

10-2014

**Processus de Décision et Complexité: Le Feu de Yarnell Hill du 30 Juin 2013 [Decision-Making Processes and Complexity: The Yarnell Hill Fire of June 30th, 2013]**

Karim Hardy  
*Embry-Riddle Aeronautical University, hardyk1@erau.edu*

Louise K. Comfort  
*University of Pittsburgh*

Follow this and additional works at: <https://commons.erau.edu/publication>



Part of the [Risk Analysis Commons](#)

---

**Scholarly Commons Citation**

Hardy, K., & Comfort, L. K. (2014). Processus de Décision et Complexité: Le Feu de Yarnell Hill du 30 Juin 2013 [Decision-Making Processes and Complexity: The Yarnell Hill Fire of June 30th, 2013]. *Décider Dans un Monde Incertain: Enjeu Majeur de la Maîtrise des Risques*, (). <https://doi.org/10.4267/2042/56083>

This Conference Proceeding is brought to you for free and open access by Scholarly Commons. It has been accepted for inclusion in Publications by an authorized administrator of Scholarly Commons. For more information, please contact [commons@erau.edu](mailto:commons@erau.edu).

Processus de Décision et Complexité: Le feu de Yarnell Hill du 30 Juin 2013  
Decision-Making Processes and Complexity: The Yarnell Hill Fire of June 30<sup>th</sup>, 2013

*Karim Hardy<sup>1</sup> and Louise K. Comfort<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Embry-Riddle Aeronautical University, FL 32114, Daytona Beach (USA)

<sup>2</sup> University of Pittsburgh, PA 15260, Pittsburgh (USA)

**Résumé:**

Recréer les flux d'information au sein des processus de décision après une catastrophe permet aux chercheurs ainsi qu'aux décideurs d'identifier les points à partir desquels une action défailante débute ainsi que les écarts dans les processus d'information qui pourraient être corrigés afin de réduire les futurs lors de futurs incidents. Le 30 juin 2013, le feu de Yarnell Hill en Arizona (Etats-Unis) évolue rapidement dans des conditions environnementale et managériale très difficiles menant à l'effondrement de la stratégie de lutte et à la perte de dix-neuf sapeurs-pompiers de l'équipe de Granite Mountain. A partir du retour d'expérience, de la documentation opérationnelle, des rapports d'accident et des différentes données disponibles, les méthodes de modélisation sont utilisées afin de retracer les flux d'information des processus de décision et de mettre en évidence les limites des pratiques de lutte lors d'évènements à cinétique rapide mais, de manière générale, de l'appareil américain de réponse et de coordination des incidents.

**Abstract:**

Re-forming the information stream in decision processes after severe accidents allows scientists and policy makers to detect both the edge points at which action initiates to fail and gaps in information processes that could be revised to decrease risk in forthcoming events. The Yarnell Hill Fire of 30 June 2013 happened in a hastily moving, high-risk situation of the Arizona highlands in which the interaction among the physical terrain, wind and vegetation conditions, technical support structures, and organizational decision processes headed to the failure of the firefighting scheme and the loss of nineteen members of the Granite Mountain Interagency Hotshot Crew. Founded on documentation from operational management guides and handbooks, accident reports, and agency archives, simulation methods are used to review the information flow in this complex decision process and disclose fresh insights into the boundaries of standard firefighting practices in fast intensifying, risky, wildfire conditions.

**Introduction: Prise de décision en environnement dynamique et extrême**

Le 30 juin 2013, dix-neuf sapeurs-pompiers de l'équipe d'intervention interservices de Granite Mountain en Arizona, périssent après avoir été pris au piège dans les flammes lors du feu de Yarnell Hill en Arizona centrale. Cette perte est la plus importante lors d'un feu causé à l'origine par un éclair.

Le 28 juin 2013 aux environs de 17 heures, le feu de Yarnell Hill se déclenche à l'ouest de la petite ville de Yarnell en Arizona. Le feu se trouve sous la juridiction de l'Etat d'Arizona et est signalé aux alentours de 17h40. Pour des raisons tactiques, le commandant des opérations décident de reporter l'extinction de ce feu au lendemain.

