Les signaux faibles : dépasser le problèmes de l'impossible prédictibilité

Jean Escande, Christophe Proust, Jean-Christophe Le Coze

▶ **To cite this version:**

Jean Escande, Christophe Proust, Jean-Christophe Le Coze. Les signaux faibles : dépasser le problèmes de l'impossible prédictibilité. Maîtrise des Risques et Sûreté de Fonctionnement, Lambda-Mu 19, Oct 2014, Dijon, France. ineris-01862476

HAL Id: ineris-01862476

https://ineris.hal.science/ineris-01862476

Submitted on 27 Aug 2018

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.

LES SIGNAUX FAIBLES :
DEPASSER LE PROBLEMES DE L'IMPOSSIBLE PREDICTIBILITE
WEAK SIGNALS :
TO OVERCOME THE PROBLEM OF NONE PREDICTIBILITY

J. ESCANDE et C. PROUST.
Université de Technologie de Compiègne
Centre de Recherche de Royallieu
BP 20529, 60205 Compiègne cedex

J.-C. LECOZE et C. PROUST
INERIS
Parc Alata, 60550 Verneuil-en-Halatte

Résumé
« Le précurseur est celui dont on sait seulement après qu'il venait avant ». Après avoir explicité les attendus de cet aphorisme, on cherchera à proposer des pistes pour résoudre ce problème et être en situation d'utiliser les signaux faibles comme élément d'identification des risques ou des scénarios inconnus.
Il semble que l'approche du chasseur ou du détective à partir de l'indice, du médecin à partir du symptôme, soit prometteuse. Il faut donc développer une méthode permettant à la personne en charge de l'identification des risques, d'être dans une posture analogue. C'est ce qui sera évoqué en conclusion de cette présentation.

Summary
As the French philosopher George Canghuilem wrote *Le précurseur est celui dont on ne sait qu*après qu*il venait avant*, namely that we only know for sure in retrospect that someone or something was indicating something radically new. After exploring the implications of this idea, the paper will open ways of solving the issue of treating what has been defined in the literature as 'weak signals'. The purpose is to help to assess risks when considering that some scenarios, although never experienced, could happen. A promising avenue is to explore the socio cognitive practices of the hunter, detective or doctor who use clues or symptoms (which rely heavily on abductive processes). The guiding principle of this paper is to explore the interest of developing alternative approaches to current methods in risk assessment that would be based on similar type of reasoning. Empirical case studies of experts are at the heart of this development.

Objectifs

Pour accompagner le développement de nouvelles filières industrielles, comme par exemple les bio-raffineries, pour lesquelles on ne dispose pas d'un retour d'expérience (REX) suffisant, les méthodes classiques d'analyse des risques ne sont pas satisfaisantes. Il est donc apparu nécessaire de développer de nouvelles méthodes. Ce sujet est au cœur de cette communication.

Contexte

La possibilité d'une mésestimation du risque fait peser deux menaces sur les nouvelles technologies :

- Elles peuvent être à l'origine de risques inconnus ou au moins non identifiés (scénarios de réalisation inconnus)
- En raison de cela notamment, elles peuvent être l'objet de critiques qui leur seront fatales, de la part du public, des politiques,… (cf. le cas du surrégénérateur Super Phénix (Assemblée Nationale, 1998))

Malheureusement, les méthodes actuelles d'identification des risques, largement datées des années 60, ne peuvent prétendre à l'exhaustivité. Ainsi, dès le milieu des années 80, des études comparatives des différentes méthodes disponibles (HAZOP, AMDEC, MORT,…) ont montré leurs limitations (Suoka, 1986). Sur des systèmes aussi simples et connus que les installations d'empotage et dépotage de wagons de produits chimiques, la méthode HAZOP, la plus performante dans ce cas, n'identifiait que 75% des événements recensés par le REX. La situation à ce niveau, a peu de chance de s'améliorer, la tendance actuelle étant d'approfondir de plus en plus les investigations de manière formelle, faisant perdre ainsi aux méthodes leurs côtés créatifs. L'aptitude à identifier des risques nouveaux en est affectée.

