

L'ÉVALUATION DE LA RÉSILIENCE ORGANISATIONNELLE

Par **Benoit Robert**, Professeur titulaire et Directeur du Centre risque & performance, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal
• benoit.robert@polymtl.ca

Yannick Hémond, Doctorant au Centre risque & performance, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal
• yannick.hemond@polymtl.ca

Et **Gabriel Yan**, Associé de recherche au Centre risque & performance, Département de mathématiques et de génie industriel, École Polytechnique de Montréal
• gabriel.yan@polymtl.ca

RÉSUMÉ En 2005, la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes des Nations Unies s'est concrétisée dans ce que l'on appelle la Déclaration de Hyogo. De grandes orientations politiques ont suivi dans de nombreux pays. Dans ce concert international, le Québec fait figure de chef de file en implantant, en 2008, une démarche pour accroître la résilience de ses systèmes essentiels. En collaboration avec l'Organisation de la sécurité civile du Québec, une méthodologie opérationnelle d'évaluation de la résilience organisationnelle est en cours d'élaboration et d'expérimentation. Cet article présente les bases conceptuelles théoriques qui sous-tendent cette démarche et qui ont permis d'établir une définition de la résilience organisationnelle. Les principales étapes méthodologiques de l'évaluation de la résilience seront alors exposées globalement. Elles permettent d'obtenir une image de la résilience pour une organisation particulière. Les premières étapes de cette méthodologie sont en cours d'expérimentation par dix-sept ministères et organismes.

ABSTRACT In 2005, one of the main outcomes of the World Conference on Natural Disaster Reduction, convened by the United Nations General Assembly, was the Hyogo Declaration. This initiative was followed up on in numerous countries by the adoption of major policy frameworks. Against this international backdrop, Quebec stands out as a leader, implementing a process for enhancing the resilience of its critical systems as of 2008. In collaboration with the Organisation de la sécurité civile du Québec, an operational methodology for assessing organizational resilience is currently being developed and trialed. This article presents the conceptual bases underlying this process and that have made it possible to establish a definition of organizational resilience. It then presents an overview of the main methodological steps involved in assessing resilience and that provide a basis for developing an image of resilience for a given organization. The first phases of this methodology are currently being trialed by 17 Quebec ministries and agencies.

Pour citer cet article : Robert, B., Y. Hémond et G. Yan (2010). « L'évaluation de la résilience organisationnelle », *Télescope*, vol. 16, n° 2, p. 131-153.

La manière d'aborder la continuité des affaires, la planification et la préparation face aux mesures d'urgence sera amenée à se modifier au cours des prochaines années. En 2005, la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes des Nations Unies a jeté les bases d'une toute nouvelle approche, la résilience (Nations Unies, 2005). La Conférence s'est fixé comme but stratégique de « mettre en place, à tous les niveaux, notamment au niveau des collectivités et institutions,

des mécanismes et capacités qui peuvent aider systématiquement à accroître la résilience face aux aléas, ou les renforcer s'ils existent déjà » (Nations Unies, 2005, p. 9).

Sur la scène internationale, les États-Unis, l'Australie et le Canada ont suivi la volonté de la Conférence de Hyogo en définissant la résilience comme une priorité nationale. Aux États-Unis, le département de la Sécurité intérieure a mis en place un cadre de référence pour ses travaux de résilience dans la réforme intitulée *Building a Resilient Nation: Enhancing Security, Ensuring a Strong Economy* (The Reform Institute, 2008). En Australie, le gouvernement a adopté une stratégie d'amélioration de la résilience qu'il présente dans le document *Taking a Punch: Building a More Resilient Australia* (Australia Strategic Policy Institute, 2008).

Au Canada, la Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles et le Plan d'action sur les infrastructures essentielles visent à mettre en place une approche collective de gestion des risques à l'intention des administrations fédérales, provinciales et territoriales, ainsi que des infrastructures essentielles (Sécurité publique Canada, 2008). Par cette stratégie, le gouvernement souhaite accroître les mesures de sécurité, augmenter les activités de continuité des opérations et de planification des mesures d'urgence et renforcer les procédures d'intervention.

À l'échelle provinciale, le Québec a lancé en 2008 une démarche gouvernementale visant à accroître la résilience de ses systèmes essentiels (Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2009). Coordonnée par l'Organisation de la sécurité civile du Québec (OSCQ), par l'entremise d'un sous-comité, cette démarche a pour objectif de mobiliser les propriétaires et les exploitants des systèmes essentiels, qu'ils soient privés ou publics, d'établir des partenariats et d'assurer la cohérence et la complémentarité des mesures de prévention et de préparation envisagées par ces intervenants. Les travaux du sous-comité de l'OSCQ, en collaboration avec le Centre risque & performance (CRP) de l'École Polytechnique de Montréal, ont permis de consolider la théorie sur la résilience organisationnelle, d'établir une terminologie commune et de développer une méthodologie d'évaluation de la résilience organisationnelle. Cet article présente donc la définition et les concepts liés à la résilience organisationnelle. Par la suite, la méthodologie d'évaluation de la résilience sera exposée pour terminer par une discussion sur l'ingénierie de la résilience et le développement d'indicateurs pour mesurer l'état de résilience.

■ DÉFINITION DE LA RÉSILIENCE ORGANISATIONNELLE

Appliqué aux organisations, le concept de la résilience est né dans le contexte de la forte sensibilité des organisations aux perturbations de toute envergure. Des événements comme le verglas de 1998 au Québec ou la panne électrique, en août 2003, qui a touché 50 millions de personnes dans les États de l'Est et du Midwest des États-Unis ainsi qu'en Ontario ont fait prendre conscience aux gouvernements qu'il était devenu primordial de changer l'approche devant de tels événements.

De nombreuses définitions théoriques de la résilience organisationnelle existent dans la littérature. La résilience peut être vue comme la capacité d'anticiper une perturbation, d'y résister en s'adaptant et de se rétablir en retrouvant le plus

possible l'état d'avant la perturbation (Madni, 2007). D'ailleurs, cette notion d'anticipation apparaît seulement dans le concept de la résilience organisationnelle. Madni et Jackson (2009) poursuivent en caractérisant la résilience organisationnelle sous quatre axes : éviter les perturbations (anticipation), résister aux perturbations, s'adapter et se relever.

Les concepts qui ressortent des définitions de résilience organisationnelle sont la connaissance de l'environnement, le niveau de préparation, l'anticipation des perturbations, la capacité de déploiement des ressources, le degré d'adaptation, la capacité de rétablissement, etc. (McManus et autres, 2008). D'autres auteurs proposent des définitions différentes. Haines (2009, p. 313) par exemple définit la résilience comme la capacité d'un système à se rétablir à la suite d'une urgence. Il revient à la charge (p. 754) avec quatre définitions issues de plusieurs chercheurs. C'est le même cas de figure pour Hollnagel, Woods et Leveson (2006) qui donnent plusieurs acceptions différentes de la résilience. Ces variétés dans les définitions, mais surtout dans la vision de la résilience, démontrent bien l'émergence de ce concept dans l'application à des organisations.