Le 29 Juin vers 16h les vents montent en puissance du sud-ouest accélérant ainsi le déplacement du feu. Durant la nuit, le comportement du feu et la complexité continuent à empirer. Le commandement demande une montée en puissance et des renforts.

Le 30 juin, les renforts arrivent. Durant le briefing de 07h00, les missions sont affectées à l'ensemble des équipes en présence dont le groupe de Granite Mountain. Un second briefing a lieu le même jour à 09h30 mais le chef du groupe de Granite Mountain n'y participe pas. Le feu continu à monter en puissance et la complexité devient de plus en plus extrême.

A 15h30, le vent change de direction et passe au sud-est. Entre 16h40 et 16h42, les dernières communications entre le groupe de Granite Mountain et le commandement sont enregistrées.

La prise de décision dans le cadre d'environnement complexe génère des défis importants pour les décideurs lorsque le temps et les ressources sont limités et que les conséquences d'une défaillance peuvent être extrêmement graves. Les risques sont importants aussi bien pour les intervenants que pour les populations. Alors que les systèmes sociaux deviennent de plus en plus interdépendants avec les systèmes physiques et techniques, les interactions entre les individus, les groupes, les organisations augmentent ainsi que le nombre de facteurs pouvant avoir un effet destructeur. Par conséquent, la réponse aux événements extrêmes devient un système sociotechnique composé d'individus, de groupes, d'organisations et de juridictions qui ont nécessairement besoin de coordonner leurs actions afin de créer un cadre opérationnel cohérent en environnement dangereux. Beaucoup de participants et d'organisations ne se connaissent pas entre eux et peuvent ne pas être familiers dans un contexte d'action particulier mais liés par une base commune de connaissances, de formation et d'entraînement. De plus, comme souligné lors du feu de Yarnell avec la perte de dix-neuf sapeurs-pompiers, les demandes physiques et techniques de ces événements peuvent dépasser les capacités organisationnelles du système de réponse.

Nous examinons les processus de décisions et d'interactions au niveau des règles, des procédures et des pratiques dans le contexte du feu de Yarnell du 30 Juin 2013 dans le but d'identifier les points critiques au niveau desquels le système sociotechnique de coordination mis en place a été défaillant. Ensuite, nous examinons comment les processus de décisions peuvent être améliorés afin que de tels systèmes sociotechniques de réponse puissent à l'avenir fonctionner dans des environnements extrêmes et dynamiques.

Les prises de décisions lors de feux ont été étudiées par de nombreux chercheurs (Weick, 1993; Klein, 1998; Wybo et al., 2001) et chacune de ces contributions mets en lumière la grande difficulté de cette tâche. Ce travail d'analyse se focalise sur les interactions entre les différents niveaux de prise de décision dans le système global de réponse afin d'examiner comment chaque unité opérationnelle maintien ou perd sa capacité de synchronisation avec l'ensemble du système. Une telle tâche est un réel effort cognitif pour les individus, sujets à des erreurs, mais très sensible à préserver une performance cohérente de l'ensemble du système.

La lutte contre les feux de forêts représente un réel challenge pour les opérations interservices. Les exigences physiques sont importantes avec des terrains accidentés, des températures élevées et des conditions météorologiques changeantes. Par conséquent, les équipes sont dépendantes d'un entraînement commun, une structure organisationnelle claire et de communications ininterrompues avec le commandement afin de préserver leur rôle durant les opérations. La capacité d'adaptation et d'ajustement à des conditions dynamiquement changeante est fondamentale pour une performance efficace à tous les niveaux du système et toute action inopportune d'un élément peut affecter ou limiter le travail des autres.

Au regard de l'accroissement de la fréquence des événements extrêmes et du coût de mobilisation des systèmes de réponse à grande échelle, nous présentons un profil d'interactions complexes d'un système

de réponse interservices comme un moyen d'évaluation de la conception de tels systèmes et d'amélioration de leur performance lors d'évènements extrêmes.