Par ailleurs, si on imaginait pouvoir renforcer la « prédictibilité » de ces méthodes par une analyse bien plus poussée du REX, face à la masse d'informations susceptibles d'être collectées, l'exploitation contraindrait à des catégorisations qui sont des freins à l'imagination et la capacité d'anticipation. De tels constats critiques émanent d'horizons très divers comme :

- dans « Le cygne noir », l'une des thèses de l'auteur (Taleb, 2008) est que l'accumulation de savoir, le besoin de le catégoriser, de bâtir des statistiques, le besoin de « focaliser » sur ce qui a un sens pour nous, ne nous prépare pas à l'anticipation. « Nous manquons d'imagination et la réprimons chez les autres ». Et, pour tenter de parer ce travers, l'auteur propose de prendre l'événement extrême comme point de départ.
- dans certaines études de relations internationales (Roche, 2009), la non pertinence des approches inductives pour aborder des situations totalement nouvelles, est pointée, les catégories issues du passé étant inadéquates pour prévoir le futur.

Démarche mise en œuvre pour élaborer de nouvelles méthodes

Pour se sortir de cette impasse, l'idée retenue est de se mettre en situation de faire émerger et d'utiliser les « signaux faibles » comme éléments déclencheurs pour bâtir de nouveaux scénarios accidentels.

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 (Brizon, 2009, Bringaud, 2008, Guillaume, 2011, Lesca, 2011), 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. Elle peut être annonciatrice, dans le domaine du risque, de l'émergence de nouveaux scénarios accidentels ou d'une catastrophe à venir. »* (Escande et al, 2013)

Le problème, comme le dit Canguilhem de manière lapidaire c'est que « le précurseur est celui dont on sait seulement après qu'il venait avant » (cité dans (Morin, 1977))

1 Etat des lieux

La démarche a débuté par une recherche des usages actuels des signaux faibles. Dans une bibliographie se limitant au champ du risque industriel, la manière d'aborder les signaux faibles peut se résumer à deux axes, tous deux liés au REX :

- Sachant peu ou prou les risques que l'on redoute, il s'agit de traquer les micro-événements annonciateurs en intensifiant le REX,
- Un accident, le plus souvent catastrophique, s'étant produit, il s'agit d'analyser le passé pour comprendre les raisons de la non prise en compte des signaux faibles.

Cette littérature, riche d'enseignements, ne répond pas néanmoins à notre problématique de découverte et d'anticipation de nouveaux risques.

Dans ce débat, il faut noter que si l'avenir ne nous semble pas aisément accessible, le passé sur lequel nous voulons fonder notre anticipation, n'est pas nécessairement « stable » et qu'il évolue en fonction de nos questions. Des historiens ont très bien, pour leur partie, identifié ce phénomène. Si la boutade « le passé de l'Union Soviétique est imprévisible » renvoyait à ces photos de groupe qui se dégarnissaient au gré des purges, les historiens nous enseignent que notre connaissance du passé dépend de notre questionnement actuel, ce qui nous amène à reconstruire le sens de notre présent et modifie l'appréhension de notre avenir. Il en est de même pour le retour d'expérience et l'analyse des risques, la profondeur de l'investigation mettra éventuellement en évidence des événements laissés dans l'ombre, et réorientera la démarche de maîtrise des risques (actions de prévention ou de protection). (Escande et al, 2012)

Autre difficulté, le sens d'un événement dépend du contexte dans lequel il survient. La chute d'un pot de fleurs n'aura pas le même intérêt (on n'analysera pas de la même façon ses causes de réalisation) selon qu'il chute de quelques dizaines de centimètres, ou de plusieurs étages sur un trottoir où un piéton peut passer.

Face à ce bilan peu encourageant que les Sophistes de la Grèce antique nous pronostiquaient déjà (« L'homme ne peut chercher l'inconnu parce qu'il ne saurait quoi chercher »), un détour par la philosophie semble nécessaire.

