



Gérer l'incertitude dans un monde en transition : pour une hybridation outils-intelligence collective

Managing uncertainty in a changing world: coupling tools to collective mind

Renaud Vidal

Atrisc

Wintzenheim

renaud.vidal@atrisc.com

Christophe Prat

Principauté de Monaco

Monaco

cprat@gouv.mc

Sylvie Garandel

Atrisc

Wintzenheim

sylvie.garandel@atrisc.com

Thiébaud Goerlinger

Atrisc

Wintzenheim

thiebaud.goerlinger@atrisc.com

Résumé - Le contexte actuel, marqué par l'évolution profonde de nos modèles de production (transition écologique, réindustrialisation) et d'un certain nombre de contextes opérationnels (catastrophes naturelles et sanitaires, fragilisation des systèmes politiques, etc.) tend à multiplier les situations incertaines et ambiguës, porteuses de danger pour les organisations... Cette communication a pour objectif de présenter une approche de détection des signaux précurseurs de crises potentielles, par l'hybridation d'un type spécifique de modélisation couplé à l'intelligence collective, développée en partenariat avec la Principauté de Monaco. Nous explicitons les principes à l'origine du développement de la modélisation, puis les processus organisationnels associés. Enfin, nous présentons sa mise en œuvre dans le cadre du dispositif de gestion des événements importants de la Principauté de Monaco.

Mots-clefs — *signal faible, hybridation, haute fiabilité organisationnelle, anticipation, résilience, crise.*

Abstract — The current context, marked by long term changes in our production models (ecological transition, reindustrialization) and several operational settings (natural and health disasters, weakening political systems, etc.) tend to increase uncertainty and ambiguity. The aim of this paper is to present an approach to detecting early warning signals of future crises, through the coupling of a specific type of modeling with sensemaking processes, developed in partnership with the Principality of Monaco. We explain the principles behind the development of the modeling approach, and the associated organizational processes. Finally, we present its implementation across the Principality of Monaco's major event prevention and management system.

Keywords — **weak signal, coupling, high reliability organizing, anticipation, resilience, crisis.**

I. Introduction

Prolongeant les travaux de Wildavsky (1989), Schulman (1993) distingue deux types de fiabilité : le modèle anticipateur et le modèle de la résilience. La fiabilité anticipatrice consiste à anticiper et spécifier tous les états possibles de son environnement afin d'en déduire la réponse organisationnelle la plus adaptée, décrite dans des procédures formelles, appliquées sans déviation. Une chaîne de commandement unifiée garantit alors une action rapide et la préservation du modèle « parfait ». Une seconde approche de la fiabilité est possible. Elle n'est plus synonyme d'invariance mais de résilience. Être réactif à, plutôt que de tenter d'éliminer l'inattendu. Tout simplement parce que c'est impossible : en dépit de la connaissance acquise par l'organisation sur elle-même et sur son environnement, ces derniers sont considérés comme encore capables de surprises. Cette attente envers la possibilité de surprise n'est pas seulement un état d'esprit, mais une ressource organisationnelle importante. Dans le cadre de ce modèle de fiabilité, l'organisation s'attache à accroître les ressources à la disposition des acteurs pour les préparer à faire face. Le contexte actuel, marqué par l'évolution profonde de nos modèles de production (transition écologique, réindustrialisation) et

d'un certain nombre de contextes opérationnels (catastrophes naturelles et sanitaires, fragilisation des systèmes politiques, etc.) tend à accroître la difficulté à anticiper. Dès lors, les plus fiables des organisations parviennent à enacter les deux types de fiabilité.

Dans cet article, nous présentons des travaux qui s'inscrivent dans la perspective consistant à combiner anticipation et résilience. En partenariat avec la Principauté de Monaco, la société ATRISC a développé une solution appelée **VIGIERISC**. Elle comprend un applicatif couplé à des processus organisationnels spécifiques. La fiabilité anticipatrice repose sur une modélisation originale de l'organisation et de son environnement, destinée à faire émerger de potentiels signaux annonciateurs de crise. La fiabilité de résilience est favorisée par des processus organisationnels cherchant à mobiliser l'intelligence collective des acteurs pour interpréter ces signaux et, le cas échéant, apporter une réponse ad-hoc.

Les chapitres II, III et IV explicitent le développement de la modélisation. Le chapitre V décrit les principes des processus organisationnels associés. Enfin, le chapitre VI présente la mise en œuvre de **VIGIERISC** à la Principauté de Monaco.

II. Modéliser un monde incertain

Il est entendu qu'aucun modèle ne peut rendre compte parfaitement du monde. On peut cependant spécifier les types de modèles qu'il est possible de produire et la nature des points aveugles qu'ils génèrent, afin d'imaginer des parades. C'est l'objet de ce chapitre qui s'appuie sur le postulat de Thorngate.

A. Présentation du postulat de Thorngate

Selon Thorngate (1976), toute proposition théorique relative au monde social, ne peut posséder au maximum que deux des trois caractéristiques suivantes : généralité, précision, simplicité. Weick, qui est l'un des théoriciens des organisations à avoir fréquemment manipulé ce postulat (Weick 1979, 1999), en propose la visualisation suivante. En fonction des caractéristiques qu'elle possède, une théorie peut se placer sur l'une des graduations d'une horloge. 12h correspond à la propriété de généralité, 4h à celle de précision et 8h à la simplicité (figure 1).

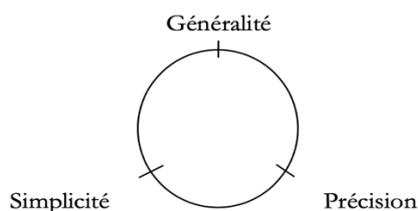


Figure 1: Positionnement des théories selon le postulat de Thorngate, adapté de Weick (1979)

Par exemple, une théorie précise et générale sera positionnée à 2h sur le cadran. On visualise ainsi facilement qu'elle sera complexe puisque la simplicité se situe sur la graduation opposée. Certaines théories ne possèdent que l'une de ces propriétés. Par exemple les études ethnographiques qui visent la contextualisation et la description épaisse des phénomènes observés sans vouloir en rendre compte par des abstractions simples et universelles (au sens d'une validité externe forte), produiront des théories « précises », à 4h.

Ce postulat est une expression des limites inhérentes à l'appréhension d'un phénomène social. Pour Lincoln et Guba (1985), Starbuck (1988), ou Bibard (2005) les hommes ont finalement le choix entre incomplétude (certaines affirmations restent indécidables) dans la cohérence, ou complétude dans l'incohérence (certaines prémisses sont en contradiction). En reformulant cette idée avec les concepts de Thorngate, la complétude correspondant à la généralité et l'incohérence à l'ambiguïté, les hommes ont le choix entre des théorisations précises ou générales, la dimension de simplicité étant implicite dans leurs discussions. Les mécanismes cognitifs liés au compromis entre généralité et précision ont été finement étudiés par Baumard (2002) dans son analyse de la connaissance organisationnelle et des paradoxes liés à sa formalisation. En particulier, Baumard remarque que le processus de formalisation d'une connaissance, d'un phénomène, ne parvient jamais à l'épuiser, et même le déforme. Mais, il permet également de le porter à la conscience, et partant de là, de le manipuler, d'articuler ces savoirs constitutifs entre eux ou à d'autres savoirs, et de les tester. Ainsi, plus la théorisation est précise, plus elle est manipulable et testable, mais plus elle détruit la réalité originelle, et plus elle perd en universalité. Cette description se ramène donc à un choix entre précision et généralité, la propriété de simplicité étant implicite dans la discussion de Baumard.

Nous décrivons un peu plus précisément ci-dessous les 3 catégories proposées par Thorngate.