### **Un cadre conceptuel d'adaptation systémique basé sur la modélisation**

La prise de décision en condition d'incertitude a une longue tradition dans la théorie des organisations (Simon, 1997 ; March, 1988, 2000 ; Weick, 1993, 1995). La plupart de ce travail se focalise sur les processus de décision par les individus. D'autres travaux sont quant à eux focalisés sur la prise de décision entre individus au sein des organisations. Weick (1993) dans son article sur l'accident de Mann-Gulch en 1949 souligne le fait qu'une attention partagée entre les membres d'une organisation est essentielle afin de maintenir un niveau continu de conscience de la situation et son impact sur les autres membres d'une équipe. Cette capacité plus intuitive et psychologique des commandements reflète plus d'une culture organisationnelle que d'une structure. Ainsi, on apprend le plus souvent dans un contexte d'opérations plutôt que des manuels opérationnels ou de procédures.

Gary Klein (1993) confirme l'importance de l'apprentissage de l'expérience et du retour d'expérience. Il (Klein, 1998) élargit son approche au milieu des sapeurs-pompiers lors d'évènements dynamiques et l'émergence d'un leadership au sein de ces groupes.

Par ailleurs, le concept de « cognition distribuée » développé par Edwin Hutchins (1995) confirme le processus de création d'une base commune de connaissance par différents membres d'une équipe avec différents enjeux et expériences.

Alors que ces auteurs soulignent le problème de la prise de décision dans des environnements incertains, aucun ne s'intéresse à l'étude des processus de décision au sein d'importants systèmes sociotechniques composés de plusieurs niveaux d'autorité et évoluant dans des environnements extrêmement dynamiques.

### **Méthodes et Données.**

Cette analyse utilise les informations disponibles dans les rapports d'accident du feu de Yarnell afin de développer différents modèles mettant en exergue les facteurs influençant les processus de décision dans ce système sociotechnique interservice et complexe. Typiquement, l'analyse d'un évènement extrême tel que le feu de Yarnell peut être vu comme un système interorganisationnel, hautement complexe et incluant deux éléments :

- Un élément prenant en compte l'ensemble des informations disponibles, les données opérationnelles, techniques et de formation ;
- Un élément prenant en compte les éléments incertains sur les comportements, le manque d'information, les communications inadéquates notamment dus à l'entropie dans le système.

Une organisation de lutte à besoin d'un cadre opérationnel afin de mettre en place une structure efficace lors d'un évènement extrême. Ce cadre opérationnel a pour objectif fondamental d'établir et de maintenir une « représentation opérationnelle commune ». Cette représentation est traditionnellement obtenue au travers de l'application d'un plan d'action et du respect de quatre compétences essentielles. Ces compétences sont adoptées par l'ensemble des intervenants et font partie intégrante des cursus de formation. Ces compétences sont :

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Assumer ses responsabilités professionnelles ;</li><li>- Diriger le personnel sous sa responsabilité ;</li><li>- Communiquer avec efficacité ;</li><li>- S'assurer du bon accomplissement des actions afin de remplir ses objectifs.</li></ul> |
|--|

