

## Signaux faibles : un concept pertinent ?

Jean Escande, Jean-Christophe Le Coze, Christophe Proust, Guy Marlair

► **To cite this version:**

Jean Escande, Jean-Christophe Le Coze, Christophe Proust, Guy Marlair. Signaux faibles : un concept pertinent ?. 14. Congrès de la Société Française de Génie des Procédés "Les sciences du génie des procédés pour une industrie durable" (SFGP 2013), Oct 2013, Lyon, France. SFGP. Paris, 104, pp.NC, 2013, Récents Progrès en Génie des Procédés. <ineris-00973715>

**HAL Id: ineris-00973715**

**<https://hal-ineris.archives-ouvertes.fr/ineris-00973715>**

Submitted on 4 Apr 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Signaux faibles : un concept pertinent ?

**ESCANDE Jean<sup>a1</sup>, LE COZE Jean-Christophe<sup>b</sup>, PROUST Christophe<sup>a, b</sup>, MARLAIR Guy<sup>b</sup>**

<sup>a</sup> UTC, Centre de Recherches de Royallieu, BP 20529, 60205 Compiègne cedex

<sup>b</sup> INERIS, Parc Technologique Alata, BP2, 60550 Verneuil-en-Halatte

### Résumé

De nombreux projets industriels innovants ont un rapport particulier au risque, qui se caractérise par deux spécificités : ils peuvent être à l'origine de risques imprévisibles voire inconnus, et ils sont souvent plus vulnérables, pouvant faire l'objet plus facilement d'un rejet de la part de la Société.

Face à cette situation, il est rappelé que les méthodes traditionnelles d'analyse des risques ne sont pas adaptées. Dans ce contexte, on s'interroge sur les potentialités des « signaux faibles » en cherchant à les capter pour activer des démarches plus imaginatives.

Dans cet article, après avoir précisé les contours d'une telle démarche, on propose les premiers éléments d'un cahier des charges en examinant notamment la manière dont certains experts procèdent.

**Mots-clés:** Signal faible, anticipation, risque émergent, risque majeur

*« Cela peut paraître paradoxal,  
mais l'imagination est la perception d'aujourd'hui;  
nous ne connaissons la situation actuelle  
que si nous pouvons nous imaginer le possible. »*

**Günther Anders**

### 1. Problématique

Dans un contexte de défiance ou de réflexivité de la part de la 'société' à l'égard des développements technologiques et scientifiques (Beck, 2001, Giddens, 1991), tout projet industriel innovant est soumis à de fortes incertitudes. D'une part l'incertitude intrinsèque de l'innovation, d'autre part, l'incertitude de la réception socio-politique de l'innovation. Dans ce contexte, tous les événements, incidents, ou plus graves, accidents, sont susceptibles de contribuer à la déstabilisation, au rejet voire à l'abandon d'une filière dite 'émergente'. Cela fut le cas de la filière surrégénérateur qui connu des difficultés graves dans les systèmes de refroidissement. S'ajoutant à de nombreuses considérations économiques et politiques, cela signa l'arrêt de la filière (Assemblée nationale, 1998). Actuellement, d'autres filières sont susceptibles de se retrouver dans des situations similaires, pensons par exemple aux complexités du dossier des 'gaz de schiste', avec des réceptions différentes aux Etats Unis et en Europe. Ce contexte pour l'innovation se traduit par une pression accrue sur le plan de la gestion des risques. Ainsi, lorsque l'on travaille dans le cadre d'une filière émergente (e.g. bioraffineries, hydrogène, etc), l'imprévu et a fortiori l'accident dans les phases de développements doivent faire l'objet d'une attention poussée. La réussite et la pérennité d'une nouvelle filière nécessite de très gros efforts d'anticipation en terme de maîtrise des risques.

Il existe déjà de très nombreuses méthodes pour identifier et caractériser les risques concernant des procédés existants ou connus, et de leur exploitation, mais elles ont toutes leurs limites. Dès les années 80 (Suokas, 1986), des tests ont été réalisés sur des systèmes de taille et de complexité limitées et plutôt bien connus comme par exemple des installations d'emportage et de dépotage de wagons d'ammoniac et de dioxyde de soufre. Globalement, la méthode HAZOP qui s'est révélée dans ces cas la plus productive, ne parvenait à trouver que 75% des risques qui avaient été déjà observés et répertoriés dans des bases de données. Il faut noter que cette méthode permettait par contre d'identifier de nombreux risques jamais

---

<sup>1</sup> jean.escande@utc.fr

observés. Pour autant, ces tests mettent en évidence le manque d'exhaustivité des méthodes d'investigation disponibles. S'il existe de tels constats pour des systèmes limités et connus, qu'en est-il pour des systèmes plus grands, plus complexes et de plus, innovants et sans retour d'expérience?