La définition de la résilience adoptée par le CRP en collaboration avec l'OSQ s'appuie sur les définitions et les concepts présents dans la littérature, en les adaptant pour permettre une meilleure opérationnalisation (Organisation de la sécurité civile du Québec, 2009). L'acception retenue de la résilience organisationnelle est : « la capacité d'un système à maintenir ou à rétablir un niveau de fonctionnement acceptable malgré des perturbations ou des défaillances » (Pinel, 2009, p. 71). Cette définition englobe l'ensemble des visions et rassemble les travaux autour d'un même concept. Les trois concepts clés de cette définition sont les suivants :

- « système » : l'organisation est vue selon une approche système;
- « malgré des perturbations ou des défaillances » : une acceptabilité et une caractérisation des perturbations, voire des défaillances, du système sont nécessaires;
- « capacité [...] à maintenir ou à rétablir » : devant des perturbations, le système adapte ses modes de gestion pour être plus résilient.

Les définitions sont nombreuses, mais peu d'entre elles ont fait l'objet de réels concepts opérationnels pour évaluer la résilience d'une organisation. La définition retenue par le CRP et l'OSQ permet d'atteindre un niveau d'opérationnalisation acceptable. C'est autour de ces trois concepts clés que la résilience sera évaluée, analysée et représentée.

■ LES CONCEPTS DE LA RÉSILIENCE ORGANISATIONNELLE

L'approche système

Un système est un ensemble coordonné d'éléments matériels ou immatériels et d'éléments de gestion et de contrôle organisés au sein d'ensembles fonctionnels selon des objectifs communs. Une organisation peut être, par analogie, représentée sous forme de système. Tout comme un système, une organisation utilise des

ressources provenant de fournisseurs, appelées intrants, et fournit d'autres ressources à des utilisateurs, appelées extrants.

Définition de système

Un système peut se décomposer en plusieurs niveaux. Il est d'abord constitué d'ensembles fonctionnels qui ont chacun un rôle dans la fourniture d'un extrant pour le système global. Ce rôle peut être autant technique qu'administratif et réglementaire. Le tableau 1 présente différents types de rôles possibles.

TABLEAU 1 : LES TYPES DE RESSOURCES ET LES RÔLES ASSOCIÉS

RESSOURCES (EXTRANTS)		ENSEMBLES FONCTIONNELS	
		RÔLES LIÉS À LA FOURNITURE D'UNE RESSOURCE	RÔLES LIÉS À LA GESTION D'UNE RESSOURCE
Humaines	Personnel	Mettre à disposition, former	Réglementer, contrôler, surveiller, administrer, coordonner, gérer, veiller, analyser
Matérielles	Matière, énergie, substance	Produire, transformer, distribuer, transporter, commercialiser	
	Biens, objets	Mettre à disposition, assurer la maintenance	
Financières	Liquidités, capital, actions, crédit	Générer, modifier	
Informationnelles	Données, information	Générer, modifier	
	TIC : réseaux matériels	Transmettre, mettre à disposition	
	TIC : réseaux immatériels		
Services	Services	Fournir	

Chaque ensemble fonctionnel est ensuite lui-même formé d'éléments de nature matérielle ou immatérielle, des éléments de gestion ou de contrôle qui ont chacun une fonction précise dans l'ensemble fonctionnel.

L'intérêt de cette approche est sa multidisciplinarité. En effet, les définitions retenues permettent d'inclure de nombreuses notions et ainsi d'être appliquées dans de multiples domaines. En outre, cette approche rend possible la décomposition d'un système en fractales, c'est-à-dire qu'un ensemble fonctionnel peut lui-même être vu comme un système, et ainsi de suite jusqu'au plus petit niveau. Cette vision permettra une meilleure opérationnalisation de cette approche au sein d'une organisation.

Ainsi, l'approche système considère l'organisation comme un ensemble d'éléments organisés selon des ensembles fonctionnels, dont le rôle est de fournir ou de gérer des ressources (extrants) destinées à des utilisateurs potentiels.

Définition de ressource

Une ressource peut se définir comme une matière, une substance, un bien, un objet, une infrastructure matérielle ou immatérielle, un service ou un moyen mis à la disposition d'un système pour fonctionner. Elle se singularise également par le fait qu'elle peut être indisponible et c'est cette indisponibilité qui entraînera des conséquences sur les utilisateurs. Le tableau précédent illustre différents types de ressources pour un système et leurs rôles possibles liés aux ensembles fonctionnels.

L'approche système dresse donc le portrait de l'organisation (les intrants, les ensembles fonctionnels, les extrants) qui pourra par la suite être utilisé pour connaître l'environnement dans lequel l'organisation évolue et les perturbations et défaillances auxquelles elle risque de se heurter.

La caractérisation des perturbations

Afin de caractériser les variations d'état d'un système (organisation), il est *a priori* nécessaire de circonscrire l'état de référence du système. Cet état se définit comme l'état pour lequel le système a été conçu. Un système est créé pour livrer des ressources (extrants) qui respectent des caractéristiques précises établies lors de sa conception et de sa mise en place. Un système est dans son état de référence lorsque ses extrants sont fournis en suivant les caractéristiques en termes de délais et de qualité et qu'il ne subit aucune perturbation dans son fonctionnement. L'état de référence d'un système correspond à l'état de fonctionnement nominal théorique pour lequel le système a été élaboré et vers lequel il ne peut que tendre. Cet état pousse donc à l'amélioration continue du système. L'usure du temps a toutefois tendance à faire tendre le système vers la défaillance. De plus, un système est exposé à des perturbations externes et internes qui risquent d'engendrer des défaillances. Il convient dès lors de caractériser ces perturbations pour établir les différents états dans lesquels un système peut se trouver et les accepter.

Pour déterminer le caractère acceptable d'une perturbation du système, il faut évaluer les répercussions que ce dernier est prêt à accepter. Autrement dit, accepter une perturbation revient à accepter ses conséquences. Cette acceptation passe nécessairement par l'établissement de critères (à la fois qualitatifs et quantitatifs) qui viendront définir les trois états possibles d'un extrant. Une ressource peut être disponible, dégradée en termes de caractéristiques, dégradée en termes de délais de livraison ou indisponible. Dans le cas d'un extrant, l'état de dégradation se traduira par ses caractéristiques délais (quantitatif) – qualité (qualitatif) (Guichardet, 2009). Alors que la caractéristique de délai traduit le respect du délai de livraison d'une ressource à ses utilisateurs, celle de qualité reflète pour sa part le respect de la qualité de l'extrait fourni aux utilisateurs.

Les trois états retenus pour un extrant sont :

- normal : l'extrant est fourni de manière correcte à ses usagers en respectant les caractéristiques en matière de délai et de qualité;
- perturbé : l'extrant est livré à ses utilisateurs avec des caractéristiques délais-qualité dégradées, mais acceptables. Par exemple, l'extrant est fourni avec un retard ou une qualité non optimale, mais tout de même acceptable;
- dégradé : l'extrant est fourni à ses utilisateurs avec des caractéristiques délais-qualité dégradées et inacceptables, ou n'est tout simplement pas fourni.