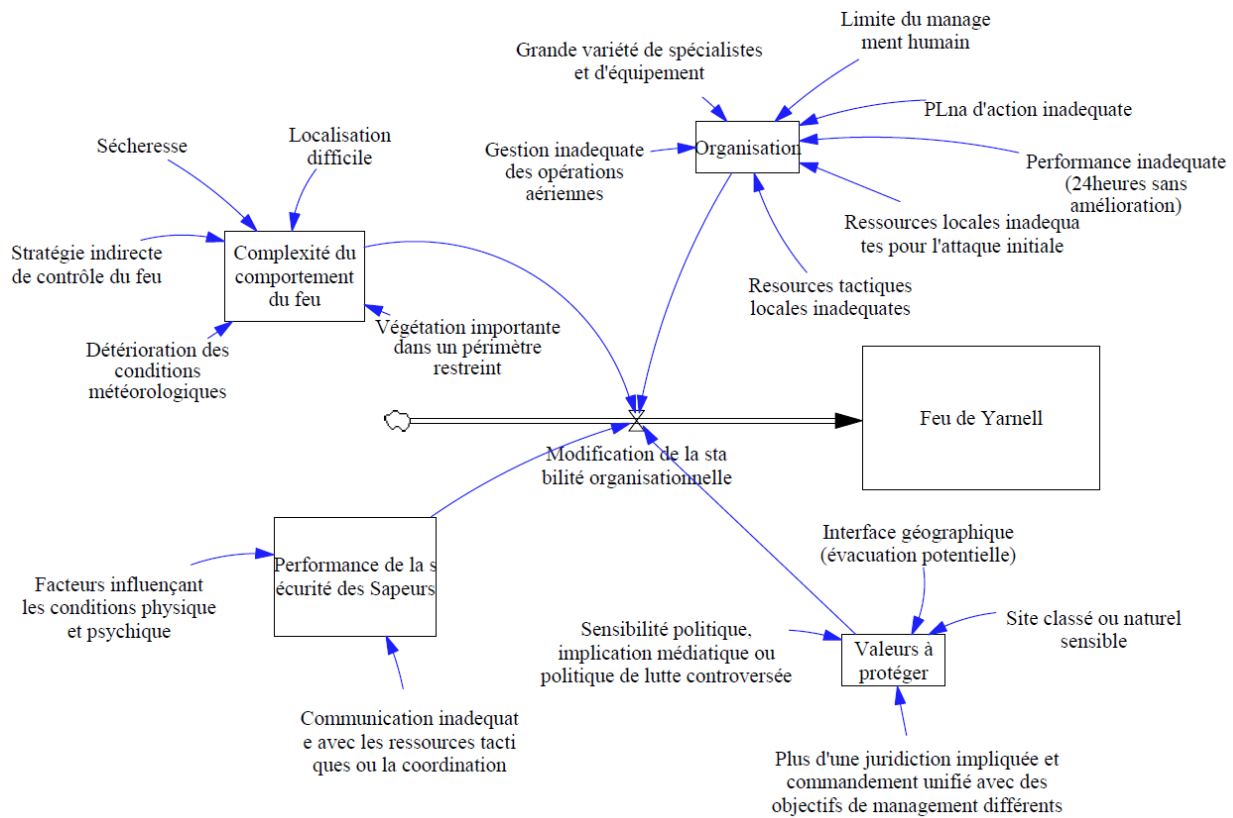
Le principe est clair. Chaque membre de la structure est formé selon ces compétences. Pour chacune de ces compétences des comportements spécifiques vise à atteindre la performance requise lors d'un feu de forêt. Ainsi, le non-respect de ces compétences et comportements peut engendrer un risque potentiel pour l'ensemble du système de réponse ou pour ses membres.

Cette analyse modélise le cadre structurel d'une organisation de lutte évoluant dans un environnement dynamique et extrême. L'utilisation de l'approche en dynamique des systèmes et l'étude des rapports d'accident montre que la cohérence d'un système dynamique et particulièrement le système de réponse peut être analysé en termes de degré de différenciation et de connexion (Bertuglia, 2005) au sein de ses éléments. La différenciation correspond au degré de diversité au sein du système c'est-à-dire que les différents éléments du système se comportent de différentes façons. La connexion correspond aux liens existants entre éléments. Ces liens indiquent que les éléments du système ne sont pas indépendants entre eux et que l'information concernant un élément peut être utilisée afin de déterminer les caractéristiques des autres éléments du système.