La première option est celle d'envisager de développer une revue toujours plus systématique, mais la lourdeur et la complexité d'une telle méthode fera rapidement perdre la vision globale du système étudié, et surtout empêchera toute garantie de fiabilité et d'exhaustivité. Par ailleurs, une telle démarche peut se voir reprocher deux limitations:

- Travailler à partir de catégorisations préétablies limitant le pouvoir d'imagination, chacun s'enfermant dans sa spécialité et rendant plus difficile tout raisonnement par analogie,
- Etre essentiellement inductive, avec la limitation attachée à ce mode de raisonnement (cf. « la dinde inductiviste » de Bertrand Russel)

On pourrait ajouter l'ancienne critique des Sophistes : « l'homme ne peut pas chercher l'inconnu parce qu'il ne serait pas quoi chercher » !

D'où la deuxième option de s'attaquer au sujet en se mettant dans la situation la plus favorable pour capter des « signaux faibles ». Il s'agit de se donner les moyens d'augmenter l'efficacité des méthodes de captage et d'interprétation des signaux faibles pour passer en quelque sorte de l'ère de la pêche à celle de la pisciculture.

## 2. Premier état des lieux de l'usage des signaux faibles.

Dans un précédent article (Escande & al, 2012), nous avons proposé une définition des signaux faibles (voir encadré) et fait un premier constat et quelques propositions.

### ***Comment définir les signaux faibles ?***

Les Signaux faibles ont déjà fait l'objet de nombreuses recherches dans des champs très divers (risques industriels, marketing, intelligence économique, relations internationales et stratégie,...) et de nombreuses définitions ont été proposées, souvent limitatives ce qui ferme le champ de recherche ou d'investigation. Pour éviter cet écueil, on retiendra la définition suivante : « *Un signal faible est un événement, une information, un indicateur, ... non immédiatement intelligible, mais qui témoigne d'une dissonance dans la compréhension que l'on a d'un phénomène, d'un système ou d'une organisation. Cette dissonance, basée autant sur la confrontation avec le réel qu'à des expériences de pensée, peut être révélatrice d'un dysfonctionnement ou d'une dérive pour un système en cours exploitation, ou témoigner d'une potentialité jusque là ignorée.* »

Quand on fait une recherche bibliographique sur le thème des signaux faibles, on trouve :

- Soit des articles, thèses ou ouvrages (Brizon, 2009, Bringaud, 2008, Guillaume, 2011, Lesca, 2011) basés sur une définition trop spécifique pour une mise en application souvent liée à une seule problématique, sans réelle possibilité de généralisation en particulier aux risques émergents,
- Soit une analyse a posteriori de la détection ou de la non détection des signaux faibles (Agence Européenne de l'Environnement, 2001), mais qui renvoie inmanquablement au constat de Canguilhem : « Le précurseur est celui dont on sait seulement après qu'il venait avant ».

Il est vrai que la réflexion philosophique (notamment Hannah Arendt 1972) laisse peu d'espoir dans ce domaine, considérant l'événement comme un surgissement qui s'extrait de toute chaîne causale, mais qui une fois apparu, éclaire son passé.

A ces considérations, il faut ajouter le fait que l'analyste, étudiant l'enchaînement des faits ayant conduit à l'apparition de l'événement, risque d'être influencé dans ses jugements par le « biais rétrospectif ». Celui-ci conduit un observateur à surévaluer la vraisemblance d'un événement s'étant déjà produit ou d'un cheminement ayant conduit à son apparition. Un usage inconsidéré du retour d'expérience, pourrait nous aveugler et nous empêcher d'anticiper de nouveaux risques.

D'où l'idée envisagée lors d'un précédent article (Escande & al 2012), en s'inspirant de la démarche du catastrophisme éclairé de JP Dupuy (Dupuy 2002), de se projeter au-delà du miroir (plus précisément, du

rétroviser), pour postuler, imaginer un événement et explorer ensuite son passé virtuel pour identifier des signaux précurseurs déjà observés dans la réalité mais jusque là, jamais correctement interprétés.

