

Vers une plate-forme technologique de management de la résilience d'un site industriel au regard des risques de malveillances et d'accidents industriels

Eric Rigaud

CRC, Ecole des Mines de Paris, Rue Claude Daunesse, B.P. 207
06904 Sophia-Antipolis Cedex

eric.rigaud@cindy.ensmp.fr

Résumé – La résilience d'un individu et/ou d'une organisation correspond à sa faculté à affronter la survenue de menaces et de rapidement reprendre une activité normale. Cette propriété est au centre de réflexions au sein de différents projets scientifiques. Dans le contexte du management de la sécurité, l'ingénierie de la résilience vise à définir le cadre théorique, méthodologique et technologique destiné à doter les organisations de comportements leur permettant d'être résilient aux différents types de menaces pouvant les affecter. Le projet COREGI a pour objet de développer un prototype de plate-forme technologique dédiée à l'amélioration de la résilience d'un site industriel au regard des menaces externes (malveillance, agressions volontaires ou naturelle) et des menaces internes (incidents, accidents technologiques).

Abstract – Individual and/or organizational resilience is related to the ability to cope a threat and rapidly recover a normal activity. This property is the foundation of studies in different scientific projects. In the context of safety management, resilience engineering aims is to define theoretical, methodological and technological frameworks which objectives is to endow organizations with behaviours allowing them to be resilient against the different threats that can affected them. COREGI project objectives is to develop a first prototype of technological framework dedicated to the improvement of resilience capacities of an industrial site against internal and external disturbances.

1. Introduction

Le concept de résilience est au cœur de nombreuses réflexions au sein de différentes disciplines scientifiques telles que le génie des matériaux, l'écologie, le management, la psychologie, etc. Ces théories ont en commun de s'intéresser à l'aptitude d'un système à répondre à un événement perturbateur et à être apte à poursuivre l'accomplissement de sa fonction.

Au sein de la communauté de recherche dans le management des risques, la résilience est le catalyseur de réflexions visant à aller au delà des approches traditionnelles relatives à la prise en compte du facteur humains d'une part et des préconisations traditionnelles de management des risques d'autre part. Le courant de l'ingénierie de la résilience [1], vise à concevoir un cadre théorique pour aborder le management de la sécurité d'un système et d'en déduire un ensemble de solutions méthodologiques et technologiques permettant de conduire les processus de changements organisationnels relatif à ce cadre théorique.

Le projet COREGI vise à concevoir un prototype de plate-forme technologique destinée à servir de support à l'évaluation et à l'amélioration de la résilience d'un système

au regard des risques d'agressions malveillantes et des risques d'accidents industriels.

L'objectif de cet article est de présenter les enjeux de ce projet. Dans un premier temps, le concept de résilience est discuté, puis le cadre théorique de l'ingénierie de la résilience est présenté puis le projet COREGI est décrit.

2. La résilience

Le concept de résilience s'est étymologiquement construit à partir des racines grecs *re* et *salire* qui signifient respectivement « en arrière » et « sauter ». Le mot résilience est utilisé au XVII^e siècle en Angleterre pour désigner la capacité de réaction après un choc. Son utilisation est étendu aux Etats Unis pour désigner un ensemble de qualité d'élasticité, de ressort, de ressource et de bonne humeur. Il est dans un premier temps importé en France avec d'une part le mot résistance désignant la capacité à se tenir droit et d'autre part le mot résilience désignant la capacité à mobiliser instantanément des défenses efficaces en cas de stress. Actuellement l'idée de résilience vise à signifier la conjonction de ses deux idées c'est-à-dire à la fois la capacité à résister à un traumatisme et la capacité à se reconstruire après lui [2].

La résilience est un concept utilisé dans différentes disciplines scientifiques. Dans la suite de cette section, son

utilisation dans le domaine du génie des matériaux, de la psychologie, du management stratégique et de l'écologie est présenté. Une synthèse sur la notion de résilience en est déduit.

