

« Sacralisez » le retour d'expérience !

« Sacralize » experience feedback !

MERIAN Yves
IMdR
Paris
yves.merian@orange.fr

GIRAUDEAU Michel
IMdR
La Celle-les-bordes
mgiraudeau.nb6@free.fr

DECHY Nicolas
CHAOS
Paris
nicolasdechy@yahoo.fr

Résumé Le retour d'expérience (REX ou RETEX) fournit une contribution fondamentale à une prise de décision informée quant au risque (« risk-informed decision making ») et à la maîtrise des risques. Si son importance est reconnue par l'ensemble des parties prenantes, des limites dans l'efficacité des processus de REX sont observées, ce qui compromet la sûreté de fonctionnement et le management des risques. Ces processus sur différents événements ou objets sont difficiles à mettre en œuvre notamment en regard des contraintes de ressources, des bénéfices parfois peu visibles et des obstacles politiques rencontrés. Ces limites conduisent à des REX différés, omis, voire négligés. Cette situation questionne la dimension managériale et politique des REX plus que son ingénierie qui a été améliorée ces dernières décennies.

Les objectifs de cette communication sont de revenir sur des définitions et des caractéristiques du REX, d'évoquer quelques grandes évolutions en cours, avant de s'arrêter sur les défis actuels et de présenter des pistes afin de « renverser l'approche », c'est-à-dire d'éviter que le REX soit négligé, mais qu'il soit au contraire mieux « sacralisé » !

Mots clés : retour d'expérience, maîtrise des risques, décision, information, métier

Abstract Experience feedback (REX or RETEX) provides a fundamental contribution to "risk-informed decision making" and risk management. While the importance of REX is recognized by all stakeholders, there are limits to the effectiveness of REX processes, which compromise dependability and risk management. These processes on different events or objects are difficult to implement, particularly in view of resource constraints, benefits that are sometimes not very visible and political obstacles. These limits lead to delayed, omitted or even neglected REX. This situation calls into question the managerial and political dimensions of REX, rather than the engineering aspects, which have been improved in recent decades.

The aims of this paper are to review some definitions and characteristics of REX, to outline few major current trends, then to focus on the current challenges and to present some ideas for "reversing the approach", i.e. preventing REX from being neglected, but rather to make it more "sacralized"!

Keywords : experience feedback , risk management, decision, information, job

I. INTRODUCTION

Le retour d'expérience (REX) fournit une contribution fondamentale à une prise de décision informée quant au risque (« risk-informed decision making ») (ex. AIEA, INSAG25, 2011) et à la maîtrise des risques. Si l'importance du REX est reconnue par l'ensemble des parties prenantes, des limites dans l'efficacité des processus de REX sont observées, ce qui compromet la sûreté de fonctionnement et le management des risques.

Notre propos part du constat que les processus de REX sont difficiles à mettre en œuvre notamment en regard des contraintes de ressources (une tâche qui prend du temps et se surajoute au quotidien, un vaste champ d'applications), des bénéfices parfois peu visibles avec une efficacité cumulative dans le temps, et des obstacles politiques (principe de correction des erreurs, mise en jeu de responsabilités, décisions difficiles). Ces limites conduisent à des REX différés, omis, voire négligés. Ceci est de nature à questionner selon nous la dimension managériale et politique des REX plus que celle de son ingénierie qui a été améliorée ces dernières décennies.

La communication s'appuie principalement sur les nombreux travaux sur le REX réalisés depuis deux à trois décennies par des membres de l'IMdR en vue de caractériser, développer et optimiser le REX pour la maîtrise des risques (en sûreté de fonctionnement, sécurité industrielle et gestion de crise) à travers notamment les travaux des groupes de travail et de réflexion rendus sous forme de communications, ouvrage collectif et projets IMdR, ainsi que sur quelques travaux équivalents publiés dans des associations partenaires comme l'ESReDA et l'AFPCNT.

Après quelques rappels sur des définitions et des caractéristiques du REX, des grandes évolutions en cours, l'objectif de cette communication est de prendre position au regard de certains défis actuels et de présenter des pistes qui nécessitent de « renverser l'approche », c'est-à-dire d'éviter que le REX soit négligé, mais qu'il soit au contraire mieux « sacralisé » !

II. LES PRINCIPALES CARACTERISQUES DES PROCESSUS DE RETOUR D'EXPERIENCE

A. *Historique et définition*

Les pratiques de REX sont probablement très anciennes. Depuis le 20^{ème} siècle, le REX s'est développé progressivement dans l'industrie, dès le démarrage de l'aéronautique, ensuite du nucléaire, de l'aérospatial et de la pétrochimie. Concernant les risques naturels, le REX a commencé de façon précoce par les séismes. La pratique s'est étendue plus récemment à de nombreux domaines, dont la santé et la gestion de crise (pour des compléments historiques : Lannoy, 2010, Merian, 2022). L'usage le désigne indifféremment par les diminutifs REX (utilisé plutôt dans l'industrie) ou RETEX (utilisé plutôt dans le domaine institutionnel et en gestion de crise).