### 3. Comment traquer les signaux faibles ?

Etudiant la gestion des signaux faibles dans le cadre du risque industriel ou assimilé, J-L Wybo (Wybo 2012) identifie deux types de processus complémentaires :

- La « vigilance focalisée » : lorsque l'on sait à l'avance quoi, où et quand observer. C'est typiquement la situation de l'inspecteur venant auditer un site existant et en exploitation ;
- La « vigilance ouverte » : lorsque l'on est sensible à ce qui diffère de la « normale ».

Pour les filières émergentes, c'est plutôt la « vigilance ouverte » qui est adaptée, encore faut-il approfondir la définition.

Lorsque l'on est dans le cadre d'un système finalisé et de préférence, existant et en exploitation, (l'exploitation d'une usine, la conduite d'un véhicule,...), il est possible de chercher à caractériser le « normal » afin d'y repérer l'« anormal » : tout ce qui sort du cadre habituel, doit éveiller mon attention et m'amener à rechercher une explication. Bien sûr, dans la réalité, la définition du normal et de l'anormal (ou pathologique) n'est en aucun cas nettement établie, et cette question est centrale, à la frontière du vivant et du social (Canguilhem, 1958). Cette démarche n'est donc pas aussi évidente qu'elle ne paraît (cf. l'étude sur l'accident de Challenger faite par Diane Vaughan) mais au moins elle est aisément concevable dans la pratique, et s'envisage bien du point de vue du quotidien.

Par contre quand on est dans un cadre totalement ouvert, dans le sens d'une position en amont et en l'absence de retour d'expérience sur lequel s'appuyer, en particulier à concevoir un nouveau produit qui n'a pas d'antécédent, la situation change radicalement. Il faut, pour que l'attention soit éveillée, être en mesure d'associer « immédiatement » un sens à l'incongruité observée. Cette association intuitive (reposant notamment sur l'analogie), très présente dans le monde des découvertes scientifiques (Barberousse, Kistler, Ludwig, 2000) mais aussi dans les études en psychologie expérimentale (Sander, 2000) ou en milieu naturel (Klein, 2009), n'a été isolée et identifiée que tardivement. Elle bénéficie aujourd'hui d'un regain d'intérêt : il s'agit de « l'abduction », définie clairement par Charles Peirce, philosophe américain, à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

Revenons aux distinctions faites en philosophie traditionnelle pour caractériser deux modes de raisonnement :

- La déduction qui explique mais sans rien ajouter : partant d'un fait et d'une règle, on aboutit à une conséquence ou une conclusion. Il n'y a pas à proprement parler de création de connaissance mais seulement une formalisation d'un implicite.
- L'induction qui faisant passer du particulier au général, crée de la connaissance avec les limites qu'a pointées Bertrand Russell avec sa « dinde inductiviste » et auquel Karl Popper veut remédier par la « falsification » : toute connaissance n'est que provisoire jusqu'à ce qu'un fait vienne l'invalider. Une telle posture en maîtrise des risques n'est guère tenable !

#### **La dinde inductiviste**

« Dès le matin de son arrivée dans la ferme pour dindes, une dinde s'aperçut qu'on la nourrissait à 9h00 du matin. Toutefois, en bonne inductiviste, elle ne s'empressa pas d'en conclure quoi que ce soit. Elle attendit donc d'avoir observé de nombreuses fois qu'elle était nourrie à 9h00 du matin, et elle recueillit ces observations dans des circonstances fort différentes, les mercredis et jeudis, les jours chauds et les jours froids, les jours de pluie et les jours sans pluie. Chaque jour, elle ajoutait un nouvel énoncé d'observation à sa liste. Elle recourut donc à un raisonnement inductif pour conclure : " je suis toujours nourrie à 9h00 du matin ". Or, cette conclusion se révéla fautive quand, un jour de Noël, à la même heure, on lui tordit le cou. »

A ces deux modes, Charles Peirce est venu ajouter l'abduction qui partant d'un fait surprenant, va émettre une hypothèse explicative plausible puis va chercher des moyens de la confirmer. On est sur le registre de l'enquête policière du type de celles de Sherlock Holmes. Umberto Eco affine le concept avec :

- l'abduction simple qui cherche à expliciter une série des faits disparates à partir d'une hypothèse plausible en les intégrant dans une « séquence cohérente »,

- la méta abduction qui confronte le « monde possible » construit par l'observateur avec le « monde actuel » dans lequel il évolue. Cela afin de décider « si l'univers possible déterminé par ses abductions de premier niveau est identique à l'univers de son expérience ».