2.1 La résilience et le génie des matériaux

Dans le domaine du génie des matériaux, la résilience désigne la capacité d'une matière à retrouver leur état à la suite d'un choc ou d'une pression continue. La résilience sert de support à la classification des métaux ainsi qu'à l'évaluation des types de ruptures. Elle se mesure par l'intermédiaire de l'essai de résilience Charpy du nom de son inventeur l'ingénieur des Mines Georges Charpy. Cet essai consiste à mesurer l'énergie nécessaire pour rompre une éprouvette entaillée. Le dispositif repose sur un mouton-pendule muni d'un couteau qui permet de développer une énergie constante au moment du choc avec l'éprouvette. L'énergie nécessaire à la rupture est mesurée en comparant la différence d'énergie potentielle entre le départ du pendule et la fin de l'essai. Cette différence est évaluée à l'aide d'un index permettant de connaître la hauteur du pendule au départ ainsi que la position la plus haute atteinte après la rupture de l'éprouvette.

2.2 La résilience et la psychologie

L'appropriation de l'idée de résilience par les sciences humaines et sociales a conduit à une définition centrée non plus sur la propriété structurelle d'une matière mais sur une aptitude au développement. Ainsi la résilience se décrit comme « la capacité à réussir, à vivre et à se développer positivement, de manière socialement acceptable, en dépit du stress ou d'une adversité qui comportent normalement le risque grave d'une issue négative » [3]. Les enjeux de recherche en psychologie relatif à la résilience sont issus des observations et des réflexions relatives aux capacités des enfants à s'en sortir malgré une naissance dans un milieu défavorisé ou bien suite à la survenue d'un drame. Les observations menées lors de la seconde guerre mondiale ont montrée la possibilité pour des jeunes soumis à un traumatisme à devenir des adultes équilibrés [4]. Les réflexions autour du concept de résilience s'orientent depuis quelques années que les facteurs psychologiques de protection mis en œuvre pour affronter un traumatisme (clivage, déni, intellectualisation, abstraction, humour, etc.) [5].

2.3 La résilience et le management

Les sciences du management se sont appropriées l'idée de résilience pour aborder la compréhension des facteurs sources de succès ou d'échec d'une organisation au regard des événements perturbateurs et notamment de l'attitude personnelles et stratégique de leadership à tenir pour permettre à une organisation de surmonter les crises. L'étude des comportements individuels et organisationnels ayant permis à des entreprises de surmonter des crises permet d'isoler des caractéristiques permettant aux

organisations de surmonter les crises tels que la capacité à accepter et faire face à la réalité, de donner du sens à la vie ou bien d'être apte à développer les capacités individuelles et organisationnelles d'improvisation et d'actions pour affronter l'inconnu [6].

2.4 La résilience et l'écologie

L'idée de résilience est au cœur d'une approche de l'écologie. Cette approche est fondée sur trois dimensions [7]. La première dimension est relative à une approche systémique de l'environnement considérant que la nature et les humains sont membres de systèmes adaptatifs complexes et la résilience est une des clés de la durabilité de ses systèmes. La deuxième dimension est relative à la formalisation de deux concepts centraux sous-jacent à la théorie de la résilience qui sont les notions de seuils et de cycles adaptatifs.

La notion de seuil est relative à l'idée qu'un système socio-écologique peut fonctionner selon différents types d'états stables. Si un système subit de trop nombreux changements, il peut atteindre un seuil et changer d'état, c'est-à-dire de fonctionner selon une structure et des boucles de rétroactions différentes.

La notion de cycle adaptatif est liée à la dynamique des systèmes socio-écologiques. Cette dynamique est décrite selon cette approche comme une succession de phase de rapide croissance, de conservation, de libération et de réorganisation. Ce cycle peut s'opérer selon des échelles de temps et d'espaces différents.

La résilience d'un système socio-écologique correspond à la faculté d'un système de maintenir son état en deçà d'un seuil de transition d'état.

La troisième dimension est relative à l'application concrète de l'approche théorique sur des cas concrets. Celle-ci vise à caractériser comment une approche de la résilience peut être rendu opérationnel, quel pourrait être le coût d'une telle approche ?, quels serait l'impact sur la réglementation et les politiques de gestion ?, quelle pourrait être un monde résilient ?.

2.5 Synthèse

Au regard de l'étude des différents modes d'utilisation du concept de résilience au sein de différentes disciplines, un ensemble de caractéristiques peut être isolé.

- La résilience réfère à une classe de phénomènes caractérisés par de bon résultats en dépit de menaces sérieuses pour l'adaptation ou le développement d'un système.
- La résilience se développe à l'interface entre la configuration interne d'un système et une configuration de son environnement externe
- Les mécanismes de résilience dépendent à la fois des caractéristiques du système et de son environnement, ils sont différents selon l'étape du cycle de vie du système.