L'état de l'art fait ressortir de nombreuses définitions qui dépendent des domaines et des auteurs. Une communication précédente (Merian, 2022) relevait notamment : (1) une définition tirée par l'événement, comme « analyse systématique d'un événement passé en vue d'en tirer des leçons pour la gestion du risque en général » (ministère chargé de l'écologie, 2008) ; et (2) une définition tirée par le processus, comme « dispositif organisationnel, humain et technique qui vise à apprendre des événements passés pour améliorer la gestion des risques, (...) et qui s'intéresse aux accidents, incidents, signaux faibles, succès, etc. » (IMdR, 2016).

Nous proposons de retenir une définition générique - axée sur la finalité et les caractères essentiels, sans la structure et les étapes -incluant le suivi des décisions faisant suite aux recommandations faites: le **retour d'expérience** est un mode d'évaluation rétrospectif de la maîtrise des risques, qui consiste en un processus d'investigation de l'expérience passée (événements et décisions prises à leur suite) visant à tirer des leçons des dysfonctionnements des systèmes sociotechniques et des succès observés en vue d'assurer la maîtrise des risques dans le futur.

Cette définition présente l'intérêt de souligner l'enjeu de la réflexivité sur la performance de la maîtrise des risques et l'objectif d'amélioration continue. Elle souligne également le besoin d'engager des ressources et d'organiser des dispositifs d'auto-évaluation, critiques, de la maîtrise des risques sur lesquels nous allons revenir.

B. *Caractéristiques*

1) *Les fonctions du REX*

Le processus de REX remplit trois fonctions (IRSN, 2014) : « comprendre » l'origine des dysfonctionnements identifiés, localisés et enregistrés pour en tirer des enseignements ; « partager » cette compréhension avec ceux qui en ont besoin ; et permettre « d'agir » durablement pour corriger les dysfonctionnements observés.

La fonction « comprendre » organise un recueil continu de sources de données et déclenche une enquête pour rechercher les causes des dysfonctionnements observés, en remontant au besoin aux causes « profondes » au-delà des causes « apparentes ». Par exemple, le REX technique rassemble des données - dates de défaillances et de maintenances, mesures de dégradations - utilisables pour des analyses qualitatives et quantitatives des risques.

La fonction « corriger » rassemble des actions curatives (par exemple : accident aléatoire sur un exemplaire unique) ; correctives (par exemple : rétrofit sur tous les éléments identiques) et préventives (par exemple : traitement proactif de signaux faibles de dégradation, prise en compte de corrections pour les futurs développements).

2) *Un processus*

Le processus de REX traite des faits observés ponctuellement (un événement) ou pendant une période plus ou moins longue (jusqu'à plusieurs mois ou années ou sur toute la durée de vie d'une installation), relatifs à des pratiques ou performances d'exploitation. Les données d'entrée (les données brutes collectées) sont transformées en produits de sortie correspondant aux fonctions définies plus haut.

Le processus comprend des étapes au nombre variable selon les auteurs (IMdR, Blatter et al., 2016), par exemple :
- trois grandes étapes : la collecte et la mémorisation des données de l'expérience, la validation et l'analyse des informations recueillies, la diffusion et l'application des enseignements issus de l'analyse
- neuf étapes détaillées selon Dechy et al. (2008) : (1) politique de REX, (2) détection des événements, (3) collecte des données, (4) analyse de(s) l'événement(s), (5) définition des mesures correctives (MC), (6) mise en œuvre des MC, (7) suivi des effets des MC, (8) mémorisation, (9) archivage.

La profondeur des mesures correctives (ESReDA, 2015a et b) dépend notamment des boucles d'apprentissages : « simple boucle » quand des routines sont corrigées ; « double boucle », quand la conception est reprise ; « triple boucle », quand l'apprentissage dépasse l'état de l'art et vise l'innovation. On distingue également des dimensions organisationnelles du REX, au nombre quatre selon Dechy et al. (2008) : verticale et hiérarchique, transversale et inter-organisationnelle, historique, et enfin sur les enjeux de formalisation et de communication.