Comme l'explique Ilias Yocaris (Yocaris, 2011), « le processus (méta-)abductif permet donc en substance de rationaliser le réel, en dégageant une série de principes explicatifs susceptibles de donner au monde *un sens*, de lier entre eux les phénomènes (au sens le plus large de ce mot) observés par l'homme dans une infinité de situations et de cadres cognitifs différents : une « reconstitution des faits » dans le cadre d'une enquête policière, un diagnostic médical, un éditorial politique, une théorie scientifique constituent autant d'assemblages abductifs permettant *a priori* de « découvrir et [de] révéler des connexions entre les choses » »

#### 4. Illustration par un petit détour par la fiction : Sherlock Holmes

Ce n'est peut être pas une coïncidence, mais à l'époque où C.S. Peirce formalise l'abduction, paraissent des romans illustrant son usage, dont ceux de Sherlock Holmes. Quelques extraits vont illustrer ce fait et mettre en évidence des éléments intéressants pour la constitution d'un cahier des charges de la future méthode.

Dans « L'aventure de Wisteria Lodge », Sherlock Holmes expose la démarche qu'il veut mettre en œuvre :

*« Cela dit, mon cher Watson, est-ce trop demander à l'intelligence humaine de trouver une explication qui réponde à ces deux grosses questions? S'il en existait une qui rendît compte, aussi, du mystérieux message à la phraséologie si peu ordinaire, alors nous pourrions l'accepter comme hypothèse provisoire. Pour peu que les faits nouveaux qui vont nous être soumis cadrent avec elle, ladite hypothèse peut devenir une solution. »*

Il s'agit donc de trouver une hypothèse plausible expliquant les deux ou trois éléments actuellement sans réponse. Si de nouvelles observations viennent conforter cette hypothèse, elle pourra être considérée comme étant la solution. Mais immédiatement, quelques lignes plus bas, Sherlock Holmes fait une mise en garde :

*« Je ne dispose pas encore de tous les éléments, mais je n'entrevois pas de difficultés insurmontables. Encore est-ce une erreur de discuter avant d'avoir toutes les informations. Insensiblement on les déforme pour les faire coller avec ses théories. »*

Cette exigence on la retrouve régulièrement dans les propos de Sherlock Holmes :

*« Voilà qui est mystérieux au possible ! dis-je. A votre avis, qu'est-ce que ça signifie ?*

*– Je n'ai encore aucune donnée. Et bâtir une théorie avant d'avoir des données est une erreur monumentale : insensiblement on se met à torturer les faits pour qu'ils collent avec la théorie, alors que ce sont les théories qui doivent coller avec les faits. »* (« Un scandale en Bohême »)

C'est un appel à ne pas s'enfermer trop rapidement dans un schéma explicatif qui risquerait de rendre aveugle et sourd à de nouvelles informations. On pense aux procédures mises en place après l'accident de Three Miles Island, qui recommandent de se donner le temps de la collecte des informations, avant de bâtir un schéma explicatif.

Dans une autre nouvelle, « Les plans du Bruce-Partington », d'autres éléments de la démarche abductive sont énoncés :

Sherlock Holmes se rend sur le lieu (une voie du métro de Londres) où l'on a trouvé le cadavre, tête fracassée alors qu'il n'y a pratiquement aucune trace de sang. On a inspecté les wagons sans rien trouver. Dans les poches du mort, on n'a pas non plus trouvé de ticket pouvant indiquer la station où il serait monté. Sherlock Holmes regarde, aperçoit un aiguillage, se fait confirmer que sur cette voie il y en a très peu.