B. Explication des catégories simple, générale et précise

1) Précise (versus ambiguë)

Les objets ambigus sont des objets qui ne peuvent pas être codés dans des catégories exclusives et mutuellement exhaustives. Ces objets peuvent être des variables ou des relations entre variables. Par exemple, certains auteurs produisent des énoncés caractérisant les relations entre variables comme *une tendance à*, comme *l'exercice de pressions sur*, ou trouveront qu'une description contient *un grain de vérité*. A l'intérieur d'un système de sens, l'univocité des variables, de leurs relations et le caractère testable des énoncés sont des indicateurs de la propriété de précision.

2) Simple (versus complexe)

La théorisation est simple lorsqu'elle est linéaire et se montre économe en prémisses invoquées. Elle rend compte du phénomène étudié par un modèle causal simple sans boucles de rétroactions, exprimable en une simple phrase. La complexité émerge de l'existence de boucles de rétroaction en interaction les unes avec les autres. Au-delà de trois de ces boucles, il devient problématique de prédire précisément le comportement du système par des méthodes analytiques standards (Richardson 2008).

3) Générale (versus locale)

Dans une perspective positiviste, la généralité se confond avec la validité externe, c'est-à-dire avec le caractère universel d'une propriété. Dans une perspective constructiviste, pour laquelle une validation par un test empirique n'a pas de sens, il faut entendre la propriété de validité comme celle de la plausibilité. Weick décrit le critère de plausibilité comme suit : « lorsque les théoriciens appliquent des critères de sélection à leurs conjectures, ils se demandent si cette conjecture est intéressante, évidente, connectée, croyable, belle ou réelle, dans le contexte du problème qu'ils essayent de résoudre ». C'est-à-dire que la conjecture théorique examinée doit être compatible non seulement avec les données analysées, mais également avec la connaissance et l'expérience des acteurs sur des problèmes similaires. Son intérêt vient de ce qu'elle produit comme changement utile de perspectives et d'actions par les relations nouvelles qu'elle propose (Weick, 1989:524).

C. Caractéristiques des modélisations possibles

Il en résulte trois archétypes de modèles, selon la propriété qui a été « sacrifiée » ou « mise de côté ». Nous les décrivons brièvement ci-dessous.

1) Un modèle simple et précis se donne comme objet la prédiction et le contrôle

Il s'agit de découper un phénomène en variables définies de manière précise, et reliées par des relations causales linéaires, raison pour laquelle nous pouvons qualifier ces théorisations d'analytiques. Elles sont donc simples et précises. Conformément au postulat de Thorngate, elles perdent en généralité (le champ d'application est fini), au profit d'une prédictibilité forte sur leur domaine de validité. D'ailleurs, on peut constater que les recherches de ce type étudient de plus en plus profondément (avec une profusion de variables indépendantes) des sujets de plus en plus fins et limités. Étant de portée locale, elles sont inadaptées si le problème posé tombe en dehors de leur domaine de validité.

2) Un modèle général et précis cherche à refléter la complexité du monde

Ces modèles sont souvent construits à partir de la description de comportements individuels ou propriétés organisationnelles élémentaires et de la prise en compte des effets systémiques de leurs interactions mutuelles. Les modèles complexes produisent ce que Starbuck appelle le paradoxe de Bonini, du nom d'un étudiant qui modélisa une firme hypothétique par un programme informatique plus complexe que les modèles mathématiques existants mais qui ne parvint pas à analyser les mécanismes causaux expliquant les propriétés par ailleurs assez réalistes du comportement de sa firme. Ainsi, plus le modèle est réaliste, plus il devient aussi difficile à comprendre que la réalité qu'il représente. Starbuck remarque également que ces modèles sont impossibles à valider car il est difficile d'identifier les processus du modèle qui ont généré un résultat donné (Starbuck 2006). Autre conséquence de leur complexité, l'absence de causalité claire qui rend difficile leur utilisation pour l'action.

3) Un modèle général et simple cherche à produire une créativité au service de l'action

Ces théorisations proposent des schémas causaux linéaires et généraux. La propriété de généralité doit s'entendre comme plausible et générique. Puisque les théorisations produites sont plausibles mais non testables (de par leur ambiguïté constitutive), leur valeur réside dans les nouvelles idées et actions qu'elles suscitent chez leurs utilisateurs. Et puisque cette valeur n'est pas intrinsèque à la théorisation (des résultats négatifs peuvent venir de leurs utilisateurs, ou d'elle-même sans que l'on ne puisse jamais le savoir), la pertinence du sens qu'elles proposent sera toujours incertaine.

A titre d'illustration, nous pouvons classer quelques théories classiques de gestion des risques selon les compromis de modélisation qu'elles effectuent. On peut montrer qu'elles se situent comme suit (Vidal 2011) :

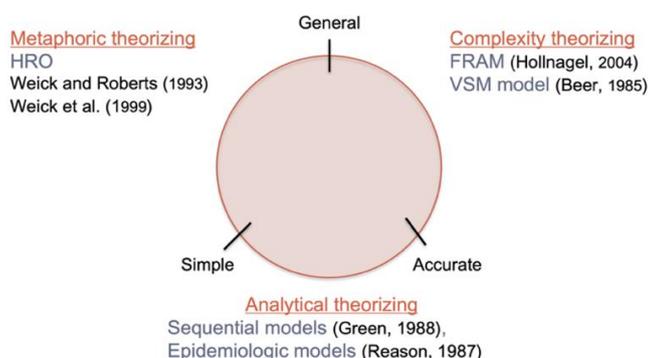


Figure 2: Positionnement de théories de gestion des risques

En synthèse, on pourrait résumer les trois types de compromis entre généralité, simplicité et précision, en les poussant jusqu'à l'absurde comme le fait Weick (1999) :

“Les explications simples et précises disent tout sur rien, les explications simples et générales ne disent rien sur tout, et les explications précises et générales disent tout sur tout mais sont inintelligibles”.

Ainsi, pour détecter le plus de signaux faibles possible, il nous faut conserver la propriété de généralité. Pour que le modèle soit également utile à l'action, il faut qu'il dégage des causalités claires. Ainsi, nous sommes conduits à développer une modélisation du système à fiabiliser « simple et générale ». Nous commençons par présenter dans le chapitre suivant les principes de cette modélisation.

III. Principes de modélisation

Nous présentons dans ce chapitre les caractéristiques principales des modélisations développées dans le cadre de la solution **VIGIERISC**. L'idée essentielle qui sous-tend leur développement consiste à considérer un événement indésirable comme un phénomène émergent d'une combinaison d'éléments, plutôt que résultant d'une chaîne simple de causalités (Hollnagel 2004). Il s'agit donc de rendre compte de la nature dynamique des interactions entre ces éléments. Ils sont en général liés à la variabilité de la performance du travail des services, due à leurs ajustements permanents aux ressources disponibles et aux contraintes temporelles. Ainsi, les éléments de la modélisation qui sont présentés ci-dessous seront plus ou moins *en tension*, c'est-à-dire susceptibles de produire des variations de performance qui pourront se recombinaison entre elles.

A. Les différents niveaux de la modélisation

Une modélisation correspond à une représentation du système à surveiller, regroupant les domaines d'activités, les activités, les groupes de familles, les familles et les indicateurs. Nous explicitons dans ce qui suit les différents niveaux illustrés par la figure 3.

1) Domaine d'activité

Le modèle est nécessairement basé à son plus haut-niveau sur les enjeux stratégiques définis par l'organisation cible. Ces éléments supérieurs de la modélisation sont appelés « Domaines d'activité ». Chaque domaine d'activité est composé de plusieurs activités qui contribuent à l'atteinte des objectifs de l'organisation pour ce domaine.