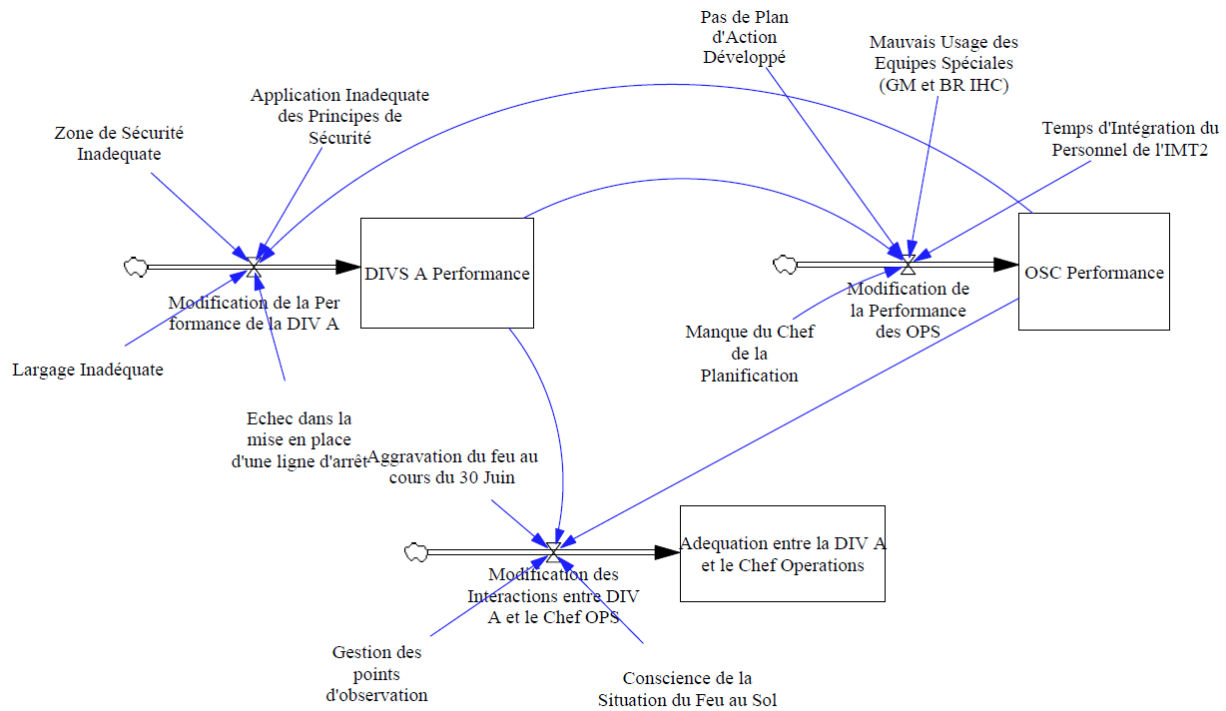
La différenciation peut mener au désordre ou au développement d'entropie au sein du système car un élément peut perdre cette vision de l'objectif commun à atteindre. Cependant, la connexion peut mener à la création d'ordre ou diminuer l'entropie en fonction de l'information partagée (Tong, 2009 ; Comfort, Siciliano, and Okada, 2011). Au sein des systèmes complexes et dynamiques, différenciation et connexion sont présents et l'équilibre entre les deux est constamment réajusté en réponse aux changements de conditions opérationnelles.

Les modèles d'analyse reposent sur ces notions de différenciation et de connexion au travers de l'identification des actions menant à la différenciation de la structure organisationnelle lors du feu de Yarnell en comparaison de la documentation opérationnelle en matière de lutte. Les résultats sont présentés au travers des modèles développés à partir des rapports d'accident tout en mettant en évidence les caractères de différenciation et de connexion. Ces modèles sont développés à partir du logiciel Vensim et permettent, au travers de la documentation et des informations disponibles, de mettre en exergue les différents facteurs impactant le comportement du système étudié ici.

Le premier modèle, Figure 1 ci-dessous, a été développé à partir de la documentation opérationnelle et peut être appliqué à n'importe quel feu de forêt. Ce modèle inclut les principaux facteurs potentiellement présents lors de n'importe quel feu de forêt et qui peuvent avoir un important impact sur le degré de différenciation au sein d'un système donné pouvant engendrer de l'instabilité.