Cette section a présenté un ensemble d'approche scientifique centré autour du concept de résilience. La section suivante est consacré à son application dans le domaine de la sécurité industrielle.

3. Résilience et sécurité industrielle

Le développement d'une théorie de la résilience dans le domaine de la sécurité industrielle s'inscrit dans le développement des théories visant à prendre en considération les facteurs humains et organisationnels dans le management des risques et en particulier une remise en cause des paradigmes visant à limiter la liberté des acteurs humains et des organisations afin de diminuer le risque d'erreurs humaines ou de défaillances organisationnels. Les approches développées peuvent être classées en trois catégories et repose sur la définition suivante « Un système résilient possède la capacité intrinsèque d'adapter son fonctionnement dans la perspective ou suite à des changements ou à des perturbations, afin de pouvoir maintenir son activité après une perturbation majeure ou en présence d'un stress continu » [1].

La première catégorie est relative à la formalisation de modèles d'accidents originaux reposant sur l'hypothèse qu'un accident n'est pas forcément dues à une défaillance (techniques, humaines ou organisationnelles) mais peut être également causé par la composition d'écart de performance d'unité fonctionnelle d'un système.

La deuxième catégorie est relative à une approche originale de l'évaluation et de l'amélioration des performances du management des facteurs humains et organisationnels au sein des organisations. Cette approche vise à considérer que ces facteurs peuvent à la fois être source de vulnérabilité pour le système mais aussi source de résilience.

La troisième catégorie est relative à la formalisation et au déploiement de systèmes de management de la sécurité dont la structure et la dynamique permettent d'assurer des performances de résilience au regard des enjeux de la sécurité industrielle. Ces systèmes doivent être apte à répondre de manière efficace aux menaces régulières et irrégulières pouvant affecter l'organisation, à gérer les risques et remettre en question les modèles de risques et à anticiper les potentielles menaces et les conditions potentiellement déstabilisantes [1].

La capacité de résilience requiert qu'une organisation soit constamment vigilante et prête à répondre et qu'elle mette à jour continuellement ces connaissances, compétences et ressources en apprenant à la fois de ces succès et ces échecs et ceux à toutes les échelles de l'organisation (unité de travail, usine, groupe et territoire). Ces processus peuvent être abordés selon quatre fonctionnalités inter-reliées qui sont l'apprentissage du passé, la réponse aux perturbations, la vigilance et l'anticipation.

3.1 L'apprentissage

Les fonctionnalités d'apprentissage visent à permettre de formaliser et de capitaliser les informations relatives aux événements remarquables qui se sont déroulés qu'ils s'agissent de succès ou de d'échec. La mise en œuvre de ces mécanismes requiert dans un premier temps une formalisation du système étudié et la conception des modèles de succès et d'accidents correspondant et dans un second temps, la mise en œuvre de processus de collecte d'information adéquate.

3.2 La réponse aux perturbations

Afin d'être résilient à la survenue de perturbations, le système doit créer un contexte d'actions destinés à les affronter correctement. Pour cela des procédures adaptés doivent être définis et les ressources correspondantes doivent être accessibles. En outre l'organisation du système doit offrir suffisamment de flexibilité pour autoriser la mise en œuvre de actions de réponses.

3.3 La vigilance

La mise en œuvre des actions de réponses aux perturbations requiert qu'il soit en mesure de détecter au plus tôt la survenue d'une perturbation. Ainsi des indicateurs de performances et des processus d'évaluation spécifiques doivent être conçus. En outre, des seuils de déclenchement des actions au détriment de la réflexion doivent être formalisés.

3.4 L'anticipation

Dans la mesure ou de nouvelles perturbations et menaces peuvent émerger des environnements internes et externes du système. Les fonctions d'anticipation doivent permettre de remettre en question la structure et la dynamique du système et de son système de management des risques en fonction des évolutions du système et de son environnement.

4. Le projet COREGI

Les enjeux du projet COREGI sont d'une part de créer une culture commune et un espace de partage de connaissances entre des industriels soumis à de fort enjeux en sûreté et sécurité, des chercheurs en sciences des activités à risques et des chercheurs en ingénierie de la connaissance. procéder à une première mise en œuvre opérationnelle des principes de l'ingénierie de la résilience en sécurité industrielle. D'autre part il s'agit de développer une plate-forme technologique permettant d'évaluer et de participer à l'amélioration de la résilience d'un complexe industriel au regard des risques d'agressions externes (malveillance, agressions involontaires ou naturelles) et des risques d'accidents industriels.