2) Activité

Une activité regroupe plusieurs groupes de familles d'indicateurs, qui sont des catégories thématiques permettant de classer les indicateurs selon leur objet, leur service ou leur finalité. Par exemple, un groupe de familles peut être le transport maritime, transport aérien et transport routier. Un groupe de familles contient plusieurs familles d'indicateurs, qui sont des sous-catégories plus spécifiques.

3) Famille d'indicateurs

Enfin, une famille d'indicateurs rassemble plusieurs indicateurs, qui sont des mesures quantitatives ou qualitatives permettant d'évaluer un niveau de tension d'un élément donné. Par exemple, un indicateur peut traduire le taux de remplissage d'un service hospitalier, le volume des véhicules ayant transité par un point donné ou un niveau de vigilance fourni par un service.

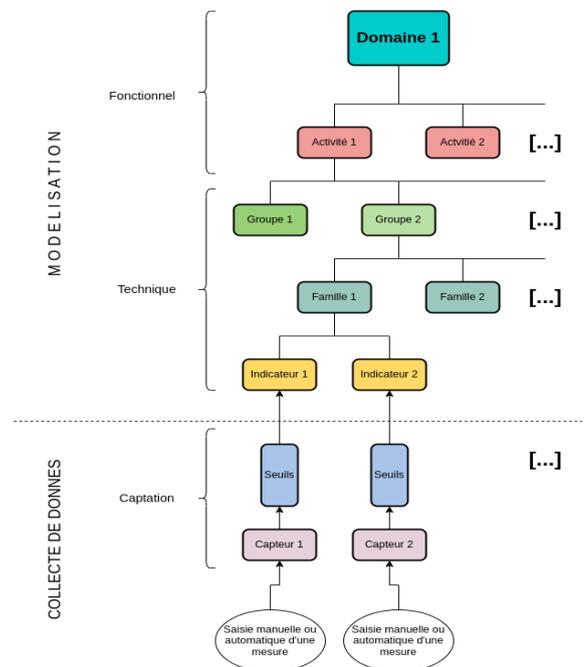


Figure 3 Représentation schématique de la modélisation

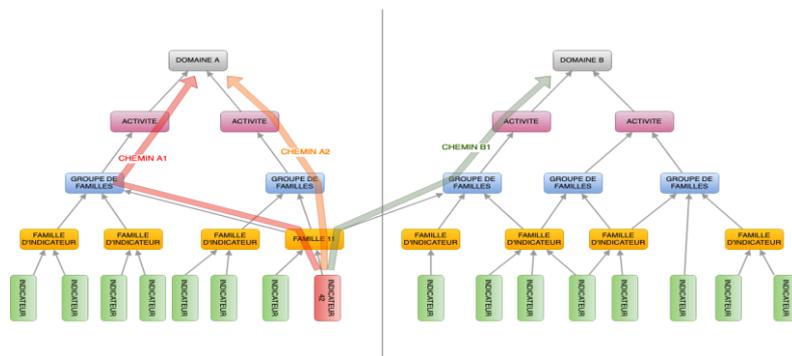


Figure 4 Représentation des capteurs propres et externes ainsi que des chemins de calculs

4) Indicateurs et capteurs

Un indicateur dispose d'un état, variant de 1 – vert à 4 – rouge. Les états intermédiaires sont 2 – jaune et 3 – orange. Cet état est défini à partir de données provenant de sources diverses, à travers ce que l'on nomme des capteurs. Un capteur récupère la donnée brute, appelée mesure, et l'envoie à un ou plusieurs indicateurs. A partir de seuils préalablement définis avec les métiers concernés, les mesures récupérées par les capteurs sont transformées en états portés par les indicateurs.

Un capteur peut être manuel, avec une saisie de la mesure (quantitative ou qualitative) par un utilisateur ou automatique, à travers l'acquisition des données disponibles dans les bases de données de l'organisation, ou publiques. L'état peut également être renseigné directement sur l'indicateur, sans passer par la saisie de mesures sur le capteur.

Un capteur peut être propre, c'est-à-dire renseigner directement sur la tension de l'activité considérée ou externe. Par exemple, le capteur « état du réseau électrique » est *propre* à l'activité Energie. Ce capteur et l'indicateur associé sont également utilisés pour qualifier d'autres activités, comme la Santé ou les Activités Civiles de l'Etat, qui sont électrosensibles. Le capteur et l'indicateur « état du réseau électrique » sont alors *externes* pour ces activités.

B. Le fonctionnement de la modélisation

Une fois les états des indicateurs connus, à partir de la mesure des capteurs et des seuils définis, l'état (et la couleur associée) du niveau N+1 est régi par trois règles distinctes :

- Lorsqu'un état est supérieur à tous les autres, l'*hypervigilance* s'applique. L'état le plus élevé est propagé au niveau N+1 de la modélisation.
- Lorsque l'état le plus élevé se retrouve sur plusieurs indicateurs, la *pondération quantitative* entraîne la propagation de l'état le plus élevé constaté aggravé d'un niveau (état + 1). Par exemple, deux indicateurs en jaune (état 2) dans une famille d'indicateurs font figurer cette famille en orange (état 3).
- Enfin, lorsqu'un indicateur ou une partie de la modélisation augmente de plus d'un état - passage de vert (1) à orange (3) ou de jaune (2) à rouge (4) - une *pondération qualitative* est introduite. Le système envoie alors une notification à la personne d'astreinte, en lui demandant de venir déterminer lui-même l'état. La personne d'astreinte prend les informations auprès des référents d'activités pour juger du niveau que doit prendre la partie de modélisation concernée, avec des durées de validité et des commentaires obligatoires.

La figure suivante présente un exemple de propagation.

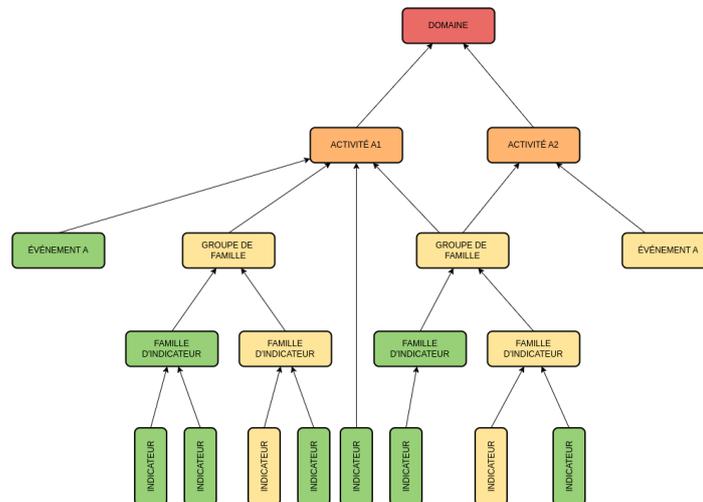


Figure 5 Représentation de la propagation d'un état

IV. Évaluation du positionnement Thorngate de la modélisation

La modélisation cible doit réunir les propriétés de simplicité et généralité. La propriété de simplicité est toujours réalisée car les relations entre variables n'impliquent jamais de boucles de rétroaction. En revanche, certaines portions du modèle sont relativement précises (et perdent en généralité) tandis que d'autres sont générales (et perdent en précision) comme il est recherché. Dans ce chapitre, nous avons souhaité évaluer la « quantité » de généralité de la modélisation, afin de savoir si l'on se rapproche de la modélisation cible.

A. Modalités d'évaluation du compromis généralité-précision

Nous proposons dans ce qui suit une quantification des propriétés de précision et de généralité.

