



ÉTUDIER LES INTERDÉPENDANCES ENTRE LES RISQUES

STUDYING INTERDEPENDENCIES BETWEEN RISKS

LANTONNET Pierre
Arts et Métiers Sciences et Technologies
Paris
pierre.lantonnet@gmail.com

POZZOBON Quentin
RATP
Paris
quentin.pozzobon@ratp.fr

SILVERIO Edouard
MoovInGov
Paris
esilverio@moovingov.com

LASSAGNE Marc
Arts et Métiers Sciences et Technologies,
Université de Lorraine, LCFC,
HESAM Université
Paris
marc.lassagne@ensam.eu

DEHOUCK Laurent
Ecole Normale supérieure de Rennes,
GREGOR (IAE de Paris)
Rennes
laurent.dehouck@ens-rennes.fr

Résumé — L'article présente une méthode innovante permettant de prendre en compte et de modéliser les interdépendances entre les différents risques d'une organisation, en s'appuyant sur son SIGR et sur les avis d'experts. La méthode est appliquée au cas de la RATP.

Mots-clefs — *Interdépendances entre les risques, vulnérabilités, gestion des risques, organisation, interactions entre les risques*

Abstract — This article presents an innovative method to model and take into account the interdependencies between risks, based on the organization's RMIS as well as expert opinion. The method is applied to a case study with RATP.

Keywords — *Interdependencies between risks, vulnerabilities, risk management, organization, interactions between risks*

I. INTRODUCTION

Les organisations peuvent être définies comme un ensemble de sous-organisations en interaction, dont chaque activité ou processus répond à un besoin du système. De la même manière que la déclinaison des objectifs stratégiques en mesures opérationnelles se traduit par une décomposition des risques stratégiques en risques opérationnels, il existe des interactions entre les différents risques auxquels est exposée une organisation. Ce lien peut être défini comme une interdépendance entre deux risques (l'occurrence d'un risque « A » peut entraîner l'occurrence d'un risque « B » au sein de la même organisation), en raison de leur rattachement à un même événement redouté.

Les risques peuvent dépendre d'entités différentes au sein de l'organisation, ce qui rend nécessaire l'identification et l'analyse des interdépendances susceptibles de se produire. En effet, lorsque une organisation se compose d'un ensemble d'entités qui ont chacune une cartographie des risques propres, ne pas considérer les interdépendances entre les risques fausse non seulement la vision globale de l'exposition aux risques de l'entité, mais aussi celles des cartographies locales. En effet, les chaînes de propagation peuvent être transverses à toute l'entreprise alors qu'initialement les risques ne pèsent que sur une entité bien définie.

Analyser l'interdépendance des risques vise donc à éclairer les décideurs sur la vraisemblance de la réalisation de leurs objectifs, et peut les aider à piloter l'organisation dans un environnement incertain.

II. REVUE DE LA LITTÉRATURE

A. Des méthodes initialement appliquées aux risques projet

L'intérêt d'identifier et analyser les interdépendances entre les risques a émergé dans la dernière décennie du XXe siècle et s'est surtout focalisé sur les risques liés aux projets (AFNOR, 2000). Les projets se caractérisent par des objectifs de diverses natures, ils peuvent être temporels, financiers, de qualité, de sécurité, d'environnement, ou encore de périmètre d'application et sont entachés d'incertitudes, qui dépendent de plusieurs déterminants comme la gestion du temps, des risques, des coûts, des ressources humaines, de la communication, ou encore de la qualité (Demirkesen & Ozorhon, 2017). D'après le Project Management Body of Knowledge, les risques relatifs à un projet sont ceux qui vont avoir un impact sur ces déterminants et sur les objectifs que l'on se fixe (PMI, 2008), ce que l'on retrouve aussi dans la norme

ISO 21500. D'après Braha & Bar-Yam (2007) la variation d'un de ces éléments peut donc entraîner des conséquences importantes sur la réalisation d'un projet.

Deux approches permettent d'appréhender la complexité dans les projets : une première approche prend en compte le fait que la multiplicité des acteurs associés à un projet peut rendre la communication entre eux imparfaite, ce qui est susceptible de se traduire par des difficultés de compréhension, de prévision et de maîtrise de ce projet (Vidal, Marle, & Bocquet, 2011). Cette complexité est décrite comme subjective (Schlindwein & Ison, 2004) et renvoie directement au processus de prise de décision inhérent à la gestion de projet. En effet, l'action des décideurs est grandement conditionnée par leur perception subjective des éléments propres du projet en question. La deuxième approche de la complexité des projets est qualifiée de complexité descriptive. Elle considère que la complexité est une propriété propre à chaque système, qui peut être définie sous deux dimensions : la complexité organisationnelle et la complexité technologique (Baccarini, 1996). Certains chercheurs, comme Salado et al. (2012) ont ainsi montré que l'incertitude qui réside autour de la réussite d'un projet est à la mesure de sa complexité. Par exemple, la localisation géographique, le contexte culturel, les interfaces communes entre plusieurs acteurs grâce aux différents systèmes d'information, ou encore les procédures communes à respecter sont autant de sources de complexité et donc d'incertitudes (Marle et al., 2018).

Compte tenu de la complexité des projets, les risques peuvent alors avoir des comportements d'influences croisées à différents niveaux / stratégique, projet, et opérationnel (Allan & Yin, 2011 ; Allan & Davis, 2006). Cela impose de prendre en compte leur dynamique : on peut ainsi observer entre risques des réactions en boucles et cycles, ou des réactions non-linéaires, en cascades ou en dominos. Mettre en évidence ces dynamiques repose sur l'établissement de chaînes de propagation entre les différents risques (Sosa et al., 2013 ; Eckert et al., 2006 ; Giffin et al., 2009). De nombreuses méthodes permettent d'identifier, analyser, et prioriser les risques d'un projet ou d'un système comme le précise la norme ISO 31010 (AFNOR, 2019). Cependant, ces techniques ne permettent pas d'avoir une vision holistique des risques qui pèsent sur un projet et, d'après Hillson (2002), l'absence de prise en compte des interactions associées à différents risques peut aboutir à ce que leur gestion soit biaisée et moins efficace. De nombreuses méthodes ont ainsi été développées afin d'identifier et analyser les interdépendances entre risques d'un projet complexe, essentiellement à travers deux problématiques, d'une part dans la réalisation de projets industriels comme par exemple chez FHWA (2006), Kilani & Marle (2019) ou Demirkesen & Ozorhon (2017), d'autre part dans la question de la prise de décision (Allan & Yin, 2011 ; Fang et al., 2016 ; Hashemi et al., 2013 ; Braha & Bar-Yam, 2007), qui doit être intégré au sein même du processus de management des risques (Ebrahimnejad, 2009). Il s'agit en effet d'avoir la meilleure connaissance des comportements du système (Nilchiani & Salado, 2013). D'autres méthodes (Carr et Tah, 2001) prennent en compte la dynamique des risques (Ross, 2007), comme par exemple des méthodes stochastiques qui mobilisent les chaînes de Markov (Sujiao, 2009 ; Meysam, 2015).