3) Les principaux types de REX

Nous pouvons mettre en exergue quelques types ou configurations du REX :

a. Le REX réactif après événement

L'objectif est de comprendre ce qui s'est passé pour éviter la répétition des erreurs. Lorsque des événements significatifs surviennent - des accidents, des incidents, des crises réelles jusqu'aux exercices de crise -, ils déclenchent de manière réactive un REX complet, à des échelles variées, au sein des systèmes sociotechniques. Ils sont détectés et analysés et des actions correctives sont définies et implantées. Les enseignements tirés sont diffusés, mémorisés et archivés. De nombreuses commissions d'enquêtes parlementaires ont ainsi organisé des REX ou RETEX dans le but de faire évoluer des réglementations (ex. crise de la « vache folle », tempête de 1999, AZF, Xynthia, Mediator ...).

b. Le REX proactif à partir de « signaux faibles »

L'objectif est de prévenir (empêcher) les incidents et accidents. En-dessous de certains seuils de criticité apparente, des événements – des déviations dans les pratiques normales, des écarts aux règles ou aux normes, des anomalies techniques ou organisationnelles ou une variabilité notable de l'activité et des données qui la trace - ne donnent pas lieu dans l'immédiat à un processus de REX complet. Ils sont collectés, enregistrés, cumulés dans des bases de données, « historicisés », afin de pouvoir déclencher des analyses globales sur une certaine période. Des recoupements d'information sont menés avec le big data dans une logique de défragmentation des bases de données (ex. Jouniaux & al., 2014). Dans le domaine technique, ces informations renseignent sur l'efficacité de la maintenance ou le vieillissement d'une infrastructure. En matière de risque majeur, il s'agit de détecter des signaux précurseurs d'accidents à l'aide de signaux avant-coureurs ou « signaux faibles ». Il est souligné qu'un signal n'est pas faible en soi, par l'amplitude ou la nature de la source d'information, mais que la propriété est extrinsèque : ce qui fait le signal faible, c'est le rattachement de l'information à un scénario de risque, c'est un construit social (Jouniaux & al., 2014).

c. Le REX externe

L'objectif est d'apprendre de l'expérience des autres. Un tel REX s'enclenche en interne souvent à la suite d'un REX externe consécutif à un événement ou une expérience remarquable d'une autre entité. Le REX externe soulève ainsi l'enjeu d'une transposition adaptée d'enseignements perçus comme génériques. Il intervient en particulier en réaction à des signaux très forts, comme des accidents majeurs chez un concurrent ou à l'étranger, conduisant les autorités de contrôle à requérir des actions correctives des exploitants. L'accident de Fukushima le 13 mars 2011 a ainsi déclenché en Europe des demandes de tests de résistance (« stress tests ») des centrales nucléaires aux aléas naturels extrêmes – y compris séismes et inondations sévères - et en France des évaluations complémentaires de sûreté (ECS) demandées dès avril 2011. Les RETEX à caractère collectif (via des exercices de crise ou des bilans) entrent dans ce type.

d. Le REX sur les succès, la fiabilité et la résilience

En complément de l'étude de la défiabilité (défaillances, échecs, dégradations) pour la sûreté de fonctionnement et la maîtrise des risques, il est utile d'étudier les conditions de fiabilité, de succès, de résilience aux crises, de continuité d'activité malgré les aléas, pour capitaliser à la fois les expériences négatives et positives.

III. LES GRANDES EVOLUTION EN COURS

Depuis deux décennies, le REX connaît trois évolutions majeures : (A) la poursuite de l'intégration des facteurs humains et organisationnels, (B) le développement du potentiel des outils numériques, (C) la gestion de la temporalité qui apparaît comme un facteur clé. Ces évolutions rendent le REX à la fois plus riche et plus complexe.

A. La poursuite de l'intégration des facteurs organisationnels et humains

La prise en compte des « facteurs organisationnels et humains » (FOH), à côté des facteurs techniques ou autres, bénéficie déjà d'un recul de plusieurs décennies. Un groupe de travail IMdR dédié à la prise en compte des FOH sur le REX a organisé un partage d'expériences entre industriels et de pratiques d'organisation du REX FOH entre 2005 et 2015 (Blatter et al., 2016). Il en ressort deux enseignements.

1) Un consensus sur la dimension organisationnelle des accidents

Un consensus se dégage au sein du monde de l'industrie pour un modèle systémique et multi-causal, mettant l'accent sur la dimension organisationnelle plutôt que sur des facteurs individuels. Il s'agit de sortir du modèle erroné qui réduit une combinaison causale complexe à une erreur humaine et de privilégier la recherche de « causes profondes » par rapport à des causes « apparentes ». Cependant, l'atteinte des meilleures pratiques dans ces analyses approfondies (ex. Llory et Montmayeul, 2016) reste trop lente.

2) Le besoin d'une ingénierie du REX FOH

L'importance et la complexité du REX FOH rendent nécessaire une ingénierie (Blatter et al., 2016), visant à :

- s'appuyer sur les acquis concernant l'organisation du processus et l'architecture des bases de données,
- coconstruire le dispositif en associant les utilisateurs aux concepteurs, les analystes aux exploitants, les acteurs de terrain aux managers et dirigeants,
- reconnaître les besoins de réglage, d'équilibrage et d'arbitrage, qu'il s'agisse de questions opérationnelles (comme : faciliter le travail de collecte pour les agents près du terrain, trouver le bon formatage pour rester ouvert aux signaux hors cadre) ou des tensions et dilemmes, appelés couples dialogiques (court terme versus long terme, local versus global, données quantitatives versus données qualitatives).