1) Evaluation de la précision

En première approche, on suppose que plus un indicateur est lié à d'autres activités que les siennes, plus il mesure un phénomène *large*, donc moins il est précis. Ainsi, on pose que la précision P de la modélisation est l'inverse de la transversalité t, qui est la proportion d'indicateurs externes sur l'ensemble des indicateurs.

$$P = \frac{1}{t} \text{ où } t = \frac{\text{indicateurs externes}}{\text{indicateurs internes+externes}}$$

On désigne par a le nombre d'activités et par c le nombre d'indicateurs. La transversalité t est minimale lorsque les activités n'ont aucun indicateur externe, soit $t_{min}=0$. La transversalité est maximale quand le nombre d'indicateurs externes est maximal. Ce nombre vaut $\sum_i(c - \text{indicateurs internes à l'activité } i) = ac - c = c(a - 1)$. On a alors $t_{max} = \frac{a-1}{a}$. Ainsi, la précision P varie entre $\frac{a}{a-1}$ et l'infini.

2) Evaluation de la généralité

Nous évaluons la généralité de la modélisation comme le produit des deux termes suivants :

- le premier terme reflète le « périmètre de la modélisation », c'est-à-dire la quantité d'aspects du réel enregistrée par les indicateurs (a)
- le deuxième terme reflète la prise en compte par la modélisation de l'interaction entre ces aspects (b)

(a) Quantité d'aspects du réel enregistrée par les indicateurs

Plus il y a d'indicateurs *larges*, plus on prend en compte de phénomènes. En première approche, ce terme vaut : *nombre d'indicateurs. largeur moyenne* $= c \cdot \frac{1}{P} = ct$.

(b) Prise en compte des interactions par la modélisation

Soit c_i les indicateurs impactant l'activité A_i dans la modélisation. Ainsi la modélisation induit l'examen de c_i facteurs impactants sur c possibles. Pour l'ensemble des activités, on a donc l'examen de $\sum c_i$ sur ac possibles, soit $\frac{\sum_i \text{indicateurs internes+externes à l'activité } i}{ac}$.

On montre que la généralité G s'écrit :

$$G = \frac{ct}{a(1-t)}$$

C'est bien une fonction décroissante de la précision $1/t$ (ou croissante de t). Examinons quelques cas particuliers :

- Si $t=0$ (la précision est maximale), alors la généralité de la modélisation est nulle. Chaque indicateur n'impacte qu'une seule activité. La modélisation tend vers un positionnement simple et précis.
- Si on décroît la précision au minimum, alors $t = t_{max} = \frac{a-1}{a}$ et on a $G_{max} = c \left(1 - \frac{1}{a}\right)$. La généralité maximale dépend linéairement du nombre d'indicateurs c et, dans une moindre mesure, du nombre d'activités.

Nous voilà dotés d'une mesure du compromis réalisé entre précision et généralité. Nous verrons tout son intérêt au chapitre VI dans l'application qui en sera faite pour analyser la première modélisation réalisée de la Principauté de Monaco.

V. Processus organisationnels associés

Nous avons fait le choix de développer une modélisation simple et de portée générale. Par construction, les résultats produits par le modèle doivent donc être examinés pour être interprétés. Les chercheurs ont depuis longtemps mis en évidence les principes à suivre pour optimiser l'interprétation des signaux faibles en faisant émerger l'intelligence collective de l'organisation. Le lecteur pourra se rapporter notamment à la description des cinq principes de la haute fiabilité organisationnelle (Weick, Sutcliffe, and Obstfeld 1999). Au-delà de ces principes qui relèvent de la culture organisationnelle, un certain nombre de « bonnes pratiques » observées par les chercheurs sont rapportées ci-dessous :

- encourager la prise de parole : les membres de l'organisation doivent se sentir « libres » d'exprimer leurs doutes, interrogations et même leurs erreurs, sans peur d'être dénigrés ou punis ;
- faire preuve de respect et faire confiance aux compétences de leurs interlocuteurs, tout en vérifiant qu'ils en apportent la démonstration lors de leurs interactions ;
- expliciter les hypothèses sur lesquelles sont basées les affirmations ou actions en cours ;
- développer des interactions intègres : rapporter honnêtement, respecter ses propres perceptions, ainsi que celles des autres et essayer de les intégrer avec celles des autres ;
- écouter activement plutôt que tenter de convaincre ;
- agir à partir d'une interprétation plausible, plutôt que d'attendre une explication précise et complète ;
- préférer des échanges d'information périodiques, plutôt que continus ;

- encourager les échanges horizontaux, plutôt que verticaux.

Nous avons souhaité mettre en évidence dans ce qui suit trois familles de processus organisationnels spécifiques associés à **VIGIERISC** : contrer l'inertie organisationnelle par des *déclencheurs*, contrer les pseudo-consensus par un fonctionnement en *trinôme*, et contrer la tendance organisationnelle à la complaisance par le *retour d'expérience*.

A. Contrer l'inertie organisationnelle par des déclencheurs

Les chercheurs ont montré que les petites évolutions ont tendance à être peu perçues ou ignorées. Lorsqu'elles s'accumulent, c'est un changement important qui peut passer inaperçu. Ainsi, un flux continu d'informations pousse les individus à effectuer de petits ajustements cognitifs par rapport à la situation précédente sans s'apercevoir que la somme de ces petites variations est significative (Hutchins 1995; Starbuck and Milliken 1988). Pour cette raison, nous avons choisi de contrecarrer cette tendance par la discrétisation de l'état des éléments de la modélisation (effet de seuil) et la demande d'intervention humaine lorsque l'augmentation d'un état dépasse une valeur critique (la demande de pondération).

1) Effet de seuil (états 1-4)

Plutôt que des fonctions continues du temps, les indicateurs sont définis par des états discrets de 1 à 4. Les effets de seuil qui en résultent déclenchent des interactions entre le superviseur de **VIGIERISC** et le référent métier en charge de l'indicateur concerné. Là aussi, il ne s'agit pas de prendre pour argent comptant le signal de la machine, mais de susciter l'interaction qui permet à la fois :

- l'apprentissage au travers de l'expérience réfléchie du système
- la prise de recul
- et l'ajustement, si nécessaire des seuils.

2) Demandes de pondération

Une stratégie utilisée par les organisations à haute fiabilité consiste à fixer les principales conditions aux limites de validité des actions en cours. Lorsque ces limites sont atteintes, il faut réévaluer la situation (Vidal 2011). Ces limites sont les « déclencheurs » de cette réévaluation. Nous avons mis en œuvre cette idée en faisant en sorte que l'opérateur doive examiner les éléments dont l'état augmente de 2 grades ou plus, car cette évolution pourrait être le symptôme d'un phénomène grave en cours de développement. Une demande de pondération manuelle est donc transmise à l'opérateur afin que celui-ci donne du sens à cette évolution :

- a-t-elle lieu d'être ? Et alors, c'est peut-être le signe de quelque chose qui sort du bruit de fond ;
- est-ce un dysfonctionnement ? Dans ce cas, l'opérateur peut ajuster cet indicateur pour une durée définie ;
- est-ce un indicateur dont les seuils sont trop sensibles et donc seraient à réajuster, afin qu'ils reflètent davantage et mieux l'impact sur le système global ?

Ainsi, le système alerte l'opérateur, de sorte qu'il apporte de l'intelligence humaine au système.

B. Contrer les pseudo-consensus par un fonctionnement en trinôme

Les organisations sont vulnérables à la pensée de groupe, c'est-à-dire à l'émergence de pseudo-consensus sur la situation et ce qu'il convient de faire. Cette dynamique se manifeste chez les acteurs par de l'auto-censure concernant leurs propres doutes, contre-arguments, différences, et la fausse supposition que le silence démontre l'approbation (Weick and Roberts 1993). Pour contrer cette tendance, nous suggérons d'adopter un fonctionnement en trinôme pour certaines phases.