Il existe donc de nombreuses méthodes afin d'identifier et analyser les impacts des interdépendances des risques au sein des projets et de manière générale au sein des systèmes complexes. Il s'agit maintenant de s'interroger sur l'existence de méthodes équivalentes à l'échelle de l'organisation.

B. Les méthodes d'identification des interdépendances des risques pour les organisations

La norme ISO 31010 est relative au management du risque et notamment aux techniques d'appréciation du risque et porte pour partie sur l'analyse des interactions et des dépendances. En effet, il existe des liens de causalité entre les risques et l'identification d'interactions permet d'en avoir une vision plus globale pour les gérer comme des éléments connectés. Traiter les risques globalement peut ainsi rendre le management des risques plus efficace.

La norme ISO 31010 propose deux méthodes afin d'analyser les dépendances et interactions entre risques. La première est celle de la cartographie causale. Cette technique permet de représenter graphiquement des événements liés au risque et les relations systémiques entre ces derniers. Aussi, elle permet d'identifier les groupes d'événements émergents ou critiques qui sont au centre des cartographies ou qui font l'objet de boucles de rétroaction. Ces cartographies causales sont le produit d'ateliers où les perceptions individuelles des participants sont traduites en représentation graphique des causes et conséquences de chaque risque. L'atelier de formalisation d'une cartographie causale donnera naissance à un réseau des événements (dont les événements redoutés) existant au sein d'une organisation. Ensuite, une analyse de ce réseau permettra de mettre en exergue les phénomènes systémiques intéressants (boucles, cycles...). Cette technique présente l'avantage principal de s'intéresser aux risques à travers le prisme de plusieurs participants, ce qui peut permettre de réduire le risque d'oubli ou de sous-estimation des influences. En revanche, cette technique demande de bonnes compétences de la part de l'organisateur, en matière de gestion de groupe et de représentation graphique (Bryson et al., 2006 ; Ackermann et al., 2014).

La seconde technique proposée par la norme ISO 31010 est celle de l'analyse d'impacts croisés qui consiste à s'intéresser aux évolutions de probabilités de survenance de plusieurs événements en sachant que l'un d'entre eux est survenu. Ici aussi, il est nécessaire de faire appel à des experts afin d'éliciter des probabilités. La première est la probabilité de survenance de chaque événement indépendamment des autres. La seconde probabilité est conditionnelle. Les estimations sont ensuite traitées à l'aide d'algorithmes. Généralement on utilise la méthode de Monte-Carlo dans le but de déterminer de nouvelles probabilités a posteriori issues du réseau de risques construit précédemment. Cette technique est utilisée lorsque les interactions entre risques sont nombreuses et permet d'obtenir des scénarios de propagation de risque associés à une probabilité de survenance. Elle a de nombreux avantages comme le fait de s'intéresser aux liens de causalités entre différents événements et elle repose sur un questionnaire facile à mettre en place. Elle présente comme limite d'exiger des experts très compétents et demande un travail d'autant plus important que le nombre de risques à considérer est grand. Aussi, il peut être compliqué de ne pas oublier certains événements, et des événements non pertinents peuvent rendre difficile l'interprétation des résultats (CCRCE, s.d.).

Des méthodes sont donc applicables au sein des organisations afin d'identifier et analyser les interdépendances qui existent entre des événements ou des risques. Ces démarches demandent toutefois des ressources importantes (humaines, techniques notamment), mais permettent d'optimiser les démarches de gestion des risques au sein de systèmes complexes.

III. METHODOLOGIE

L'analyse des interdépendances des risques doit apporter des réponses aux questions suivantes :

- Quelle est la perception des interdépendances par les acteurs du risque ?
- Quelles sont les chaînes de propagations existantes entre les risques ?

- Quelle est la réelle criticité des risques en prenant en compte leur interdépendances ?

A. Source de données

Les données liées aux risques peuvent être extraites du SIGR afin d'en analyser les causes, ce qui permet de les rattacher à une catégorie de risque. D'après l'ISO 31010, cette méthode permet de procéder à une appréciation du risque plus fiable. Après les avoir identifiées, il est possible de créer un modèle de similarité des causes des risques à l'échelle globale de l'entreprise. Les arbitrages en matière de rattachement doivent toutefois être scrupuleusement justifiés au risque de créer des erreurs d'interprétation qui pourraient fausser les résultats. De manière complémentaire les interactions entre les risques peuvent être déterminées à partir de la perception des acteurs des cartographies des risques à l'aide d'un premier questionnaire.

L'identification des liens entre les risques permet ensuite de qualifier les interdépendances, en vue de quantifier le niveau d'interaction entre deux risques. Le lien cause-conséquence entre deux risques peut être qualifié de vraisemblance de transition, c'est-à-dire la vraisemblance qu'un risque A cause le risque B si le risque A survient. Pour cela, un deuxième questionnaire permet de classer les liens entre risques en fonction de vraisemblances de transition. Nous n'utilisons pas le terme de probabilité car le lien de causalité est exprimé à l'aide de données qualitatives issues de la perception d'individus.

Ces deux étapes d'identification et de qualification des liens d'interdépendances permettent ensuite de les analyser.

B. Chronologie de la méthode

Les étapes qui composent la méthode sont les suivantes : définition du périmètre d'étude, identification des acteurs et construction de groupes de travail, construction et envoi des questionnaires, traitement des réponses, traitement des absences de réponses, et enfin analyse et production des livrables.

- Définition du périmètre d'étude

Tout d'abord, il faut définir les risques qui vont être intégrés à cette étude. L'idée est de prendre en compte les risques considérés dans la cartographie à l'échelle de l'ensemble de l'entreprise pour ensuite en faire un retour d'expérience et envisager de décliner la démarche dans les autres cartographies. Les cartographies locales (concernant une entité de l'entreprise) ou thématiques (concernant un risque transverse à l'entreprise) n'ont donc pas été intégrées au périmètre d'étude.