Selon la caractérisation des divers états de l'extrant, le système, ou l'organisation, est susceptible de se retrouver dans cinq états différents :

- l'état de référence : état théorique du système pour lequel il a été conçu, il constitue un niveau d'optimisation vers lequel le système cherche à tendre;
- l'état normal : tous les extrants du système sont dans leur état normal. Le système est performant puisqu'il remplit correctement sa mission de fourniture de l'extrant;
- l'état perturbé : un des extrants est perturbé, mais grâce à la mise en place d'actions, le système parvient à garder acceptable le délai de livraison de l'extrant ou à en limiter les dégradations de la qualité. Les dégradations de l'extrant restant acceptables, le système continue de remplir sa mission, mais il n'est plus performant;
- l'état défaillant : malgré les actions entreprises, les dégradations de l'extrant deviennent inacceptables (extrants dégradés) et le rendent inutilisable, d'où la cessation de l'aptitude du système à accomplir sa ou ses missions avec les performances spécifiées;
- l'état hors service : il y a cessation complète de toute activité.

Une fois les différents états du système établis, il est essentiel de déterminer des seuils qui favoriseront l'anticipation des changements d'état. Ces seuils (au nombre de deux) seront également utiles lors de l'établissement des indicateurs qui ultimement serviront à évaluer l'état de résilience d'une organisation. Le premier seuil est celui de performance et correspond à la frontière entre un état normal du système (fourniture correcte de l'extrant) et un état perturbé (perturbations dans la fourniture de l'extrant). Le second est le seuil de défaillance et correspond à la frontière entre un état perturbé du système (perturbations acceptables) et un état défaillant du système (perturbations inacceptables). Les trois états du système, ainsi que les deux seuils, sont résumés dans le tableau 2.

TABLEAU 2 : LES ÉTATS DU SYSTÈME

ÉTAT DE L'EXTRANT		ÉTAT DU SYSTÈME
Normal		État de référence
	Seuil de performance	Normal
Perturbé <i>(Dégradation acceptable des caractéristiques délais-qualité)</i>		Perturbé
	Seuil de défaillance	Défaillant
Dégradé <i>(Dégradation inacceptable des caractéristiques délais-qualité)</i>		Hors service

Tous les concepts précédents permettent de dresser le portrait d'un système (avec les intrants, les extrants et les ensembles fonctionnels) et de distinguer les variations d'états que celui-ci peut accepter. Mais être résilient, c'est posséder la capacité de réagir aux variations d'états en adoptant des modes de gestion bien particuliers. La section suivante traite de la représentation de la résilience d'un système par ces modes de gestion.

Les modes de gestion

Chaque état de l'extrant et du système doit conduire à une méthode de gestion appropriée. Le CRP a ciblé trois modes de gestion possibles (Pinel, 2009, p. 47) : la gestion courante, la gestion particulière et la gestion d'urgence.

La gestion courante

La gestion courante fait référence à la gestion du système lorsque celui-ci fonctionne dans un état normal. Elle correspond à la mise en place d'actions préventives pour gérer au quotidien les petites perturbations et anticiper les défaillances éventuelles. La gestion courante est donc une gestion planifiée relative au maintien des activités et à l'anticipation des défaillances potentielles.

La gestion particulière

Dès lors que le système entre dans un état perturbé et que l'on doit engager des actions qui ne sont pas utilisées en gestion courante, on se trouve en gestion particulière. Celle-ci correspond à la mise en place d'actions correctives lorsque le système est dans un état perturbé. Les actions de gestion particulière contribuent à maintenir la fourniture de l'extrant selon des caractéristiques acceptables. Elles lui permettent également de tenter de remonter vers un état normal de fonctionnement. La gestion particulière est donc une gestion planifiée et adaptative, relative au maintien des activités et au rétablissement vers un état normal de fonctionnement.

La gestion d'urgence

Lorsque le système se trouve dans un état défaillant et que les actions correctives déployées dans la gestion particulière ne sont plus efficaces, on s'inscrit dans

une situation de gestion d'urgence. Cette dernière correspond au déploiement de mesures d'urgence pour tenter un retour du système à un état de fonctionnement acceptable où il pourra appliquer des règles de gestion planifiées. Dans la plupart des cas, cet état de fonctionnement acceptable sera l'état perturbé. La gestion d'urgence est donc une gestion plus rigide et procédurale. Le tableau 3 regroupe les différents modes de gestion et les états de l'extrant et du système.

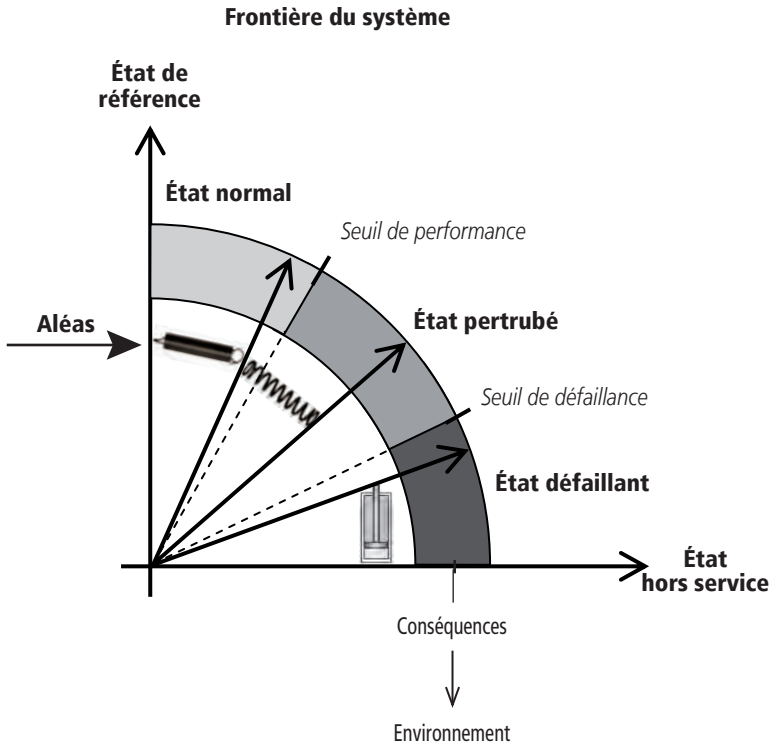
TABLEAU 3 : LES MODES DE GESTION DU SYSTÈME

ÉTAT DE L'EXTRANT	ÉTAT DU SYSTÈME	MODE DE GESTION
Normal	Normal	Gestion courante
Perturbé <i>(Dégradation acceptable des caractéristiques délais-qualité)</i>	Perturbé	Gestion particulière
Dégradé <i>(Dégradation inacceptable des caractéristiques délais-qualité)</i>	Défaillant	Gestion d'urgence

La synthèse des concepts : une représentation de la résilience

Chaque mode de gestion peut être représenté par des forces agissant sur l'état du système et celui-ci doit chercher à demeurer dans un état normal, c'est-à-dire en mode de gestion courante. Pour bien illustrer ces différentes forces, deux types d'objet ont été retenus : le ressort et le vérin. Ces forces ont pour objectif d'interférer la « force » venant des aléas et d'empêcher le système d'être perturbé ou de devenir défaillant. La figure 1 synthétise des concepts de résilience.