Dès que l'ensemble des indicateurs affiche un état général qui, pour l'opérateur en charge du suivi de l'application, présente des signaux d'une dégradation, celui-ci dispose d'un logigramme décisionnel qui l'amènera ou pas à déclencher la mobilisation d'un trinôme, afin de multiplier les points de vue sur la situation. En effet, cette configuration rend plus probable le fait qu'une interprétation élaborée par deux acteurs soit questionnée par le troisième (Vidal and Roberts 2014). La réflexion de ce trinôme est cadrée par des métarègles de fonctionnement qui régulent l'expression et l'écoute du point de vue de chaque protagoniste tout en conservant le contenu de la réflexion.

C. Contrer la tendance organisationnelle à la complaisance par le retour d'expérience

La complaisance gagne les organisations qui pensent avoir tout prévu et découvrent les problèmes trop tard. Elle engendre un excès de confiance qui réduit la vigilance, favorise des sur-simplifications de la réalité qui entraînent des erreurs de diagnostic et une escalade dans l'engagement (Hedberg, Nystrom, and Starbuck 1976). L'une des parades à cette tendance qui guette toutes les organisations consiste à organiser des retours d'expérience. Par ailleurs, les évolutions de l'organisation, des indicateurs d'une activité ou impactant l'activité sont susceptibles de faire évoluer le système, de modifier ses équilibres, et ceci tout au long de la vie du dispositif.

Il est alors primordial d'envisager un dispositif de Partage d'EXpérience (PEX) et REtour d'EXpérience (RETEX) pour ajuster autant que nécessaire le système et son fonctionnement. Par exemple, si des crises ou événements majeurs sont survenus, il sera intéressant de se demander si la solution (applicatif couplé à l'organisation) avait détecté des signaux précurseurs. Plus largement, nous considérons que ce dispositif ne peut évoluer que dans le contexte d'une culture apprenante.

Examinons maintenant comment ces principes généraux ont été mis en œuvre sur le territoire de la Principauté de Monaco.

VI. Le cas empirique de la Principauté de Monaco

Le projet de Smart City monégasque constitue l'un des composants importants du programme *Extended Monaco* de transformation numérique de la Principauté de Monaco. Ce processus de transformation conduit la Principauté à s'intéresser aux solutions permettant une meilleure anticipation, prévention et, lorsque nécessaire, une meilleure gestion des situations de crise. Dans ce contexte, la société ATRISC est intervenue en tant qu'experte pour co-construire avec le Département de l'Intérieur, l'organisation cible, les outils et processus associés, et le déploiement du dispositif de Gestion des Événements Importants (GEVIM). Dans ce chapitre, nous présentons les caractéristiques et enjeux principaux du territoire de la Principauté au regard de la gestion des risques. Puis nous indiquons les grandes lignes de la modélisation réalisée, ainsi que les processus organisationnels associés.

A. Principauté de Monaco

La Principauté de Monaco est un état souverain, indépendant et dotée d'institutions stables. Son territoire s'étend sur 2,02 km² et compte 5 469 mètres de frontière terrestre avec la France, ainsi que 3 829 mètres de côte. Au cours du vingtième siècle, de grands travaux ont permis à Monaco de s'étendre de près de 40 hectares gagnés sur la mer.

La Principauté bénéficie d'une image de sérénité et de qualité de vie avec quelques 39.000 résidents répartis en près de 140 nationalités différentes. Cette image traduit une réalité perceptible au quotidien, alors que des événements majeurs se succèdent toute l'année, et que des milliers de visiteurs et travailleurs (45.000/j) s'y rendent chaque jour.

La tranquillité à Monaco repose tout d'abord sur un état d'esprit partagé par tous, dès le plus jeune âge, pour veiller au respect de chacun. Elle est accompagnée par le Gouvernement Princier au travers d'une politique en matière de sûreté intérieure et de sécurité civile destinée à protéger les personnes, les biens et les institutions.

La Principauté est située sur une zone présentant des risques naturels importants (en particulier tempête et risque sismique). Elle dispose en outre d'une urbanisation dense et fortement imbriquée. Hormis les risques volcaniques et d'avalanches, la Principauté est logiquement exposée à l'ensemble du champ des risques de sécurité civile, mais également à un champ plus large, comme par exemple celui du risque réputationnel, cyber, technologique, etc... Cette composante, plus large, est aujourd'hui également prise en compte dans le dispositif de réponse opérationnelle de la Principauté.

Ainsi, pour faire face au quotidien comme à l'exceptionnel, la Principauté s'est dotée d'outils, notamment au moyen de plans de réponses opérationnelles qui vont au-delà du seul dispositif classique de sécurité civile. Ces plans organisent la mobilisation, la mise en œuvre et la coordination des actions de tous les intervenants participant à la protection générale des populations ou des organismes d'importance vitale et ce, en fonction de la nature de la crise.

Les enjeux de sécurité face aux risques et menaces de toute nature, de protection de la population, de maintien des activités essentielles sont ainsi au cœur des préoccupations de la Principauté qui dispose aujourd'hui d'une organisation permettant d'identifier au plus tôt des éléments de nature à pouvoir porter atteinte à ces enjeux, de mobiliser un dispositif efficace pour apporter les réponses les plus adaptées. Les événements générateurs de distorsions étant particulièrement variés et parfois complexes, ils nécessitent une mobilisation coordonnée et organisée de l'ensemble des directions et services de l'Etat, mais également les parties prenantes (fournisseurs, prestataires). L'ensemble de ces acteurs est aujourd'hui pleinement intégré dans le dispositif monégasque.

Anticipation, organisation et réponse opérationnelle représentent donc le triptyque retenu par la Principauté de Monaco pour répondre au mieux à la gestion d'événements importants et optimiser, dans les meilleures conditions possibles, la reprise de l'activité du ou des secteurs touché(s). La partie suivante présente les caractéristiques de la modélisation sur laquelle repose l'applicatif, c'est-à-dire la composante technique des évolutions engagées.

B. Modélisation

La politique gouvernementale de la Principauté de Monaco détermine sept piliers stratégiques. Ils constituent naturellement les « domaines d'activité » de la modélisation. Ces domaines sont produits chacun par plusieurs activités. Par exemple, le domaine régalien s'appuie sur les activités civiles de l'État (ACE), les activités judiciaires (AJ), les activités militaires (AME) et les activités de gouvernance. La figure suivante présente les domaines d'activité de la Principauté de Monaco, et les 25 activités associées.