B. Le développement numérique

Des outils comme les architectures de données Big data, associées à l'apprentissage machine (machine learning), au traitement automatique des langues (TAL) et aux algorithmes d'IA en général, offrent de nouvelles possibilités dans la « fouille » de données et la recherche de liens entre données. Ces possibilités sont explorées par plusieurs projets IMdR regroupant plusieurs industriels et experts (P10-5, 2013 ; P12-1, 2013 ; P15-2, 2016 ; P17-4, 2019 ; P18-2, 2022).

Le développement des outils numériques entraîne une augmentation de puissance et permet une diversification des sources et des usages. Le modèle de REX évolue : plus riche, il est aussi plus complexe dans sa fabrication et sa mobilisation (Lannoy et Rémy, 2022). Il favorise le passage d'un REX « historique » (utilisant des données statiques) à un REX en flux continu et démultiplié.

La collecte et le stockage. L'augmentation de la puissance informatique autorise beaucoup plus de collecte et de stockage de données, avec un caractère plus dynamique (fréquence accrue) voire continu dans un flux de données. Le dispositif peut intégrer des données de sources différentes (internes, exogènes, dont des capteurs), de types différents (chiffres, textes, images...), de contenus différents (données de défaillances ou dégradations, portant sur l'usage et le fonctionnement du système ou provenant de bases de données externes, par exemple des données météo). Ceci permet la contextualisation des informations internes et la décontextualisation des données externes et donc des évaluations plus individualisées.

La préparation des données. C'est l'étape destinée à les rendre exploitables. Un « prétraitement » consiste à apporter les corrections nécessaires à la donnée brute pour qu'elle soit exploitable en fonction des cas d'usage. On obtient un ensemble de données « préparées » (dont la traçabilité est obligatoire pour les industries à risque). Comme les cas d'usage peuvent évoluer, une bonne pratique consiste à faire une architecture de stockage à trois paliers : brut, neutre et métier. Une phase importante est la construction et la sélection de caractéristiques dérivées (« features »), qui synthétisent l'information portée par les données brutes et qui sont plus facilement manipulables par les modèles d'apprentissage-machine automatique (feature engineering, *Wikipedia*). Cette phase dite « ingénierie des caractéristiques » peut être réalisée avec l'appui des experts métiers, qui sauront guider le « data scientist » vers les caractéristiques les plus pertinentes à générer et à considérer selon les cas d'usage. Une des opérations porte sur les valeurs « aberrantes » (celles en contraste avec les valeurs normales attendues) : suivant les cas d'usage, elles sont soit prétraitées (corrigées), soit conservées pour l'étude des signaux faibles.

La modélisation. L'approche Big data et IA sert à l'élaboration et l'apprentissage de « modèles », qu'on va définir, entraîner et valider, en vue de fournir une capacité prédictive. L'apprentissage machine permet d'identifier de nouvelles relations de corrélation, de « faire parler la donnée » et de contribuer à la modélisation du système (par exemple par des jumeaux numériques) notamment avec les experts et la caractérisation des liens de causalité. Après échantillonnage au sein de la masse des données, on choisit parmi les algorithmes existants et disponibles ceux qui peuvent répondre aux cas d'usage visés que sont par exemple : le calcul des paramètres de fiabilité ; l'aide à la compréhension des causes racines d'une défaillance ; la détection d'anomalies traduisibles en signaux faibles. Il est essentiel que l'humain en garde la maîtrise, avec une implication des experts métiers auprès des analystes (les « data scientists ») aux différentes étapes, pour assurer la qualité des données et la validité et la légitimité des interprétations.

La gouvernance de la donnée. En contrepartie, la mise en place d'une « gouvernance de la donnée » est désormais un prérequis, avec une normalisation des pratiques dans certains secteurs comme le secteur spatial. Elle porte sur un standard de gouvernance (qui est le propriétaire de la donnée brute), le patrimoine des données (leur cartographie), l'évaluation de la maturité des données (définition, qualité, exploitabilité, accessibilité), le cycle de vie des données, la traçabilité (pour fournir des preuves au régulateur).

C. *La préoccupation montante de la temporalité*

Le REX, consommateur de ressources, est à penser dans sa temporalité. Il s'agit de gérer les boucles de REX, suivre l'implantation des actions correctives sur plusieurs années, construire des dispositifs qui apportent le bon enseignement au bon moment, enfin entretenir une démarche réflexive sur la maîtrise des risques.