2 Recherches « philosophiques » pour surmonter la difficulté

Au XX^{ème} siècle, plusieurs philosophes ont abordé d'une manière plus ou moins directe, la possibilité de prédire des événements. Bergson dans un essai intitulé « Le possible et le réel » (Bergson, 1920) énonce que le « réel » dépasse, précède même un « possible » que nous nous représentons en fait, seulement, après coup. Voulant se dégager d'un déterminisme qu'il juge trop prégnant, il met en évidence l'illusion rétrospective et défend la possibilité d'une création imprévisible.
Dans une réflexion sur ce point analogue, Hannah Arendt dans « La crise de la culture » (Arendt, 1972) explique que l'événement n'est pas intégrable dans une série causale, il ne peut pas être déduit de son propre passé, mais il l'éclaire rétrospectivement.
Gunther Anders quant à lui, énonce : « 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. »
On peut poursuivre avec Jean-Pierre Dupuy qui écrit un ouvrage intitulé « Pour un catastrophisme éclairé » (Dupuy 2002), pour nous amener à considérer que la catastrophe est advenue et qu'il nous faut modifier notre compréhension du réel.
De la lecture de ces différents auteurs, naît l'intuition qu'il est probablement vain de vouloir appréhender le futur à partir d'une construction méthodique de scénarios ou d'extrapolations. Il faut imaginer un événement. L'imagination comme l'explique par exemple Baudelaire dans « Salon de 1859 », consiste à déconstruire le réel pour construire librement « un monde nouveau ».
De cet événement imaginé, on pourra rechercher dans notre présent, les précurseurs qui seront autant de signaux faibles auxquels on pourra donner un sens.

Parallèlement, la recherche sur les modes de raisonnement pour élaborer des scénarios nous a conduit à nous intéresser à l'induction (construction d'une loi ou d'une théorie à partir de multiples observations) et à la déduction (à partir d'une loi ou une théorie, prédire ou expliquer les conséquences d'un fait observé). L'induction a fait l'objet de critiques :

- la dinde inductiviste attribuée à B. Russel (cf. encart ci-dessous) (Russel, 1989)
- la critique radicale de K. Popper qui réfute la pertinence de l'induction en ne s'intéressant pas à l'étape de la découverte, et qui considère qu'une théorie n'est valable que de manière provisoire, jusqu'à qu'elle soit réfutée. (Popper, 1984).
- Il faut indiquer que T. Kuhn viendra débattre de cette approche normative proposée par K. Popper. en introduisant l'idée d'une avancée des sciences plutôt par une dynamique historique de changement de paradigmes. Dans la lecture de T. Kuhn, les scientifiques ne délaissent pas leurs théories à la première réfutation comme le laisse entendre K. Popper, mais s'inscrivent plutôt dans des paradigmes qui résistent jusqu'à ce que l'accumulation d'anomalies les remettent en cause[1]..

[1] Les travaux de T. Kuhn ont largement inspirés ceux de B. Turner, K. Weick ou D. Vaughan, travaux que l'on peut regrouper dans une lecture constructiviste des accidents et de la sécurité industrielle (Le Coze, 2012, 2014)

C.S. Pierce (Pierce, 1931) a lui scindé l'induction en deux parties, l'une qui reste dédiée à la validation d'une hypothèse par la multiplication des observations, l'autre qu'il appellera abduction qui au vu d'une observation surprenante conduit à émettre une hypothèse plausible. C'est ce mode de raisonnement qui pourrait être mis en œuvre lors de la détection d'un signal faible.
L'abduction, inférence pensée pour elle-même, peut être mise en œuvre dans le cadre d'une démarche qui associe « hasard et sagacité » : la sérendipité.
Ce terme vient d'un conte persan : « les trois princes de Serendip » (ancien nom de l'île de Ceylan). Ces trois personnages au cours de leur voyage, rencontrent un chamelier qui a perdu un de ses chameaux. Ils se montrent capables de lui décrire très précisément l'animal, sans ne l'avoir jamais vu, du fait de traces qu'ils ont observées en chemin. Ce savoir faire cynégétique a inspiré de nombreux romans (un épisode similaire se retrouve dans Zadig de Voltaire) et de nombreuses études. Cuvier et plusieurs paléontologues après lui, parlerons de méthode Zadig quand ils reconstitueront un animal préhistorique à partir d'un simple fossile. Claude Bernard est dans la même perspective lorsqu'il écrit (Claude Bernard, 1865) : « Les idées expérimentales naissent très souvent par hasard et à l'occasion d'une observation fortuite. […] Bacon compare l'investigation scientifique à une chasse ; les observations qui se présentent sont le gibier. En continuant la même comparaison, on peut ajouter que si le gibier se présente quand on le cherche, il arrive aussi qu'il se présente quand on ne le cherche pas, ou bien quand on en cherche un d'une autre espèce. »
Carlo Ginzburg dans un article qui a fait date, « Signes, traces, pistes. Racines d'un paradigme de l'indice » (Ginzburg, 1980) reprenant ces thèmes, fait un parallèle entre trois personnages :