- Identification des acteurs et construction de groupes de travail

La gestion des risques mobilise un certain nombre d'acteurs au sein de l'entreprise : ils varient bien sûr suivant les entreprises, mais dans notre cas, il s'agit des Correspondants Risk Management locaux (CRM) et des pilotes de risque qui ont un rôle d'expertise et peuvent pallier l'absence éventuelle de données quantitatives sur certains risques. Chaque interlocuteur doit se mettre « à la place » du risque et s'interroger sur les liens de causes-conséquence avec l'ensemble des risques afin d'obtenir des liens de similarités et de causalité. Plus précisément ici, les CRM ont à charge de coordonner la démarche d'évaluation des risques dans les entités locales de l'entreprise ; Les pilotes de risques quant à eux sont porteurs d'une expertise sur un risque donné de manière transversale à l'entreprise.

- Construction du premier questionnaire

L'objectif du premier questionnaire est d'identifier les interactions causales directes entre les différents risques de manière globale. Il se présente sous la forme de plusieurs sections. Chaque section est destinée à un risque où se trouvent deux tableaux. Le premier tableau représente les risques qui pourraient être les causes du risque auquel la section s'intéresse. Le second tableau illustre les risques qui pourraient être les conséquences du risque en question. On s'intéresse à la causalité, c'est-à-dire à la question de savoir quels sont les risques qui pourraient influencer ou être influencé par la survenance du risque auquel on s'intéresse dans chaque section. Une analyse approfondie des causalités sera réalisée plus tard dans l'étude en prenant en compte les données présentes dans le SIGR de l'entreprise, afin d'élargir le périmètre d'étude en incluant les risques « non-majeurs » exclus du premier questionnaire.

- Traitement des réponses du premier questionnaire et construction du second

L'objectif du second questionnaire est de qualifier les interdépendances entre les risques. Cette étape consiste donc à analyser les réponses obtenues grâce au premier questionnaire et de construire le réseau des interdépendances des risques à l'échelle globale. Pour cela, nous avons formalisé une matrice du réseau de risques qui permet d'indiquer les causes et conséquences de chaque risque considéré sur une matrice carrée dont la dimension est égale au nombre de risques intégrés à l'étude. Ce travail est essentiel afin de vérifier la cohérence des réponses des différents interlocuteurs.

Le second questionnaire est seulement destiné aux pilotes de risques transversaux, c'est-à-dire à des acteurs qui ont une vision d'ensemble sur leur propre risque. Le questionnaire reprend les multiples risques qui ont été indiqués comme causes et/ou conséquences de chaque risque géré par un pilote. Cela que les risques soient classés en fonction de la vraisemblance qu'ils influencent ou soient influencés par la survenance de ce risque.

- Traitement des absences de réponses

Afin de traiter les non-réponses, nous avons fait l'hypothèse que les réponses des pilotes de risques transversaux représentaient davantage la réalité des interdépendances que les réponses des correspondants locaux de risques. En ce qui concerne le second questionnaire, en cas de non-réponses des pilotes de risques transversaux, il est possible de s'appuyer sur la fonction *risk management* du siège et notamment l'analyse des données contenues dans le système d'information de gestion des risques de l'entreprise sur les scénarios, pour alimenter le modèle causal du réseau de risques.

- Traitement du second questionnaire

Le traitement du second questionnaire permet d'obtenir une liste des risques pouvant influencer la survenance d'autres risques associés à une pondération. Cette dernière est obtenue en effectuant un classement ordinal de chaque interaction potentielle identifiée entre deux risques.

Plus un risque influence la survenance d'un autre risque, plus son « poids » sera important dans le classement. On définit ainsi une vraisemblance de transition entre un risque « influenceur » et un risque « influencé » correspondant à la vraisemblance qu'un risque « influenceur » impacte la survenance d'un risque « influencé » sachant que le risque « influenceur » est survenu. Cette pondération permet de discriminer les risques d'après la perception des pilotes transverses.

- Analyse, construction du réseau des risques et production des livrables

Le produit des étapes précédentes permet d'obtenir un modèle causal du réseau des risques. L'objectif des livrables est de fournir des informations supplémentaires aux décideurs via le processus de gestion des risques. Il faut donc que les produits de l'identification et d'analyse des interdépendances entre les risques viennent compléter la cartographie des risques. Les livrables seront les suivants :

- Chaines de propagation de chaque risque
- Modèle causal des risques
- Méthodologie d'identification et de qualification des interdépendances entre risques
- Réévaluation de la criticité de chaque risque de l'étude

C. Une méthode qui dépend de nombreux outils

1) Matrice causale

Tout d'abord, il est important de préciser la forme des matrices utilisées pour représenter le lien d'interdépendance entre deux risques. Nous nous appuyons sur la Risk Structure Matrix ou RSM (Fang et al., 2016 ; Marle et al., 2018), utilisée dans de nombreuses applications de gestion des risques associés aux projets. Elle se présente sous la forme d'une matrice carrée dont la dimension est le nombre de risques considérés. Par exemple, la figure 1 ci-dessous représente la RSM où cinq risques sont considérés. La présence d'un « 1 » indique un lien de causalité entre le risque en colonne (le risque « cause ») et le risque en ligne (le risque « effet » ou « conséquence »). Le schéma indique ainsi qu'il existe un lien de causalité entre le risque R3 et le risque R2 (la survenance du risque R3 est une cause du risque R2).

	R1	R2	R3	R4	R5
R1		0	0	0	0
R2	0		1	0	1
R3	1	0		0	0
R4	0	1	0		0
R5	0	0	0	0	

Fig. 1. Exemple de RSM

2) Matrice d'agrégation globale des réponses

La matrice d'agrégation globale des réponses vise à réunir sur une seule matrice toutes les réponses du premier questionnaire. Si un lien est identifié par un pilote de risques transversaux ou un correspondant local alors la cellule sera remplie par trois caractères. Le chiffre des centaines indique le nombre de pilotes de risques transversaux qui ont identifié le lien de causalité entre les deux risques, alors que le chiffre des dizaines indique le nombre de correspondants qui ont identifié le lien. La figure 2 ci-dessous représente une matrice issue de l'agrégation des réponses au questionnaire 1. Quatre liens ont été identifiés par les différents interlocuteurs. Il est possible de voir qu'un lien de cause à effet entre R1 et R3 a été identifié par deux correspondants alors qu'un lien entre R3 et R2 a été identifié par un pilote de risques transversaux et neuf correspondants. Cette matrice permet également de montrer sur un seul document l'ensemble des réponses pour avoir une visualisation globale de la perception des 88 interdépendances entre risques de la part des interlocuteurs répondants.