*« Son visage aigu avait conservé cette expression d'énergie intense où je lisais qu'un élément neuf était intervenu pour stimuler son intelligence. Regardez un chien courant dans un chenil : il a les oreilles basses et la queue tombante. Regardez le même chien qui, muscles tendus et yeux luisants, court sur une piste bien chaude. Vous aurez une idée de changement qui s'était opéré sur Holmes depuis le matin.*

- *Il y a de la matière. Il y a un champ d'action, me dit-il. J'ai été vraiment stupide de n'avoir pas entrevu tout de suite les possibilités de l'affaire.*
- *Jusqu'ici, moi, je n'entrevois rien.*
- *Remarquez que je n'entrevois pas tout, mais je suis sur une piste qui peut nous mener loin. L'homme a été tué ailleurs, et son cadavre était sur le toit d'un compartiment.*
- *Sur le toit !*

- *Peu banal, n'est-ce pas ? Mais écoutez-moi bien. Est-ce par coïncidence que le corps a été découvert à l'endroit même où la rame tressaute et penche légèrement parce qu'elle vire sur l'aiguillage ? N'est-ce pas l'endroit où le plus vraisemblablement doit tomber un objet quelconque placé sur le toit ? L'aiguillage n'aurait rien provoqué à l'intérieur de la rame. Ou bien le cadavre est tombé du toit, ou bien il s'agit d'une coïncidence forte étrange. Maintenant réfléchissez aux traces de sang. Si le corps avait perdu son sang ailleurs, il ne pouvait pas y en avoir beaucoup sur la voie. Chaque élément est assez évocateur par lui-même, je crois ? Reliés ensemble, ils prennent une force très suggestive.*
- *Et ils expliquent l'absence du ticket ! M'exclamai-je.*
- *Mais oui ! Nous ne pouvions pas expliquer l'absence du ticket : la voilà expliquée. Tout cadre, Watson ! »*

Dans le cas présent, tout cela fonctionne aussi parce que Sherlock Holmes a un savoir encyclopédique et surtout hétéroclite et qu'il sait par exemple que cette voie de métro ne possède que très peu d'aiguillages ! Ce savoir va lui permettre de contextualiser une observation somme tout anodine (l'existence d'un aiguillage), élaborer une hypothèse (cadavre sur le toit du wagon) et un scénario (chute au passage sur l'aiguillage) qui vont donner du sens à un ensemble de faits disparates (blessure grave à la tête sans présence de sang autour du cadavre, absence de trace dans les wagons, absence de ticket), le tout réorientant la recherche quant au lieu et aux modalités du crime.

Ce savoir encyclopédique et hétéroclite est un des ressorts de beaucoup des enquêtes de Sherlock Holmes : un ouvrage lu sur des méduses absentes de nos contrées (« La Crinière du lion »), le mémoire rédigé sur la forme des lobes de l'oreille (« La boîte en carton »), des jeux de fiches sur « les gens et les choses » (« Un scandale en Bohême »), à quoi s'ajoute une mémoire de tout ce qu'il a pu observer : le nombre de marches à l'entrée d'un bâtiment,...

Ce savoir éclectique associé à une très grande capacité d'observation et de mémorisation renvoie au conte persan du XVI<sup>ème</sup> siècle : les trois princes de Serendip. Ce conte dont la trame a été reprise dans plusieurs romans européens dont Zadig de Voltaire, raconte l'histoire de ces trois princes et en particuliers, l'épisode où ils cheminent observant mille et un détails, jusqu'au moment où il croise une personne cherchant son dromadaire qu'ils sont capables de décrire très précisément, avec toutes ses particularités, sans jamais l'avoir vu. C'est l'ancêtre des romans policiers, mais surtout le nom a été décliné en « sérendipité » cette capacité à faire une « trouvaille » à partir d'une observation surprenante, à faire une découverte là où on ne l'attendait pas : Claude Bernard fait l'analogie du chasseur levant le gibier.

Ce conte a donné lieu à de nombreuses analyses dont celle de Carlo Ginzburg qui dans un article (Ginzburg, 1980) montre l'usage de l'indice dans de nombreuses activités humaines balayant l'opposition entre rationalisme et irrationalisme. Concernant les trois princes, il constate qu'ils sont dépositaires d'un savoir de type cynégétique qui se caractérise par la capacité à remonter, à partir de données expérimentales apparemment négligeables, jusqu'à une réalité complexe qui n'est pas directement expérimentale. Se greffe sur ce constat, l'idée de narration : raconter une histoire à partir d'un déchiffrement (la partie pour le tout, l'effet pour la cause). Le chasseur aurait été le premier à « raconter une histoire » parce que lui seul était en mesure de lire une série d'événements cohérente dans les traces muettes.