1) *Les défis temporels par types de REX*

Les défis temporels varient selon les types de REX.

a. *Le REX réactif (événementiel) : trop vite sous l'effet de la pression temporelle*

Le REX réactif, entrepris après un événement réel subi, est souvent réalisé trop vite, sous l'effet de la pression temporelle, qui pousse à des explications et des mesures rapides, notamment pour redémarrer la production et obtenir les autorisations légales de redémarrage. Il peut s'arrêter à la première « boucle », celle des causes apparentes, sans remonter aux causes profondes pour permettre un apprentissage organisationnel durable. En outre, la durée de mise en place des mesures varie fortement selon leur nature (de quelques heures à plusieurs années pour la réglementation) : ainsi, la mise en œuvre opérationnelle de certaines dispositions des plans de prévention du risque technologique (PPRT) décidée après l'accident AZF de 2001 n'était pas terminée 15 ans après ; il en est de même pour certaines actions du post-Fukushima, qui pourront être mises en œuvre après 2030.

b. *Le REX proactif : trop lent, trop tard*

L'objectif est de détecter et valoriser les signes annonciateurs et d'agir en temps utile pour éviter la survenue de l'événement redouté ou la vulnérabilité de l'entité exposée. Le syndrome est celui de « too little, too late » (Merritt, 2007). Il s'agit d'assurer la traque des phénomènes (à partir des signaux faibles), de rassembler des éléments complémentaires de preuve et, enfin, de convaincre et obtenir les soutiens indispensables (décideurs, population). Le REX proactif exige un courage managérial et politique car il s'agit d'engager des mesures alors que les signaux restent faibles ou ambigus ; les impulsions s'observent souvent après-coup. Par ailleurs, le REX proactif peut lui-même être source d'erreur, notamment par confusion entre les preuves de fiabilité et de sécurité : l'absence d'accident malgré le non-respect des spécifications de conception des navettes spatiales Challenger et Columbia a été réinterprétée comme preuve de marges de tolérance (CAIB, 2003 ; Llory et Dien, 2006).

c. *Le REX externe*

S'il vient en prolongement d'un REX réactif, la pression temporelle peut être particulièrement forte : à la suite de l'accident de Fukushima, les demandes en urgence des tests de résistance et des études complémentaires de sécurité (ECS) sont restées focalisées sur les causes techniques et la gestion de crise. L'apprentissage proactif des incidents survenus chez des concurrents ou à l'étranger constitue une voie prometteuse. Ceci va bien au-delà de l'établissement de réseaux de partages et de la constitution de bases de données de REX : l'industrie aéronautique (bases internationales et européennes), le nucléaire (bases internationales, européennes et françaises) et la pétrochimie (base européenne des sites Seveso et base française ARIA du BARPI). La réalisation d'un bilan collectif sur plusieurs années est une autre approche (AFPCNT & CEPRI, 2024).

2) *Le modèle du retour d'expérience dynamique*

On doit prendre acte de l'aspect dynamique à la fois des systèmes sociotechniques et de la maîtrise des risques. Les systèmes sont soumis en permanence à des changements internes et de leur environnement ; certains sont engagés dans un cycle de vie. La maîtrise des risques requiert selon les circonstances de la durée, de la rapidité ou une intervention au bon moment. Elle connaît des améliorations et des dégradations. Il en résulte des **défis temporels complexes**, que l'expression « REX dynamique » veut mettre en évidence (ESReDA, 2015 ; Dechy, 2016). Outre la gestion des multiples boucles temporelles, on retient les principales préoccupations suivantes.

a. *La mémorisation : capitaliser l'expérience*

L'oubli de leçons importantes est dangereux du point de vue de la prévention des risques. L'oubli des principes de conception au cours de l'exploitation est à l'origine de la catastrophe du 24 mars 1999 au tunnel du Mont Blanc. La défaillance des autorités de contrôle est une cause profonde récurrente qui a été « redécouverte » à l'occasion de Fukushima. Au-delà de l'organisation d'épisodes d'entretien de la mémoire collective concernant certains événements, il faut donc un mécanisme de « révision » pour concilier la conservation des leçons durables et le renouvellement nécessaire des connaissances.

b. *La diffusion : apporter le bon enseignement au bon utilisateur au bon moment*

Les décalages de temporalité entre acteurs peuvent être importants : si les émetteurs ont des contraintes de ressources et peuvent privilégier le mode « push » de transmission des informations, les utilisateurs ont des contraintes liées à la diversité des usages et ils privilégient le mode « pull ». Il faut s'assurer de modes de diffusion adaptés à ceux qui en ont besoin : filtrage par utilisateurs, part « incarnée » de la mémoire active sur des personnes-relais.