	R1	R2	R3	R4	R5
R1		0	0	0	0
R2	0		109	0	201
R3	002	0		0	0
R4	0	110	0		0
R5	0	0	0	0	

Fig. 2. Représentation de la matrice d'agrégation globale des réponses

Cette matrice est obtenue à l'aide d'un code Python qui combine les réponses obtenues depuis les différentes feuilles du fichier Excel décrit au précédent paragraphe.

3) Matrice binaire des interdépendances

La matrice binaire des interdépendances a pour but de représenter les liens d'interdépendances qui seront considérés pour la suite de l'étude. La représentation binaire signifie qu'un « 0 » indique qu'il n'y a pas de lien d'interdépendance identifié entre deux risques alors qu'un « 1 » indique qu'il en existe une. Comme indiqué dans la figure précédente, on définit un échantillon représentatif, qui correspond au nombre minimal de réponses pour valider le lien d'interdépendance. Par exemple, si l'on souhaite ne prendre en compte que les réponses de pilotes transverses on ne considérera que les cellules dont la valeur est supérieure ou égale à 100. Dans ce cas, seuls les liens identifiés par au moins un pilote de risques transversaux seront considérés dans la suite de l'étude, tandis que le choix de définir l'échantillon représentatif à partir de la valeur 2 signifie que l'étude ne considérera que les liens identifiés par au moins deux correspondants locaux. La matrice binaire des interdépendances est obtenue à l'aide d'un code Python qui prend en entrée la valeur minimale des réponses afin de définir l'échantillon représentatif et la matrice d'agrégation globale des réponses.

4) Inventaire des liens d'interdépendances

L'inventaire des liens d'interdépendances est une liste regroupant l'ensemble des liens d'interdépendances considérés pour la suite de l'étude et notamment pour la construction du questionnaire 2. Cet inventaire est obtenu à l'aide d'un code Python qui a pour donnée d'entrée la matrice binaire des interdépendances.

5) Matrice des interdépendances pondérées

La matrice des interdépendances pondérées nécessite les réponses du second questionnaire. Ce dernier permet de pondérer la vraisemblance de transition entre un risque « cause » et ses différents risques « conséquences ». Les pilotes de risques transversaux doivent se prononcer sur quels risques sont les plus vraisemblables de survenir en cas de survenance de leurs risques. La construction de cette matrice est obtenue à l'aide d'un code Python qui prend en entrée l'inventaire des liens d'interdépendances où une colonne indique la pondération de chaque risque en fonction de la vraisemblance de ses conséquences.

6) Modèle causal des risques

Le modèle causal des risques permet de représenter l'ensemble des interdépendances identifiées. De plus, il est possible de qualifier l'interaction entre deux risques en matière de vraisemblance de transition. Ce modèle est obtenu à l'aide d'une représentation sous Power Bi depuis un fichier Excel.

7) Modèle causal des similarités des risques

Le modèle causal des similarités des risques est obtenu à l'aide des données du SIGR. Chaque cause de chaque scénario identifié pour chaque risque global est rattachée à une catégorie de l'univers des risques. Il intègre l'ensemble des risques génériques auxquels l'entreprise est exposée à travers ses activités. Chaque risque défini par une organisation doit se rattacher à un risque générique de l'univers des risques, ce qui permet ainsi d'harmoniser les approches en termes d'identification et d'analyse des risques et facilite les comparaisons entre différents périmètres.

IV. ETUDE DE CAS

Nous allons maintenant présenter une application de la méthode au cas du groupe RATP, sur la base d'un cahier des charges défini par la DGARC (Délégation Générale à l'Audit, aux Risques, et au Contrôle Interne). La figure 3 ci-dessous décrit le processus suivi.