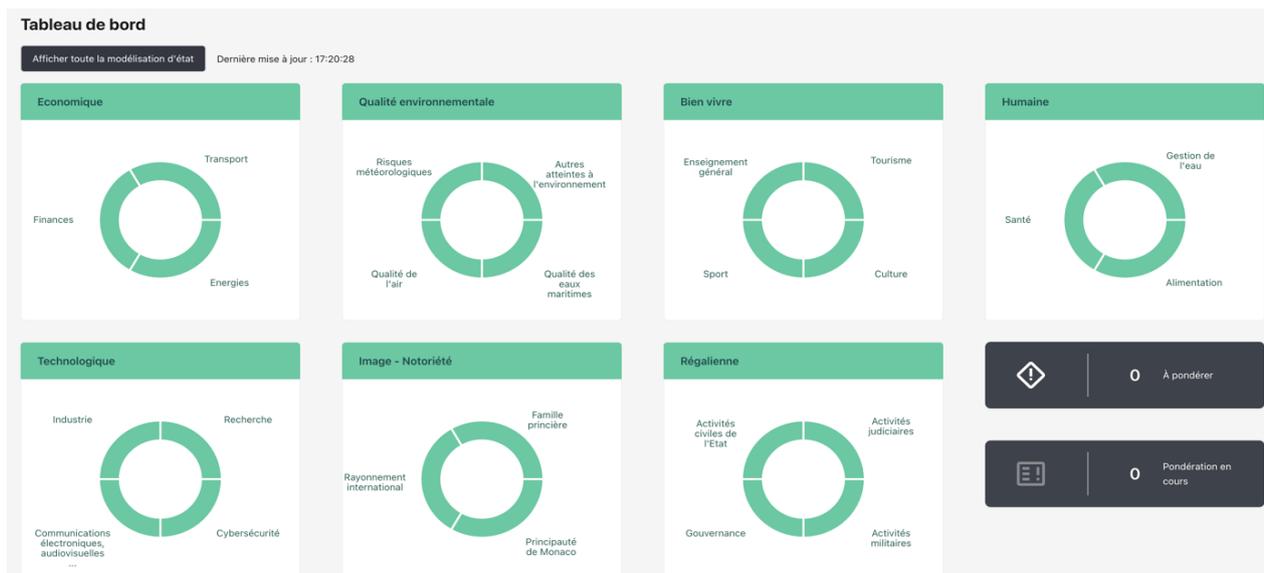


Figure 6 : Tableau de bord dans VIGIERISC

Un travail de co-construction avec les services de la Principauté a permis de développer les arborescences associées à chaque activité. La figure suivante présente l'exemple de l'activité *Santé*.

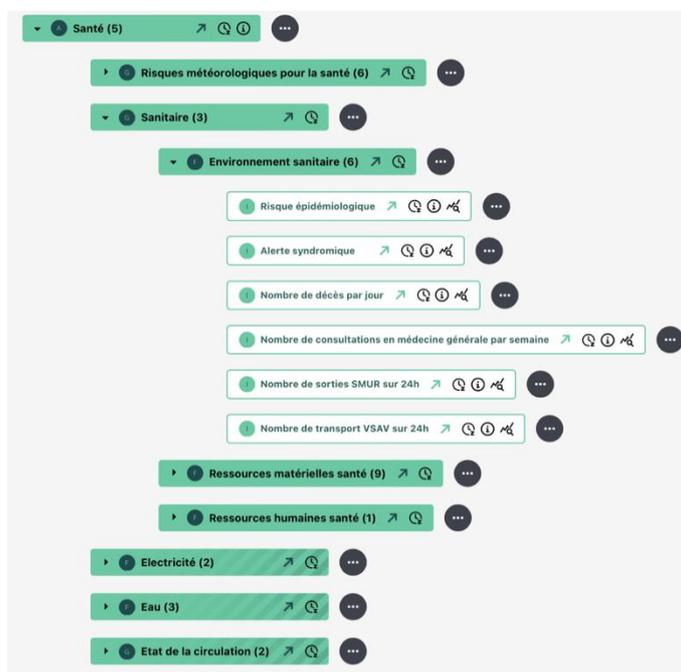


Figure 7 : Modélisation de l'activité Santé dans VIGIERISC

La modélisation actuelle compte environ 95 indicateurs, dont 41 automatisables et 27 manuels. Les 27 restants sont en cours d'analyse avec les métiers. Les indicateurs automatisables sont par exemple l'indice de qualité de l'air, les prévisions de pluviométrie (à 2h, 4h, 6h, jusqu'à 24h), les capteurs du trafic routier ou encore la présence de drones non autorisés survolant la Principauté.

Les données automatiques sont centralisées à Monaco dans un Data Lake, propriété du Gouvernement Princier. Les données identifiées comme pertinentes sont « poussées » par le biais d'une API¹ vers VIGIERISC. Cette articulation permet une récupération passive par VIGIERISC des données et la Principauté conserve pleinement sa souveraineté et sa propriété, en étant capable à tout moment de couper la transmission.

¹ Application Programming Interface : interface entre deux applicatifs/systèmes permettant l'échange d'information

C. Évaluation du compromis entre précision et généralité

Un premier travail de modélisation étant réalisé, il est possible d'évaluer le compromis atteint entre généralité et précision pour chacune des activités de la Principauté de Monaco. Pour en avoir une idée plus précise, nous utilisons la métrique présentée au chapitre IV, appliquée à chaque activité. Ainsi, on représente chaque activité dans le plan : *largeur* moyenne des indicateurs de l'activité x prise en compte des interactions (recombinaison de c_i facteurs pour l'activité A_i). La prise en compte des interactions s'interprète comme une mesure de la « *largeur* » des activités.

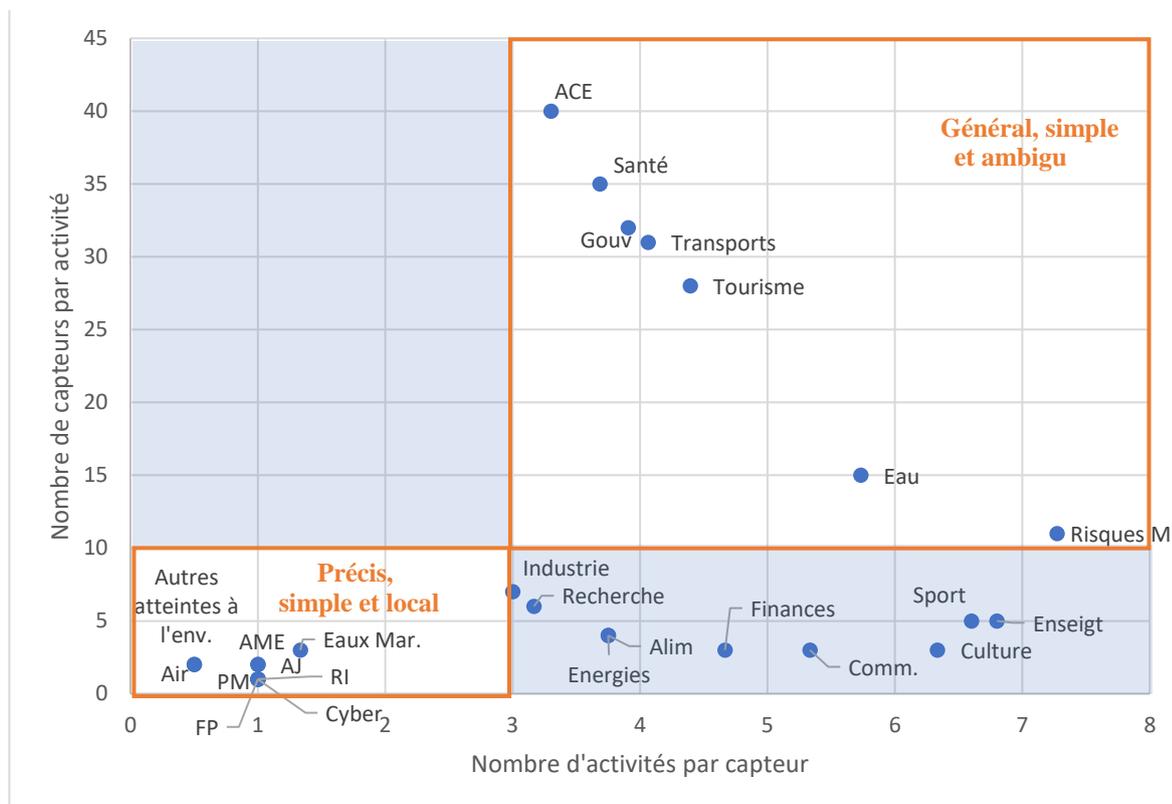


Figure 8: compromis généralité - précision par activité

Le plan se divise donc en 4 cadrans. En orange on trouve les modélisations générales et simples : abscisses et ordonnées élevées, et les modélisations précises et simples : abscisses et ordonnées faibles. Conformément au postulat de Thorngate, les 2 cadrans bleus sont problématiques car ils peuvent laisser croire que les 3 propriétés (simplicité, généralité, précision) seraient réunies. Et puisqu'elles ne peuvent pas l'être, cette croyance crée des points aveugles potentiellement dangereux. Ces zones bleues contiennent soit des indicateurs précis qui définissent des activités larges, soit des indicateurs « larges » qui définissent des activités précises.