FIGURE 1 : UNE SCHÉMATISATION DE LA RÉSILIENCE D'UN SYSTÈME




Légende

Continuité opérationnelle		Gestion courante
		Gestion particulière
Mesures		Gestion d'urgence

Les ressorts choisis pour représenter les gestions courante et particulière, regroupées sous la continuité opérationnelle, sont :

-  : le ressort de gestion courante qui ramène le système vers son état de référence;
-  : le ressort de gestion particulière qui ramène le système d'un état perturbé vers un état normal.

Le mode de gestion d'urgence correspond à l'état défaillant du système et il est plus réactif qu'adaptatif. Contrairement aux autres modes de gestion, il ne peut être représenté comme une force s'opposant à celle des aléas, puisque la perturbation est passée et que le système est déjà en défaillance. Les actions de gestion d'urgence déployées visent à faire en sorte que le système s'oriente vers un état de fonctionnement acceptable, qui est dans ce cas l'état perturbé. L'analogie mécanique qui symbolise la gestion d'urgence est le vérin, représenté ainsi : . Utilisé pour le soulèvement de charges, cet appareil mécanique illustre le fait que le système déploie des mesures d'urgence pour remonter vers l'état perturbé.

Quant à l'état du système, il est représenté à l'aide d'une flèche qui traduit un équilibre. Le système est en équilibre entre des aléas qui le poussent vers la défaillance et les modes de gestion symbolisés par les ressorts.

Les niveaux et les seuils qui reflètent l'état du système sont pour leur part représentés en quartier de cercle. Cette analogie peut faire référence à un compteur de vitesse (odomètre) et met ainsi en évidence le fait que la mesure de l'état d'un système est faite en continu à partir de niveaux et de seuils précis. Les modes de gestion et les états du système ne sont pas fixes dans le temps, mais évolutifs, d'où la notion d'équilibre du système entre des aléas et des conséquences (équilibre avec l'environnement maintenu par les ressorts).

Vers une méthodologie d'évaluation de la résilience

Le concept de la résilience est perçu comme théorique et complexe. Étant donné que l'évaluation de la résilience doit devenir un outil d'aide à la décision important pour les organisations (British Standards Institution, 2006; Organisation internationale de normalisation, 2009), il devient donc capital de l'intégrer dans la culture, bien que le passage de la théorie à la pratique soit difficile.

Le premier moyen d'agir concrètement dans une organisation pour opérationnaliser tous ces concepts et la rendre plus résiliente est d'intégrer la notion « accepter, anticiper et planifier ». Accepter signifie être capable de comprendre l'environnement dans lequel évolue le système, de caractériser le système en définissant, entre autres, un état de référence et de connaître les défaillances et de les accepter. Anticiper veut dire être capable d'être proactif par rapport aux défaillances qui pourraient survenir et de prévoir des délais afin de dégager des marges de manœuvre. Pour terminer, planifier signifie être capable d'organiser à l'avance des actions de prévention et de correction grâce à des modes de gestion de la résilience et de prendre en compte, lors de la mise en place des actions, la dépendance à d'autres ressources et services.

Le ciment qui unit ces concepts et qui construit la résilience du système est l'évaluation en continu de la cohérence entre tous les éléments relatifs aux

connaissances, aux mécanismes d’anticipation et aux règles de planification à l’intérieur du système, ainsi que sa cohérence avec son environnement. Cette évaluation en continu passe par le développement d’indicateurs et d’un système d’alerte précoce, deux notions qui seront étudiées dans les futurs travaux du CRP.

Tous les concepts liés à la résilience organisationnelle ont favorisé l’adoption d’une terminologie de base en résilience. Développés selon une approche multidisciplinaire et globale, ils ont aussi contribué à l’établissement d’une méthodologie d’évaluation de la résilience des organisations. Conçue selon les trois concepts clés de la résilience, cette méthodologie opérationnelle est reprise en détail dans la section suivante.

■ LES PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES D’ÉVALUATION DE LA RÉSILIENCE

Pour être appliqués aux systèmes, les concepts théoriques décrits précédemment nécessitent une approche opérationnelle. Cette mise en pratique apparaît sous la forme d’une méthodologie qui vise à évaluer la résilience (Pairet, 2009) et qui se construit autour de quatre étapes :

- le portrait du système;
- l’étude des extrants et des intrants;
- la gestion des défaillances;
- l’évaluation de la résilience du système.

Le tableau 4 résume les activités rattachées à chacune de ces étapes. Ces activités ne sont toutefois pas figées; elles seront adaptées en fonction des particularités de l’organisation et de ses besoins spéciaux. De plus, elles nécessitent d’être réalisées en boucles itératives successives, car les résultats évoluent avec la progression de l’étude. Ainsi, les résultats de chaque activité doivent être revalidés avant de dresser le bilan de l’étape principale en cours.

TABLEAU 4 : RÉCAPITULATIF DE LA MÉTHODOLOGIE

IDENTIFICATION DES ÉTAPES	DESCRIPTION DES ACTIVITÉS
Étape 1 Portrait du système	<ul style="list-style-type: none"> • Définition du système • Identification et décomposition des extrants principaux • Identification des ensembles fonctionnels
Étape 2 Étude des extrants et des intrants	<ul style="list-style-type: none"> • Caractérisation des extrants • Caractérisation des intrants • Évaluation des conséquences et des délais d’affectation
Étape 3 Gestion des défaillances	<ul style="list-style-type: none"> • Identification des éléments critiques • Caractérisation des modes de gestion • Caractérisation des ressources alternatives
Étape 4 Évaluation de la résilience du système	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissance du système • Capacité à maintenir ses activités • Capacité à rétablir ses activités • État de résilience du système

Étape 1 : le portrait du système

Le portrait du système a pour objectif de définir le système et ses sous-ensembles et de déterminer les extrants que le système fournit à son environnement. Cette étape offre une vue globale du système et de ses composantes internes et externes. La caractérisation du système doit être cohérente avec le degré de raffinement de l'étude. Les principaux paramètres qui permettent de définir les limites du système sont la caractérisation des extrants et la connaissance des ensembles fonctionnels qui jouent des rôles essentiels dans la fourniture de ces derniers.

Les extrants correspondent généralement aux missions du système, mais s'ils sont trop généraux ou conceptuels, il peut être utile de les décomposer afin d'obtenir des extrants plus précis, plus concrets et, surtout, mesurables ou qualifiables. Pour ce qui est des ensembles fonctionnels, ils regroupent les éléments en fonction d'un rôle commun dans la fourniture d'un extrant. L'identification des ensembles fonctionnels dépend du degré de précision de l'étude. Pour une étude globale, un ensemble fonctionnel peut comprendre une organisation ou un ensemble d'organisations regroupées en association. Pour une étude plus fine dont le système correspond directement à une organisation, un ensemble fonctionnel peut alors être une direction, un département ou un service.