c. *L'accès aux outils : tenir compte de la disponibilité réelle des personnes*

Les bases de données de REX, développées à partir de la fin des années 70 et soutenues depuis par l'essor informatique et les nouveaux outils numériques (Big data et IA), connaissent un développement inégal. Là où elles existent, il importe de tenir compte des limites du temps disponible des utilisateurs et de se garder de l'illusion technologique selon laquelle ces bases permettent par elles-mêmes de conserver la connaissance et l'expertise.

d. Le management : maintenir la vigilance

Il convient de faire face à l'érosion de la vigilance et de maintenir la motivation. Font partie des sujets de réflexion : l'ouverture aux retours du terrain dans le domaine industriel, dont le pendant sur les territoires est la mobilisation des acteurs locaux et de la société civile ; la rotation des postes d'encadrement ou d'élus qui génère des horizons temporels différents de ceux de la maîtrise des risques ; la faible référence nationale aux échéanciers internationaux (2030 pour l'accord onusien sur la réduction des risques de catastrophes).

IV. CAS D'APPLICATIONS DU REX

Parler du REX au singulier ne doit pas masquer la multitude des dispositifs qui cohabitent au sein d'une même organisation ou industrie, différant par les finalités, les acteurs, les méthodes et les données. Ces dispositifs contribuent à différents processus de maîtrise des risques, dont les trois démarches ci-dessous sont représentatives du vaste champ d'application du REX.

A) La sécurité industrielle : prévenir l'accident majeur

Les rapports d'enquêtes après accidents majeurs ont dans le passé reçu des explications variées : période d'incubation pendant laquelle on ne reconnaît pas les signaux « faibles », dégradations de composants sur de longues durées ; accident jugé « normal » du fait de la complexité du système. Les études convergent aujourd'hui vers le modèle de l'« accident organisationnel » (Reason, 1997). Ainsi, le Columbia Accident Investigation Board (CAIB, 2003) a « reconnu rapidement que l'accident n'était pas un événement anormal, aléatoire, mais plus probablement enraciné dans une certaine mesure dans l'histoire de la NASA et dans la culture du Programme des vols spatiaux habités ». Pour Dien (2006), « tout événement est initié par des causes directes, immédiates techniques et/ou humaines ("erreur"), mais son occurrence et/ou son développement est induit, favorisé, précipité par des causes et des conditions sous-jacentes (facteurs complexes) organisationnelles ». L'accident majeur n'appartient pas au registre de la fatalité, il ne peut se réduire à « un exceptionnel enchaînement malheureux de circonstances ». L'accident est « le point final d'un processus de dégradation de la sécurité » pendant une période dite « d'incubation » (Turner, 1978) où des signaux ne sont pas reconnus et traités à temps ou sont considérés comme « normaux ». Dit autrement, l'amélioration continue de la sécurité industrielle est une illusion (Rousseau et al., 2016).

Puisque les accidents sont annoncés par des signes avant-coureurs, ils ne sont pas par essence inévitables (Perrow, 1984), il est donc possible de les prévenir en intervenant à temps (Dechy et al., 2012). Le REX proactif joue un rôle central pour établir des diagnostics à partir des symptômes disponibles aussi faibles soient-ils. S'il parvient à lancer des investigations complémentaires à partir des premiers signaux, il peut initier des actions de prévention en ouvrant des fenêtres de récupération avant un accident plus significatif. A l'inverse, les échecs dans l'efficacité des processus de REX constituent l'une des causes profondes récurrentes des accidents.

Il importe de remarquer que les enseignements des accidents majeurs évoluent peu car les leçons se répètent : les causes profondes sont similaires et récurrentes sur les 30-40 dernières années, quels que soient le type de système, d'industrie, de culture, d'époque historique. **Cette observation empirique d'un schéma récurrent des accidents majeurs a ouvert la voie à un effort de capitalisation sous forme de connaissances transposables** (Dechy et al., 2010 ; Llory et Montmayeul, 2010). Il semble que nombre d'acteurs de la prévention des risques n'intègrent pas encore cet enseignement fondamental.

B) La fiabilité /maintenabilité des systèmes embarqués en aéronautique de défense

Depuis environ 50 ans, **les industriels considèrent le REX comme fondamental pour mesurer et améliorer la fiabilité et la maintenabilité de leurs systèmes et équipements opérationnels**, compte tenu des caractéristiques des systèmes embarqués. Ces derniers sont devenus de plus en plus complexes à concevoir et exploiter, avec des centaines de cartes incluant des milliers de composants, une durée de vie supérieure à 30 ans, l'utilisation de technologies éprouvées ou émergentes pour des performances optimum, des profils de vie opérationnels pas toujours prévisibles. On rappelle quelques principes caractéristiques du processus de REX :

- Il commence par la formulation d'exigences contractuelles garantissant la mise en place d'actions décrites, planifiées et financées pendant toute la durée de vie du système. Il y est fait référence à des méthodes et indicateurs communs pour une homogénéité des résultats globaux et une meilleure compilation des données recueillies.
- Ensuite, il prévoit des tests, continus, périodiques ou déclenchés, pour l'identification et l'enregistrement des défaillances, puis des analyses de défaillance pour connaître la cause racine réelle des défaillances observées. Le cas échéant, des corrections seront apportées à la conception pour éviter des défaillances futures à répétition sur les exemplaires en service (notion de rétrofit) et pour améliorer les nouveaux développements, afin d'éviter des coûts de réparation prohibitifs sur le long terme et un abaissement de la disponibilité opérationnelle.