Par exemple, l'activité Sport dépend des 5 indicateurs météo suivants : « Vent », « Neige et verglas », « Canicule », « Grand froid » et « Pluie inondation ». Ces indicateurs sont relativement « larges » car ils impactent d'autres activités dans la modélisation présentée comme les activités transports ou enseignement. Nous sommes donc dans le cas d'indicateurs « larges » qui définissent une activité précise, c'est-à-dire composée de peu d'indicateurs. Or, comme toutes les autres activités situées dans ce cadran bleu, cette modélisation est problématique car elle crée des points aveugles. Ainsi, définir l'activité Sport uniquement par des indicateurs météorologiques la laisse insensible à la dégradation des conditions de transport, d'alimentation électrique, etc.

Cette métrique d'évaluation du type de modélisation obtenue permet donc d'identifier les activités dont la modélisation est à améliorer. Les deux trajectoires possibles pour gagner en généralité sont d'accroître la 'largeur' des indicateurs d'une activité ou d'accroître la 'largeur' de l'activité (le nombre des indicateurs indépendants de l'activité).

1) Élargir les indicateurs manuels des activités aux transversalités nulles

Les activités concernées sont par exemple : Autres atteintes à l'environnement, Cybersécurité (Cyber), Qualité de l'air (Air), Qualité des eaux maritimes (Eaux Mar.)...

Élargir les indicateurs signifie que les libellés des indicateurs doivent être plus large dans les phénomènes qu'ils enregistrent. En général, cela se traduit par de nouveaux impacts sur d'autres activités. Par exemple l'indicateur lié à la pollution de l'air pourrait non seulement affecter la qualité environnementale comme c'est le cas aujourd'hui, mais aussi l'environnement sanitaire (donc l'activité Santé), etc. C'est l'action la plus efficace pour augmenter la généralité de la modélisation.

2) Accroître le nombre d'indicateurs indépendants dont dépend une activité

Il est possible de trouver des indicateurs propres aux activités qui en sont dépourvues. Il s'agit par exemple des activités Alimentation ou Sport... Augmenter le nombre d'indicateurs indépendants augmente naturellement la généralité du modèle.

Les pistes d'amélioration de la modélisation étant identifiées, nous nous tournons vers l'architecture organisationnelle associée à l'applicatif.

D. *Processus organisationnel : le dispositif GEVIM*

Les processus organisationnels déclinés sur la Principauté de Monaco s'appuient sur un dispositif plus large, dit de Gestion des Événements IMportants (GEVIM). Nous n'évoquons ici que certains aspects du dispositif, en particulier ceux qui s'articulent plus directement avec l'applicatif.

1) *Postures organisationnelles*

Trois postures organisationnelles sont définies en matière de gestion des risques. La posture de VEILLE est une posture permanente qui permet d'activer, quand c'est nécessaire, le dispositif opérationnel GEVIM. Ce dispositif mobilise d'abord une posture de SUIVI adaptée à/aux événement(s) identifié(s) comme redouté(s), puis évolue si besoin vers une posture de PILOTAGE destinée à suivre et coordonner les actions engagées sur le terrain. Trois situations peuvent nécessiter l'activation du dispositif GEVIM :

- Sur la base de l'analyse des signaux précurseurs laissant craindre une dégradation à plus ou moins long terme identifiée dans l'état de « veille » des indicateurs/capteurs.
- À la suite de la survenue d'un événement soudain et imprévu avec une sensibilité ou des conséquences potentiellement importantes, voire graves.
- Lors d'un grand événement programmé (par exemple le Grand Prix, le Yacht show...).

Nous détaillons maintenant le fonctionnement de la posture de VEILLE, et son articulation avec l'applicatif.

2) *La VEILLE*

La veille des signaux précurseurs est assurée par l'Administrateur GEVIM en lien périodique avec les Sapeurs-Pompiers (CGECOS) et la Sûreté Publique (CSCO). Elle est facilitée par l'applicatif **VIGIERISC** renseigné de façon permanente par l'ensemble des Départements ministériels de la Principauté. Comme nous l'avons décrit plus haut, l'outil permet grâce à une modélisation spécifique d'identifier les interactions entre les domaines d'activités et les effets de résonance qui peuvent être générés lorsqu'une activité ou un domaine d'activité est impacté.

Concrètement, les deux centres opérationnels (CGECOS et CSCO) se concertent et transmettent, par conférence téléphonique, à l'Administrateur GEVIM un point de la situation sur la base des informations remontées par **VIGIERISC**, deux fois par jour, même si la situation est ou semble calme. De plus, l'Administrateur GEVIM est automatiquement notifié des changements d'état problématiques, notamment par les demandes de pondérations. Ces notifications sont transmises également au référent de l'activité concerné dans l'objectif de favoriser l'interaction entre les deux acteurs pour introduire de l'intelligence collective et déterminer si l'on est en présence de signaux faibles.

3) *De la VEILLE à la proposition d'activer un niveau GEVIM*

Lorsqu'une situation suscite un doute, une inquiétude sur son impact sur la Principauté (gravité, dangerosité, sensibilité...), le trinôme composé de l'Administrateur GEVIM, du Directeur GEVIM et d'un représentant de la Force menante (c'est à dire un représentant des Sapeurs-Pompiers ou de la Sûreté Publique) se réunit sur proposition de l'Administrateur GEVIM ou d'une autorité. S'engage alors une réflexion qui s'appuie sur l'état des activités et domaines d'activités supervisés par **VIGIERISC**, et une méthode facilitant l'analyse et la compréhension de la situation.

Sur la base de cette évaluation, le Directeur GEVIM propose au Directeur Général des Opérations l'activation du dispositif GEVIM en lui présentant les tenants et aboutissants de la situation. La décision fixe le niveau proposé (SUIVI ou PILOTAGE), la force menante, les forces concourantes et les éventuelles expertises requises, le lieu et l'heure de rendez-vous ainsi que l'heure du premier point de situation.

Enfin, dans le cadre de l'activation du dispositif GEVIM, une fonction anticipation/réflexion (entre autres) pourra être mobilisée. Elle aura la possibilité de surveiller avec l'applicatif l'évolution des autres risques, associés plus ou moins directement à la situation en cours.

VII. Conclusion

La solution **VIGIERISC** couplant un applicatif et des processus organisationnels nous semble prometteuse. Le suivi de sa mise en œuvre avec la Principauté de Monaco et l'épreuve du temps permettront d'en juger plus avant. Cependant, il est d'ores et déjà possible d'identifier des conséquences indirectes liées à son utilisation, que nous qualifions *d'effets d'entraînement*.

D'abord, décrire une organisation via ses finalités (ici appelées « domaines d'activité » et « activités »), plutôt que par son organigramme, permet d'inscrire les acteurs dans une logique de résultats plutôt que de moyens. Ensuite, la présentation de la situation (événements en cours, contexte, activités en tension, risques de percolation des perturbations, etc.) par l'intermédiaire d'un tableau de bord partagé permet de faciliter et d'organiser l'exploration collective des interactions problématiques possibles

entre activités, sous-activités, etc. Cette exploration collective des interdépendances entre activités a des conséquences positives jusque dans la coordination quotidienne des services, créant un cercle collaboratif vertueux.