- un expert en peinture qui insiste pour que l'on s'intéresse au moindre détail (la forme d'un ongle, d'un lobe d'oriel,…) afin de distinguer l'œuvre du maître, de celui d'un disciple ou d'un faussaire,
- Sherlock Holmes qui accumule un savoir hétéroclite pour être en mesure, sur la base d'un indice observé, d'orienter sa recherche et de résoudre l'énigme,
- Freud qui aborde l'inconscient par l'intermédiaire de lapsus.

Ces trois personnages ont en commun d'avoir un passé médical. Comme un médecin, ils ont accumulé des cas cliniques, et sur la base d'un symptôme, ils sont susceptibles de poser un diagnostic.

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 fausse quand, un jour de noël, à la même heure, on lui tordit le cou."

De ces recherches « philosophiques », nous retiendrons deux pistes :

- celle d'imaginer un événement pour ensuite le considérer comme advenu, et observer les faits précurseurs qui préexistaient et qui sont nécessairement présents. Ces faits seront autant de signaux faibles auxquels on pourra donner un sens,
- celle de développer une « capacité d'abduction » pour être apte à utiliser un indice pour inférer, imaginer un événement, un risque ou un scénario.

Ces deux pistes sont complémentaires, la seconde pouvant précéder la première dans une démarche d'identification des risques. C'est cette seconde piste que nous allons suivre lors de l'étape suivante.

3 Détour par le roman policier pour en arriver au travail de l'expert

Le raisonnement abductif, mis en évidence par Pierce à la fin du XIXème siècle, a largement inspiré les romans policiers qui sont apparus à cette période (Sherlock Holmes, Arsène Lupin) Dans ces romans, l'abduction s'applique à des détails matériels. Des policiers plus tardifs, Maigret, voire Columbo, mettrons aussi en œuvre l'abduction mais en l'appliquant à la psychologie ou aux comportements des protagonistes
Sherlock Holmes est une mine d'exemples. 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. 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 nouvelles, « 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 »).Parlant de ce savoir emmagasiné, Sherlock Holmes comparera son cerveau à un grenier bien organisé (« Une étude en rouge »). A ce savoir s'ajoute une mémoire de tout ce qu'il a pu observer : le nombre de marches à l'entrée d'un bâtiment,… C'est de la confrontation de ce savoir et de ces observations que naîtra l'hypothèse explicative qu'il faudra ensuite valider. La démarche comporte donc trois éléments :

- Un savoir hétéroclite, bien structuré mais en aucun cas prédominant,
- Une capacité d'observation exceptionnelle apte à détecter l'incongruité et à la transformer en hypothèse,
- Une approche alors méthodique, pour valider par d'autres observations ou recherches, l'hypothèse émise afin d'aboutir à la solution de l'enquête.

Cette démarche a été reprise par les policiers, le Docteur Edmond Locard, l'un des pères de la police scientifique française le revendiquait. Mais c'est aussi cette même démarche qui est mise en œuvre par les experts. Nous avons pu le constater en interviewant l'un d'eux.

4 Observation de l'activité d'un expert

4.1 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, mais sans être aveuglée par celle-ci et en restant ouvert aux 'surprises'. En d'autres termes, s'il est encore capable d'étonnement. Comme Sherlock Holmes qui le fait à merveille, il devra savoir déjouer certains biais cognitifs tels la cécité attentionnelle (on ne voit que ce sur quoi on fixe son attention) ou la cécité d'absence (on peine à discerner l'absence d'un élément) (Dieguez, 2013).