Les extrants (qualifiables ou mesurables) et les ensembles fonctionnels sont alors regroupés en fonction des rôles joués par ces derniers et ces rôles peuvent être réunis selon des critères de gestion, de contrôle ou de fonctionnement. La représentation de ces informations doit bien sûr être adaptée aux réalités organisationnelles du système à l'étude.

Le tableau 5 offre un exemple de synthèse qui rassemble les extrants et les ensembles fonctionnels, ces derniers se déclinant selon des rôles de fonctionnement, de gestion et de réglementation.

Il importe de valider l'information recueillie auprès de chacun des intervenants impliqués. Cette validation, qui peut entraîner une modification ou un ajout d'élément dans le tableau, est primordiale en termes de résilience. En effet, le premier principe de la résilience, celui de l'acceptation, demande d'assurer une connaissance explicite du système et une cohérence dans l'information qui le caractérise. Le portrait du système obtenu au moyen de tableaux synthèses et de graphiques facilite l'intégration d'intervenants multidisciplinaires et leur collaboration, mais il permet également de veiller à une plus grande appropriation de la démarche de résilience en visualisant et en acceptant cette vision cohérente de l'ensemble des composantes d'un système.

TABLEAU 5 : EXEMPLE DE SYNTHÈSE DESCRIPTIVE DES EXTRANTS ET DES ENSEMBLES FONCTIONNELS

EXTRANT PRINCIPAL	Regroupement des ensembles fonctionnels	Rôle des ensembles fonctionnels	Identification et caractérisation des ensembles fonctionnels		
			Ex. : ministère	Ex. : organisation privée	Ex. : association
EXTRANT (EX. : INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT AÉRIEN)	Ensembles fonctionnels de fonctionnement	Ex. : mettre les infrastructures à disposition	Intervenant secondaire	Intervenant principal	Intervenant secondaire
	Ensembles fonctionnels de gestion	Ex. : contrôler le trafic		Intervenant principal	
		Ex. : gérer le réseau aérien	Intervenant secondaire		Intervenant principal
	Ensembles fonctionnels de réglementation	Ex. : appliquer les lois	Intervenant principal		
		Ex. : réglementer le transport aérien	Intervenant principal		

Étape 2 : l'étude des extrants et des intrants

L'étude des extrants et des intrants correspond à l'étape subséquente à l'établissement du portrait du système. Elle permet d'obtenir les données nécessaires à la connaissance des défaillances du système présentées dans les concepts de résilience organisationnelle et constitue le prélude à toute activité cohérente d'anticipation et de planification. Il s'agit d'abord de singulariser les états et les modes de perturbation et de dégradation des extrants pour ensuite forger des liens entre la perturbation ou la dégradation potentielle d'un intrant et les conséquences sur la fourniture d'un extrant. Ces liens seront établis en passant par les ensembles fonctionnels.

Étant donné que l'évaluation des états et des seuils d'un extrant dépend de paramètres de qualité, mais aussi de contraintes légales, contractuelles et autres, il faut les définir et les qualifier en intégrant un paramètre temporel. Celui-ci est évalué par l'effet de la défaillance d'un ensemble fonctionnel sur un extrant. Il s'agit de mesurer cette incidence en termes de conséquences (dégradation de l'extrant) et de délais (au bout de combien de temps l'extrant devient-il dégradé?). Autrement dit, il faut répondre à la question suivante : comment et au bout de combien de temps la défaillance d'un ensemble fonctionnel engendre-t-elle la perturbation et la dégradation d'un extrant?

Les réponses à cette interrogation peuvent être réunies dans un tableau qui relève les perturbations et les dégradations possibles d'un extrant et qui établit les

relations entre ces états et des ensembles fonctionnels, de même que le paramètre temporel d'acceptabilité des perturbations, comme l'illustre le tableau 6.

TABLEAU 6 : EXEMPLE DE SYNTHÈSE DESCRIPTIVE DES ÉTATS D'UN EXTRANT

	ÉTAT PERTURBÉ	→	ÉTAT DÉGRADÉ
Identification d'un ensemble fonctionnel	Description des perturbations possibles	Pendant combien de temps l'état perturbé est-il acceptable pour cet extrant?	Description des dégradations possibles
Ex. : centre de contrôle des opérations	Ralentissement des communications de données	½ journée	Cessation des communications de données

L'étude des intrants et des conséquences de leurs perturbations ou de leurs dégradations sur le système doit suivre. Chaque responsable des ensembles fonctionnels doit préciser les intrants qu'il utilise. Pour assurer une cohérence dans cette démarche, il est souhaitable de dresser une liste générique de ressources essentielles et de la soumettre à tous les responsables des ensembles fonctionnels afin qu'ils déterminent celles qui s'appliquent à eux. Le tableau suivant montre un exemple de liste générique sur laquelle apparaît la ressource « eau potable ». Un responsable d'un ensemble fonctionnel précise que cette ressource est utilisée par son ensemble faisant ainsi en sorte que cette ressource devient un intrant au système. La colonne contenant le symbole « ? » indique un manque d'information quant à l'utilisation de cette ressource qui doit être levé.

TABLEAU 7 : EXEMPLE DE LISTE GÉNÉRIQUE DE RESSOURCES ESSENTIELLES

RESSOURCE ESSENTIELLE	DESCRIPTION DES PERTURBATIONS POTENTIELLES	DESCRIPTION DES DÉGRADATIONS POTENTIELLES	UTILISATION DE LA RESSOURCE PAR L'ENSEMBLE FONCTIONNEL		
			OUI	NON	?
Ex. : eau potable	Ex. : faible pression	—			
	Ex. : forte pression	Ex. : non disponible	x		
	Ex. : faible qualité	Ex. : eau contaminée			

D'autres systèmes pourraient créer et utiliser une liste similaire, par exemple en s'inspirant des travaux réalisés par l'OSCQ dans le cadre de la démarche gouvernementale visant à accroître la résilience des systèmes essentiels au Québec (OSCQ, 2009). Les intrants utilisés par les ensembles fonctionnels sont donc déterminés et colligés grâce à cette liste préétablie. Il est bien évidemment possible d'y

ajouter d'autres intrants propres au système et de dresser une liste finale d'intrants pour chaque système donné.

Il convient maintenant d'établir le temps entre le début de la dégradation d'un intrant et la perturbation, puis la défaillance d'un ensemble fonctionnel. En d'autres mots, il faut répondre à la question formulée précédemment : « Comment et au bout de combien de temps la défaillance d'un intrant engendre-t-elle la perturbation et la dégradation d'un ensemble fonctionnel? »

Le tableau 8 présente un exemple de synthèse que l'on peut produire en réponse à cette question. Il est alors possible de lier les perturbations et les dégradations d'un intrant avec le fonctionnement d'un ensemble fonctionnel. En reprenant l'exemple de la ressource « eau potable », on y expose deux états issus du tableau 7. L'état perturbé bouleverse l'ensemble fonctionnel au bout de quelques jours, mais n'entraîne pas de défaillance. En revanche, l'état dégradé de l'intrant cause une perturbation de l'ensemble fonctionnel au bout d'une heure. Deux heures plus tard, c'est la défaillance.