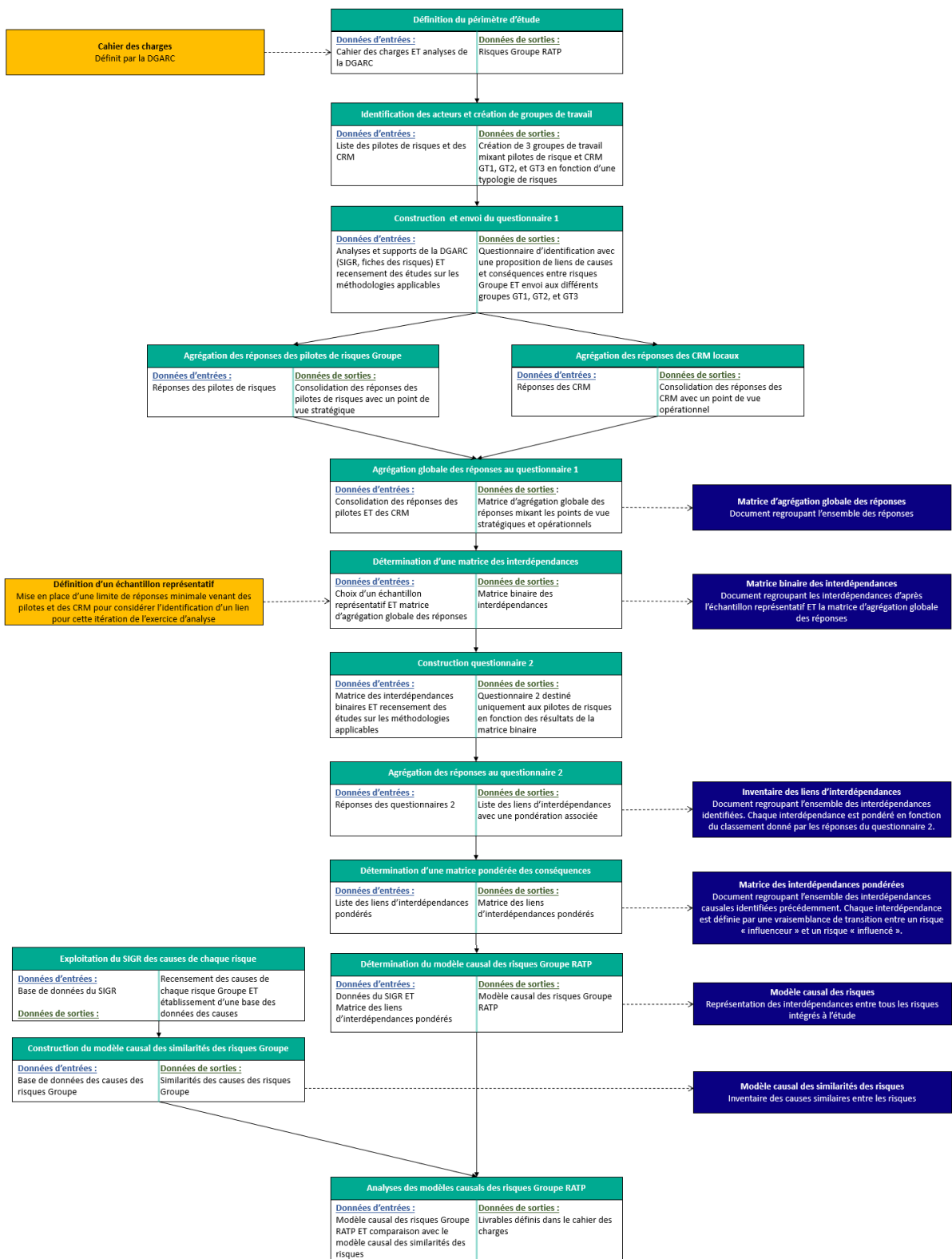


Fig. 3. Processus appliqué au cas de la RATP

A. Collecte des données

La démarche a impliqué une collecte importante de données qualitatives. Le premier questionnaire a été envoyé à 69 personnes dont 33 pilotes transverses et 36 CRM. A l'issue des deux premiers questionnaires, nous avons suffisamment de données pour identifier et qualifier les liens d'interdépendances de 87% du périmètre des risques de l'étude d'après la perception des pilotes transverses. Ce chiffre atteint 100% lorsque s'on intéresse aux réponses des CRM. L'envoi du second questionnaire a permis de parfois combler les non-réponses au premier questionnaire. En effet, certains pilotes transverses ont répondu au premier et second questionnaire en même temps lors de la deuxième phase.

Certaines contradictions sont apparues entre les réponses de pilotes transverses entre le premier et le second questionnaire. En effet, lors du premier questionnaire, certains liens de causalité ont été identifiés par des pilotes transverses. Or, ces mêmes liens ont ensuite été invalidés lors du classement des interdépendances. Nous avons par la suite organisé de brefs échanges avec les pilotes transverses de risques dont l'identification des liens demandaient des corrections afin de consolider les réponses.

Nous avons également décidé de rattacher les causes des risques à des macro-risques de l'univers des risques de l'entreprise pour capitaliser sur le travail de délimitation des risques déjà effectuée auparavant par la DGARC.

Le traitement des données issues du SIGR a demandé la catégorisation de plus de 700 causes associées à une trentaine de risques. Logiquement, tous les risques n'ont pas un même nombre de causes. L'univers des risques considère 56 catégories de macro-risques classés en 6 catégories (gouvernance/valeurs, stratégie/business, opérations, finance/achats, RH, et sûreté/sécurité).

Les données du SIGR sont traitées et représentées sous la forme d'un tableau à trois colonnes comme le tableau (figure 4) ci-dessous.

Risque Groupe	Causes	Catégorie de la cause
R1	R1 _{cause1}	C1
R1	R1 _{cause2}	C2
...

Fig. 4. Représentation des données du SIGR après traitement

Chaque cause identifiée dans le SIGR a été extraite puis catégorisée selon l'univers des risques RATP.

B. Des résultats exploitables à différents niveaux

1) Une perception des risques qui varie en fonction des acteurs

L'identification des liens d'interdépendances entre risques est réalisée à l'aide des réponses aux questionnaires comme précisé précédemment. Afin de fiabiliser l'étude pour cette première itération, il a été décidé de définir un échantillon représentatif constitué des réponses de pilotes transverses ayant intégré la perception des CRM. En effet, pour le second questionnaire, les questionnaires comprenaient l'identification des pilotes transverses et certains liens identifiés par les CRM (sur la base du nombre de votes de ces derniers). De cette manière, les pilotes transverses ont dû confronter leurs perceptions à celles des CRM locaux. Ces derniers ont alors complété ou repris certains liens d'interdépendances qu'ils avaient initialement identifiés. La perception des pilotes transverses a alors été modifiée entre leur premier et second questionnaire.

Nous allons donc considérer dans un premier temps les cellules de la matrice d'agrégation globale des réponses dont la valeur est supérieure à 100. Cela traduit la réponse des pilotes transverses de risque ayant été confrontés à l'avis des CRM. Nous obtenons alors la matrice binaire d'identification des interdépendances présentée ci-dessous avec la figure 5.

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32		
R1	1																																	
R2		1																																
R3			1																															
R4				1																														
R5					1																													
R6						1																												
R7							1																											
R8								1																										
R9									1																									
R10										1																								
R11											1																							
R12												1																						
R13													1																					
R14														1																				
R15															1																			
R16																1																		
R17																	1																	
R18																		1																
R19																			1															
R20																				1														
R21																					1													
R22																						1												
R23																							1											
R24																								1										
R25																									1									
R26																										1								
R27																											1							
R28																												1						
R29																													1					
R30																														1				
R31																															1			
R32																																1		

Fig. 5. Matrice binaire d'identification des interdépendances

Il est intéressant de revenir sur la matrice d'agrégation globale des liens afin d'analyser la perception des 68 correspondants risk management en compléments de celle des pilotes transverses de risque sur l'identification des 69 interdépendances.

Par ailleurs, on peut observer que certains risques subissent de nombreuses influences. Par exemple, le risque 6 est influencé par la survenance de 28 risques, le risque 15 est influencé par la survenance de 17 risques, le risque 1 est influencé par la survenance de 16 risques, le risque 30 est influencé par la survenance de 15 risques.

On peut donc distinguer trois types de risques : tout d’abord, les risques influencés par un nombre important de risques alors qu’ils n’en influencent que peu. C’est par exemple le cas du risque 6, il a une survenance qui peut être influencé par 28 risques et n’influence que la survenance de 5 risques. Ensuite les risques qui, à l’inverse, sont plus influents qu’influencés. C’est le cas du risque 27 qui influence la survenance de 14 risques mais qui n’est influencé par aucun risque du périmètre. Le dernier cas de figure sont les risques qui ont le même nombre de causes et de conséquences. On les définira comme des risques « nœuds ». Le risque 13 par exemple influence la survenance de 9 risques et est influencé par 9 risques.

2) Les chaînes de propagation

Nous allons maintenant nous intéresser aux chaînes de propagation entre les risques les plus importants pour la RATP. Nous nous focaliserons principalement sur les risques cités dans la partie précédente. Le risque 1 est particulièrement intéressant par son rôle central, comme le montre la figure 8 ci-dessous.

