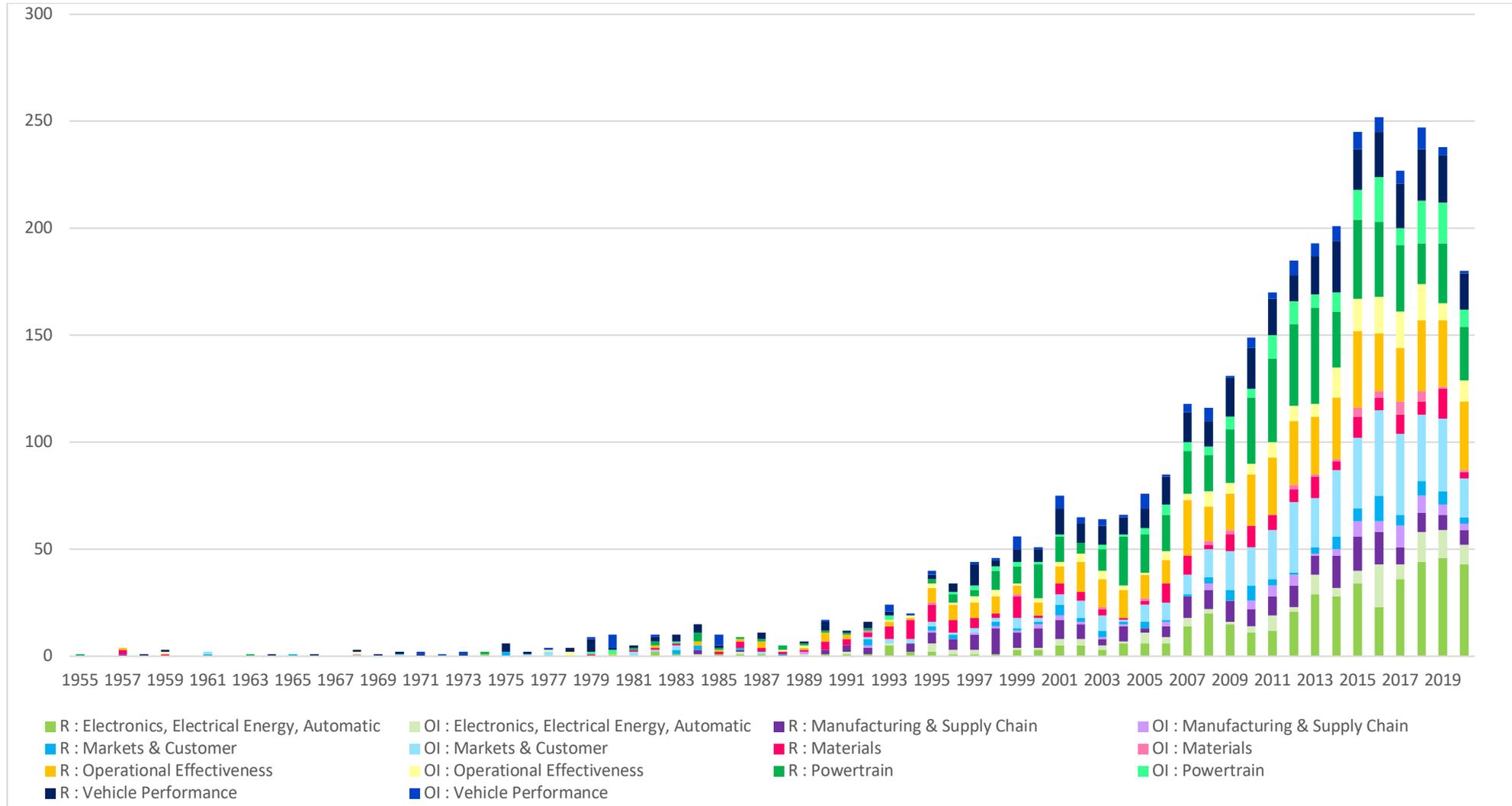
Contexte socio-économique : crise de la covid 19 — Guerre Russie Ukraine

Performance de l'objet à concevoir			
Inconnu visé	<p>Sécurité routière Écologie : lutte contre le CO2 Urbanisme : pollution sonore + visuelle Pollution de l'air Social : se passer d'une voiture est un choix de riche La crise de la Covid La guerre en Ukraine</p>	<p>Marché européen saturé : Voiture low cost + valeur résiduelle augmentée par une évolution du cycle de vie Écologie : l'auto sans pétrole : « Véhicule plus durable » IA : la voiture connectée/autonome Urbanisme : la voiture pratique + services de mobilité La crise de la Covid La guerre en Ukraine</p>	
Types d'objet	<p>2018 : crit'air obligatoire à Paris 2021 : suppression de 60 k places de parking à Paris 30 km/h Paris Double voie transformée en piste cyclable</p>		<p>24 nouveaux modèles en 5 ans avec électrification Mobilize : mobilité des derniers km au niveau européen Software Republic : écosystème d'open innovation pour la mobilité intelligente</p>
Performance de l'organisation des savoirs			
Apprentissage	<p>Enquête/consultation publique (30 km/h Paris) Giec Influenceurs : Greta Thunberg, Jancovici, etc.</p>		<p>Recrutement d'ingénieurs chimistes + data Partenariat Google + Waymo Partenariat avec Atos, Dassault Système, Orange, Thales, STMicroelectronics</p>
Organisation de l'expertise		<p>Google pour Ford, McLaren, GM, jaguar, volvo Microsoft pour Volkswagen</p>	<p>2018 : création DES Innovation Patterns 2020 : réduction des experts à uniquement les experts techniques</p>

Capacité organisationnelle d'innovation			Refractory dans l'usine de Flins : première usine européenne d'économie circulaire consacrée à la mobilité et de reconditionnement Rationalisation des plateformes de 6 à 3 (avec 80 % des volumes) Temps de développement d'une voiture réduit d'une année entière Leadership technologique en matière d'électrification et de services connectés Capacité réduite à 3,1 millions d'unités d'ici 2025
--	--	--	--

ANNEXE 3 — PUBLICATION PAR DOMAINE D'EXPERTISE ET PAR ANNEE

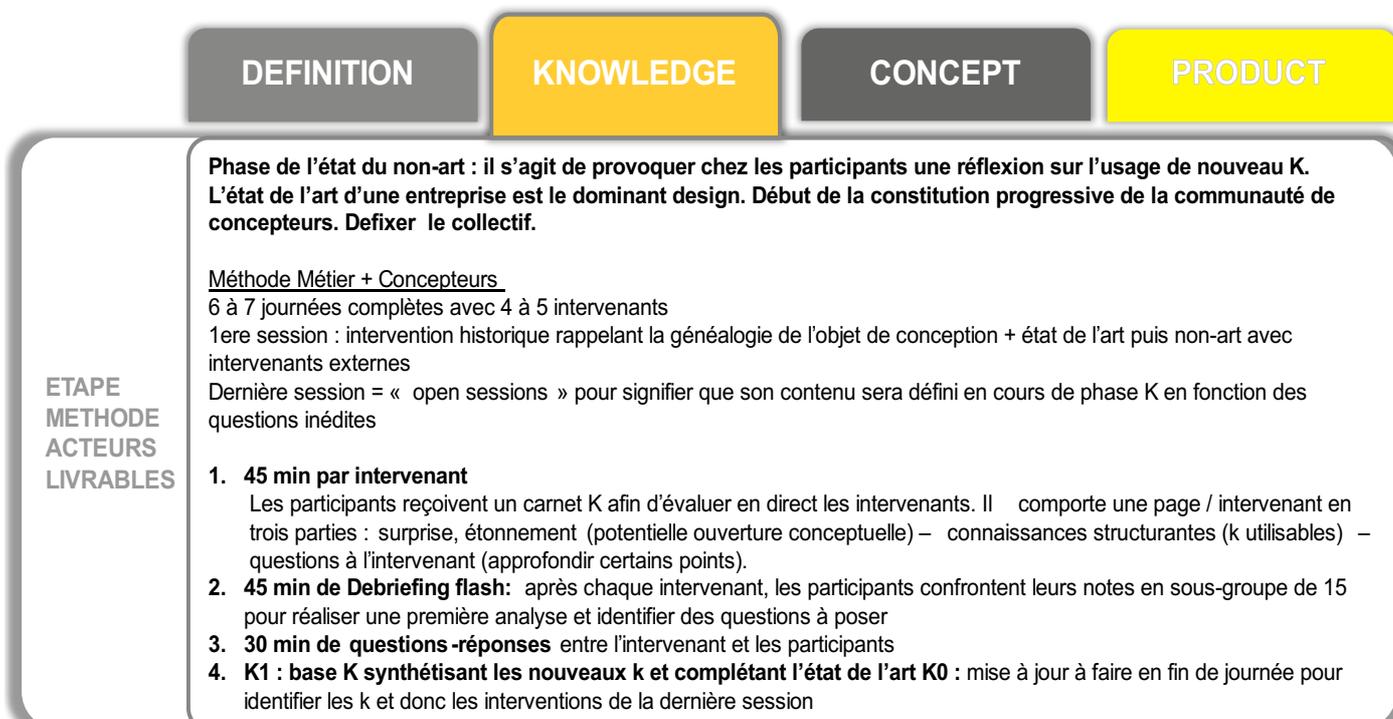
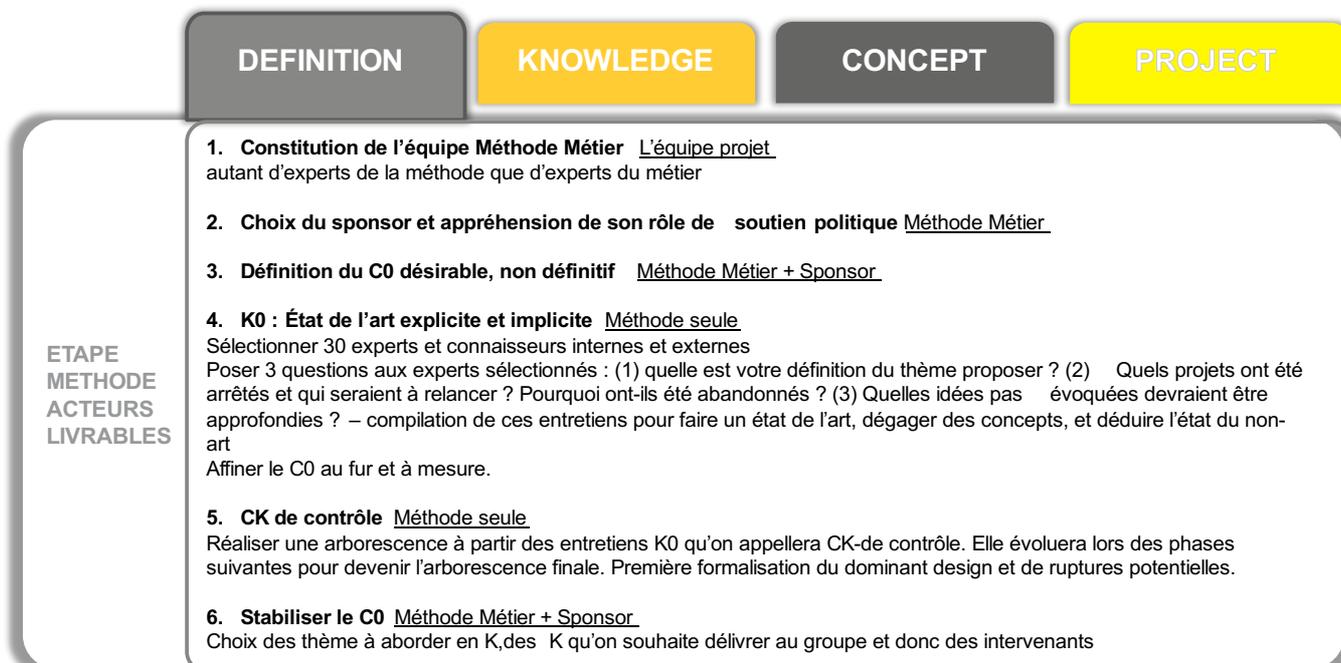
Publications scientifiques par année par catégorie de DES — R = auteur Renault, OI = other institutions