TABLEAU 8 : EXEMPLE DE SYNTHÈSE DESCRIPTIVE DES LIENS ENTRE DES INTRANTS ET UN ENSEMBLE FONCTIONNEL

Identification de l'ensemble fonctionnel à l'étude : _____

		ÉTUDE DE L'ENSEMBLE FONCTIONNEL	
		État normal → État perturbé → État défaillant	État normal → État perturbé → État défaillant
Intrant	État de l'intrant	Au bout de combien de temps l'ensemble fonctionnel passe-t-il de l'état normal à l'état perturbé?	Au bout de combien de temps l'ensemble fonctionnel passe-t-il de l'état perturbé à l'état défaillant?
Ex. : eau potable	Perturbé Ex. : faible qualité	3 jours	—
	Dégradé Ex. : eau contaminée	1 heure	2 heures

La consolidation constitue la dernière phase à entreprendre dans cette étape. Elle permet d'analyser la cohérence entre toutes les informations issues des divers ensembles fonctionnels. Le regroupement des informations sur l'état des intrants, des ensembles fonctionnels et des extrants favorise le calcul du paramètre temporel qui les lie. Autrement dit, il faut connaître le temps nécessaire pour qu'une perturbation ou une dégradation d'un intrant engendre la perturbation puis la dégradation d'un extrant.

Durant ce travail de consolidation, il ne faut pas manquer d'analyser un paramètre important : la capacité du système à détecter la dégradation des intrants, des

ensembles fonctionnels et des extrants. En termes d'évaluation de la résilience, ce paramètre est essentiel pour déterminer la capacité du système à anticiper des perturbations et à mettre en place des mesures de gestion adéquates.

Étape 3 : la gestion des défaillances

La gestion des défaillances consiste à repérer les mesures de gestion mises en place par les divers ensembles fonctionnels, et non à planifier des mesures d'atténuation. L'objectif est d'en évaluer la cohérence. Des mesures peuvent demander l'utilisation de ressources alternatives. Il importe alors d'évaluer si plusieurs ensembles fonctionnels utiliseront la même ressource et d'en vérifier la disponibilité. L'exemple le plus répandu est l'utilisation de plusieurs génératrices en cas de panne électrique. Il devient capital de connaître la consommation totale de carburant qui en découle et d'assurer un approvisionnement suffisant pour l'ensemble du système.

En vue d'établir les priorités entre les analyses, il peut être judicieux de regrouper les ensembles fonctionnels en catégories qui devraient compléter ou renforcer les informations colligées selon l'exemple du tableau 5. Khayate (2008, p. 33) suggère deux catégories :

- les ensembles fonctionnels critiques, qui sont des éléments dont la défaillance donne lieu à des conséquences immédiates ou significatives sur l'un des extrants du système;
- les ensembles fonctionnels de support, qui sont des éléments dont la fonction est de soutenir les activités des ensembles fonctionnels critiques.

Les mesures d'atténuation doivent être rattachées aux modes de gestion particulière et d'urgence, donc à l'état du système qui est directement fonction de l'état de l'extrant. Une première analyse consiste à vérifier si les ensembles fonctionnels critiques ont prévu des mesures d'atténuation. Dans le cas contraire, ces ensembles devront mettre en œuvre des plans d'action, car ils représentent un point faible du système.

L'étape suivante correspond à l'analyse de cohérence des modes de gestion mis en place par le système. Ces modes doivent être répertoriés et caractérisés, et plusieurs paramètres sont analysés pour définir les mesures de protection, dont :

- les contextes pour lesquels elles sont mises en place;
- leurs effets (atténuation des conséquences ou délai supplémentaire). Il faut être capable d'estimer la durée supplémentaire accordée par les mesures de gestion mises en place. Les effets concernent donc la fourniture des extrants;
- les ressources alternatives qui seront utilisées pour gérer des perturbations ou des dégradations de certains intrants. La disponibilité des ressources alternatives utilisées par les multiples modes de gestion est un paramètre dont il faut tenir compte, car l'efficacité des mesures en dépend fortement.

À ce stade de l'analyse de la résilience, les systèmes devront créer leurs propres outils d'analyse. Ils devront déterminer les modes de gestion qui relient des intrants (perturbés ou dégradés) à des extrants. Il s'agit de réunir l'information suivante :

- caractérisation de l'intrant à l'étude (nom, caractérisation des perturbations et des dégradations);
- caractérisation des ensembles fonctionnels (liste des ensembles fonctionnels utilisant cet intrant, identification des extrants affectés, établissement des délais d'affectation globaux, intégration de contextes particuliers plus critiques, etc.);
- caractérisation des modes de gestion :
 - pour les perturbations de l'intrant (affectation des extrants, liste des mesures de gestion, délais supplémentaires prévus, regroupement des ressources alternatives, etc.);
 - pour les dégradations de l'intrant (affectation des extrants, liste des mesures de gestion, délais supplémentaires prévus, regroupement des ressources alternatives, etc.);
- élaboration de tableaux synthèses relativement :
 - aux délais plus critiques et aux ensembles fonctionnels critiques;
 - aux marges de manœuvre et aux ensembles fonctionnels critiques;
 - aux contextes critiques;
 - aux ressources alternatives;
 - etc.

Pour ce qui est de l'analyse des ressources alternatives, le tableau 9 présente une synthèse des mesures prises par un système pour l'intrant « eau potable » dégradé (« eau contaminée »). Les ensembles fonctionnels ont tous évalué leurs besoins en ressource alternative « eau embouteillée » et deux seuils (minimal et souhaitable) ont été établis pour les possibilités d'approvisionnement. Ces données permettent de mieux prévoir des plans de contingence avec des fournisseurs d'eau embouteillée. La colonne contenant le symbole « ? » indique un manque d'information quant à l'utilisation de cette ressource. C'est une information très pertinente sur le plan de l'évaluation de la cohérence des analyses et, comme nous l'avons mentionné précédemment, elle devrait être examinée.