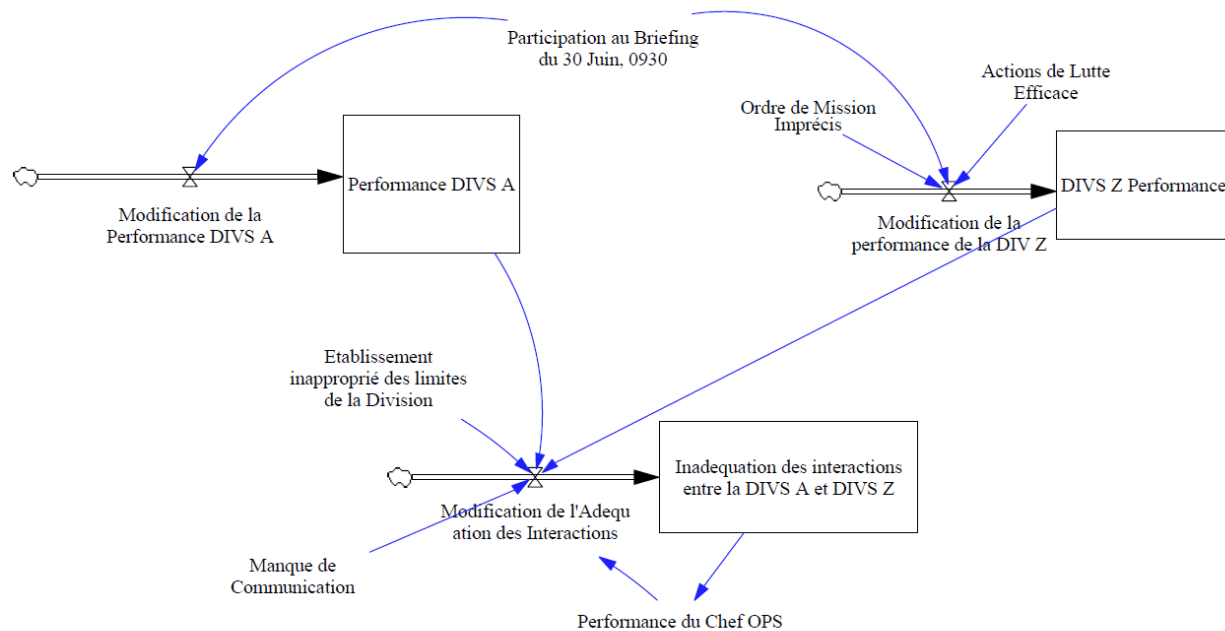


**Figure 1.** Facteurs impactant le niveau de stabilité de l'organisation lors d'un feu de forêt. Adapté du PMS 210, 2013.



**Figure 2.** Facteurs influençant les interactions entre la Division Alpha (DIVS A) et le Chef Opération (Chef Opération ou OSC) au moment de l'accident. Adapté des rapports (SAT, WFA, 2013). Les facteurs identifiés jouent un rôle clé dans l'apport d'une réponse adéquate en cas de feu de forêt. L'absence de ces facteurs génère des réponses inappropriées et contribue à augmenter la complexité et l'incertitude. Les facteurs

viennent principalement de l'organisation du système de commandement des événements (IAP, IMT, DIVS) et plus spécifiquement de la documentation opérationnelle (Firefighters Red Book, 2013)(PMS-461).



**Figure 3.** Facteurs influençant les interactions entre la Division A (DIVS A) et la Division Z (DIVS Z) au moment de l'accident. Adapté des rapports (SAT, WFA, 2013). Ces facteurs sont plus spécifiques au feu de Yarnell et mettent en évidence comment le management inadéquat peut mener à une réponse inadéquate et malheureusement à des pertes humaines.

### Discussion

Dans de telles organisations, les structures de management ont un important impact sur les processus de prise de décision. De plus, dans les organisations hiérarchiques et plus spécifiquement dans l'organisation hiérarchique de l'« Incident Command System » (ICS), des problèmes inhérents sont encore présents. Réduire la surinformation tout au long de la chaîne hiérarchique est un réel défi pour la prise de décision lors d'événements extrêmes. De plus, les hiérarchies génèrent des répétitions dans les chaînes pouvant mener à des erreurs aux différents niveaux organisationnels. Cette situation est source de défaillances dans la communication (Richardson, 2005). En effet, cela est un problème récurrent des structures hiérarchiques en lien avec la capacité des personnels à réagir positivement et efficacement aux fluctuations en environnement opérationnel en raison d'un manque de processus de décision indépendant. Une des solutions possibles serait d'introduire des centres de décision (Von Neumann, 2004). Bien que les hiérarchies sont mises en place pour limiter les négociations d'information, en pratique elles introduisent des erreurs, des biais et des inadéquations dans les prises de décision. Cette situation peut être acceptée à un certain niveau dans de nombreux cas mais elle devient néfaste lorsque l'ampleur des opérations devient importante.