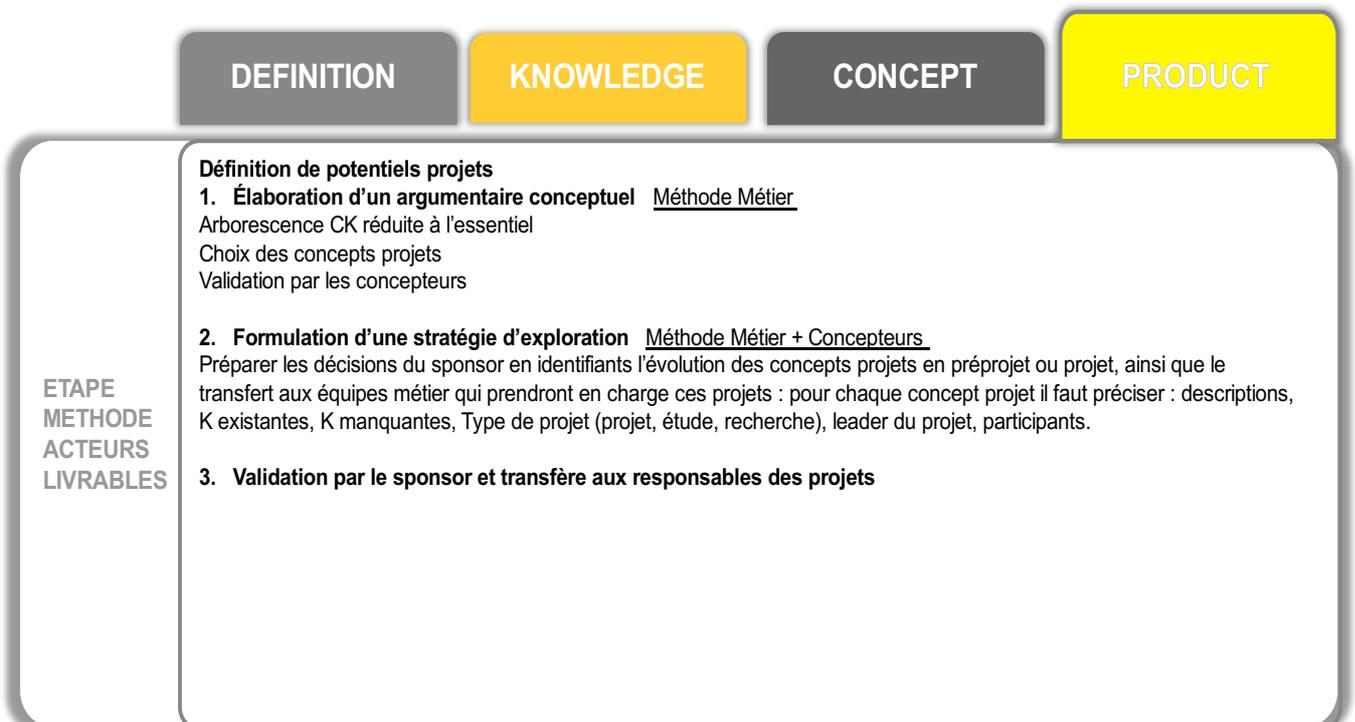
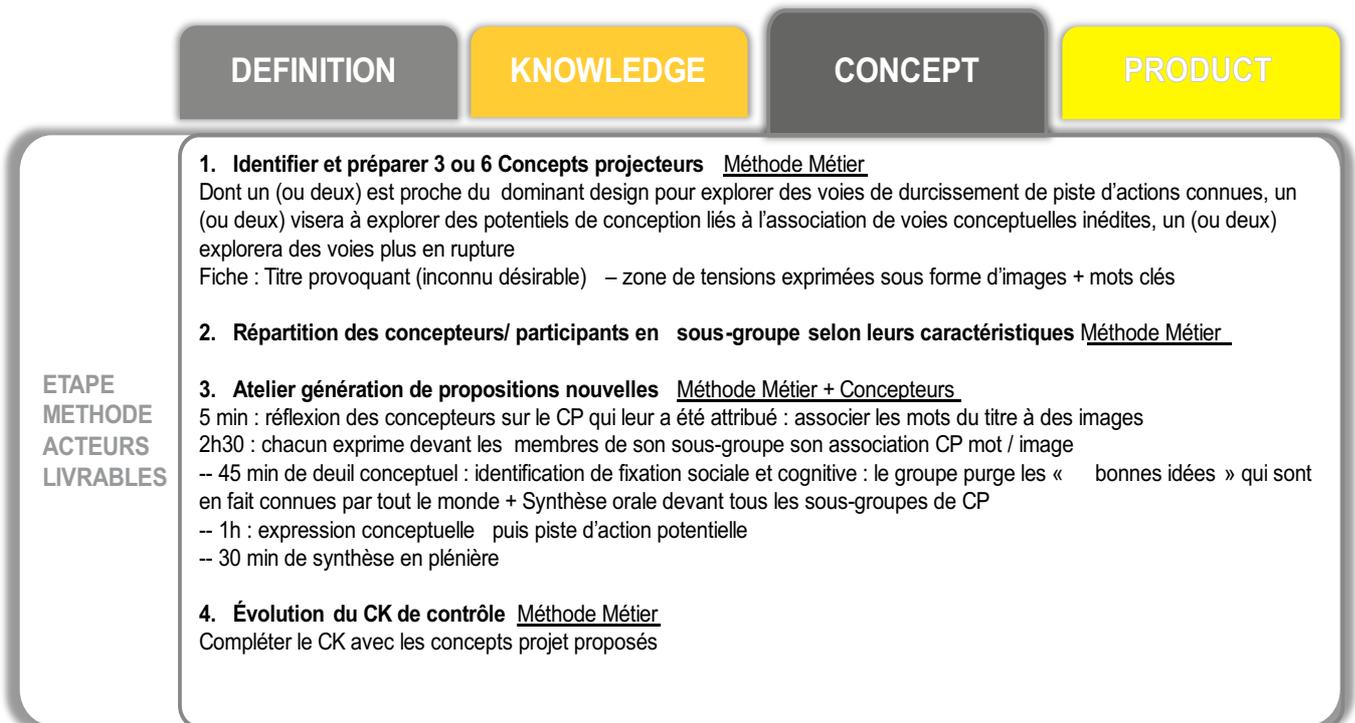


ANNEXE 4 — RESUME DE LA METHODE DKCP ISSU DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE

03 LA THEORIE CK

LE DKCP





ANNEXE 5 — TEXTE ET SLIDES DE LA SOUTENANCE DE THESE DU 31 MARS 2023

INTRODUCTION

Monsieur le président, Mesdames et Messieurs les membres du jury, je vous remercie d'avoir évalué mes travaux de thèse qui s'intitulent : *Comprendre les enjeux d'innovation des entreprises industrielles face aux inconnus des transitions : modéliser et expérimenter une nouvelle ingénierie de l'expertise. Ces travaux ont été menés dans l'industrie automobile.*

Introduction Littérature & Questions Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

Les grandes industries automobiles face aux transitions

L'IA internet → voiture Connectée / Autonome
L'urbanisme → Sharing mobility/ Services de mobilité
L'écologie → voiture Electrique / à hydrogène

C-A-S-E trends

2017 VOLVO
2018 RENAULT NISSAN MITSUBISHI

Google
Waymo

La difficulté de cette coalition à proposer une réponse satisfaisante montre que les ingénieries font face à un inconnu d'un type nouveau

L'industrie automobile est en effet confrontée aux transitions. Depuis plusieurs années, l'apparition de l'IA nous fait rêver de voitures autonomes, l'internet puis la 5G de voitures connectées, les embouteillages de nouvelles mobilités intelligentes et l'écologie de voitures non polluantes.

Pour y parvenir, les constructeurs se sont refusés à faire rentrer Google dans la voiture. Mais à la fin des années 2010, les choses changent : Volvo et l'Alliance Renault Nissan Mitsubishi s'associent à Google pour développer la voiture connectée, puis à Waymo pour développer la voiture autonome.

Concernant Renault, il s'agit d'un des plus grands constructeurs automobiles à accepter de faire entrer un GAFA dans le monde automobile, faisant ainsi trembler les autres constructeurs dans cette course à la voiture autonome.

Cependant, malgré la complémentarité des expertises de Renault et de Google, ils ne sont toujours pas parvenus à développer de voitures autonomes. Ceci nous fait croire que les ingénieries font face à un inconnu d'un type nouveau.

Introduction Littérature & Questions Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

Enjeux de réorganisation des industries établies pour répondre aux transitions

TRANSITION → INCONNUS
L'IA internet → voiture connectée / autonome / ...
L'urbanisme → services de mobilité partagée / ...
L'écologie → voiture électrique / à hydrogène /

Nombreux appels aux changements au niveau industriel ou technologique...

⚡

Des industries basées sur la maîtrise de la complexité:

- technique : Expertises pointues
- organisationnelle : Hyper sophistication des systèmes de conception et de développement

Une structure des ingénieries qui limite la capacité d'innovation radicale

Enjeux :

- Réorganiser les activités de conception face aux challenges des transitions
- Identifier et coordonner les nouvelles expertises à intégrer aux expertises en place
- Coordonner la désirabilité des solutions conçues pour répondre aux injonctions des transitions

Problématique de la thèse : « Quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ? »

3

À travers cette situation, nous voyons comment les transitions génèrent des inconnus de conception pour les entreprises industrielles établies. Ces transitions appellent à changer que ce soient par le renouvellement complet des industries, ou des nouvelles solutions technologiques. Or, les entreprises industrielles établies sont connues pour leur maîtrise de la complexité technique, puisque les savoirs nécessaires à la production des objets se sont construits au fil des années en des expertises pointues, et se sont structurés à travers des réseaux d'experts techniques ou scientifiques ; et pour leur maîtrise organisationnelle avec l'hyper sophistication de leur système de conception et de développement de produit, impliquant des technologies puissantes et complexes. Cette double sophistication est connue pour en limiter les capacités en innovations radicales, et peut se présenter comme un frein à la gestion de ces inconnus.

Se pose ainsi la question de la gestion des inconnus des transitions par les ingénieries des entreprises établies.

Un certain nombre d'acteurs pensent qu'il faut réorganiser les activités de conception face aux challenges des transitions afin de mettre en place des capacités d'innovation robustes, adaptables et efficaces pour tenir compte de l'ensemble des nouveautés générées par les transitions.

Cette évolution des ingénieries pour les transitions, doit se faire par les expertises. Les transitions impliquent en effet de devoir maîtriser de nouveaux domaines d'expertise, tel que les émissions de CO₂, l'IA, le big data etc. Il faut ainsi coordonner l'identification et l'intégration de ces nouvelles expertises dans les systèmes d'expertises en place.

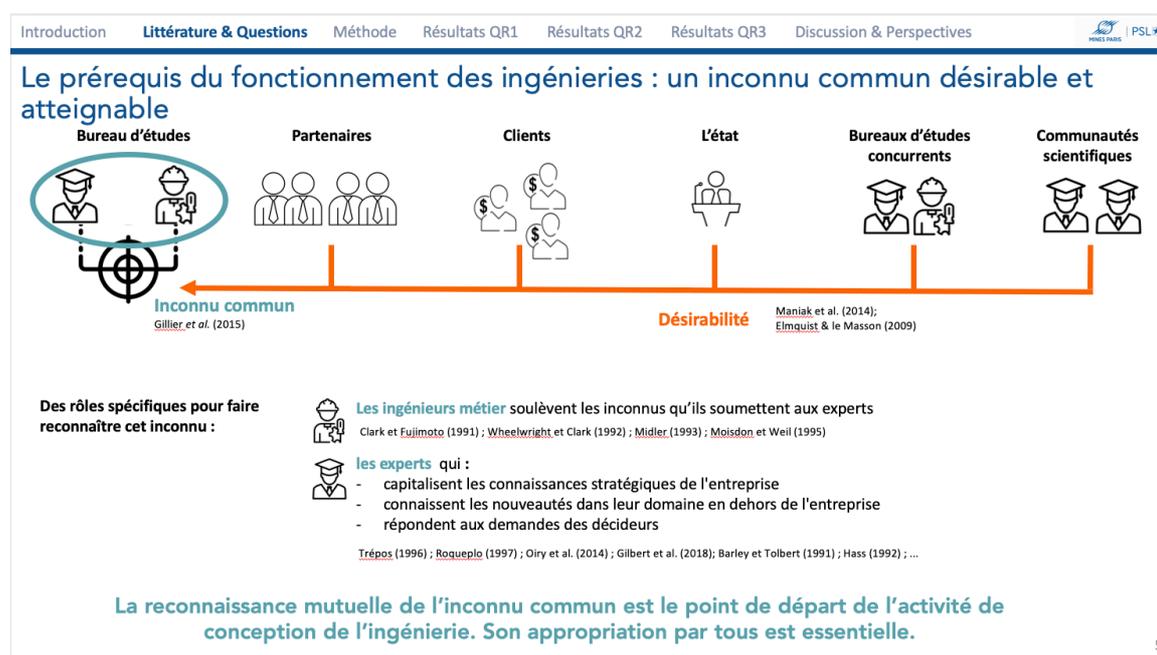
Cette coordination des expertises internes et externes est d'autant plus importante que certains inconnus des transitions agissent sur les ingénieries comme des injonctions à innover pour éviter de sortir du marché, les précipitant ainsi dans la conception de solution pas totalement satisfaisante. *Le mouvement suédois Flygskame, par exemple, qui signifie « Honte de l'avion » est une injonction à ne pas utiliser l'avion, qui a forcé certaines compagnies aériennes à prendre des mesures de compensation des émissions de leurs vols, au lieu de proposer des solutions de mobilité long trajet non polluantes.*

Les injonctions sont donc indésirables pour les concepteurs, or la désirabilité dans les théories de la conception innovantes est essentielle pour coordonner les collectifs de concepteurs.

Cette thèse a donc pour objectif de répondre à la problématique de recherche suivante, *quels acteurs et quels dispositifs transforment une injonction des transitions en une capacité à concevoir pour les ingénieries établies ?*

LITTÉRATURE : LES INCONNUS DES ACTEURS DE L'INGENIERIE ET LEURS DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE

Pour étudier cette question, nous nous sommes appuyés sur 2 pans de la littérature qui nous ont conduits à identifier 3 sous questions de recherche.

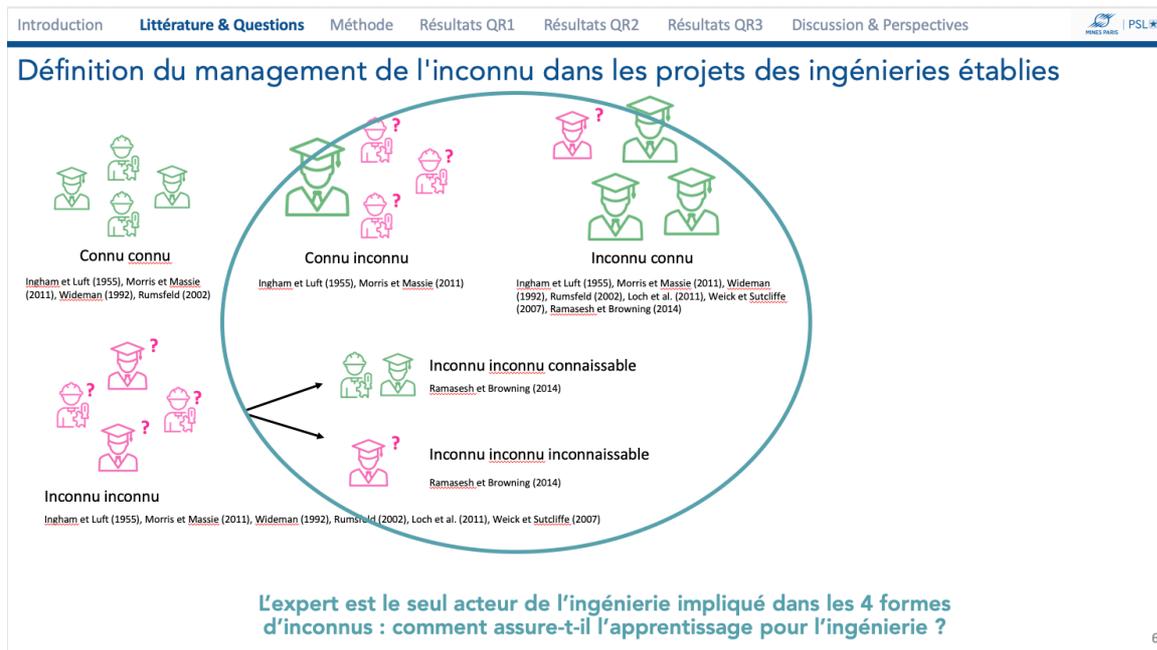


Puisque nous avons compris que les transitions génèrent des inconnus de conception pour les ingénieries, nous nous sommes intéressés au fonctionnement des industries établies dans la littérature. En effet, les concepteurs d'une ingénierie sont motivés à travailler ensemble, dès lors qu'ils partagent un intérêt commun à explorer des solutions pour le projet, autrement un inconnu commun. Cependant, la littérature nous indique qu'un projet industriel peut impliquer un grand nombre d'acteurs, que ce soit le collectif dans le bureau d'études, les partenaires en dehors de l'entreprise, les clients finaux, l'État, les ingénieries concurrentes ou encore des communautés scientifiques. Tous ces acteurs influencent la définition de l'inconnu commun et sa désirabilité.