TABLEAU 9 : EXEMPLE DE SYNTHÈSE D'UTILISATION D'UNE RESSOURCE ALTERNATIVE

Identification de l'intrant à l'étude : Ex. : eau potable

Caractérisation de la dégradation de cet intrant : Ex. : eau contaminée

Identification de la ressource alternative utilisée : Ex. : eau embouteillée

	A-T-IL ÉTÉ PLANIFIÉ D'UTILISER LA RESSOURCE ALTERNATIVE?			ÉVALUATION DE LA QUANTITÉ PLANIFIÉE (EN LITRES/JOUR)	
	Oui	Non	?	Minimale	Souhaitable
Ensemble fonctionnel 1			
Ensemble fonctionnel 2			
Quantité totale (litres/jour)			

Étape 4 : l'évaluation de la résilience du système

Cette étape a pour objectif d'évaluer la résilience actuelle du système, avec ses forces et ses faiblesses. Pour y parvenir, il faut croiser l'ensemble des résultats obtenus lors des étapes précédentes et les analyser afin d'obtenir une vision générale de la résilience. Ce bilan sur l'évaluation de la résilience s'articule autour de quatre axes majeurs :

- la connaissance du système : cette partie correspond à l'identification des points faibles du système et contribue à faire accepter les défaillances du système;
- la capacité du système à maintenir ses activités : le système doit être proactif et anticiper les défaillances, de même qu'il doit planifier des actions pour maintenir un niveau de fonctionnement acceptable;
- la capacité du système à rétablir ses activités : cette capacité constitue le second volet de la résilience organisationnelle. Le système planifie et met en place des procédures afin de retrouver au plus vite un fonctionnement acceptable en cas de crise;
- l'état de résilience du système : le bilan final souligne les points forts du système et met en lumière les pistes d'amélioration visant à accroître sa résilience.

En guise de rappel, les paramètres principaux (Petit, 2009) qui entrent en ligne de compte lors de l'identification des points faibles du système sont :

- les intrants : ils représentent la dépendance du système à l'égard de son environnement et de ses fournisseurs. Une priorisation des intrants selon leur criticité aide à relever les faiblesses dites amont du système;
- les ensembles fonctionnels et leurs éléments constitutifs : ce sont des sources potentielles de défaillance interne. Il faut donc évaluer la sensibilité du

système devant la défaillance de l'un de ses sous-ensembles en déterminant les ensembles fonctionnels critiques, puis en établissant un ordre de priorité. Ces ensembles constituent les faiblesses dites internes;

- les extrants : leur indisponibilité occasionne des conséquences sur les utilisateurs. À travers ces derniers, ils représentent la sensibilité de l'environnement devant la défaillance du système et la dégradation de ses extrants. Il faut donc en préciser et en caractériser les conséquences pour évaluer la criticité des extrants. Les extrants critiques constituent les faiblesses dites aval du système.

Mais l'étude des points faibles n'est que la première partie du bilan. Celui-ci se poursuit avec l'évaluation de la capacité du système à maintenir ses activités dans un état de fonctionnement acceptable. Cette capacité relève des mécanismes et des processus du système qui servent à l'évaluer et dont les principaux sont :

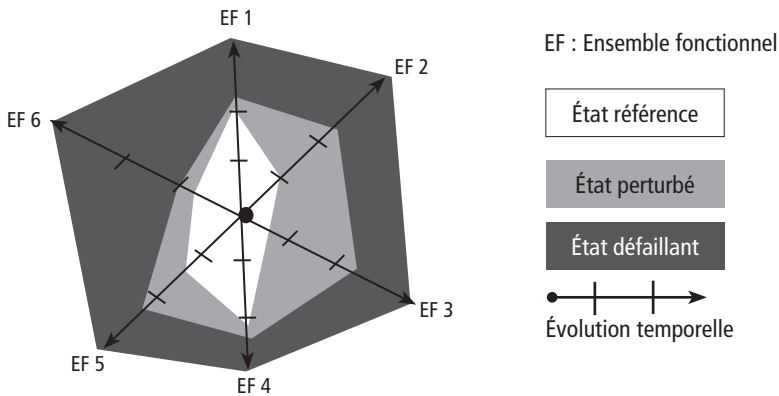
- la détection des défaillances internes et de la dégradation des intrants : elle permet au système d'anticiper les défaillances et de réagir au plus tôt afin de les éviter ou d'en atténuer les conséquences grâce aux mesures de sécurité existantes;
- les modes de gestion mis en place : ils favorisent la réduction des perturbations et des défaillances et en atténuent les conséquences lorsqu'elles se présentent. Ils permettent de diminuer le seuil de défaillance du système. Il faut vérifier s'ils sont efficaces et correctement agencés par rapport aux points faibles du système. Si une défaillance ne peut être évitée, il faut alors considérer les marges de manœuvre;
- les marges de manœuvre : elles sont accordées grâce aux délais d'affectation et aux mesures de protection. La comparaison des délais d'affectation initiaux (sans mesures de protection) et rallongés (avec mesures de protection) rend possible l'estimation du degré de résilience du système en fonction du temps durant lequel il sera capable de maintenir ses activités malgré une défaillance interne ou la dégradation d'un intrant. Les marges de manœuvre déterminent le seuil de défaillance du système.

La résilience du système dépend d'une multitude de paramètres à la fois distincts et interdépendants. Il convient donc d'évaluer non pas la résilience globale du système, mais plutôt la résilience du système par rapport à ces divers paramètres. L'évaluation est ainsi plus représentative et plus concrète. Il faut d'abord mettre en lumière les points faibles du système, ses points forts et ses capacités spécifiques afin d'ouvrir la voie vers des pistes d'amélioration à suivre. Tout point faible ou toute lacune doit mener à une recommandation afin d'accroître la résilience du système.

En prenant appui sur ces résultats, on dresse des portraits de la résilience du système en fonction des divers paramètres relevés. La figure 2 fournit un exemple de représentation de ces portraits. Ce type de représentation intègre le temps qui est un paramètre primordial de l'évaluation de la résilience. On n'y trouve pas un portrait global, mais plutôt plusieurs portraits ciblant les particularités de la résilience du système. Cet exemple schématise la résilience d'un système par rapport à un intrant.

FIGURE 2 : UN PORTRAIT DE LA RÉSILIENCE DU SYSTÈME PAR RAPPORT À UN INTRANT

Intrant à l'étude : _____



Sur ce portrait, le système est peu résilient en ce qui concerne la défaillance de l'ensemble fonctionnel 6 qui est rapidement perturbé, puis défaillant. Par contre, il est résilient en ce qui a trait à l'ensemble fonctionnel 3, lequel peut maintenir ses activités longtemps en zone perturbée.

La méthodologie d'évaluation de la résilience permet d'obtenir un portrait de la résilience du système en fonction de ses paramètres fondamentaux. Cette évaluation doit aboutir à des recommandations sur les faiblesses du système et entraîner la mise en place d'actions et de mesures concrètes pour en augmenter la résilience.

■ DISCUSSIONS

Les concepts théoriques et méthodologiques présentés dans cet article synthétisent plusieurs travaux de recherche. Ils posent les bases de l'évaluation de la résilience. Des travaux sont en cours de réalisation avec l'OSCQ (Robert, Neault et Dufour, 2009) afin de concevoir des outils opérationnels utilisables à chacune des étapes méthodologiques. D'autres travaux dont l'objectif est l'application de cette méthodologie à des municipalités québécoises ont été entrepris.

Tous ces travaux s'inscrivent dans la nouvelle mouvance de l'ingénierie de la résilience (Hollnagel, Nemeth et Dekker, 2008; Hollnagel, Woods et Leveson, 2006; Nemeth, Hollnagel et Dekker, 2009). Cette discipline s'attarde à l'élaboration d'outils qui aideront les gestionnaires et les responsables d'infrastructures à assurer

un fonctionnement acceptable en tout temps. Jumelés à la mesure de la résilience, aussi nommée état de résilience, ces outils permettront d'avoir continuellement une vision d'ensemble de l'organisation et de sa capacité à maintenir un niveau de fonctionnement acceptable.