## **5. Observation de l'activité des experts et interprétation**

### **5.1 Un exemple**

Dans le cadre d'une recherche ou d'une mise en évidence, d'un nouveau risque, associé par exemple à un phénomène dangereux aux conséquences très importantes mais de probabilité d'occurrence très faible l'expérience de l'expert sera pertinente s'il dispose d'une somme de connaissances dans son domaine d'expertise, sans être aveuglée par celle-ci. En d'autres termes, s'il est encore capable d'étonnement.

Dans le cas des ammonitrates, des accidents de transport, peu médiatisés, ont attirés l'attention de certains experts (Marlair et al, 2005). Le renversement d'un camion simplement bâché transportant des ammonitrates a été suivi d'un incendie qui après 40 minutes a provoqué une détonation de l'ensemble du chargement en 2004. La même année, un accident de la circulation entre un véhicule et un camion transportant des ammonitrates a lui aussi abouti à une explosion retardée. En revanche, le plus souvent, un incendie impliquant des stocks d'ammonitrates dans des contextes de stockage ou de transport aboutissent

à une décomposition non explosive de ces produits, démontrant une phénoménologie particulièrement complexe. Ce dernier constat a parfois consolidés des points de vue affirmant que trois conditions (beaucoup d'énergie, de la contamination et du confinement) étaient nécessaires de manière concomitante pour engendrer un risque d'explosion

En fait, les scénarios accidentels de 2004 font émerger de sérieux doutes quant à cette théorie:

- La sensibilité du produit peut drastiquement augmenter en fonction de la température : rappelons que le produit fond dès 170°C, la sensibilité au choc du nitrate d'ammonium fondu devient comparable à celle de la nitroglycérine aux alentours de 260°C (Watson, 2005),
- Dans le cas des scénarios accidentels au transport relatés, si l'énergie disponible et la contamination probable des engrais par des matières organiques (fuel, matières plastiques, bitume...) semblent très probables, la présence d'un véritable confinement est bien plus contestable
- A tout le moins un phénomène d'auto-confinement par le poids propre des engrais au nitrate d'ammonium rend vraisemblablement les quantités importantes de produits plus dangereuses qu'on ne l'envisageait jusque là.

Il reste à valider ces abductions et à en tirer les conséquences qui s'imposent. Certains guides professionnels ou études de dangers récentes ont de fait parfois déjà intégré une description plus prudente du risque de détonation des produits techniques à base de nitrate d'ammonium.

Situation comparable, toujours dans le domaine des ammonitrates, avec les revêtements du sol des stockages a, dont les dalles en béton souffrent de l'agressivité des ammonitrates et nécessitent des réfections à intervalles réguliers. Le remplacement par des revêtements bitumineux a parfois été prôné comme étant la solution à ce problème de corrosion (Dayson et al, 2008). Des migrations de produits entre le bitume et les ammonitrates peuvent rendre le produit (en phase fondue) plus sensible vis-à-vis du risque d'explosion. Si l'hypothèse est plausible, L'aggravation du risque par rapport à la situation de référence (sol en béton) reste difficile à quantifiée

Dans ce deuxième cas, il faut non seulement valider cette hypothèse de manière scientifique et impartiale, mais aussi vaincre les résistances des professionnels confrontés à des enjeux économiques forts.

Outre un nouvel exemple d'abduction, ce second cas illustre la posture de l'expert dont l'autorité sera ou non suffisante, en fonction du contexte, pour vaincre les réticences scientifiques, économiques ou sociales, face à l'une de ses découvertes.

## 5.2 Interprétation

Cette étude de cas nous permet d'entrer dans le cœur des processus de traitements cognitifs des signaux faibles par les experts de la sécurité, une réalité encore peu explorée. Notons toutefois que certaines études existent, notamment dans le domaine de l'aéronautique. En effet, dans cette industrie à risque, le traitement des signaux se révèle être une activité particulièrement sensible et délicate. Contrairement à l'idée que l'on pourrait peut-être s'en faire, il ne s'agit pas seulement d'un traitement statistique de données mais, au contraire, de la mise en œuvre de processus socio-cognitifs complexes. En effet, lorsque les entreprises collectent de grandes quantités d'information sur leur fonctionnement et leurs risques, un enjeu opérationnel devient le tri de ces données.