Notre étude s'intéresse donc à la manière dont les acteurs d'une ingénierie font reconnaître cet inconnu entre eux ou dans l'ingénierie selon leur rôle :

- Les ingénieurs métiers développent des produits nouveaux en s'appuyant sur les connaissances des experts, et soumettent les inconnus aux experts ;
- Les experts ont en effet pour rôle de capitaliser les connaissances stratégiques de l'entreprise, de connaître les nouveautés dans leur domaine en dehors de l'entreprise, et de répondre aux demandes des décideurs.

La reconnaissance mutuelle de l'inconnu commun est le point de départ de l'activité de l'ingénierie pour coordonner ces deux acteurs ensemble. Son appropriation par ces deux acteurs est donc essentielle.



Cela nous conduit à étudier les conditions d'atteignabilité entre ces acteurs en étudiant la littérature sur le pilotage de projets technologique dans les ingénieries. Cette littérature fait état de différentes natures d'inconnus présent dans les projets :

Connu connu	Information connue de tous les membres d'une ingénierie
Connu inconnu	Information connue de l'expert et inconnue des ingénieurs métiers
Inconnu connu	Information inconnue l'expert qui en a conscience, car connue d'experts externes d'ingénieries concurrentes ou de communautés scientifiques sur son expertise
Inconnu inconnu	Information inconnue par les ingénieurs métiers et les experts qui en sont inconscients, car l'information est inconnue de tous
<i>Inconnu inconnu connaissable</i>	Parmi ces inconnus certains sont connaissables
<i>Inconnu inconnu inconnaissable</i>	D'autres resteront inconnaissables

Nous comprenons mieux l'enjeu de gestion des savoirs entre ces acteurs de l'ingénierie pour atteindre l'inconnu commun. Sans inconnu commun désirable, il est en effet difficile de guider une action collective pour atteindre l'innovation de rupture.

La question est donc de savoir comment les acteurs de l'ingénierie apprennent en situation d'inconnu ? Et plus particulièrement, quel est le processus d'apprentissage des experts qui sont les seuls à être impliqués dans les 4 formes d'inconnu ?

Introduction **Littérature & Questions** Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

PSL

Systematisation des dynamiques d'apprentissage par une ingénierie face à des inconnus de conception

Le Masson et al. (2014)

Conception Régulée

Dans le NPD, les ingénieurs métier soumettent des inconnus connus auxquels ils sont confrontés...

Clark et Fujimoto (1991); Wheelwright et Clark (1992); Midler (1993); Moisson et Weil (1995)

...aux experts qui les explorent pour aider les ingénieurs métier du NPD à développer de nouvelles solutions.

Trépo (1996); Roueilo (1997); Oiry et al. (2014); Gilbert et al. (2018); 2);

Conception Innovante

Des experts de l'inconnu spécialisés en outils d'exploration pour faire émerger de nouvelles connaissances et concepts à développer

Burzelman (1983); O'Connor et al. (1988); (1991); Le Glatin (2018); Dhifallah et al. 2008

Manjak et al. (2014)

Bobielek (2015); Mahmoud-Iouini et al. (2016); Brown et O'Quinn (1991); Hatchuel et Weil (2009); ...

Autres acteurs : manager / intrapreneur de l'inconnu assurent le développement de l'innovation

Innovation Capabilities : Fablab, Design thinking, CK, etc...

Interactions entre conception réglée et innovante

L'ambidextrie : coordonne l'exploration et l'exploitation

L'ingénierie amont : assure l'exploration pour nourrir l'exploitation

Capacités dynamiques d'innovation : renouvelle les capacités

Cette littérature ne nous permet pas de comprendre la nature des inconnus des transitions, les processus d'apprentissage associés dans les ingénieries ni les acteurs responsables.

7

Pour cela nous nous sommes appuyés sur les régimes de conception qui impliquent des activités d'exploration, donc d'apprentissage, pour traiter des inconnus de conception ce qui nous amène à notre 2e pan de littérature sur l'organisation et la systématisation de l'apprentissage autour de ces inconnus :

- La littérature indique que les activités de conception réglée visent l'amélioration des objets, autrement dit, la résolution des inconnus connus ;
- Tandis que la conception innovante vise à identifier des solutions radicalement nouvelles, soit les inconnus inconnus connaissables ;

Il y a peu d'éléments sur la gestion des apprentissages vis-à-vis des inconnus de conception par les experts.

Pour la conception réglée, nous avons déjà vu les ingénieurs métiers soumettre des inconnus connus auxquels ils sont confrontés, aux experts qui les explorent pour aider les ingénieurs métier à développer de nouvelles solutions.

Dans la conception innovante, des travaux récents évoquent une nouvelle figure d'expertise : les experts de l'inconnu, spécialisés en outils d'exploration pour faire émerger de nouvelles connaissances et de nouveaux concepts à développer. Autrement, dans les acteurs déjà en place, il est plutôt fait état de managers ou d'intrapreneurs de l'inconnu qui développent des projets plus originaux. Tous ces acteurs s'appuient sur de nouveaux outils d'exploration et de conception appelés Innovation Capabilities, comme le fab lab, CK, design thinking ...

Enfin, certains ont observé l'interaction entre ces deux régimes à travers l'ambidextrie, l'ingénierie amont, et les capacités dynamiques d'innovation.

Cependant, cette littérature ne nous permet pas de comprendre à quelle forme d'inconnu se rattachent les inconnus des transitions ; ni les processus d'apprentissage à mettre en place dans les ingénieries pour les inconnus des transitions ni quel acteur en est responsable.

Introduction **Littérature & Questions** Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives 

Problématique et questions de recherche

Quels outils et processus les entreprises industrielles historiques mettent-elles en place pour réorganiser leurs ingénieries, pour innover dans les transitions ?

La nature de l'inconnu des transitions ? 

QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessite le développement de nouvelles capacités d'innovation ?

Les acteurs des inconnus des transitions ? 

QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?

La gestion des inconnus des transitions ? 

QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?

8

Ceci nous permet de formaliser les questions de recherche :

- Sur les natures d'inconnu des transitions avec : *Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessitent le développement de nouvelles capacités d'innovation ?*
- Sur les acteurs des inconnus des transitions avec : *Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l'apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l'ingénierie à s'en emparer ?*
- Et sur la gestion des transitions avec : *Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l'inconnu favorisent l'apprentissage et l'alignement des autres experts dans l'entreprise ?*

METHODE : COMPRENDRE L'INSTITUTIONNALISATION D'UNE NOUVELLE ORGANISATION DE L'EXPERTISE CHEZ RENAULT

Pour répondre à ces questions, nous avons étudié l'institutionnalisation d'une nouvelle organisation de l'expertise chez Renault à travers deux démarches.

Introduction Littérature & Questions **Méthode** Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

Le secteur automobile et le cas Renault

Entreprise qui a une organisation de ses capacités d'innovation et des savoirs très sophistiquée Weil (1999)

Entreprise qui fait face aux trois transitions simultanément : CASE
Alochet et al. (2021) ; Bohnsack et Pinkse (2017)

Entreprise considérée comme pionnière en management de l'ingénierie
Midler (1993) ; David et Hatchuel (2008)

Entreprise industrielle très dynamique sur la question des transitions...
MOBILIZE BEYOND AUTOMOTIVE software république

Ingénierie de Renault > 11 000 personnes
> 700 experts

Système d'expertise de Renault

L'Expert Fellow

56 Expert Leaders
234 Experts
489 Référents

... mais dont le rôle des experts dans les transitions reste à définir

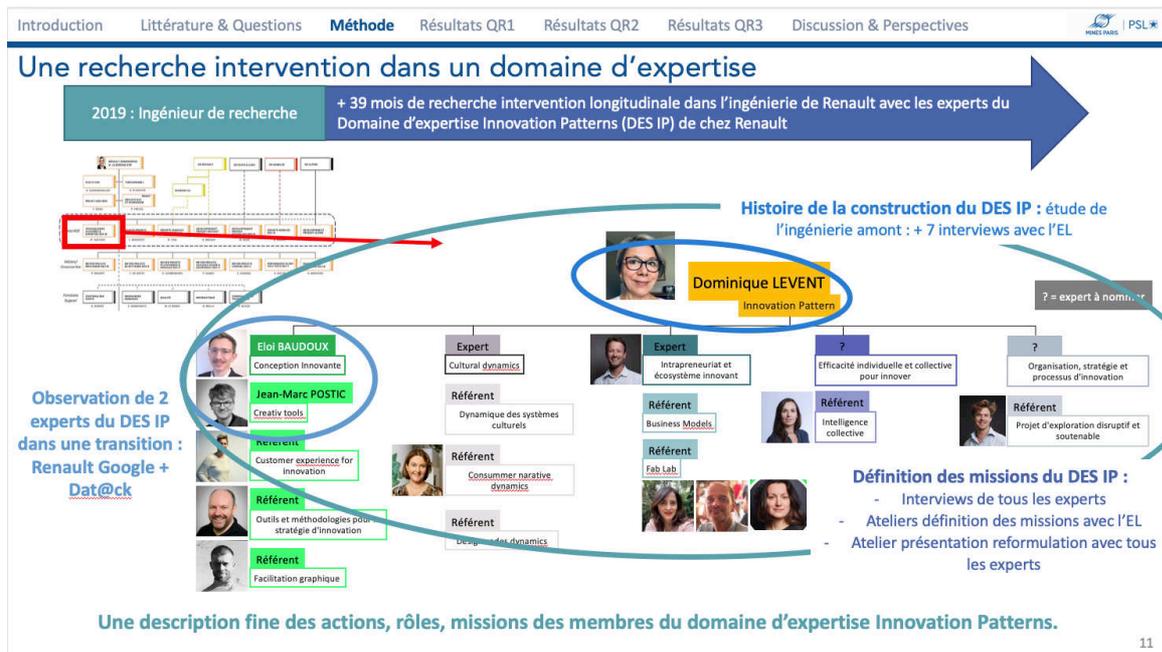
Un terrain riche et très favorable à l'exploration du rôle des experts et de leurs enjeux de coordination face aux transitions

Pour commencer, nous avons réalisé cette thèse en partenariat avec Renault, car comme mentionné en introduction, Renault possède une organisation complexe de son ingénierie et de ses expertises, via un réseau de plus de 700 experts, dirigés par l'Expert Fellow, organisé en domaine d'expertise stratégique, eux-mêmes dirigés par des Expert Leaders, qui choisissent leurs experts et leurs référents.

Nous avons également démontré que le secteur automobile est particulièrement exposé aux transitions avec la voiture autonome, connectée, qui ne pollue pas ;

- L'ingénierie de Renault est singulière, car elle fait régulièrement évoluer ses capacités d'innovation, lui permettant d'être souvent considérée comme pionnière dans le domaine du management de l'ingénierie : par exemple, elle est la première à développer un fab lab d'entreprise.
- Elle est notamment très impliquée dans les transitions avec la mise en place de plusieurs projets pour les transitions
- Mais dont le rôle des experts dans les transitions reste à définir.

Renault est donc un terrain favorable à l'exploration du rôle des experts dans les enjeux de coordination des savoirs des transitions



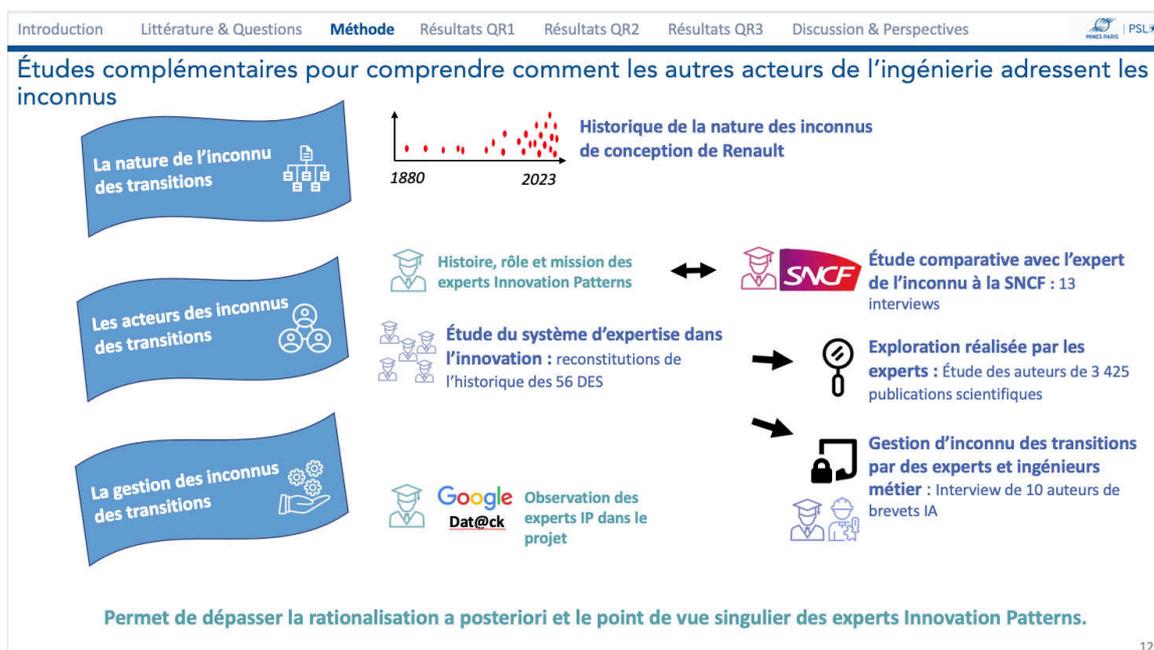
J'ai commencé ma recherche par une année en tant qu'ingénieur de recherche en 2019, puis 39 mois de thèse Cifre, selon le principe de recherche intervention, au sein d'un domaine d'expertise : le DES Innovation Patterns. Toute l'équipe du Domaine Innovation Patterns est regroupée dans l'ingénierie amont.