Les partenaires impliqués dans la réalisation de ce projet possèdent des compétences dans le domaine du management de la sécurité et de l'ingénierie de la

résilience tel que l'INERIS et ARMINES Pôle Cindyniques, des compétences en ingénierie de la connaissances tel que ARMINES LGI2P et CNRS-UTC-HEUDIASYC et des industriels GDF, EDF et SNCF.

Le projet est structuré en quatre étapes.

4.1 Définition de la résilience d'un complexe et d'un territoire industriel au regard du management des risques de malveillances et d'accidents.

La première étape du projet vise à confronter la problématique du management des risques de malveillances et d'accidents d'un complexe et d'un territoire industriel au regard des acquis théoriques et méthodologiques de la théorie de la résilience. Après avoir effectué un état de l'art du domaine de l'ingénierie de la résilience organisationnelle, ainsi qu'un état de l'art sur les systèmes de management des risques de malveillances et d'accidents, les enjeux de l'amélioration de la résilience d'un complexe et d'un territoire industriel au regard de ces risques seront définis.

4.2 Formalisation et organisation de la connaissance nécessaire à l'évaluation et à l'aide à la mise en œuvre des comportements de gestion de la résilience.

La deuxième étape du projet consiste à formaliser les connaissances nécessaires à la mise en œuvre des comportements d'évaluation et d'amélioration de la résilience définis dans la première partie du projet ainsi que leur cycle de vie. Les comportements pris en considération seront ceux d'apprentissage, de réponse de vigilance et d'anticipation. Les fonctions d'acquisition, de vérification, de validation, de qualification, de certification et d'utilisation des connaissances seront prises en considération.

4.3 Définition et développement de la structure technologique de gestion du cycle de vie des connaissances d'aide à la gestion de la résilience d'un complexe industriel.

La troisième étape du projet a pour finalité de concevoir et de développer la structure technologique destinée à permettre l'acquisition, l'organisation et l'utilisation de la connaissance formalisée dans la deuxième partie du projet. Le déroulement de cette étape suivra les étapes classiques de développement d'applications informatiques (définition des besoins, spécifications fonctionnelles et techniques, conception d'un prototype, validation, etc.). Il en résultera une architecture technologique permettant de gérer le cycle de vie des connaissances nécessaires pour aborder les comportements d'anticipation, de détection et de gestion des risques d'un complexe industriel.

4.4 Expérimentation et validation du système.

La dernière étape du projet va consister à confronter l'architecture déployée à des cas industriels réels ou réalistes proposés par les industriels participant au projet.

5. Conclusion

La résilience est au cœur d'avancées scientifiques et technologiques en génie des matériaux, en psychologie, en management stratégique ou bien en écologie. L'appropriation de ces acquis par les réflexions dans les domaines de la prévention et de l'aide au management des risques de malveillances et d'accident a conduit au développement d'un ensemble d'avancées théoriques dans les domaines de la modélisation des accidents, de la prise en considération des facteurs humains et organisationnels et de la modélisation des systèmes de management de la sécurité.

L'objectif de cet article était de présenter ce contexte scientifique ainsi que les objectifs et le cadre du projet COREGI dont la finalité est de développer une architecture technologique de soutien à l'évaluation et à l'amélioration des performances de résilience d'un site industriel.

Références

- [1] E. Hollnagel, D. Woods, N. Levenson, *Resilience Engineering : Concepts and Precepts*, Ashgate 2006.
- [2] S. Tisseron, *La résilience*, Puf 2007.
- [3] S. Vanistandael, *Clé pour devenir : la résilience*, Les vendredis de Chateaufallon, nov. 1998 ; BICE : Bureau international catholique de l'Enfance, les Cahiers du BICE, Genève, 1996 ,p.9.
- [4] F. Dolto, *La difficulté de vivre*, Paris, Carrère, 1987.
- [5] B. Cyrulnik, *Un merveilleux malheur*, Odile Jacob, 1999.
- [6] *Harvard Business Review on Building Personal and Organizational Resilience*, Harvard Business School Press, 2003.
- [7] B. Walker and D. Salt, *Resilience Thinking, Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*, Island Press 2006