Prendre ainsi en compte l'échelle de l'organisation et son évolution est essentiel lors d'événements extrêmes. Négliger cet aspect peut mener l'organisation à la confusion et à la perte de sens (Weick, 1993). Inclure cette notion d'échelle est impératif dans la conception de réponse efficace en environnement complexe.

Ban-Yam (2004, pp. 100-101) souligne que « lorsque les forces sont organisées hiérarchiquement..., le nombre d'actions possible à petite échelle augmente lorsque que le nombre de petites unités augmente. » il en est de même à grande échelle. Cependant, Ban-Yam ajoute que « la complexité à une certaine échelle de dépend pas uniquement du nombre d'unités à cette échelle mais dépend aussi des relations entre individus au sein de ces différents groupes. »

Ainsi, le défi pour toute organisation de réponse est de pouvoir adapter sa structure en fonction de l'évolution des conditions durant des événements extrêmes. La surinformation reste un obstacle pour une prise de décision efficace et les organisations peuvent être amenées à utiliser des mécanismes tels que des intervalles de réponse, des filtres ou des processus impropres d'information en réponse à des menaces émergentes (Miller, 1960).

Un des points à souligner dans cette analyse est l'absence dans les rapports d'accident des informations concernant les processus de décision de l'équipe de Granite Mountain. Alors que l'équipe opérait dans un contexte d'organisation de réponse multi-échelle, ils ont été contraints par les limites technologiques des communications ne leur permettant pas d'être en communication continue avec les autres unités opérationnelles.

L'analyse des différents documents mis à disposition permet de mettre en exergue quatre points critiques pour lesquels la complexité et l'incertitude excède la capacité organisationnelle du système de réponse au feu.

Le premier élément est lors de la nuit du 28 juin, le choix du commandement de ne pas engager de moyens pour traiter ce départ de feu au regard des autres feux qui sévissaient au même moment en Arizona.

Le second point critique est à 7 heures du matin au moment du briefing du 30 Juin afin de faire le point sur la stratégie à adopter. Seul le responsable de l'équipe participa à ce briefing et le reste de l'équipe fut incapable de voir l'ensemble de la situation, notamment l'étendue et les limites du support aérien et des transmissions.

Le troisième point critique est la communication inadéquate à 16h entre le pilote du bombardier d'eau et l'équipe de Granite Mountain. Sans une localisation spécifique de l'équipe, le pilote a déduit que l'équipe était en zone sûre bien que les vents avaient changés soudainement de direction. Le pilote assumait sans vérification que l'équipe était en sécurité.

Le dernier point critique est à 16h37 lorsque le pilote d'un autre bombardier d'eau cherche à larguer son retardant sur l'équipe en demande d'aide. Le pilote fut incapable de reconnaître le chef de l'équipe de Granite Mountain et sa localisation afin de leur porter assistance.

L'ensemble de ces points et de cette analyse met en évidence les limites de la capacité de l'organisation à répondre à cet événement et conduit à la perte de 19 sapeurs-pompiers. Il semble aujourd'hui essentiel de mettre en place une organisation capable de répondre à ces événements extrêmes et d'éviter de futures pertes humaines.

#### **Un cadre intégré pour des processus de décision en environnement complexe**

Comme le montre les modèles proposés, mettre en place un système de réponse interorganisationnel face à une situation changeante et dynamique, demande un processus continu de suivi, d'adaptation, de mise à jour afin de maintenir une organisation opérationnelle. Lorsque la situation au sol évolue, les acteurs ont le devoir de s'adapter aussi bien aux conditions qu'entre eux.

Il est donc essentiel que les organisations faisant face aux événements extrêmes puissent développer des outils afin de gérer les événements à cinétique rapide. Cette recommandation ne vient pas uniquement de l'analyse de cet incident mais aussi d'observations de gestionnaires de l'urgence expérimentés cités dans le



manuel de l' « Incident Command System » (FEMA, 2013): « les rapports d'évènement montrent que un management inadéquate est de loin la première cause des réponses inefficace lors de catastrophe ».



En l'honneur du Granite Mountain IHC, Commemorative Monument at Yarnell, Az, photo prise par Karim Hardy, 2014.