Avec l'Expert Leader du Domaine Innovation Patterns, j'ai commencé par retracer l'histoire de la construction progressive de l'expertise du domaine, pour comprendre en quoi c'était une expertise.

Avec tous les experts et j'ai contribué à la clarification de leurs missions, et donc à la définition du rôle de ce domaine pour l'innovation dans l'ingénierie de Renault.

J'ai également pu modéliser le rôle de deux experts du domaine dans la gestion des inconnus des transitions, d'abord en observant comment ils ont soutenu le partenariat Renault Google, ensuite en les accompagnant dans l'animation d'un collectif d'experts hétérogènes sur la data.

J'ai ainsi pu obtenir une description fine des actions, des rôles, des missions du domaine d'expertises Innovation Patterns...apportant des éléments de réponses aux questions sur les acteurs et les modalités de gestion des expertises.



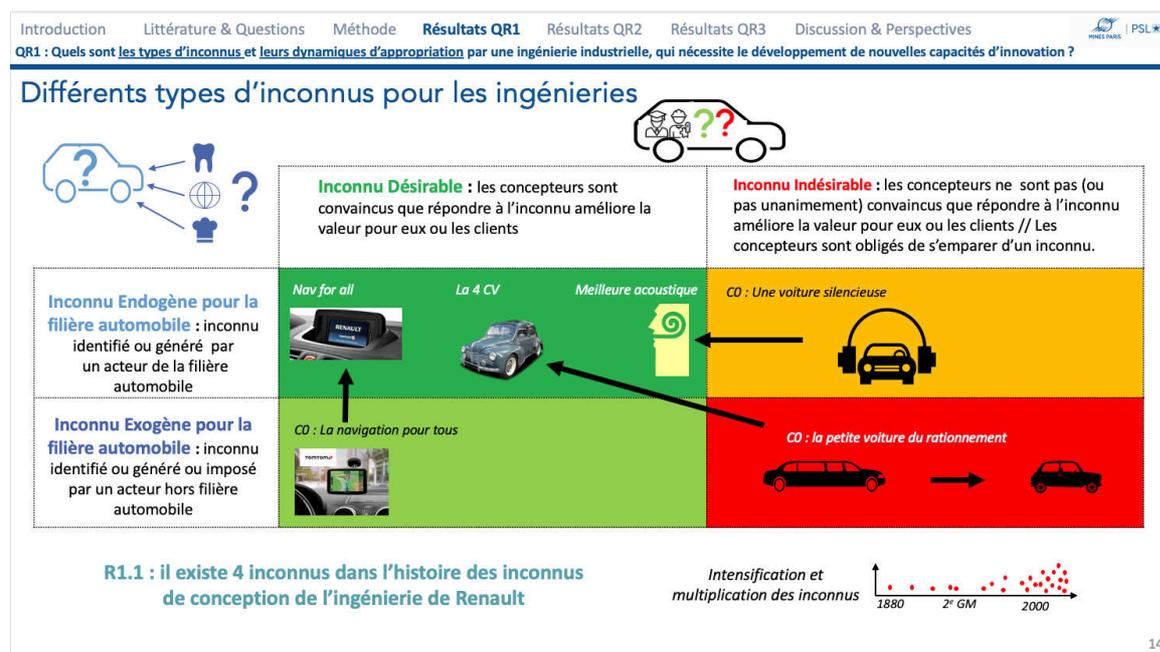
Seulement, les interactions avec les experts innovation patterns n'ont pas suffi à répondre à mes questions de recherche. J'ai donc réalisé des études complémentaires en dehors de mon équipe de rattachement :

- J'ai pu réaliser une étude comparative sur ces experts en outils d'innovation, en interviewant un autre expert de l'inconnu identifié cette fois à la SNCF.
- Je me suis intéressée aux autres acteurs de l'ingénierie de Renault, notamment à la filière d'expertise et à son rôle dans l'innovation, en retraçant l'histoire et l'évolution des 56 domaines d'expertise encore en place.
- J'ai étudié la manière dont ces experts menaient des explorations dans leurs communautés scientifiques en analysant des auteurs de 3 425 publications scientifiques rattachées à Renault
- J'ai observé les pratiques de gestion de certains experts et ingénieurs métiers face aux inconnus des transitions en interrogeant dix auteurs de brevet en IA.
- Enfin, j'ai cherché à comprendre comment définir un inconnu des transitions en reconstituant l'histoire de la conception de Renault, pour identifier les objets conçus et les inconnus auxquels répondaient ces objets.

Ces démarches en dehors du Domaine Innovation Patterns m'ont permis de dépasser la rationalisation et le point de vue singulier des experts Innovation patterns.

QR1 : QUELS SONT LES TYPES D'INCONNUS ET LEURS DYNAMIQUES D'APPROPRIATION PAR UNE INGENIERIE INDUSTRIELLE, QUI NECESSITE LE DEVELOPPEMENT DE NOUVELLES CAPACITES D'INNOVATION ?

Pour répondre à la première question de recherche, nous nous sommes appuyés sur l'étude longitudinale sur l'histoire et la variété des inconnus de la conception de Renault.



Cette histoire des inconnus de Renault nous montre que ces inconnus sont de types différents : Certains sont identifiés ou générés par un acteur de la filière automobile, on les appelle les inconnus « endogènes ». A contrario, les inconnus exogènes sont identifiés ou générés par un acteur hors filière automobile.

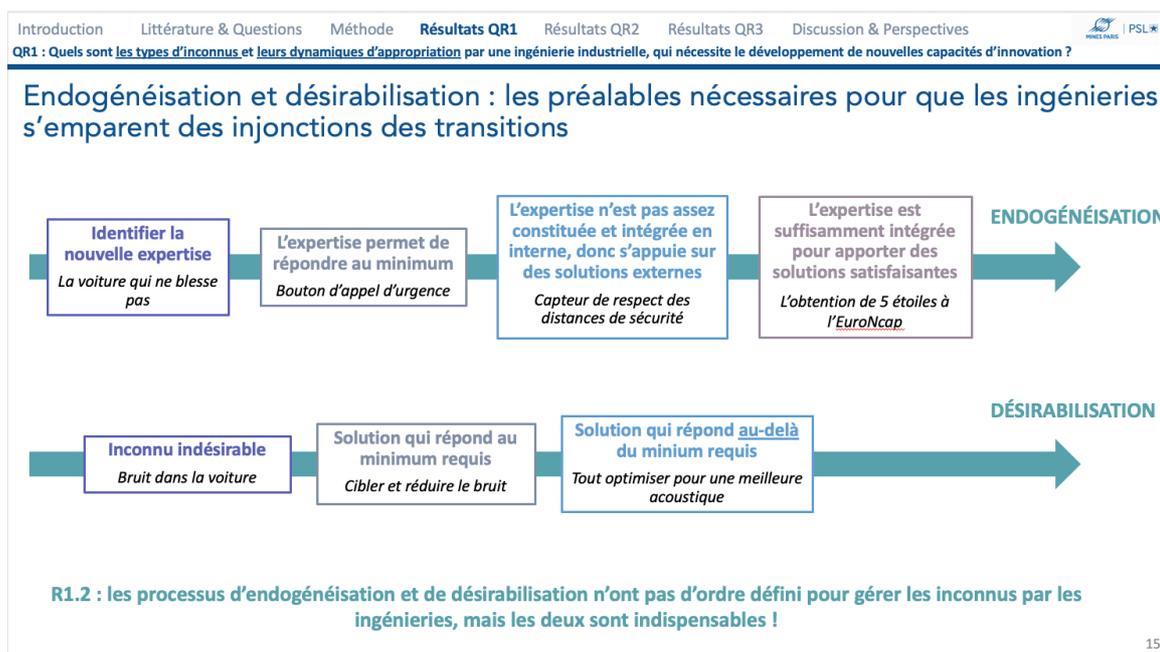
Par exemple : la navigation pour tous a été développée par TomTom grâce à ses GPS ventouse. C'est donc un inconnu exogène pour Renault. En s'associant avec Tom-Tom, Renault a développé une navigation par cher accessible pour tous : Nav for All, ce qui est devenu endogène.

Il y a deux autres inconnus : Les inconnus dits désirables, si les concepteurs sont convaincus que la valeur créée apporte une amélioration, et les inconnus indésirables si les concepteurs n'en sont pas convaincus, ou pas unanimement convaincus, on parlera alors d'inconnu désirable asymétrique ; ou encore lorsque les concepteurs sont obligés par une loi par exemple de s'emparer d'un inconnu.

Par exemple, alors que Renault était spécialiste de la voiture de luxe, après la 2^e guerre mondiale, le gouvernement a obligé l'ingénierie de Renault à concevoir uniquement des petites voitures, qui plus est dans un contexte où les matières premières manquaient. L'ingénierie est donc forcée de concevoir la petite voiture du rationnement, ce qui lui semble indésirable et exogène. En apprenant à concevoir des petites motorisations, l'ingénierie de Renault s'est ouvert tout un champ désirable autour de la petite voiture, en commençant par le développement de la 4 CV qui a rencontré un vrai succès.

Comme dernier exemple, la réduction de bruit dans la voiture était endogène car généré par la voiture, et indésirable, car les ingénieurs n'avaient pas les capacités à proposer de solution satisfaisante pour résoudre le problème. Cet inconnu est devenu désirable par les experts qui ont progressivement ciblé d'où venait les bruits, trouvé des solutions pour réduire le bruit, puis optimisé le bruit de toute la voiture jusqu'à obtenir le décibel d'or récompensant l'acoustique de la voiture.

Ainsi, le premier résultat de cette thèse c'est de mettre en avant ces 4 natures d'inconnu de conception pour les ingénieries de Renault.



Cette étude historique sur les inconnus révèle également depuis 20 ans que les inconnus des 4 types se multiplient. Nous voyons bien à travers les exemples de gestion d'inconnus historique, que l'ingénierie de Renault a mis en place des processus d'apprentissage et de coordination afin de transformer les différents inconnus en des inconnus endogènes et désirables :

Le processus d'endogénéisation : construction de la coordination et de la maîtrise de la nouvelle expertise avec les expertises en place. L'endogénéisation connaît 4 phases : celle d'identification de la nouvelle expertise ; celle où l'expertise répond au minimum vital ; celle où l'expertise s'appuie sur des solutions externes satisfaisantes ; et enfin celle où l'expertise est suffisamment coordonnée avec les expertises internes pour apporter des solutions totalement désirables.

Par exemple, lorsque l'État soulève la dangerosité des voitures au début du siècle dernier, Renault a progressivement constitué des expertises en sécurité : permettant de développer des solutions minimales, comme le bouton d'urgence pour appeler les secours ; ou de faire appel à des fournisseurs pour des capteurs de mesure des distances entre voitures. Et enfin de répondre au mieux aux exigences de sécurité jusqu'à obtenir la meilleure note, soit les 5 étoiles à l'Euroncape.

Le processus de désirabilisation consiste pour les concepteurs à être progressivement convaincue de la nécessité d'apporter une solution satisfaisante au-delà du minimum requis.

Le 2^e résultat de cette thèse porte sur la modélisation de ces deux processus. Il n'y a pas d'ordre défini entre eux pour gérer les inconnus, mais les deux sont indispensables !

Malgré ces deux processus pour gérer les différents types d'inconnu, depuis les années 2000 nous observons que certains inconnus indésirables exogènes résistent.

Introduction Littérature & Questions Méthode **Résultats QR1** Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

QR1 : Quels sont les types d'inconnus et leurs dynamiques d'appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessite le développement de nouvelles capacités d'innovation ?

Caractérisation d'un « inconnu des transitions » pour les ingénieries établies

Intensification et multiplication des inconnus

1880 2^e GM 2000

Fort accroissement d'inconnus indésirables exogènes

R1.3. Un inconnu des transitions est le résultat,...

... de la transformation de plusieurs injonctions des transitions en un problème de conception au départ indésirable...

... dont les expertises sous-jacentes sont exogènes...

...et vont générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes. ...

...et dont [la résolution du problème de] conception va révéler de nouveaux inconnus, ...

... et contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries.

L'intensification des inconnus des transitions nécessite de nouvelles coordinations dans les ingénieries.

16

Ces inconnus se sont intensifiés, en nombre, mais aussi en expertises sous-jacentes à intégrer, que la vitesse requise de réponse avait accéléré, et que ces inconnus se cumulaient et se superposaient. Ainsi, les inconnus des transitions ne sont pas nouveaux par leur nature, mais ils requièrent davantage de nouvelles pratiques de gestion de la part des ingénieries.