La mesure de la résilience pose divers défis scientifiques. Premièrement, pour connaître à tout instant la capacité d'une organisation à surmonter des défaillances pouvant être nombreuses et imprévisibles, une telle mesure doit être continue. Deuxièmement, elle doit cibler clairement et rapidement les lacunes pour aider les gestionnaires à intervenir efficacement. Contrairement à l'état de préparation de son évaluation (Simpson, 2008), qui se base sur une série d'indicateurs de moyens fixes, mais non de performance, l'évaluation de l'état de résilience devra s'appuyer sur des indicateurs qui mesureront constamment le trio « accepter, anticiper et planifier », tout en prenant en compte l'ensemble du fonctionnement de l'organisation. Cette mesure outillera les gestionnaires de manière à ce qu'ils puissent veiller à ce que leur système soit dans un état normal (voir figure 1).

L'ingénierie de la résilience en est à ses balbutiements. Aucune définition claire n'est encore arrêtée pour la résilience et encore moins pour l'état de résilience. La nature des outils devant être développés doit faire l'objet de recherche pour s'assurer que ceux-ci sont réellement efficaces et qu'ils répondent aux différents besoins soulevés par une démarche de résilience.

■ CONCLUSION

Les premières applications de cette méthode d'évaluation permettent d'avancer que la résilience amène les organisations à envisager la continuité de leurs activités sous un nouvel angle. Les concepts présentés dans ces lignes conduisent à une nouvelle dimension à la résilience organisationnelle. Elle est souvent perçue comme la capacité à se rétablir à la suite d'une crise. Les concepts construits par le CRP offrent une vision plus globale. Ils s'inscrivent dans un contexte en continu et ne visent ainsi pas uniquement les moments de perturbation. L'approche système adoptée assure également une plus grande applicabilité de la méthodologie.

Par contre, des travaux d'amélioration de cette méthodologie devront être poursuivis. La mesure de l'état de résilience devra être précisée et appliquée en vue d'aider les organisations qui appliquent la méthodologie à s'orienter, entre autres, sur les améliorations possibles de leur système et des notions sur le rétablissement devront être intégrées. Autrement dit, les forces exercées par les « ressorts » devront être approfondies. Le retour à la normale fait partie intégrante de la résilience et chaque action en ce sens dépend de la connaissance du système.

La complexité grandissante de nos organisations, conjuguée aux nouvelles perturbations, oblige l'ensemble de la communauté à revoir le fonctionnement des organisations. Une nouvelle vision s'impose pour appréhender les prochaines perturbations. Cette méthodologie est un premier pas en ce sens et l'ingénierie de la résilience offrira des instruments pour améliorer le fonctionnement des organisations, mais aussi pour assurer un meilleur fonctionnement en période de perturbation et diminuer le temps pour un retour à la normale.

BIBLIOGRAPHIE

- Australia Strategic Policy Institute (2008). *Strategic Insights 39 – Taking a Punch: Building a More Resilient Australia*, www.aspi.org.au/publications/publication_details.aspx?ContentID=165 (page consultée le 25 février 2009).
- British Standards Institution (2006). *Business Continuity Management – Part 1: Code of Practice*, BSI Management Systems America.
- Guichardet, G. (2009). *Structuration et modélisation des connaissances nécessaires à l'évaluation des interdépendances entre les réseaux de support à la vie*, Mémoire, Montréal, École Polytechnique de Montréal.
- Haimès, Y. Y. (2009). *Risk Modeling, Assessment, and Management*, Hoboken, Wiley.
- Hollnagel, E., C. P. Nemeth et S. Dekker (2008). *Resilience Engineering Perspectives, Volume 1: Remaining Sensitive to the Possibility of Failure*, Aldershot, Ashgate.
- Hollnagel, E., D. D. Woods et N. Leveson (2006). *Resilience Engineering: Concepts and Precepts*, Burlington, Ashgate.
- Khayate, W. (2008). *Étude de la vulnérabilité d'une organisation en continuité des opérations*, Mémoire, Montréal, École Polytechnique de Montréal.
- Madni, A. M. (2007). *Designing for Resilience*, ISTI Lectures Notes on Advanced Topics in Systems Engineering.
- Madni, A. M. et S. Jackson (2009). « Towards a Conceptual Framework for Resilience Engineering », *IEEE Systems Journal*, vol. 3, n° 2, p. 181-191.
- McManus, S. et autres (2008). « Facilitated Process for Improving Organizational Resilience », *Natural Hazards Review*, vol. 9, n° 2, p. 81-90.
- Ministère de la Sécurité publique du Québec (2009). « Démarche de planification gouvernementale : la résilience des systèmes essentiels au Québec », *Résilience*, vol. 4, n° 1, p. 4-5.
- Nations Unies (2005). *Rapport de la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes*, Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes, Kobe (Japon), 18-22 janvier.
- Nemeth, C. P., E. Hollnagel et S. Dekker (2009). *Resilience Engineering Perspectives, Volume 2: Preparation and Restoration*, Aldershot, Ashgate.
- Organisation internationale de normalisation (2009). *Management du risque : principes et lignes directrices*, Organisation internationale de normalisation.
- Organisation de la sécurité civile du Québec (2009). *Cadre de référence de la démarche gouvernementale visant à accroître la résilience des systèmes essentiels au Québec*, Sous-comité de l'OSCQ sur la résilience des systèmes essentiels.
- Pairet, J.-Y. (2009). *Méthodologie d'évaluation de la résilience*, Mémoire, Montréal, École Polytechnique de Montréal.
- Petit, F. (2009). *Concepts d'analyse de la vulnérabilité des infrastructures essentielles : prise en compte de la cybernétique*, Thèse, Montréal, École Polytechnique de Montréal.
- Pinel, W. (2009). *La résilience organisationnelle : concepts et activités de formation*, Mémoire, Montréal, École Polytechnique de Montréal.

- Robert, B., J.-M. Neault et D. Dufour (2009). *Démarche gouvernementale de résilience des systèmes essentiels*, Colloque sur la sécurité civile 2009 : Assumons notre leadership, Québec, ministère de la Sécurité publique du Québec.
- Sécurité publique Canada (2008). *Aller de l'avant avec la Stratégie nationale sur les infrastructures essentielles*, www.publicsafety.gc.ca/prg/em/ci/strat-part1-fra.aspx (page consultée le 20 mai 2009).
- Simpson, D. M. (2008). « Disaster Preparedness Measures: A Test Case Development and Application », *Disaster Prevention Management*, vol. 17, n° 5, p. 645-661.
- The Reform Institute (2008). *Building a Resilient Nation: Enhancing Security, Ensuring a Strong Economy*, www.reforminstitute.org/DetailPublications.aspx?pid=203&cid=3 (page consultée le 23 juin 2009).