- La mesure du profil de vie réel du système (associée à l'horodatage des défaillances et des temps de réparation) et des circonstances des pannes, permettra de définir les performances de fiabilité/testabilité/maintenabilité et, après analyse, de les améliorer.
- Le REX peut aussi avantageusement porter sur la testabilité (capacité d'un système à détecter et localiser ses défaillances, par exemple avec un logiciel de test). En mesurant le taux de pannes non confirmées et le taux de localisation de panne, on peut réduire les retours inutiles et les coûts associés et augmenter la disponibilité.
- Ce REX est également exploité pour construire ou améliorer les modèles prévisionnels.

Des **progrès** importants ont été réalisés pour la mise en œuvre.

- Le « Health and usage monitoring » (HUMS)

C'est une technique non destructive de surveillance de l'état de santé (intégrité) de systèmes pendant leur fonctionnement et/ou tout au long de leur durée de vie, afin d'éviter des pannes et de réduire les coûts de maintenance. Les systèmes électroniques peuvent utiliser des composants HUMS qui intègrent des **capteurs** physiques et des capacités de calcul et de stockage de données. Ils ont quatre fonctions : acquérir et traiter les données de l'équipement à maintenir (globalement, de la surveillance) ; diagnostiquer l'état de l'équipement (à partir des fautes ou défaillances observées) ; pronostiquer l'évolution de cet état ; aider à la prise de décision en fonction de l'état et de son évolution. On définit, dès la conception du système, les ressources - en matériel, mode de collecte des données et traitements - nécessaires à leur exploitation (par exemple, un traitement Big Data).

- Une nouvelle **norme** française dédiée au REX publiée en 2020

La norme NF C 20-312 « Collecte et exploitation du retour d'expérience en sécurité de fonctionnement des systèmes et équipements » est un avantage pour les industriels qui disposent ainsi d'un document normatif récent pour décrire précisément un processus de mise en œuvre du REX. Ce document, corédigé par des industriels et la direction générale de l'armement (DGA) du ministère français des Armées, apporte une terminologie commune et un ajustement des méthodes à mettre en œuvre dans le cadre d'un projet. (AFNOR) (Meunier & Clément, 2020).

L'emploi du REX en sûreté de fonctionnement connaît **deux limites** liées à la bonne exploitation des ressources :

- la qualité des données

Si on estime en général que les mesures effectuées en opérationnel (par le REX) sont meilleures que les évaluations prévisionnelles, il faut rester prudent car elles peuvent subir beaucoup d'incertitude (par exemple : instant réel de la défaillance, durée de fonctionnement réelle du système, conditions réelles d'utilisation lors de la défaillance - over stresses possibles-, causes racines réelles de la défaillance, données manquantes ou erronées).

- la justification économique

Le processus peut être très coûteux. Il convient d'investir dans un REX pour des technologies pérennes pour éviter un REX inutile : si 10 ans sont nécessaires pour construire un REX exploitable (c'est par exemple la durée de vie des batteries automobiles) et si la technologie n'a que quelques années de durée de vie commerciale ou ne sera plus employée pour de nouveaux développements, car obsolète, l'investissement dans un REX est discutable.

C) *La gestion de la crise et le post-crise*

Le retour d'expérience (RETEX) est systématique en gestion de crise, que ce soit à l'occasion d'une crise réelle ou d'un exercice. Depuis les années 1990 (Lagadec, 1994 ; Roux-Dufort, 2003 ; Hansen et Hansen, 2016), la préparation aux crises passe par l'organisation d'exercices de crise pour entraîner les équipes et tester les dispositifs. La méthodologie comprend, entre autres: la détection des signaux d'alerte (veille et alerte) ; une main courante pendant la crise ; à l'issue, un « débrief » suivi d'un RETEX à chaud et d'un RETEX à froid, s'appuyant sur l'expression des différentes parties participantes. Les enseignements sont traduits en mise à jour des plans d'action, intégration au programme de formation et d'exercices, capitalisation.