Ces processus ont ainsi été récemment documentés par le travail de MacRae (2009) dans une étude psychologique d'une grande compagnie aéronautique. Cet auteur, inspiré notamment par les apports de Weick (1995) sur une approche constructiviste de la cognition, illustre les stratégies mentales des employés qui ont en charge le traitement des données collectées. Afin de discriminer les informations, différents types de catégorisation sont exploitées par ces derniers, dont des analogies entre des accidents passés avec les événements collectés, la répétition d'événements qui semblent impliquer des causes communes ou encore des écarts par rapport au fonctionnement pensé normal par les agents sur la base de leur expérience. Pour l'auteur de cette recherche, ces informations ne sont pas données, elles sont construites par les experts.

Dans notre exemple des ammonitrates, on retrouve aussi ce type de stratégies mentales employées par l'expert. Ces stratégies reposent sur des capacités de mise en relation, de comparaison avec des cas passés mais aussi des théorisations établies pour simplifier les interprétations des accidents. Il est proposé cependant ici de relier de manière encore plus précise que ne le fait MacRae (2009) ces modalités cognitives d'appréhension des signaux faibles, en particulier sur la base des grandes catégories que sont la

déduction, l'induction et l'abduction. Les retombées attendues sont une plus grande clarté et visibilité dans les modes de raisonnements mis en œuvre afin, d'une part de mieux comprendre, de d'autre part soutenir et favoriser les capacités imaginatives de l'expertise (notamment par des développements de méthodes alternatives, un point qui est abordé dans la partie suivante).

## **6. Etablir un cahier des charges pour bâtir une méthode**

Cette pérégrination dans les romans et leur analyse, puis dans l'observation de l'activité des experts mis en relation avec les quelques études existant sur le sujet, peut nous indiquer une voie et nous donner quelques orientations pratiques.

Nous nous sommes donnés comme objectif de dépasser les limitations rencontrées avec les méthodes traditionnelles d'analyse des risques. Il semble envisageable de pouvoir utiliser la sérendipité dans le domaine de l'identification des risques. S'il est vain de vouloir automatiser ou systématiser la sérendipité, il faudrait se donner les moyens de la favoriser pour identifier et exploiter les signaux faibles.

La démarche à élaborer devrait répondre aux points suivants :

- Il s'agit d'associer des données disparates et pour certaines surprenantes et inexplicables,
- Pour cela, il faut être en mesure de les contextualiser, puis d'émettre une hypothèse explicative, de bâtir à partir d'elle un scénario et de voir ensuite si d'autres informations, jusque là incompréhensibles, peuvent venir s'agréger à cette construction,
- Dans certains cas, les informations dont on dispose, peuvent permettre de faire une analogie pour bâtir un scénario « calqué » sur un scénario déjà observé,
- Pour autant, il ne faut pas bâtir trop rapidement un schéma explicatif qui risque de rendre inapte à capter d'autres informations
- Que ce soit pour la contextualisation ou pour l'analogie, il faudrait constituer une base de données la plus large possible avec une structuration la moins finalisée possible, mais permettant une recherche avec moteur de recherche de type sémantique pour permettre le maximum d'associations d'idées. Les bases de données classiques, très structurées permettent une collecte ciblée d'informations et une exploitation optimisée mais cela dans un cadre prédéfini peu apte à permettre d'imaginer de nouvelles situations. Il faut néanmoins noter qu'il existe des moyens de contourner cette limitation : la méthode TRIZ (Altshuller, 2004), basée sur la compilation de plusieurs dizaines de milliers de brevets, permet de rechercher par analogie des solutions pour concilier des exigences contradictoires comme celles rencontrées quand on veut réaliser une structure à la fois robuste et légère. Une matrice permet de croiser ces deux exigences et de trouver dans la case correspondante, une liste de solutions envisageables.

## **7. Perspectives**

S'attacher à identifier les risques émergents et parmi ceux-ci, plus particulièrement ceux qui pourraient devenir des risques majeurs, nécessite de se doter d'outils et de méthodes plus incisives que celles utilisées habituellement. D'où l'idée de détecter voir de susciter des signaux faibles, points de départs de ces « découvertes ».

Le détour par la philosophie et le romanesque, a permis d'identifier un mode de raisonnement assez généralement utilisé (en particulier lors de découvertes scientifiques) « l'abduction » mais peu théorisé, qui pourrait être le fondement de la démarche.

La recherche qui s'engage devra permettre :

- de construire une ou des méthodes permettant de structurer et mettre en œuvre la démarche,
- de confronter ces méthodes à l'expérience d'experts les ayant mis en œuvre comme Monsieur Jourdain, sans les avoir théorisées,
- de tester leur efficacité sur de nouvelles technologies telles les bioraffineries où l'on parle déjà de phénomènes de corrosions « anormaux ».