Nous proposons d'illustrer ce point sur la base d'un cas réel sur lequel nous avons travaillé à partir d'entretiens avec un expert en analyse de risques, dans le domaine de l'exploitation industrielle des ammonitrates. Les ammonitrates ont une longue histoire sur le plan de la sécurité industrielle et de leur réglementation dans les divers pays qui ont font usage. Parmi une longue liste, on peut retenir les accidents d'Oppau en 1921 en Allemagne, de Texas City en 1947 aux US, Toulouse en 2001 ou encore Waco aux US en 2013. Il existe ainsi une communauté d'experts qui s'intéressent depuis de longues années aux comportements de ces produits, experts dans l'industrie ainsi qu'au niveau d'entités étatiques ou universitaires. Les connaissances dans ce domaine sont discutées et débattues, et le retour d'expérience particulièrement suivi et exploité par les spécialistes. Ainsi, récemment, des accidents de transport, peu médiatisés, ont attiré l'attention de certains experts (Marlair et al, 2005). En effet, 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 étaient donc nécessaires de manière concomitante pour engendrer un risque d'explosion, à savoir :

- beaucoup d'énergie,
- de la contamination et,
- du confinement

Or, les cas d'accidents qui sont survenus en 2004 semblent indiquer pour ces experts que cette vision ou théorie des phénomènes est peut être à réviser. Dans le premier accident, le renversement d'un camion simplement bâché transportant des ammonitrates a été suivi d'un incendie. Après 40 minutes d'incendie, une détonation a détruit l'ensemble du chargement. Dans le second accident, un accident de circulation entre un véhicule et un camion transportant des ammonitrates, une explosion retardée a elle été aussi été constatée.
En fait, ces deux scénarios accidentels de 2004, tels qu'ils sont décrits, font émerger de sérieux doutes quant à la théorie invoquée de la concomitance de trois conditions :

- Par rapport à l'apport d'énergie : 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),
- Par rapport à la contamination et au confinement : dans le cas de ces scénarios accidentels de transports, 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.

Nous avons donc, deux accidents qui questionnent, sur la base de l'interprétation de l'expert, la théorie en vigueur. Cette situation n'est pas sans conséquences sur les mesures de prévention à envisager. Quel est le processus abductif mis en œuvre ici ? Le point de départ est la surprise. Ici, des accidents sont survenus sans la présence des trois conditions théoriquement attendues. Il n'y a pas d'apport d'énergie important, la contamination est probablement là mais pas le confinement. Deux hypothèses sont ainsi formulées pour expliquer les détonations: la sensibilisation du produit et l'auto confinement. Le scénario est alors le suivant : à des températures élevées (comme celles atteintes au bout d'un certain temps lors d'un incendie) la sensibilité augmente suffisamment pour que l'énergie thermique accumulée associée au phénomène d'auto confinement provoque une déflagration suivie d'une transition en détonation. Le processus abductif repose sur l'usage d'un certain nombre d'hypothèses générées par la comparaison de l'expert avec d'autres cas, avec ses connaissances mais aussi une capacité imaginative qui ouvrent des pistes sur la possibilité d'un auto confinement. Il reste à envisager de valider ces abductions et à en tirer les conséquences, si celles-ci s'avéraient justes, qui s'imposent pour la prévention de tels scénarios. 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 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 quantifier.
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.

4.2 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 (Le Coze, 2013a). 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 (Macrae, 2009) dans une étude psychologique d'une grande compagnie aéronautique. Cet auteur, inspiré notamment par les apports de Weick (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 (Le Coze, 2012).

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 passées mais aussi des théorisations établies pour accéder à des interprétations ou théories des accidents. Il est proposé cependant ici de relier de manière encore plus précise que ne le fait Macrae (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).