Nous avons caractérisé les inconnus des transitions de la manière suivante :

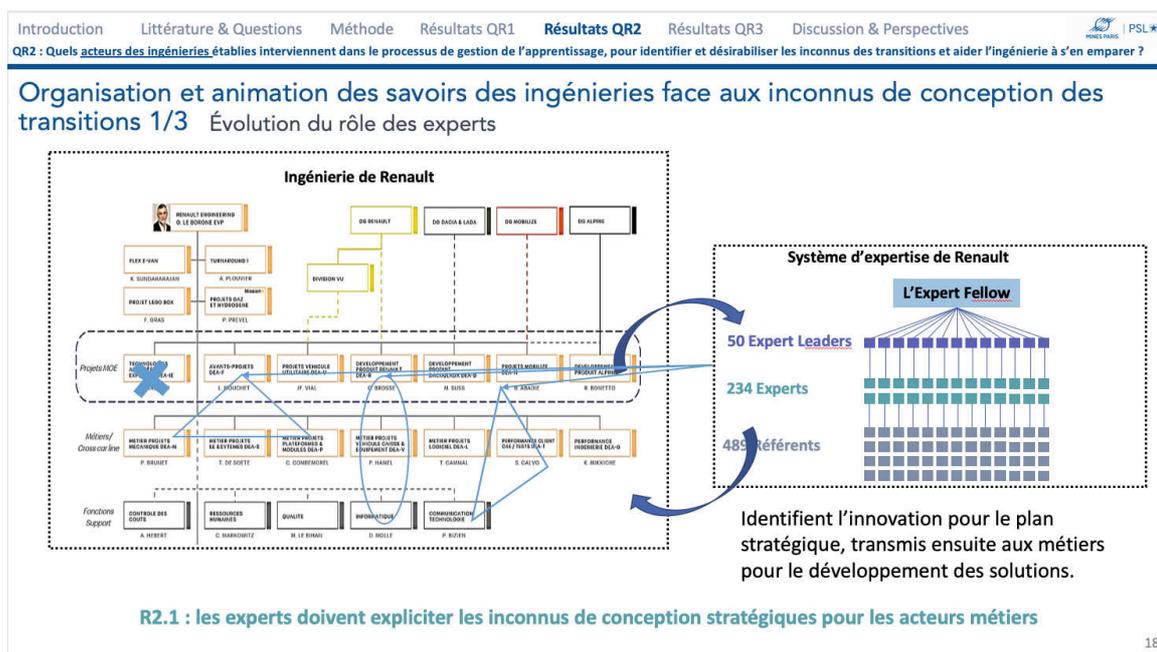
- Ce sont des inconnus indésirables, car si les entreprises automobiles ne font rien, d'autres acteurs s'en chargeront, et remplaceront les constructeurs historiques. Un inconnu des transitions est donc le résultat de la transformation de plusieurs injonctions des transitions en un problème de conception au départ indésirable,
- les inconnus des transitions sont des inconnus exogènes à l'automobile. Il en découle que les inconnus nécessitent de nouvelles expertises complexes externes au monde automobile comme la data, l'IA, etc. : on peut donc dire que les expertises sous-jacentes [aux inconnus des transitions] sont exogènes et vont générer des apprentissages endogènes aux dynamiques des expertises internes.
- De plus, les solutions conçues ne sont pas totalement satisfaisantes : *le développement de mobilité électrique pour répondre à l'injonction de la pollution de l'air, a longtemps été désirable, jusqu'à ce que de nouveaux inconnus, autour de la raréfaction des matériaux nécessaires aux batteries et autour du recyclage des batteries apparaissent.* Cet exemple montre que les transitions génèrent d'une part des injonctions contradictoires (qualité de l'air vs consommation de matière), et d'autre part génèrent de nouveaux inconnus des transitions (recyclage des batteries) : - on peut donc dire que la résolution du problème de conception va révéler de nouveaux inconnus, et contribuer à rendre désirable l'inconnu de départ pour les concepteurs des ingénieries

Si on reprend la littérature de départ : un inconnu des transitions est un inconnu connu, qui génère des inconnus inconnus connaissables. C'est également un inconnu indésirable et exogène, mais nous avons vu que ce genre d'inconnu n'a jamais été réellement nouveau pour l'ingénierie de Renault. Ce qui est nouveau c'est la soudaine intensification de ces inconnus depuis les années 2000, qui nécessitent de nouvelle coordination dans les ingénieries.

La question de recherche suivante est donc de savoir qui est responsable d'identifier ces inconnus dans une ingénierie, et comment mettre en place les dynamiques d'endogénéisation et de désirabilisation.

QR2 : QUELS ACTEURS DES INGENIERIES ETABLIES INTERVIENNENT DANS LE PROCESSUS DE GESTION DE L'APPRENTISSAGE, POUR IDENTIFIER ET DESIRABILISER LES INCONNUS DES TRANSITIONS ET AIDER L'INGENIERIE A S'EN EMPARER ?

Pour l'étudier, je me suis appuyée sur mes études auprès des experts innovation patterns ainsi que celle sur les autres acteurs de l'ingénierie.



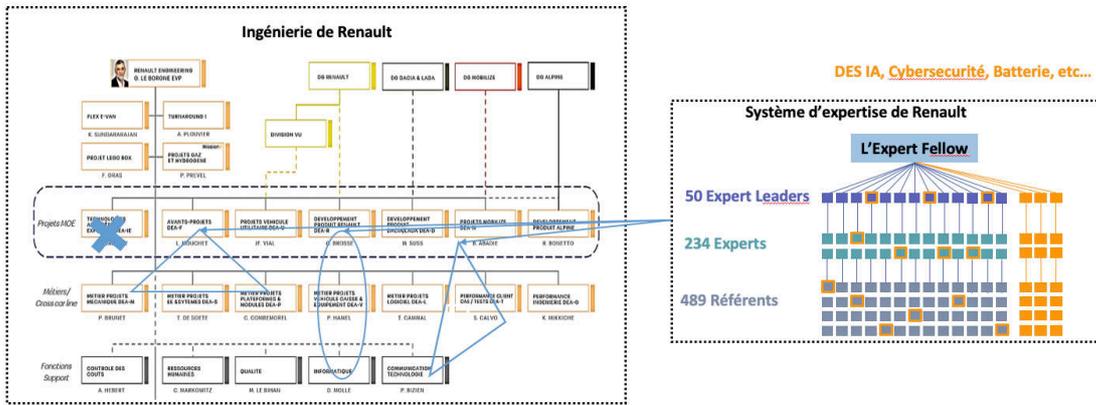
La littérature nous a dit qu'il y avait les ingénieurs métiers organisés par projet pour développer les nouvelles voitures. Ils s'appuient sur les savoirs des experts. En 2009, l'ingénierie de Renault a nommé certains ingénieurs experts, mettant ainsi en place le système d'expertise. Ce système d'expertises est rattaché à l'ingénierie amont, bien que les experts soient également répartis dans les différents métiers de l'ingénierie, bénéficiant d'un double rattachement.

Les experts leaders ont pour rôle d'identifier les innovations à mettre en place dans les métiers auxquels ils sont rattachés, de définir le plan stratégique qui sera ensuite soumis aux métiers, c'est-à-dire aux ingénieurs métier, afin que ces derniers développent les solutions envisagées.

Cela nous amène à un nouveau résultat : le rôle des experts classiques change, ils définissent les inconnus de conception que les ingénieurs métiers doivent développer, et ne plus attendre que les ingénieurs métiers leur apportent des inconnus connus.

En réalité, les experts leaders nous ont fait part d'un manque d'outils pour proposer des solutions radicalement innovantes.

Organisation et animation des savoirs des ingénieries face aux inconnus de conception des transitions 2/3 Entrée d'expertises externes sous-jacentes aux inconnus des transitions

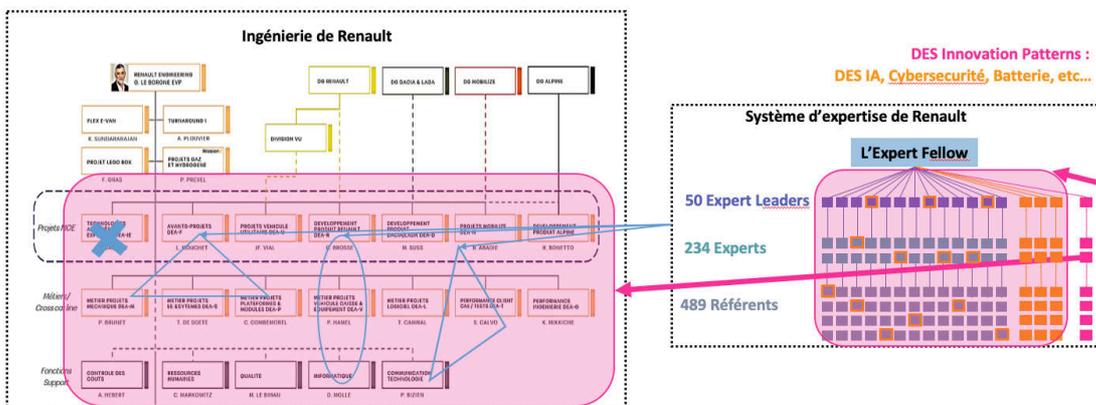


R2.2 : les experts établis doivent restructurer leurs domaines pour les rendre compatibles et cohérents avec les expertises sous-jacentes aux transitions (endogénéisation)

Dans cette logique, en 2016, Renault a mis en place de nouveaux domaines d'expertise liés aux transitions : l'intelligence artificielle, la cybersécurité, les batteries. Or, aujourd'hui, l'ingénierie de Renault n'arrive toujours pas à proposer des solutions pleinement désirables pour les inconnus rattachés à ces expertises. Cela démontre donc que l'addition d'expertises exogènes aux expertises en place ne permet pas de gérer les inconnus.

Par ailleurs, en interviewant les auteurs de brevet en IA, nous avons découvert que ces auteurs étaient essentiellement rattachés au domaine d'expertise de l'aide à la conduite, et non au domaine d'expertise intelligence artificielle. Des experts internes ont donc fait grandir leur expertise en intégrant des expertises en IA, pour proposer des solutions innovantes. Cela confirme que le simple cumul d'expertises externes ne suffit pas, les expertises en place doivent grandir en intégrant les expertises exogènes, ce qui nous amène à un autre résultat.

Organisation et animation des savoirs des ingénieries face aux inconnus de conception des transitions 3/3 Une nouvelle figure d'expert



R2.3 : Des « experts de l'inconnu » ont été institutionnalisés pour aider les autres experts à identifier, désirabiliser et endogénéiser les inconnus des transitions

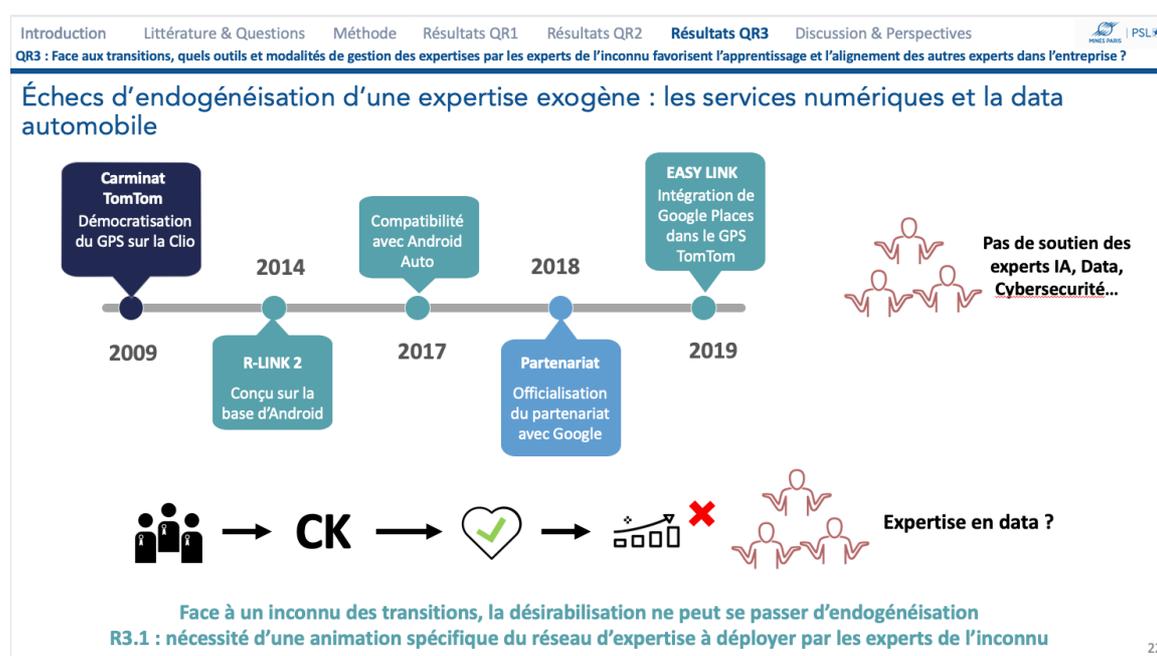
Nous voyons également en 2018 apparaître parmi les domaines d'expertise, un domaine dédié aux outils de la conception innovante, le Domaine Innovation Patterns, pour aider les experts à mieux définir les innovations du plan stratégique. Or, ce sont les ingénieurs métiers qui mobilisent ces outils.

L'enjeu est donc de comprendre comment les experts du Domaine Innovation Patterns peuvent animer les experts qui manquent d'outils pour les aider à identifier les nouvelles expertises à endogénéiser et identifier des solutions désirables.

Ceci nous amène à notre 3^e question de recherche sur les modalités d'animation et de coordination des savoirs des experts de l'entreprise, par les experts de l'inconnu

QR3 : FACE AUX TRANSITIONS, QUELS OUTILS ET MODALITES DE GESTION DES EXPERTISES PAR LES EXPERTS DE L'INCONNU FAVORISENT L'APPRENTISSAGE ET L'ALIGNEMENT DES AUTRES EXPERTS DANS L'ENTREPRISE ?

Pour étudier cette question, je me suis appuyée sur le suivi et ma participation aux ateliers menés par les experts innovation patterns pour les transitions



Pour comprendre comment les experts de l'inconnu ont pu aider l'ingénierie de Renault dans une transition, nous avons accompagné les experts du Domaine Innovation Patterns à soutenir le partenariat Renault Google.