## Bibliographie:

- Arizona State Forestry Division, 2013. *Yarnell Hill Fire Serious Accident Investigation Report*, September 23, 2013.
- Bar-Yam, Y., Ramalingam, C., Burlingame, L., & Ogata, C., 2004. *Making things work: Solving complex problems in a complex world*. Cambridge, Mass: Knowledge Press, 100-101.
- Bertuglia, Cristoforo Sergio., and Franco Vaio, 2005. *Nonlinearity, Chaos, and Complexity: The Dynamics of Natural and Social Systems*. Oxford: Oxford UP. Print.
- Comfort, LK, Siciliano, M., and Okada, A. 2011. Resilience, Entropy, and Efficiency in Crisis Management. *Risk, Hazards, and Crisis in Public Policy*. Volume 2, Issue 3 • 2011 • Article 1
- FEMA, 2013. *ICS-100.a – Introduction to Incident Command System (ICS 100)*.
- Firefighters Red Book, U.S. Department of the Interior, U.S. Department of Agriculture, 2013. *Interagency Standards for Fire and Fire Aviation Operations*.
- Fligstein, Neil and McAdam, Doug. 2012. *A Theory of Fields*. Oxford: Oxford University Press.
- Hutchins, Edwin. 1995. *Cognition in the Wild*. Cambridge: The MIT Press.
- Klein, Gary A. 1998. *Sources of Power: How People Make Decisions*. 1998. Cambridge: The MIT Press.
- Klein, Gary A., ed. 1993. *Decision making in Action: Models and Methods*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Co.
- March, James G. 1988. *Decisions and Organizations*. New York: Blackwell Publishers.
- March, James G. 2000. *The Dynamics of Rules: Change in Written Organizational Codes*. Stanford: Stanford University Press.
- Miller, J. G., 1960. *Information Input Overload and psychopathology*, American Journal of Psychiatry, 16: 695-704.

- National Wildfire Coordinating Group – NWCG, 2009, NWCG Task Book for the Position of: *Incident Commander Type 4 (ICT4)*, PMS 311-03, June 2009.
- National Wildfire Coordinating Group – NWCG, 2009, NWCG Task Book for the Position of: *Incident Commander Type 2 & 1 (ICT2&1)*, PMS 311-01, June 2009.
- National Wildfire Coordinating Group – NWCG, 2009. *NWCG Task Book for the Position of: Operations Section Chief Type 2 & 1 (OSC 2&1)*, PMS 311-08, June 2009.
- National Wildfire Coordinating Group, 2010, *Incident Response Pocket Guide – IRPG*, PMS 461, NFES 1077, January 2010
- National Wildfire Coordinating Group, 2013. *Wildland Fire Incident Management Field Guide*, PMS 210, April 2013.
- Richardson, K., 2005. The hegemony of the physical sciences: an exploration in complexity thinking. *Futures*. doi:10.1016/j.futures.2004.11.008
- Simon, H.A. 1997. *Administrative Behavior*. 1997. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge: MIT Press.
- Tong, Xing. 2008. *Entropy: A New Perspective of Risk and Crisis Management Studies*. Paper presented at the International Conference on Risk, Crisis, and Public Management, Nanjing University, Nanjing, China, September 26–27. Translated by Wen Jiun Wang. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (2004). *Theory of games and economic behavior*. Princeton, N.J: Princeton University Press.
- Weick, Karl E. "The collapse of sensemaking in organizations: the Mann Gulch disaster." *Administrative Science Quarterly* 38.4, 1993: 628+
- Weick, Karl E. 1995. *Sensemaking in Organizations*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Wild Fire Associates Report, WFA, 2013. *Granite Mountain IHC Entrapment and Burnover Investigation, Yarnell Hill Fire – June 30, 2013. Prepared for Arizona Division of Occupational Safety and Health, November, 2013.*
- Wybo, Jean-Luc, Delaitre, Sabine, and Marie-Christine Therrien-Eyquem. 2001. Formalisation and Use of Experience in Forest Fires Management. *Journal of Contingencies and Crisis Management*. Vol. 9, No. 3, pp. 131-137.