Etablir un cahier des charges pour bâtir une méthode

Pour introduire son article « L'abduction : une pratique de la découverte scientifique et littéraire », Sylvie Catellin (Catellin, 2004) définit son objet en des termes tout à fait applicable à notre domaine : « A l'heure où l'accès à l'information se généralise, les situations auxquelles nous sommes confrontées sont marquées à la fois par l'incertitude, l'urgence, la simultanéité et la multidimensionnalité. L'enjeu consiste alors à penser autrement, savoir trouver les bonnes relations, les bons « interprétants ». La logique rationnelle ne suffisant plus, il faut faire appel à des ressources incertaines que d'aucun nomment « intuition » (inspiration issue de l'expérience), « bricolage » (inventivité face à une réalité où la contingence domine), ou encore

« sérendipité » (faculté de saisir et d'interpréter ce qui se présente à nous de manière inattendue). […] Ce sont des pratiques abductives, au sens où l'on adopte des hypothèses plausibles susceptibles d'être vérifiées ultérieurement. »
Bâtir une méthode sur l'usage de la sérendipité devrait conduire à chercher le moyen de la programmer. Cette idée, les auteurs qui l'abordent (Catellin, 2014) (Andel (van) et al, 2013), la récusent : « dès qu'on peut la programmer, on ne peut plus la nommer sérendipité. Mais, ajoutent-ils, on peut aider à s'y préparer et on peut éventuellement spécifier les conditions nécessaires pour faire émerger des faits surprenants». Cette émergence est bien sûr liée à l'apparition d'un fait ou d'un indice, mais aussi à la capacité de l'observateur de l'isoler et l'identifier, puis l'interpréter. Là on retrouve la démarche du détective ou du médecin apte à capter un indice ou un symptôme pour ensuite lui donner du sens. Si nous avons déjà évoqué Sherlock Holmes et « son grenier cérébral », il faut aussi insister sur la démarche médicale qui consiste à étudier et mémoriser des cas cliniques pour être en mesure d'interpréter des symptômes par analogie.
Mais avec cette citation de Catellin, on voit le passage d'une focalisation sur la cognition, au sens des opérations intellectuelles qui permettent l'abduction, à une problématique plus gestionnaire ou sociologique qui envisage les conditions facilitant de tels processus cognitifs, sans pouvoir, pour autant, les garantir.

Dans notre domaine du risque industriel, il faudrait se donner les moyens de constituer des bases de données privilégiant l'aspect événementiel, c'est-à-dire privilégiant un descriptif qualitatif apte à être utilisé dans des approches comparatives, analogiques ou symptomatique. Il semble que Michel Llory soit dans cette optique quand, introduisant un ouvrage sur l'accident de Flixborough qui ouvre une nouvelle collection « la mémoire vivante des catastrophes » (Montmayeul, 2013) il fait un constat en forme de projet : « Les accidents ne constituent malheureusement pas, comme pour les pathologies en médecine, un corps de connaissances structurées. […] L'accumulation des connaissances sur les accidents a bien sûr un effet capital de retour d'expérience à des fins de prévention, et avant tout de diagnostic, avant que la catastrophe ne se produise. ». Cette perspective est cependant, là aussi, particulièrement délicate car elle repose, de la même manière, sur les processus abductifs qui ont été décrits et illustrés dans cet article. Ainsi, les accidents, d'une période historique à l'autre (par exemple, les années 1980 avec Tchernobyl, Challenger, Piper Alpha, et les années 2000, avec Fukushima, Columbia, Deep Water Horizon), questionnent en effet les modèles ou théories qui servent d'appui à leur interprétation. Entre ces deux moments, nos connaissances mais aussi les contextes d'exploitation des systèmes à risque, ont évolué (Le Coze, 2013b).

De plus, pour toute base de données événementielle constituée, la question de son usage (par différents types d'acteurs) dans les situations qui sont rencontrées, nécessite que les éventuels liens entre ces situations avec des connaissances antérieures et la production d'hypothèses soient réalisés au moment opportun. Charles Pierce, parlant de l'abduction, fait une analogie avec le fil d'un collier qui permet d'assembler des perles. D'autres auteurs cités par Sylvie Catellin (Catellin, 2014), font une analogie avec le tissage. Sherlock Holmes dans la nouvelle « La crinière du lion », explique comment le dernier mot prononcé par la victime avant de mourir, a déclenché un cheminement dans sa mémoire qui l'a conduit à rechercher un ouvrage qu'il avait lu. Il y a trouvé la solution. Ce dernier descriptif fait penser à une méthode de créativité : la méthode TRIZ.