La signature de ce partenariat s'inscrit dans un contexte tendu pour les concepteurs de Renault : au début des années 90 et 2000, Renault se trouve leader du marché du GPS intégré dans la voiture, grâce à son partenariat avec Tom-Tom qui a permis de démocratiser à faible coût cette nouvelle option. En 2013, Carlos Ghosn prévoyait que Nissan commercialiserait des véhicules autonomes en 2020. Or, depuis le GPS Tom-Tom, le développement des systèmes multimédias et de navigation qui ont succédé dans les voitures, ont été compliqué et pas aussi qualitatif qu'espéré. Malgré la très forte implication de l'ingénierie sur ces sujets, Carlos Ghosn a décidé de

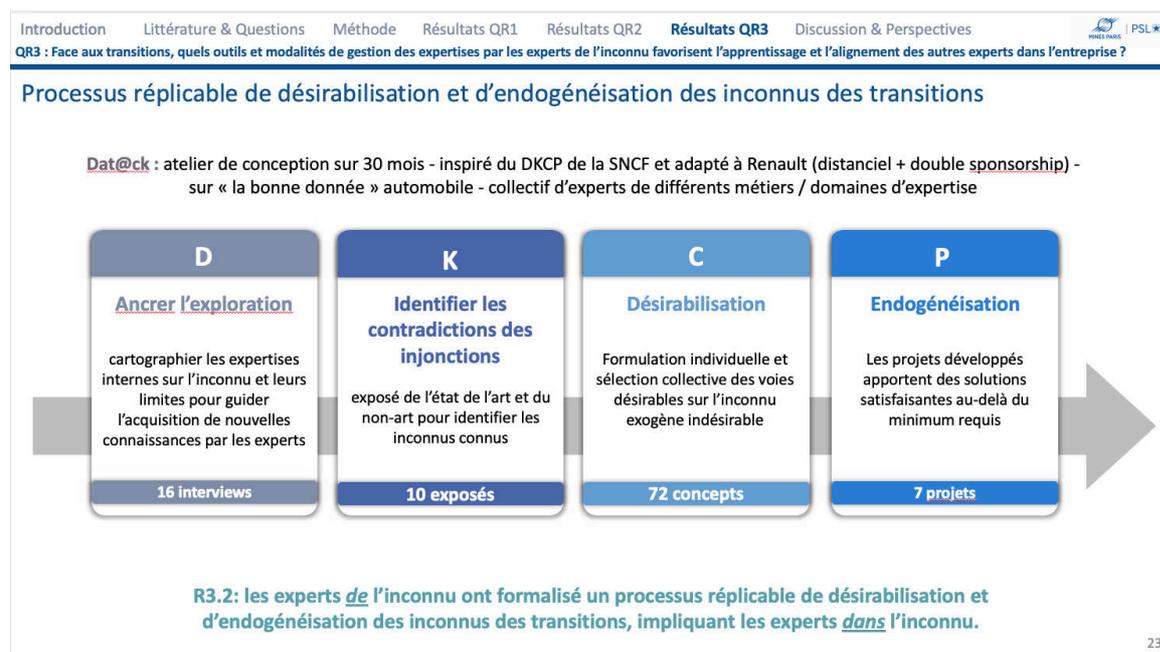
signer un partenariat avec Google pour lui confier une grande partie du développement du multimédia des voitures.

Pour défendre les intérêts de Renault, on s'attendait à ce que les expertises internes s'emparent des sujets IA, Cybersécurité, etc. Mais les nouvelles expertises exogènes ne sont pas assez endogénéisées, et les experts qui ont fait grandir leur expertise avec des expertises exogènes n'en ont pas conscience comme nous l'avons vu avec les auteurs des brevets IA.

Dans ce contexte les experts du Domaine Innovation Patterns ont utilisé les théories de la conception pour identifier de nouvelles voies d'innovation pour le partenariat. Ces concepts identifiés ont été présentés à des sponsors qui ont validé leur désirabilité, mais qui n'ont pas été capables de les développer. Cela s'explique par l'absence de phase d'endogénéisation, qui est nécessaire pour s'emparer d'un inconnu. Or, à aucun moment, les autres experts n'ont été mobilisés dans l'apprentissage des expertises sous-jacentes aux inconnus.

Par ailleurs, les experts du Domaine Innovation Patterns ont identifié que les acteurs internes de Renault impliqués dans le partenariat avec Google manquaient d'expertise en data.

Nous avons donc la confirmation que la gestion d'un inconnu des transitions ne peut se passer de l'endogénéisation. Nous voyons donc la nécessité d'une gestion spécifique du réseau d'expertise par les experts de l'inconnu, ce qui est un nouveau résultat.



Les experts de l'inconnu ont alors redéfini les règles d'animation du DKCP pour l'adapter au contexte de Renault. Par exemple, nous avons redéfini les animations en distanciel à cause du télétravail, d'une durée maximale de 2h, ce qui nous a pris 2 ans en tout. Une 2^e nouveauté est que nous avons bénéficié d'un double sponsorship : un sponsor métier sur la data et le soutien de l'Expert Fellow, en charge de la filière d'expertise pour encourager les experts à participer.

- Ainsi, en interrogeant 16 experts internes sur le sujet, la phase D a permis de cartographier les expertises endogènes et d'identifier les connaissances manquantes ; initiant ainsi le processus d'endogénéisation avec l'identification des expertises à endogénéiser ;
- En organisant des exposés pour les experts hétérogènes sur l'état de l'art et du non-art, la phase K a permis aux experts d'acquérir et de partager le même niveau de

connaissances sur la nouvelle expertise et d'identifier les contradictions des injonctions, poursuivant ainsi le processus d'endogénéisation;

- En formulant individuellement 72 concepts et en sélectionnant collectivement les 19 qui étaient désirables, la phase C a permis de rétablir des inconnus communs pour les experts hétérogènes, et donc d'initier le processus de désirabilisation ;
- Enfin, la phase P a permis de valider le développement de 7 projets. Ces projets montrent que les experts sont capables d'apporter des solutions satisfaisantes qui vont au-delà du minimum requis (soit la dernière étape de l'endogénéisation et de la désirabilisation).

Ainsi, un nouveau résultat est que les experts de l'inconnu ont formalisé un processus répliquable de désirabilisation et d'endogénéisation des inconnus des transitions pour animer les autres experts de l'ingénierie dans l'inconnu.

CONCLUSION : UNE NOUVELLE INGENIERIE DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS

Ces différents résultats nous permettent d'identifier de nombreuses contributions :

Introduction Littérature & Questions Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives

Discussion 1/2

Face aux inconnus des transitions : Renforcer et outiller le réseau métabolique d'expert

Rappel de la littérature :	Nouveau terrain de jeu des ingénieries : Innovation des transitions
<p>Nouveaux métabolismes de communauté d'expert pour l'innovation intensive (Cohend et al. 2006, Dupouët et Barlatier 2011 ; Bootz 2015)</p> <p>Régime de société d'expertise Cabanes (2017)</p>	<p>1) Les experts peuvent identifier les expertises à endogénéiser dans leur domaine 2) Les experts de l'inconnu ont un processus répliquable pour endogénéiser les inconnus des transitions et les désirabiliser</p> <p>→ Capacité d'intégration de champs d'expertise hétérogènes et de co-extension des champs d'expertises internes</p>
<p>Les experts industriels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accumulation des savoirs Chase et Simon (1973) ; Hayes (1989) ; Weisberg (2006) - Reconnu en interne et externe et Apprentissage dynamique Oiry et al. (2014) 	<p>Les experts de l'inconnu sont des experts du management de l'inconnu dans les ingénieries</p> <p>→ Un groupe d'acteurs qui anime une nouvelle discipline scientifique du management de l'innovation et de nouvelles techniques d'animation des ingénieries</p>
<p>De la R&D à la RID Le Masson (2001) ; Garel (1994) ; Weil (1999) ; O'Connor et al. (2018)</p> <p>Institutionnalisation de fonction I durable Cabanes (2016) – les « Laboratoire-Réseau » Laoussé (2018) – Fonction I disséminée Rampa (2020)</p>	<p>Institutionnalisation de nouveaux rôles des fonctions I pour l'expertise</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nouvelle relation structurée entre RID et réseaux d'experts - Voie de professionnalisation nouvelle pour les acteurs de l'innovation

25

Pour commencer, mes travaux mettent en avant le fait que le contexte global a changé : nous sommes passés d'un contexte d'innovation intensive à l'innovation des transitions, offrant un nouveau terrain de jeu pour les ingénieries et leurs expertises.

À ce propos, la littérature présente différentes formes d'organisation de l'expertise dans les industries. Cependant, Cabanes met en avant le fait que ces communautés ne permettent pas de comprendre l'évolution des expertises. Il propose des régimes d'expertise, dont le régime de société d'expertise.

Dans cette lignée, mes travaux montrent que le rôle des experts évoluant, le développement de nouvelles expertises a également évolué :

- Les experts classiques doivent identifier les inconnus des transitions ; ils doivent ensuite déduire les expertises sous-jacentes à endogénéiser ; et faire grandir leur expertise, non plus uniquement dans leur domaine, mais en fonction des nouvelles.
- Nous avons également observé que les experts de l'inconnu avaient formalisé un processus pour aider les experts à endogénéiser et désirabiliser les nouvelles expertises
- Nous enrichissons la littérature sur les régimes d'expertise, en observant ici une nouvelle capacité d'intégration des champs d'expertise externes et de co-extension des champs d'expertise interne.

La littérature sur la définition des experts nous permet de comprendre que les experts de l'inconnu sont bien des experts industriels. Il s'agit d'un groupe d'acteurs qui anime une nouvelle discipline scientifique du management de l'inconnu, et de nouvelles techniques d'animation des ingénieries.

La littérature démontre l'intérêt pour les ingénieries d'institutionnaliser une fonction Innovante, ainsi que les difficultés pour y parvenir. Des travaux récents proposent des solutions dans ce sens. Mes travaux s'inscrivent dans la continuité de ces derniers. En l'occurrence,

- les experts devant identifier les nouveaux projets à développer sont considérés comme de la Recherche ou du Développement,
- les experts de l'inconnu (en tant que fonction I) animent ces experts à intégrer les nouvelles expertises (extension de R ou D), et à mobiliser ces nouvelles expertises pour développer de nouvelles solutions innovantes (extension de D).

Par ailleurs, l'institutionnalisation d'une fonction Innovante rattachée à la filière d'expertise permet à ses acteurs de bénéficier d'une voie de professionnalisation, permettant ainsi aux ingénieries de retenir les acteurs de l'innovation et de se doter de capacités robustes pour les inconnus des transitions.

Introduction Littérature & Questions Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 **Discussion & Perspectives** PSL*

Discussion 2/2

Gestion des crises de robustesse face aux transitions par les ingénieries

Rappel de la littérature :

Gestion des transitions : Ferraro et al. (2015)

- la complexité
- l'évaluation complexe
- l'incertitude

- **Proposition actionnable du concept de transition pour les ingénieries industrielles établies**
- **Perspectives des concepteurs : description d'actions génératives sur les transitions**

Autres formes d'inconnu:

- **L'inconnu désirable asymétrique** Hatchuel (2013)
- **L'inconnu commun :** Berthet (2014) ; Gillier et al. (2015)
- **L'inconnu de robustesse :** limites du système d'exploitation sans savoir quand elles seront atteintes Hooge (2020)

Inconnu des transitions =

- **Point de départ : ni problème, ni besoin, ni inconnu désirable, mais inconnu indésirable exogène**
- **Un objet à construire dans l'activité des ingénieries à partir des injonctions au changement**

26

Concernant maintenant l'impact de cette gestion des transitions sur les ingénieries :

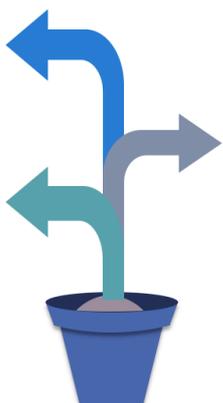
La littérature sur la gestion des transitions a progressivement émergé, mais s'adresse aux décideurs institutionnels. Mes travaux offrent une définition actionnable du concept de transition pour les ingénieries industrielles établies en adoptant le point de vue des concepteurs, et en leur proposant des processus génératifs sur les transitions, via l'endogénéisation et la désirabilisation. Dans la littérature nous avons évoqué deux autres formes d'inconnu auxquels sont confrontées les ingénieries : l'inconnu désirable asymétrique, l'inconnu commun. Nous pouvons également parler de l'inconnu de robustesse : qui désigne les limites des activités d'exploitation et d'optimisation des expertises en place, nécessitant de nouveaux processus d'apprentissages et de conception. L'inconnu des transitions en tant qu'inconnu indésirable exogène se présente comme le point de départ des activités de conception, alors qu'on pensait qu'il s'agissait de l'inconnu commun, soit un inconnu désirable endogène. Par ailleurs, l'inconnu des transitions implique de construire un objet à partir d'injonction au changement, et non plus à partir d'un inconnu désirable.

Introduction Littérature & Questions Méthode Résultats QR1 Résultats QR2 Résultats QR3 Discussion & Perspectives 

Perspectives de recherche

• Cliquez pour ajouter du texte 

Robustifier la modélisation des experts de l'inconnu et de leur pratique de gestion des inconnus en étudiant d'autres environnements industriels exposés aux transitions...



Changer la focale d'unité d'analyse pour étudier la gestion des transitions au niveau d'écosystème d'acteurs différents

Étudier d'autres logiques d'action coordonnée d'ingénierie des expertises en étudiant une entreprise « transition native »

27

Ces contributions ouvrent évidemment plusieurs pistes de recherche possibles. Pour en évoquer quelques-unes :

- Pour commencer, il serait intéressant de robustifier la modélisation des experts de l'inconnu et de leur pratique de gestion des inconnus en étudiant d'autres environnements industriels exposés aux transition...
- Je pourrais également étudier d'autre logique d'action coordonnée d'ingénierie des expertises en étudiant une entreprise dite « transition native », c'est-à-dire spécialisée en IA, big data etc., et qui chercheraient à pénétrer les industries historiques. Cela compléterait notre compréhension sur l'animation et la coordination des savoirs.
- Dans cette même logique, nous pourrions changer de focal d'unité, en étudiant la gestion des inconnus des transitions par les écosystèmes, et non plus selon les entreprises, afin de comprendre quel acteur identifie ces inconnus et selon quels processus et coordination des savoirs gérer ces inconnus.

Merci pour votre attention, je serai maintenant ravie de répondre à vos questions.