Il existe cependant un certain nombre de limites et de conditions de réussite. La principale limite est liée au choix d'une modélisation simple et générale. Elle contient une ambiguïté créatrice, en faisant le pari de la mise en mouvement de l'intelligence et des hommes : l'organisation comme source de fiabilité. Cette force est aussi une vulnérabilité : l'ambiguïté peut se retourner et au lieu d'être créatrice, elle peut paralyser l'action ou produire un effondrement du sens (Weick 1993, 2001).

Une importante condition de réussite dans l'utilisation de la solution **VIGIERISC** consiste à résister à une délégation complète des décisions à la machine. Les acteurs sont « naturellement » tentés de développer l'outil ou de l'exploiter comme un modèle précis et simple. Cela peut prendre la forme d'une volonté d'y raccorder le plus de données possible ou d'augmenter la proportion de capteurs automatiques. Il est alors implicitement imaginé que l'algorithme effectuera son travail en faisant émerger des problèmes précis. Or on a vu que cette approche réduisait notablement l'ensemble des phénomènes anticipables par la solution.

Enfin, on peut esquisser les caractéristiques des contextes pour lesquels la solution **VIGIERISC** est pertinente. Plus l'environnement est complexe, plus les organisations se différencient en sous-unités adaptées à leurs sous-environnements. Ainsi, chacune de ces sous-unités peut percevoir des variations de leurs sous-environnements qui ne paraissent pas problématiques prises séparément, mais qui, mises en commun, peuvent annoncer une évolution déterminante, voire une crise potentielle. Pour y remédier, les organisations doivent mettre en place des mécanismes d'intégration : coordination hiérarchique, structure matricielle, activités « volontaristes » (task-forces, équipes de coordination transversales...). **VIGIERISC** est une modalité possible de ces mécanismes d'intégration. Elle contribue à produire des conditions de coopérations entre unités en catalysant les interactions sur les bons signaux faibles. La première caractéristique du domaine d'application de la solution est donc la complexité de l'environnement d'une organisation, qui peut s'évaluer par exemple en reprenant les 3 critères proposés par Lawrence et Lorsch : vitesse d'évolution de l'environnement, ambiguïté de l'information disponible sur l'environnement à un instant donné, temps nécessaire pour obtenir un feed-back sur ses actions (Lawrence and Lorsch 1967). La deuxième caractéristique concerne l'efficacité des activités d'intégration, que **VIGIERISC** peut contribuer à améliorer. La mise en commun et l'interprétation collective de signaux faibles sont propices aux *stratégies d'acteurs*, décrites par la sociologie des organisations (Crozier and Friedberg 1977). L'enjeu consiste à augmenter l'aire de rationalité des acteurs et à limiter les luttes de pouvoir en alignant leurs objectifs avec ceux de l'organisation. **VIGIERISC** peut y contribuer grâce à la mise en commun des informations recueillies dans un outil partagé et à la structuration des interactions par l'intermédiaires des processus de sensemaking associés. La solution permet également d'initier les premières étapes du changement organisationnel nécessaire, dans une synergie vertueuse avec un outil applicatif.

En synthèse, les organisations constituées d'entités très hétérogènes et confrontées à des environnements de plus en plus ambigus pourraient bénéficier de la solution présentée. L'évolution du contexte actuel évoquée en introduction semble produire de plus en plus d'organisations avec de telles caractéristiques.

Références

- Baumard, Philippe. 2002. "Les Paradoxes de La Connaissance Organisationnelle." In *Les Paradoxes de La Connaissance*, Paris, 1–17.
- Beer, Stafford. 1985. *Diagnosing the System for Organizations*. London and New York: Wiley.
- Bibard, Laurent. 2005. *Gestion, Sciences et Politique: Essais de Philosophie de La Gestion*. ESSEC.
- Crozier, Michel, and Erhard Friedberg. 1977. *L'acteur et Le Système: Les Contraintes de l'action Collective*. Seuil. Paris.
- Green, A. E. 1988. "Human Factors in Industrial Risk Assessment—Some Early Work." In *Task, Errors and Mental Models.*, eds. L. P. Goodstein, H. B. Andersen, and S. E. Olsen. London: Taylor and Francis, 193–208.
- Hedberg, Bo L.T., Paul C. Nystrom, and William H. Starbuck. 1976. "Camping on Seesaws: Prescriptions for a Self-Designing Organization." *Administrative Science Quarterly* 21: 41–65.
- Hollnagel, E. 2004. *Barriers and Accident Prevention*. Ashgate Publishing Ltd.
- Hutchins, Edwin. 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Lawrence, PR, and JW Lorsch. 1967. "Differentiation and Integration in Complex Organizations." *Administrative Science Quarterly*.
- Lincoln, Yvonna S., and Egon G. Guba. 1985. *Naturalistic Inquiry*. Sage Publications inc.
- Reason, James. 1987. "An Interactionist's View of System Pathology." In *Information Systems: Failure Analysis*, eds. J. Wise and A. Debons. Berlin: Springer-Verlag, 211–20.
- Richardson, Kurt A. 2008. "Managing Complex Organizations: Complexity Thinking and the Science and Art of Management." *Practitioner* 10(2): 13–26.
- Schulman, Paul R. 1993. "The Negotiated Order of Organizational Reliability." *Administration & Society* 25(3): 353–72.
- Starbuck, William H. 1988. "Surmounting Our Human Limitations." In *Paradox and Transformation: Toward a Theory of Change in Organization and Management*, eds. R. E. Quinn and K. S. Cameron. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co.
- . 2006. *The Production of Knowledge*. New York: Oxford University Press Inc.

- Starbuck, William H., and Frances J. Milliken. 1988. "Challenger: Fine-Tuning the Odds Until Something Breaks." *Journal of Management Studies* 25(4): 319–40.
- Thorngate, W. 1976. "Possible Limits on a Science of Social Behavior." In *Social Psychology in Transition*, eds. J. H. Strickland, F. E. Aboud, and K. J. Gergen. New York: Plenum, 121–39.
- Vidal, Renaud. 2011. "La Haute Fiabilité, Comme Gestion de La Tension Entre Le Contrôle et l'écoute : L'étude Empirique Des Opérations de Secours." Aix-Marseille.
- Vidal, Renaud, and Karlene H. Roberts. 2014. "Observing Elite Firefighting Teams: The Triad Effect." *Journal of Contingencies and Crisis Management* 22(1): 18–28.
- Weick, Karl E. 1979. *The Social Psychology of Organizing*. Addison-Wesley Pub. Co., Reading, MA.
- . 1993. "The Collapse of Sensemaking in Organizations: The Mann Gulch Disaster." *Administrative science quarterly* 38: 628–52.
- . 1999. "Conclusion: Theory Construction as Disciplined Reflexivity: Tradeoffs in the 90s." *The AOM Review* 24(4): 797.
- . 2001. "The Attitude of Wisdom: Ambivalence as the Optimal Compromise." In *Making Sense of the Organization*, ed. Karl E. Weick. Malden, MA: Blackwell Publishing, 361–79.
- Weick, Karl E., and Karlene H. Roberts. 1993. "Collective Mind in Organizations: Heedful Interrelating on Flight Decks." *Administrative Science Quarterly* 38: 357–81.
- Weick, Karl E., Kathleen M. Sutcliffe, and David Obstfeld. 1999. "Organizing for High Reliability." *Research in OB* 21: 81–123.
- Wildavsky, A. 1989. *Searching for Safety*. New Brunswick, NJ: Transaction Books.