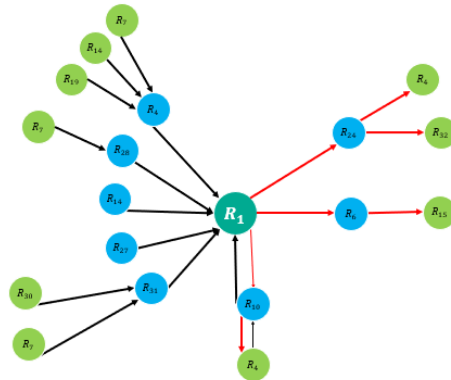


Fig. 8. Chaîne de propagation du risque 1

Nous pouvons également nous intéresser aux risques qui sont grandement influencés comme les risques 6 et 15. Les arcs de cercles sur les graphiques suivants représentent les causes directes, semi-directes, et profondes du risque auquel on s’intéresse. Plus la cause est placée sur un grand arc, moins la cause est directe.

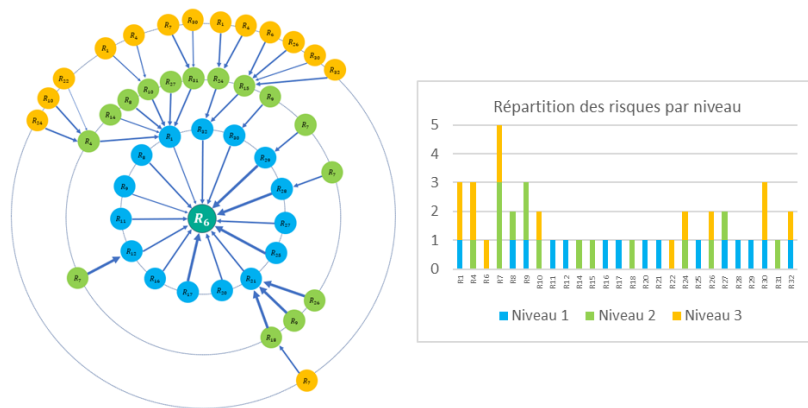


Fig. 9. Schéma des chaînes de propagations focalisées sur les causes des risques 6

On remarque sur la figure 9 ci-dessus que les risques 1, 4, 7, 9, et 30 sont à considérer lorsque on s’intéresse aux risques qui peuvent influencer la survenance du risque 6. En effet, ils sont présents à différents niveaux de causalité (soit en cause directe, semi-directe, ou profonde). Par ailleurs, les risques 1, 21, et 32 apparaissent comme des « concentrateurs » de risque. Ils sont également sensibles à la survenance d’autres risques et constituent donc une vulnérabilité dans la gestion du risque 6.

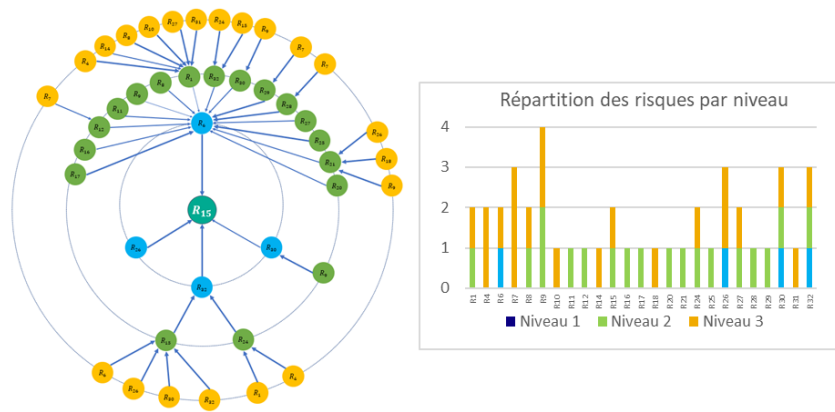


Fig. 10. Schéma des chaînes de propagations focalisées sur les causes des risques 15

Sur la figure 10, le risque 6 apparaît comme un « concentrateur » de risques pour le risque 15. En effet, il crée un nombre important d’interdépendances indirectes entre le risque 15 et les risques présents sur les arcs de cercles les plus à l’extérieur. Cela accentue et améliore la vision des vulnérabilités du risque 15 par rapport à la survenance d’autres risques. Les risques 6 et 15 ne présentent pas la même structure de chaînes de propagation. Les stratégies de gestion des risques tenant compte des interdépendances entre risques ne seront donc pas les mêmes pour ces deux risques.

3) L’exploration de causes complémentaires

Comme nous l’avons développé précédemment, le SIGR nous a permis d’extraire l’ensemble des causes de chaque risque Groupe. Nous allons alors nous en servir afin de compléter l’étude des chaînes de propagations des risques et étudier les causes communes à ces derniers. Ces données sont issues des ateliers et des analyses des acteurs du risk management de la RATP (pilotes transverses de risques, CRM, DGARC, ...) à l’aide de rapports internes (retour d’expérience, étude des sinistres dans les filiales, ...) ou externes (rapports d’organisations institutionnelles comme l’ANSSI). La figure 11 ci-dessous illustre les deux ensembles de causes que nous allons considérer pour compléter l’étude des chaînes de propagations avec Ω_c l’ensemble des causes complémentaires et Ω_d l’ensemble des causes directes. Les causes directes étant les causes des événements redoutés du risque étudié R_i et les causes complémentaires étant les causes des événements redoutés des risques qui peuvent influencer la survenance de R_i .

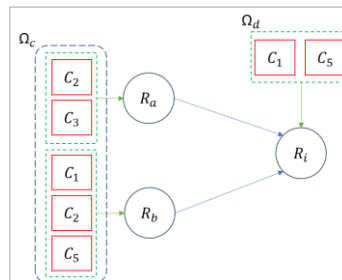


Fig. 11. Schéma de principe des causes directes et complémentaires

Si on reprend l’exemple du risque 15, on obtient les causes directes suivantes, en sachant que la longueur des arcs de couleurs représente le nombre de causes identifiées comme l’illustre la figure 12.

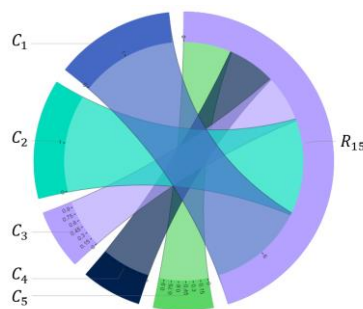


Fig. 12. Causes directes du risque 15

On peut également trouver des causes complémentaires pour ce même risque dans le diagramme suivant (figure 13 ci-dessous).