Tables complètes

REMERCIEMENTS	9
TABLE DE MATIERES	13
INTRODUCTION GENERALE.....	19
INTRODUCTION GENERALE : QUELLES CAPACITES D'EXPLORATION POUR LES TRANSITIONS DANS LES INGENIERIES?	20
0.1. Verrous scientifiques : la gestion des inconnus des transitions par les experts de l'innovation d'une ingénierie établie	22
0.1.1. Inconnu des transitions : une injonction repoussante ?	22
0.1.2. Capacités d'innovation des industries établies à faire évoluer	24
0.1.3. Expert de l'inconnu, nouvelle forme d'expertise	28
0.2. L'automobile et Renault face aux transitions	31
0.2.1. L'automobile, un secteur industriel établi caractérisé par la performance de ses ingénieries.....	31
0.2.2. L'automobile, un secteur très exposé aux transitions	33
0.2.3. Mise en place de nouvelles capacités d'innovation dans une ingénierie très structurée chez Renault.....	36
0.3. Construction progressive des questions de recherche.....	40
0.3.1. Des travaux qui s'inscrivent dans un héritage industriel et automobile.....	40
0.3.2. Évolution progressive de la question de recherche.....	41
0.4. Synopsis du manuscrit.....	44
PARTIE 1. LE MANAGEMENT DE L'INCONNU DANS LES PROJETS DES INGENIERIES ETABLIES : ETAT DE L'ART ET QUESTION DE RECHERCHE	49
CHAPITRE 1. NATURES ET GESTION DE L'INCONNU DANS UNE INGENIERIE	51
1.1. La gestion d'inconnu en tant que risques dans les nouveaux projets	51
1.1.1. Variété des natures de l'inconnu dans la gestion de projet d'une ingénierie	51
1.1.2. Management de projet dans l'inconnu par une ingénierie dans les années 50.....	53
1.1.3. Rationalisation de la gestion de projet et de la gestion de l'inconnu dans les années 60	55
1.1.4. Impacts de la gestion de l'inconnu sur les équipes projet : gestion du risque résiduel et faible générativité des années 70 à aujourd'hui	57
1.1.5. Modèle des inconnus et des dynamiques d'apprentissage associées	59
1.2. La gestion de l'inconnu en tant que ressource de conception pour un projet d'ingénierie	60
1.2.1. Régimes de conception, inconnus et désirabilité	61
1.2.1.1. La conception réglée et l'évolution de l'identité de l'objet : l'expertise des inconnus connus	62
1.2.1.2. La conception innovante et la redéfinition de l'identité de l'objet et des règles de conception : des inconnus désirables	65

1.2.2. Les impacts de la gestion des inconnus sur les acteurs de l'ingénierie : des désalignements au sein du bureau d'études.....	67
CHAPITRE 2. COMMENT S'ORGANISE ET SE SYSTEMATISE L'APPRENTISSAGE ET L'EXPERTISE SUR LES INCONNUS	71
2.1. Les modèles d'apprentissage en conception réglée.....	71
2.1.1. Apprentissage dans une organisation extrême du développement de nouveaux produits : l'industrie automobile.....	71
2.1.2. Limite de la gestion par projet : la double échelle et l'expertise.....	73
2.2. Les modèles d'apprentissage en conception innovante.....	77
2.2.1. Le rôle des acteurs de l'innovation.....	77
2.2.1.1. Les experts techniques et scientifiques face à l'inconnu inconnu	77
2.2.1.2. Les managers de l'inconnu	80
2.2.1.3. Les intrapreneurs	81
2.2.2. Les outils et méthodes d'innovation.....	81
2.3. Les modèles d'apprentissage lorsque la conception réglée et innovante coexistent	84
2.3.1. L'ambidextrie.....	84
2.3.2. L'ingénierie amont.....	85
2.3.3. Les capacités dynamiques d'innovation.....	88
LIMITES DE LA REVUE DE LITTERATURE ET PROBLEMATIQUE DE LA THESE	91

PARTIE 2. METHODOLOGIE DE RECHERCHE ET MATERIEL : COMBINER OBSERVATIONS ET EXPERIMENTATIONS DANS UNE INGENIERIE INDUSTRIELLE95

CHAPITRE 3. METHODE DE RECHERCHE DE LA THESE	97
3.1. La découverte des théories de la conception.....	97
3.2. Cheminement vers la thèse : 12 mois en tant qu'ingénieur de recherche.....	98
3.3. Une Recherche-Intervention de 39 mois avec Renault	99
3.3.1. Terrain de recherche et contexte de crises.....	99
3.3.2. La Recherche-Intervention comme cadre général de la recherche	101
3.3.2.1. Originalité de l'étude	103
a) Richesse et diversité des données	103
b) Méthode de collecte et d'analyse des données	103
c) Une étude longitudinale ancrée au CGS	104
d) Une Recherche-Intervention en distanciel	105
3.3.2.2. Intégration et diffusion des travaux	106
e) Interactions avec les experts Innovation Patterns	106
f) Interactions avec la communauté scientifique	106
CHAPITRE 4. METHODOLOGIE DES CAS D'ETUDES.....	109
4.1. Étude 1 : Historique des inconnus	111
4.2. Étude 2 : Système d'expertise	117
4.3. Étude 3 : Publications scientifiques	118
4.4. Étude 4 : Brevets IA.....	119
4.5. Étude 5 : Ingénierie amont	121
4.6. Étude 6 : DES Innovation Patterns.....	122
4.7. Étude 7 : SNCF	125
4.8. Étude 8 : Renault-Google.....	125
4.9. Étude 9 : Dat@ck.....	130
4.9.1. Cadrage	130
4.9.2. D : définition.....	131

4.9.3. K : Knowledge.....	133
4.9.4. C : concept	133
4.9.5. P : project.....	134
PARTIE 3. RESULTATS	137
CHAPITRE 5. QUATRE NATURES D'INCONNUS ET DES DYNAMIQUES D'ENDOGENEISATION ET DE	
DESIRABILISATION.....	140
5.1. Douze grandes périodes de management des inconnus chez Renault	140
5.1.1. 1880 — 1890 : invention des moteurs et de l'automobile.....	141
5.1.2. 1890 — 1914 : stabilisation et amélioration de l'automobile	141
5.1.3. 1914 — 1918 : blocage du développement automobile français.....	143
5.1.4. 1919 — 1938 : rattrapage du temps perdu.....	144
5.1.5. 1939 — 1944 : deuxième blocage	146
5.1.6. 1945 — 1950 : le temps de la reconstruction	147
5.1.7. 1950 — 1970 : les Trente Glorieuses et le retour des inconnus stratégiques.....	149
5.1.8. 1970 — 2000 : apparitions des premières transitions.....	151
5.1.9. 2000 — 2022 : des transitions résistantes aux ingénieries	156
5.2. Modélisation des résultats.....	159
5.2.1. Quatre natures d'inconnus pour les ingénieries	159
5.2.1.1. Inconnus endogènes et exogènes	159
5.2.1.2. Inconnu désirable et indésirable	160
5.2.1.3. Quatre natures d'inconnus	162
5.2.2. Un processus d'endogénéisation et de désirabilisation.....	163
5.2.2.1. Endogénéisation	163
5.2.2.2. Désirabilisation	164
5.2.3. Définir le concept de transitions pour les industries établies	167
CHAPITRE 6. LES EXPERTS EN OUTILS D'ENDOGENEISATION ET DE DESIRABILISATION DES INCONNUS POUR	
SOUTENIR L'INGENIERIE.....	171
6.1. Création d'une filière d'expertise chez Renault pour l'innovation.....	171
6.1.1. 2009 : création et mise en place d'une organisation d'experts pour l'innovation	171
6.1.2. 2015 : expansion des DES techniques aux métiers de la gestion : endogénéisation de nouvelles expertises	175
6.1.3. 2021 : réduction des experts.....	176
6.2. L'appréhension des inconnus pas les Expert Leaders.....	177
6.2.1. Excellente pour l'innovation incrémentale, l'ingénierie manque de compétences pour la gestion de l'innovation radicale	177
6.2.2. La construction de l'expertise par l'exploration scientifique des inconnus stratégiques	179
6.2.3. Les experts, des acteurs de la conception réglée	183
6.2.4. Un sentiment de manque de légitimité et d'outils pour promouvoir l'exploration des inconnus inconnus.....	185
6.3. Les auteurs de brevets IA révélateurs d'un mauvais fonctionnement de l'ambidextrie entre	
l'ingénierie amont et le NPD	188
6.3.1. Les auteurs de brevets IA conçoivent des solutions IA comme résolution de problèmes identifiés	188
6.3.2. Les facteurs qui empêchent les auteurs de brevets IA de mener des activités d'exploration pour concevoir des solutions IA.....	190
6.4. Les experts de l'inconnu comme capacités d'innovation radicale pour les inconnus inconnus	
à l'ingénierie de Renault	195

6.4.1. L'ingénierie amont et le département Créativité et Vision	196
6.4.2. Création du DES Innovation Patterns.....	201
6.4.3. Le DES Innovation Patterns pour soutenir les capacités d'innovation de l'ingénierie de Renault.....	203
6.4.3.1. Définir les missions du DES IP	203
6.4.3.2. L'appropriation des missions par les experts et Référents du DES IP	208
Parallèle éclairant avec la SNCF : la nécessité de définir des modalités d'interaction entre les experts de l'inconnu et les autres experts	213
CHAPITRE 7. LES EXPERTS DE L'INCONNU POUR ANIMER L'APPRENTISSAGE ET L'ALIGNEMENT DES EXPERTISES	219
7.1. Le partenariat Renault Google : un défaut d'endogénéisation	219
7.1.1. Le système multimédia : plusieurs tentatives d'endogénéisation d'expertises exogènes	219
7.1.2. Les experts de l'inconnu au service de l'ingénierie pour les transitions	221
7.2. Dat@ck : un processus collectif centré sur l'endogénéisation et la désirabilisation d'une expertise en données automobiles.....	228
7.2.1. Mise en place d'un processus d'endogénéisation des expertises exogènes par les experts de l'inconnu.....	228
7.2.2. Mise en place d'un processus de désirabilisation des inconnus exogènes par les experts de l'inconnu.....	239
7.2.3. Méthode DKCP par le DES IP : un processus répliquable pour animer les experts face aux transitions	242
CHAPITRE 8. DE NOUVELLES INGENIERIES DE L'EXPERTISE POUR L'INNOVATION DES TRANSITIONS.....	249
8.1. Face aux inconnus des transitions, le réseau métabolique d'experts.....	249
8.1.1. Vers de nouveaux métabolismes de communautés d'experts.....	250
8.1.2. Des experts pour identifier les inconnus des transitions	253
8.2. Ingénierie de l'expertise de l'inconnu.....	255
8.2.1. L'expert de l'inconnu pour les experts dans l'inconnu.....	255
8.2.2. Institutionnalisation d'un processus d'émergence de nouvelle expertise	258
8.2.3. Le domaine d'expertise de l'inconnu : une fonction I pour les transitions ?	259
8.3. Renouveau des crises de robustesse face aux transitions.....	263
8.3.1. Préciser le concept de « transition » pour les ingénieries.....	264
8.3.2. Gouvernance de l'innovation des transitions par l'institutionnalisation des experts de l'inconnu pour les crises de robustesse des ingénieries	266
CONCLUSION GENERALE DE LA THESE	271
CONCLUSION GENERALE — SYNTHÈSE DES PRINCIPAUX RESULTATS ET PERSPECTIVES.....	272
9.1. Synthèse des principaux résultats	272
9.1.1. Définition des injonctions et des inconnus des transitions	272
9.1.2. Processus d'émergence d'une nouvelle expertise et nouveau régime d'expertise	273
9.1.3. Nouvelle fonction I et crise de robustesse	273
9.2. Limites du travail de recherche	274
9.3. Quelques perspectives pour la recherche.....	276
BIBLIOGRAPHIE.....	278

ANNEXES.....	300
ANNEXE 1 — TABLEAU RESUMANT LA COLLECTE DE DATA	300
ANNEXE 2 — TABLEAUX COMPLETS DE L’ETUDE HISTORIQUE DE LA CONCEPTION	306
ANNEXE 3 — PUBLICATION PAR DOMAINE D’EXPERTISE ET PAR ANNEE.....	324
ANNEXE 4 — RESUME DE LA METHODE DKCP ISSU DE LA LITTERATURE SCIENTIFIQUE.....	325
ANNEXE 5 — TEXTE ET SLIDES DE LA SOUTENANCE DE THESE DU 31 MARS 2023.....	327
Introduction.....	327
Littérature : Les inconnus des acteurs de l’ingénierie et leurs dynamiques d’apprentissage	329
Methode : Comprendre l’institutionnalisation d’une nouvelle organisation de l’expertise chez Renault	332
QR1 : Quels sont les types d’inconnus et leurs dynamiques d’appropriation par une ingénierie industrielle, qui nécessite le développement de nouvelles capacités d’innovation ?.....	335
QR2 : Quels acteurs des ingénieries établies interviennent dans le processus de gestion de l’apprentissage, pour identifier et désirabiliser les inconnus des transitions et aider l’ingénierie à s’en emparer ?	339
QR3 : Face aux transitions, quels outils et modalités de gestion des expertises par les experts de l’inconnu favorisent l’apprentissage et l’alignement des autres experts dans l’entreprise ?	341
Conclusion : Une nouvelle ingénierie de l’expertise pour l’innovation des transitions.....	343
 TABLES COMPLETES	 346
TABLE DES FIGURES.....	351
TABLE DES TABLEAUX.....	353