## **Références**

Agence Européenne de l'Environnement, 2001, Signaux précoces et leçons tardives : le principe de précaution 1896 – 2000.



- Altshuller G., 2004, 40 principes d'innovation. TRIZ pour toutes applications.
- Arendt H., 1972, La crise de la culture, traduction française, Gallimard Idées.
- Assemblée Nationale, 1998, Rapport de la commission d'enquête sur SUPERPHENIX et la filière des réacteurs à neutrons rapide.
- Barberousse, A, Kistler, M., Ludwig, P., 2000, La philosophie des sciences du XXème siècle, Flammarion.
- Beck U., 2001, La société du risque, Sur la voie d'une autre modernité, Alto Aubier.
- Bringaud V., Verges P., 2008, Concevoir et déployer une démarche « signaux faibles » : l'exemple d'un site nucléaire de production, λμ 16.
- Brizon A., 2009, Compréhension et gestion des signaux faibles dans le domaine de la santé-sécurité, thèse de doctorat de l'Ecole des Mines Paris Tech.
- Dayson RH, Waller P, Shah K.D., 2008, "Safety Assessment of bitumen –based Asphalt (tarmac) flooring in ammonium nitrate fertilizer stores", proceedings # 628, International Fertiliser Society, York, UK, 1-40
- Dupuy J.P., 2002, Pour un catastrophisme éclairé, Seuil.
- Escande, J., Proust, C., Le Coze, J.C., 2012, « Les signaux faibles : pour pouvoir les utiliser, allez au-delà du miroir ? », Préventique n°125.
- Ginzburg C., 1980, Signes, traces, pistes. Racines d'un paradigme de l'indice, *Le Débat*, n° 6, nov.
- Guillaume E., 2011, La prise en compte des signaux faibles d'accidents dans le retour d'expérience, Safety Science Group, Université technologique de Delft.
- Klein, G. 2009. Streetlights and Shadows. Searching for the keys to adaptive decision making. The MIT Press.
- Lesca H., Lesca N., 2011, Les signaux faibles et la veille anticipative pour les décideurs, méthodes et applications, Lavoisier.
- Marlair G., Kordek M-A., 2005, Safety and security issues relating to low capacity storage of AN-based fertilizers, Journal of hazardous materials.
- Macrae, C. 2009. From risk to resilience: assessing flight safety incidents in airlines. In Hopkins, A (ed). Learning from High Reliability Organisations. Sydney: CCH, 2009.
- Russel B., 1989, Problèmes de la philosophie, Payot.
- Sander, E. 2000. L'analogie du naïf au créatif ; analogie et catégorisation. L'Harmattan.
- Suokas J., 1986. Evaluation of the coverage and validity of hazard and operability study. Loss Prevention and Safety Promotion 5, 12-1.
- Watson, S. C., 2005, Selected Highlights from « The explosion hazards of ammonium nitrate and ammonium nitrate based fertilizer compositions », A study performed for the Canadian Fertilizer Institute and Contributing Bodies, Dpt of Mining Engineering? Queens University, Kingston, Ontario Canada, Paper presented at the 4<sup>th</sup> Int. Workshop on Enhanced Novel Explosives at New Mexico Tech, Socorro, NM Aug 23-25, 2005
- Weick, K. 1995. Sensemaking in organizations. London: Sage.
- Wybo J.L., 2012, Maîtrise des risques et prévention des crises, Lavoisier.
- Yocarls I., 2011, Relativisme cognitif et indétermination sémiotique: abduction et méta-abduction dans l'œuvre romanesque d'Umberto Eco, Cahiers de Narratologie.

## Abstract

Many innovative industrial projects have a special link with risk management on at least two aspects: unpredictable or unknown risks may appear whereas these projects are often more vulnerable and may be easily rejected by the society.

Unfortunately, it is recalled that traditional methods of risk analysis cannot safely provide an answer. In this context, the capabilities of "weak signals" are investigated, trying first to track them to elaborate more "imaginative" approaches.

In this paper, the contours of this idea are firstly outlined and the main axis for developing a practical methodology are drawn on the basis of the observation of the "prospective" activity of certain experts.

**Keywords : weak signals, anticipation, emerging risk, major hazard**

Mis en forme : Anglais (États Unis)