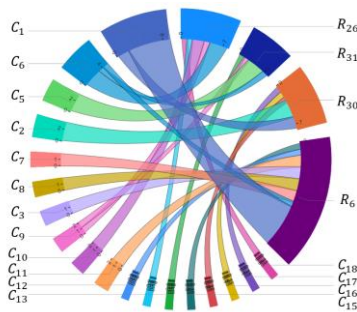


Fig. 13. Principales causes complémentaires du risque 15

Les causes directes se trouvent alors complétées de causes complémentaires apportant une nuance supplémentaire aux vulnérabilités liées à l'identification des causes des différents risques. Ceci apporte également une mise en perspective des causes indirectes qui peuvent influencer la survenance d'un risque. Ici par exemple, le risque 15 avait pour causes directes les causes $C_1, C_2, C_3, C_4,$ et C_5 . Or, le travail d'identification des liens d'interdépendances et le travail d'extraction ont permis de mettre en exergue des causes supplémentaires comme la cause C_6 .

On peut également rechercher les causes complémentaires de l'ensemble des risques Groupe en pondérant en fonction du nombre d'interdépendances. Ceci met en évidence les causes complémentaires les plus redondantes ce qui peut permettre de questionner l'organisation sur sa réelle exposition à ces dernières. Cela pourra également venir compléter les différentes cartographies des risques en prenant en compte ces causes critiques.

La figure 14 ci-dessous illustre les causes les plus redondantes des risques Groupe de la RATP :

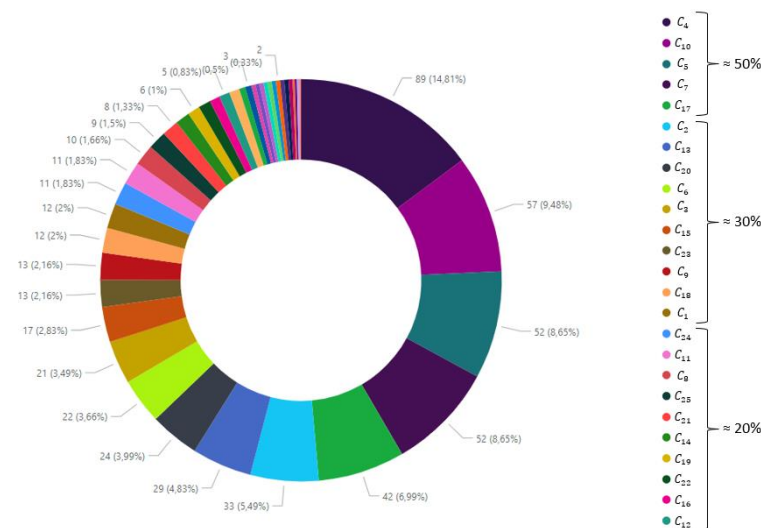


Fig. 14. Représentation des causes les plus redondantes

Nous pouvons noter que cinq causes représentent environ la moitié des causes évoqués pour les risques Groupe. Il peut sembler intéressant de se pencher et d'analyser ces causes afin d'identifier de quelle manière elles peuvent impacter les entités de l'organisation.

Ce double travail d'identification des interdépendances des liens ainsi que l'analyse des causes directes et supplémentaires permet à l'aide de logiciel (tel que Power Bi) d'avoir une information accessible, partageable, et ciblée sur les risques qui intéressent les acteurs de la gestion des risques au sein de l'entreprise. C'est donc un nouvel outil à disposition de la RATP pour identifier les différentes vulnérabilités en matière de management des risques.

V. DISCUSSION

A. Une méthode qui présente des limites dans sa conception et sa mise en œuvre

La première limite de cette méthode est liée aux données qualitatives qui sont utilisées. Toutes ces données proviennent en effet de la perception d'individus un moment donné dans des circonstances données. L'une de nos hypothèses pour construire la méthode consiste à considérer que tous les individus interrogés ont une définition partagée de chaque risque. Or, chacun va interpréter différemment un même risque en fonction de ses expériences ou encore de son appétence au risque.

Il a été décidé également de préremplir le premier questionnaire afin de diminuer le taux de non-réponses. Or, des cases préremplies peuvent influencer le répondant qui va y voir une case par défaut. Il ne va pas forcément venir interroger la cohérence d'un lien d'interdépendance préalablement identifié.

Une autre hypothèse consiste à considérer que les pilotes transverses de risque ont une meilleure perception des liens de causes conséquences que les CRM. Cette hypothèse est critiquable car la vision d'un pilote peut parfois être trop globale et ne pas percevoir les risques à un niveau plus opérationnel.

La dernière limite de cette méthode tient au fait qu'elle peut être complexe à saisir pour certains interlocuteurs, cette complexité pouvant les amener à se désengager de la démarche malgré le fait qu'ils en soient des acteurs essentiels. L'engagement des interlocuteurs peut donc être hétérogène ce qui va impacter directement la qualité des réponses.

B. Perspectives

La méthode et une partie des premiers résultats présentés dans les paragraphes de ce document peuvent bénéficier d'une première mise en perspective grâce un retour de la fonction risk management de l'entreprise ayant fait l'objet du cas d'étude. Certaines interdépendances entre les risques ont été par exemple sous-estimées par les répondants des questionnaires alors qu'en réalité ce lien de causalité s'est concrétisé par la survenance de nombreux événements. A l'inverse, certaines causes de risques sont apparues suite à l'étude alors que ces dernières n'étaient pas considérées par les acteurs de la gestion des risques au sein de l'entreprise.

Les améliorations à apporter théoriquement à la méthode vont avoir plusieurs objectifs distincts.

- Débiaiser la perception que les pilotes transverses ont des liens d'interdépendances entre les risques afin d'améliorer l'analyse des interactions entre les risques. Cela en renforçant les sensibilisations et les contrôles afin que tous les acteurs puissent avoir une meilleure conscience des liens d'interdépendances entre les risques. Aussi, cette sensibilisation peut être réalisée en capitalisant sur le retour d'expériences des événements perturbateurs vécus en interne et en externe de l'entreprise.
- Rendre la méthode plus simple à saisir afin que ses acteurs se l'approprient plus facilement et ainsi éviter les désengagements partiels ou totaux.
- Adopter un périmètre de risque qui prend en compte l'ensemble des risques afin d'éviter que les chaînes de propagations des risques soient imparfaitement modélisées. Aussi, l'analyse présentée ici ne s'est intéressée qu'aux risques majeurs de l'entreprise. Il pourrait être intéressant de l'élargir aux risques locaux afin de révéler et étudier les différences de perception. Cela en réalisant une étude sur les interdépendances spécifiques au sein de réseaux d'experts (comme les préventeurs incendie par exemple) afin de recueillir leurs perceptions puis en analyser les divergences et convergences.
- Rendre la méthode plus facilement utilisable afin qu'elle puisse être répétée et généralisée
- Identifier les interlocuteurs qui peuvent aider à identifier et qualifier les interdépendances

VI. CONCLUSION

La démarche de gestion des interdépendances des risques que nous avons proposée s'inscrit donc comme un complément à la gestion des risques existante. En effet, elle repose et met en perspective les analyses, les identifications, et les priorisations déjà effectuées en interne, et met en exergue les vulnérabilités qui peuvent exister à travers les activités de l'organisation et de sa gestion des risques.