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1— ORGANIGRAMME DE RENAULT	37
FIGURE 2 — DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE PAR RAPPORT AUX STRUCTURES EXPLICITES DE LA CONNAISSANCE	60
FIGURE 3 — MODELISATION DE LA CONCEPTION REGLEE (LE MASSON ET WEIL, 2010)	65
FIGURE 4 — MODELISATION DE LA THEORIE C-K (CABANES, 2017, P. 46)	66
FIGURE 5 — MODELISATION DE LA CONCEPTION INNOVANTE (LE MASSON ET WEIL, 2010)	67
FIGURE 6 — MODELES D'APPRENTISSAGE DES EXPERTS TECHNIQUES/SCIENTIFIQUES	75
FIGURE 7 — ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DE L'INGENIERIE DE RENAULT ET DE LA DEA-IE	100
FIGURE 8 — ORGANIGRAMME DU DOMAINE D'EXPERTISE INNOVATION PATTERNS EN JANVIER 2020...	101
FIGURE 9 — ORGANIGRAMME DU DOMAINE D'EXPERTISE INNOVATION PATTERNS AU DEBUT DE LA REDACTION DE LA THESE.....	101
FIGURE 10 — INCONNUS ENDOGENES ET EXOGENES.....	160
FIGURE 11 — TYPES D'INCONNUS POUR LE BUREAU D'ETUDES DE RENAULT	162
FIGURE 12 — ENDOGENEISATION DE L'INCONNU EXOGENE ET EXEMPLE.....	164
FIGURE 13 — DESIRABILISATION D'UN INCONNU INDESIRABLE ENDOGENE	165
FIGURE 14 — DESIRABILISATION D'UN INCONNU INDESIRABLE EXOGENE.....	167
FIGURE 15 — EXTRAIT D'UNE PRESENTATION INTERNE DU 8 FEVRIER 2010 DES DRH GROUPE SUR LES RAISONS DE LA MISE EN PLACE DE LA FILIERE D'EXPERTISE.....	172
FIGURE 16 — EXTRAIT D'UNE PRESENTATION INTERNE DU 8 FEVRIER 2010 DES DRH GROUPE SUR LE ROLE HIERARCHIQUE DES EXPERTS	173
FIGURE 17 — EXTRAIT D'UNE PRESENTATION INTERNE DU 8 FEVRIER 2010 PAR LA DRH GROUPE : MISSION DE L'EXPERT LEADER	174
FIGURE 18 — DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE ATTENDUES DES EXPERTS LEADERS POUR LA FILIERE DE RENAULT	175
FIGURE 19 - 20 PREMIERES INSTITUTIONS AYANT COPUBLIE AVEC RENAULT OU PUBLIE SUR RENAULT..	182
FIGURE 20 — DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE REELLES DES EXPERTS DE LA FILIERE DE RENAULT	185
FIGURE 21 — DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE DES INVENTEURS EN IA.....	194
FIGURE 22 — OUTILS D'INNOVATION DU DEPARTEMENT CREATIVITE ET VISION PAR ANNEE - EXTRAIT D'UNE PRESENTATION DE D.LEVENT DU 8/02/2018.....	199
FIGURE 23 — DYNAMIQUES D'APPRENTISSAGE DU DEPARTEMENT CREATIVITE ET VISION PAR TYPES D'INCONNUS.....	200
FIGURE 24 — ROLES DES OUTILS DU DEPARTEMENT CREATIVITE ET VISIONS	200
FIGURE 25 — MISSIONS DETAILLEES DES 4 LEVIERS D'ACTION EXTRAIT D'UNE PRESENTATION DE D.LEVENT A N.LECLAIRE LE 11/10/2018.....	204
FIGURE 26 — MISSIONS ET OUTILS DU DES IP EN NOVEMBRE 2018	205
FIGURE 27 — MISSIONS ET LEVIERS DU DES IP.....	206

FIGURE 28 — ORGANISATION DES EXPERTS CHEZ RENAULT ET A LA SNCF.....	215
FIGURE 29 — PROJETS DE MOBILITE DE GOOGLE.....	223
FIGURE 30 — PROPOSITION DE CONCEPTS PAR LES EXPERTS DU DES IP.....	226
FIGURE 31 — ORGANIGRAMME DE DAT@CK — EXTRAIT DE LA PRESENTATION DE LANCEMENT DU 10 FEVRIER 2022.....	230
FIGURE 32 — CARTOGRAPHIE DES CONNAISSANCES DE RENAULT SUR LA DATA.....	232
FIGURE 33 — EXTRAIT DU CK DE CONTROLE ISSU DES BASES DE DONNEES PRECEDENTES — EN ORANGE VOIE OUVERTE SUITE A UN BOXING.....	235
FIGURE 34 — ÉTAPES D’UNE SEANCE K.....	238
FIGURE 35 — EXEMPLE DE PLANCHE PROJET SUR LE CONCEPT « TIRER DES DONNEES UNE CAPACITE INDUSTRIELLE A CREER DE LA VALEUR EN RENDANT LES DONNEES ACCESSIBLES A TOUS » (BOITES ROUGES : LES ENJEUX — BOITES BLEUES : LES LEVIERS) — ET DES CONCEPTS IDENTIFIES PAR LES PARTICIPANTS (BOITES COLOREES EN DEHORS DU CADRE NOIR).....	240
FIGURE 36 — EXEMPLE DE FICHE PROJET	241
FIGURE 37 — ÉTAPES PRINCIPALES DU DKCP SELON LES EXPERTS DU DES IP DE RENAULT.....	243
FIGURE 38 — DYNAMIQUES D’APPRENTISSAGE COLLECTIVE POUR UN INCONNU DES TRANSITIONS.....	243
FIGURE 39 — ROLE DES DIFFERENTES PHASES DU DKCP	246

TABLE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 — MISSIONS DE L'INGENIERIE DE RENAULT PRESENTEES SUR L'INTRANET	37
TABLEAU 2 — DEFINITIONS POUR LE RESTE DE LA THESE	53
TABLEAU 3 — RESUME DU RAISONNEMENT DE CONCEPTION.....	62
TABLEAU 4 — LISTE DES PUBLICATIONS PRODUITES ET COMMUNICATIONS PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE	107
TABLEAU 5 — ÉTUDES PAR SOUS-QUESTION DE RECHERCHE	110
TABLEAU 6 — MODELES DE RENAULT ETUDIÉS.....	114
TABLEAU 7 — DETAIL DES AUTEURS DE BREVET IA.....	121
TABLEAU 8 — SPECIALITE DES EXPERT LEADERS INTERVIEWES.....	123
TABLEAU 9 — LISTE DES EMPLOYES RENAULT PROCHES DU PARTENARIAT INTERVIEWES	128
TABLEAU 10 — LISTE DES SPECIALISTES EN DATA INTERVIEWES.....	132
TABLEAU 11 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1880 A 1890	141
TABLEAU 12 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1880 - 1914	143
TABLEAU 13 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA 1ERE GUERRE MONDIALE.....	144
TABLEAU 14 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT PENDANT L'ENTRE- DEUX-GUERRES.....	146
TABLEAU 15 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1939 – 1945	147
TABLEAU 16 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE POSTE GUERRE	148
TABLEAU 17 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT PENDANT LES TRENTE GLORIEUSES.....	151
TABLEAU 18 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1970 A 1980	155
TABLEAU 19 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1980 A 1990	155
TABLEAU 20 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 1990 A 2000	156
TABLEAU 21 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 2000 A 2018	158
TABLEAU 22 — INCONNUS POUR LES CONCEPTEURS DE L'INGENIERIE DE RENAULT DE LA PERIODE 2018 A 2022	158
TABLEAU 23 — 4 FORMES D'INCONNUS RENCONTREES PAR L'INGENIERIE.....	163

TABLEAU 24 — DOMAINE DES DES PAR PERIODE DE CREATION	172
TABLEAU 25 — DOMAINE DE RATTACHEMENT ORGANISATIONNEL DES EXPERT LEADERS EN PLACE EN 2020	176
TABLEAU 26 — OUTILS D’IDENTIFICATION, DESIRABILISATION ET ENDOGENEISATION D’INCONNUS CONNUS	184
TABLEAU 27 — EXTRAIT DE LA LETTRE DE NOMINATION DE D.LEVENT AU POSTE D’EXPERT LEADER INNOVATION PATTERNS	202
TABLEAU 28 — ÉVOLUTION DES MISSIONS DU DES DEPUIS NOVEMBRE 2018.....	209
TABLEAU 29 — COLLECTIF D’EXPERTS PARTICIPANTS AU DKCP	230
TABLEAU 30 — SUJET DES EXPOSES DE L’ETAT DE L’ART ET DU NON-ART	236

RÉSUMÉ

Le pilotage des transitions contemporaines (évolutions technologiques, contraintes environnementales, et nouveaux besoins d'utilisateurs de plus en plus connectés) est une problématique qui traverse les organisations industrielles. Les inconnus, issus de ces transitions, semblent s'imposer comme des contraintes aux ingénieries établies. Ces inconnus leur sont indésirables pour deux raisons principales. D'abord, l'injonction à innover pousse à proposer des réponses contradictoires, reconnues comme insatisfaisantes pour leurs concepteurs (par exemple, la hausse des mobilités autonomes provoque la raréfaction des matériaux pour les produire). Ensuite, les inconnus des transitions sont exogènes : ils naissent hors des ingénieries et leur prise en compte perturbe leurs structures d'expertises. Si l'on prend l'exemple de la transition numérique, ils sont identifiés par de nouveaux acteurs tels que les GAFAs et ils nécessitent d'intégrer de nouvelles expertises complexes (IA, Big Data, numérique, etc.).

Si la littérature montre qu'avec le contexte d'innovation intensive, les ingénieries ont su faire évoluer leurs dynamiques d'apprentissage pour les nouvelles expertises, ainsi que leurs capacités d'innovation pour soutenir l'innovation, elles sont tout de même dépourvues de processus pour aligner et coordonner les acteurs de l'ingénierie confrontés à des inconnus de conception indésirables et exogènes.

Basée sur une recherche intervention de cinquante mois dans une équipe de l'ingénierie avancée de Renault, cette thèse analyse les insuffisances des pratiques d'innovation et d'apprentissage par l'ingénierie pour piloter les inconnus des transitions et pour s'approprier les expertises exogènes sous-jacentes. En partenariat avec des « experts de l'inconnu », la recherche fournit un diagnostic sur la nature des inconnus de conception auxquels l'ingénierie de Renault est confrontée, ainsi que sur les limites des pratiques habituelles pour traiter ces inconnus par les acteurs de l'ingénierie, et notamment par les experts.

Dans un premier temps de diagnostic, nous montrons que la gestion des inconnus des transitions nécessite la mise en place d'un processus d'endogénéisation pour construire la coordination et la maîtrise de l'expertise complexes sous-jacentes avec les expertises en place et d'un processus de désirabilisation qui consiste pour les concepteurs à être progressivement convaincus de la nécessité de concevoir des solutions pour cet inconnu. Nous mettons en avant que si les experts en place savent identifier un inconnu des transitions ainsi que l'expertise à endogénéiser, ils sont dépourvus d'outils pour ces enjeux spécifiques d'endogénéisation et de désirabilisation. Nous mettons également en avant que l'entreprise a institutionnalisé des experts de l'inconnu pour aider ces autres experts dans l'inconnu, mais que leurs actions ne semblaient pas les atteindre. Dans un second temps d'expérimentation, la thèse nous a conduits à une proposition managériale sur ce point, à savoir un processus en plusieurs étapes de pilotage des inconnus des transitions, animé par les experts de l'inconnu, qui implique des experts en place pour 1) identifier un besoin vital pour l'entreprise, 2) conduire une exploration pour cibler les expertises exogènes à endogénéiser, 3) mobiliser les experts internes dans l'apprentissage de ces expertises, 4) les aider à expliciter des concepts innovants désirables pour l'ingénierie, 5) et les aider à valider les moyens de développement des concepts collectivement reconnus comme désirables.

Ainsi notre thèse propose une nouvelle ingénierie des expertises pour les inconnus des transitions dans les industries établies.

MOTS CLÉS

Expertise de l'inconnu — Expertise — Inconnu — Transitions — Ingénierie — Industrie établie — Automobile

ABSTRACT

The management of contemporary transitions (technological evolutions, environmental constraints, and the new needs of increasingly connected users) is an issue that crosses industrial organizations. The unknowns resulting from these transitions seem to act as constraints on established engineering companies. These unknowns are undesirable to them for two main reasons. First, the injunction to innovate pushes the engineering to propose contradictory answers, recognized as unsatisfactory for their designers (for example, the increase in autonomous mobility results in the scarcity of materials to produce them). Secondly, the unknowns of transitions are exogenous: they are born outside of their engineering and taking them into account disturbs the structure of their expertise. Taking the example of the digital transition, the unknowns are identified by new players such as the GAFAs and they require the integration of new complex expertise (AI, Big Data, digital, etc.).

While the literature shows that, in the context of intensive innovation, engineering firms have been able to evolve their learning dynamics for new expertise topics, as well as their innovation capabilities to support innovation, they still lack processes to align and coordinate engineering actors faced with unwanted and exogenous design unknowns.

Based on a fifty-month intervention research in an advanced engineering team at Renault, this thesis analyzes the inadequacies of the engineering's innovation and learning practices, compromising their ability to pilot the unknowns of transitions and appropriate the underlying exogenous expertise. In partnership with "experts of the unknown", the research provides a diagnosis of the nature of the design unknowns that Renault's engineering is confronted with, as well as the limits of the usual practices by the engineering actors, and in particular by the experts.

In a first diagnostic step, we show that the management of the unknowns of transitions requires the implementation of a process of endogenization to build coordination and mastery of the underlying complex expertise with the expertise in place, and a process of desirabilization that consists of designers gradually being convinced of the need to design solutions for this unknown. We point out that if the experts in place know how to identify an unknown of the transitions, along with the expertise to be endogenized, they lack the tools for these specific issues of endogenization and desirabilization. We also point out that the company has institutionalized experts of the unknown to help these other experts in the unknown, but that their actions did not seem to reach them. In a second stage of experimentation, the thesis led us to a managerial proposal to address the previous limit, namely a multi-stage process of piloting the unknowns of transitions, facilitated by the experts of the unknown, which involves experts in place to 1) identify a vital need for the company, 2) conduct an exploration to target the exogenous expertise to be endogenized, 3) mobilize internal experts in learning these expertises, 4) help them make explicit innovative concepts desirable for engineering, and 5) help them validate the means of developing concepts collectively recognized as desirable.

Thus, our thesis proposes a new engineering of expertises for the unknowns of transitions in established industries.

KEYWORDS

Expertise of the unknown – Expertise - Unknown - Grand challenges — Established industry —Automobile