La méthode TRIZ a été conçue par un russe, Genrich Altshuller (Altshuller, 2004) dans les années 50. Basée sur le dépouillement de centaines de milliers de brevets, elle propose une méthode outillée pour résoudre les difficultés, les contradictions (comment concilier légèreté et robustesse,…), rencontrées lors d'une démarche d'innovation : au cœur de la méthode, il y a une matrice qui au croisement de deux exigences, liste les solutions qui ont déjà été utilisées.
Après la chute du Mur de Berlin, cette méthode a diffusé dans le monde occidental. Des consultants anglo-saxons s'en sont inspirés pour créer des méthodes d'analyse des risques qui semblent un peu surfaites (Escande & al, 2012). Pour autant le canevas semble très pertinent et peut être une base pour construire l'outil correspondant à la méthode recherchée.

Sur la base de ces considérations la démarche à bâtir nécessite :

- D'élaborer une base de données événementielle regroupant un maximum de données factuelles décrivant le scénario accidentel et fournissant des informations sur les pathologies (matérielles et organisationnelles) mises en évidence
- De disposer d'un outil permettant de mettre en correspondance (identité, similarité, analogie) des faits :
    - pour faire surgir ou imaginer des risques ou des scénarios ignorés,
    - pour valider ou confirmer la vraisemblance d'événements envisagés
- de travailler sur les conditions organisationnelles ou gestionnaires qui favorisent de l'usage de tels outils servant de stimulation à l'imagination des différents acteurs impliqués dans le processus

Conclusion - Perspectives

L'appellation signal faible correspond au moins à deux réalités :

1. Un événement accidentel s'étant déjà produit, on a noté une série d'événements précurseurs auxquels on va être attentifs afin d'empêcher une nouvelle apparition de l'événement accidentel (dysfonctionnement traité préventivement) ou au moins d'amoindrir ses conséquences (ex : anticipation d'un séisme en observant la nervosité des animaux).
2. On tache de découvrir de nouveaux risques ou de nouveaux scénarios de réalisation. Dans ce cas, les philosophes nous mettent en garde contre l'espoir de les découvrir en n'utilisant que des méthodes rationnelles systématiques. Ces découvertes nécessitent d'associer à un savoir préexistant, une part d'imprévu associant le hasard et la sagacité.

Dans ce deuxième cas, objet de notre recherche, le signal faible correspond à un indice, un symptôme qui doit éclairer ou au moins orienter la recherche. Tout en sachant qu'une telle démarche n'est pas programmable, il s'agit néanmoins de la faciliter voire de la stimuler.

Les travaux vont donc se poursuivre dans deux axes :

- Une observation du travail des experts pour mieux appréhender les cheminements qui les amènent à identifier les risques nouveaux,
- Un travail de construction d'un outil de mise en correspondance des événements déjà observés pour faciliter les associations « sérendipeuses ».

Références

Altshuller, G., 2004, 40 principes d'innovation. TRIZ pour toutes applications.

Andel (van), P., Bourcier, D., 2013, « De la sérendipité dans la science, la technique, l'art et le droit : leçons de l'inattendu », Hermann

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.

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

Dieguez, S., 2013, « Dans la tête de Sherlock Holmes », Cerveau & Psycho n°59.

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 ? »,

Escande, J., Proust, C., Le Coze, J.C., Marlair, G., 2013, « Signaux faibles : un concept pertinent ? », SFGP N°104.

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.

Catellin, S., 2004, « L'abduction : une pratique de la découverte scientifique et littéraire »

Catellin, S., 2014, « Sérendipité : du conte au concept », Le Seuil

Le Coze, JC. 2014. Reflecting on Jens Rasmussen's legacy. A strong program for a hard problem. Safety Science. En cours de publication.

Le Coze, J.C., 2013a. What have we learned about learning from accidents. Safety. Science 51 (1), 441–453.

Le Coze, JC. 2013b. New models for new times. An anti dualist move. 59. 200-218.

Le Coze, J.C., 2012. Towards a constructivist program in safety. Safety Science 50, 1873–1887.

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.

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 4th Int. Workshop on Enhanced Novel Explosives at New Mexico Tech, Soccoro, NM Aug 23-25, 2005

Weick, K. 1995. Sensemaking in organizations. London: Sage.