Elle présente de nombreux apports dans une démarche de gestion des risques. Un des premiers apports est celui de débiaiser la perception des interlocuteurs et acteurs des risques. En effet, l'identification et l'analyse des interdépendances permet d'enrichir la démarche de gestion des risques en leur permettant d'avoir une meilleure vision des vulnérabilités de leur entité. Elle permet aussi une meilleure acculturation des risques à travers l'organisation en fédérant davantage les acteurs au regard des différentes interdépendances mises en lumière. Enfin, elle permet également d'apporter des données d'entrées supplémentaires lors des prises de décision et de réduire l'incertitude autour des décisions pour améliorer l'allocation des ressources en matière de gestion des risques en optimisant leurs priorisations à l'aune des différentes interdépendances.

Cette première étude des interdépendances des risques au sein de la RATP a permis de créer des outils et fournir des premiers résultats. Les différents outils utilisés et développés comme les matrices causales, les matrices d'agrégations des réponses, ou encore le modèle des causes similaires entre les risques peuvent fournir des données supplémentaires aux différents acteurs de la gestion des risques au sein de l'organisation et des données utilisables dans les différentes activités de gestion des risques de la RATP comme les exercices de cartographies des risques.

L'étude a révélé des différences de perception entre les pilotes transversaux et les correspondants risques locaux, certains identifiant des liens de causalité que d'autres ne voyaient pas. Cela souligne la nécessité de sensibiliser certains groupes aux conséquences indirectes potentielles des risques. Des confusions et incompréhensions concernant des risques méconnus montrent qu'une meilleure acculturation au risque des acteurs de la gestion des risques de l'entreprise peut être réalisée, à travers par exemple des ateliers de travail pour confronter les visions, clarifier les interdépendances entre chaque risque et ainsi enrichir les analyses actuelles. Les résultats de l'analyse mettent en lumière des risques critiques non pas en raison de leur primo impacts mais de leur influence sur d'autres risques. Cela suggère une réévaluation des priorités dans le traitement des risques et une confrontation des visions des pilotes transversaux et locaux.

Au total, l'étude et l'analyse des interdépendances entre les risques d'une organisation est bénéfique pour sa gestion des risques. Elle permet de mieux comprendre les différentes interactions à travers le regard des acteurs du management des risques qui en sont également les meilleurs experts. Le croisement d'une vision globale et plus opérationnelle permet de confronter les deux visions afin d'étudier leurs cohérences et différences. En cela, elle est un réel outil d'optimisation des actions de traitement des risques car elle apporte une nouvelle perspective à la manière dont les risques sont traités et priorisés.

RÉFÉRENCES

- Ackermann, Howick, Quigley, Walss & Houghton. (2014). Systemic risk elicitation: Using causal maps to engage stakeholders and build comprehensive view of risks.
- AFNOR. (2019). NF EN IEC 31010.
- AFNOR. (2000). Dictionnaire du management des projets.
- Allan, & Davis. (2006). Strategic risks : thinking about them differently. *Civil Engineering*, 159, 2-14.
- Allan, & Yin. (2011). Development of a Methodology for Understanding the Potency of Risk Connectivity. *Management Engineering*, 75-79.
- Baccarini. (1996). The concept of project complexity. *International Journal of Project Management*, 201-204.
- Braha & Bar-Yam. (2007). The statistical mechanics of complex product development: Empirical and analytical. *Management Science*, 1127-1145.
- Bryson, Ackermann, Eden, & Finn. (2006). Visible thinking unlocking causal mapping for practical business results.
- Carr, & Tah. (2001). A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. *Advances in Engineering Software*.
- CCRCE. (s.d.). Cross impact analysis. Consulté le juin 07, 2024. <http://foresight-platform.eu/community/forlearn/how-to-do-foresight/methods/analysis/cross-impact-analysis/>
- Demirkesen & Ozorhon. (2017). Measuring Project Management Performance: Case of Construction Industry.
- Ebrahimnejad. (2009). A fuzzy decision making model for risk ranking with application to the onshore gas refinery. Dans *International Journal of Business Continuity and Risk Management* (pp. 38-66).
- Eckert, Keller, Earl, & Clarkson. (2006). Supporting change processes in design: Complexity prediction and reliability. *Reliability Engineering System Safety*.
- Fang, Marle & Xie (2016). Applying Importance Measures to Risk Analysis in Engineering Project Using a Risk Network Model.
- FHWA. (2006). Risk assessment and allocation for highway construction management.
- Giffin, Weck, Bounova, Keller, Eckert, & Clarkson. (2009). Change propagation analysis in complex technical systems. *Journal of Mechanical Design*.
- Hashemi, Mousavi, Tavakkoli-Moghaddam, & Gholipour. (2013). Compromise ranking approach with bootstrap confidence intervals for risk assessment in port management projects. *Journal of Management in Engineering*, 334-344.
- Hillson. (2002). Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of Project Management*.
- Kilani & Marle. (2019). Robustness of Analysis of Simplified Networks. 21st INTERNATIONAL DEPENDENCY AND STRUCTURE MODELING CONFERENCE. Monterrey.
- Marle, Kilani, Pointurier & Dehouck (2018). Analyse des scénarios de propagation des risques au sein d'une organisation projet.
- Meysam. (2015). An application of stochastic processes for analyzing risks in highway projects.
- Nilchiani & Salado. (2013). Assessing the impacts of Uncertainty Propagation to System Requirements by Evaluating Requirement Connectivity.
- PMI. (2008). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK). USA: Project Management Institute.
- Salado, Nilchiani & Mahmoud. (2012). Taxonomy and Categorization of Uncertainties in Space Systems with an Application to the Measurement of the Value of Adaptability.
- Schmindwein & Ison. (2004). Human knowing and perceived complexity: implications for systems practice. *Emergence: Complexity and Organization*.
- Sosa, Mihm & Browning. (2013). Linking Cyclicity and Product Quality.
- Sujiao. (2009). Risk Analysis of Construction Projects Based on Markov Chain. *Asia-Pacific Conference on Information Processing*, (pp. 514-517).
- Vidal, Marle & Bocquet. (2011). Using a Delphi process and the Analytic Hierarchy Process (AHP) to evaluate the complexity of projects.