La résilience des organisations et la continuité d'activité font partie des nouveaux objets du RETEX depuis les années 2010, notamment après Fukushima et la crise du Covid19. Les RETEX sur la continuité d'activité lors de grandes crises (incendie d'OVH, Covid19, hiver froid 2022-23, pannes de communications électroniques, cyberattaques paralysantes) ont confirmé l'intérêt de la planification pour se préparer et les risques liés à la vulnérabilité de la chaîne d'approvisionnement. Les missions prioritaires des mairies ont été clarifiées lors du Covid19. Les RETEX généraux sur la résilience confirment une déficience récurrente du contrôle et le besoin de s'appuyer davantage sur les acteurs locaux.

Le retour d'expérience sur le post-crise des catastrophes naturelles, après avoir longtemps tourné autour de la notion d'aléatoire et de la pratique de l'indemnisation rapide et de la reconstruction à l'identique s'oriente désormais vers le « mieux reconstruire » pour réduire les vulnérabilités. En particulier, les difficultés locales apparaissent moins contingentes si on les agrège sous forme de REX collectif. L'enquête 2023 « Anticiper le relèvement post-inondation des territoires » qui part des points de vue de gens du terrain ayant subi des inondations catastrophiques (40 entretiens) donnera lieu à une feuille de route en 2024. (AFPCNT & CEPRI, 2024).

On peut s'interroger par ailleurs sur l'habitude d'invoquer systématiquement la responsabilité des élus (dont celle des maires) qui pourrait être engagée en l'absence d'anticipation de leur part. Le contraste est fort avec la « culture juste » de l'industrie.

V. RESSOURCES ET GOUVERNANCE : DIMENSIONS MANAGERIALES, ORGANISATIONNELLES ET POLITIQUES DU REX

Malgré d'important progrès en quelques décennies, notre réflexivité sur les systèmes de maîtrise des risques nous amène à constater que le rôle assigné au REX est imparfaitement rempli. Nous faisons l'hypothèse que les limites atteintes et que les progrès à venir résident moins dans l'ingénierie du REX qu'au niveau de la dimension politique du REX, du management au régulateur, donc dans sa gouvernance globale.

A. *Un double risque*

Nous identifions deux risques principaux : le risque d'échec par déficience du processus et le risque d'essoufflement par crainte ou frustration des participants.

1) *Le risque d'échec du REX pour la détection anticipée des accidents majeurs*

Selon plusieurs auteurs, les sources d'échecs du REX sont nombreuses. Un processus globalement défaillant peut être « retenu comme l'une des causes profondes des accidents majeurs » (Dechy et al., 2008) ; la déficience d'une seule étape peut mettre le processus en échec. Une difficulté majeure concerne l'échec de la proactivité pour détecter et « amplifier les signaux faibles » (Jouniaux, 2014). Un précurseur important n'est pas détecté ou il est détecté, mais mal exploité. L'étude de nombreux accidents montre qu'une personne ou un groupe de personnes avaient joué le rôle de « lanceurs d'alerte » pour dénoncer une situation fortement dégradée qui présentait des conséquences potentielles importantes (par exemple : accident de Paddington en 1999). C'est le phénomène des « cassandres » pas écoutés ou pas entendus (Dien et Pierlot, 2006).

La mise en échec de la prévention des accidents majeurs n'est pas imputable au seul REX. Des scénarios ont pu être reconnus, mais ont été écartés comme trop peu probables (ainsi du risque de tsunami avec des vagues dépassant une certaine hauteur à Fukushima). C'est alors l'anticipation, la capacité de projection, qui est en défaut (Dechy & al., 2020) ou l'engagement de mesures coûteuses sur la seule base de « signaux faibles », qui est une action hasardeuse d'un point de vue managérial ou politique. Paradoxalement, le REX peut aussi faciliter la dérive en constatant qu'un événement redouté ne s'est jamais produit ou qu'une série d'événements n'a jamais eu que des conséquences limitées (biais de confirmation, confusion entre fiabilité et sécurité).

2) *Le risque d'essoufflement*

Les pratiques dans le temps réel sont marquées par le manque de « ressources sacralisées », de vigilance du management ou du régulateur, ce qui peut s'expliquer de plusieurs manières :

- des freins relatifs aux ressources à déployer face à la complexité de l'analyse : ainsi, la multiplicité des points de vue, ou la « variété requise » (Ashby, 1956), dépendent des dispositifs en place (par exemple, organisation de réunions, le binôme entre experts et non experts ou entre experts de disciplines différentes) et des contextes locaux (climat de confiance, motivation). Un « signal faible » peut en réalité être fort et bien visible, mais être « affaibli » par l'habitude et le manque de recul (phénomène de « routinisation des écarts ou modes dégradés », « normalization of deviance »), (Vaughan, 1996). D'autres freins concernent les ressources temporelles de réalisation de REX après des interventions de maintenance ou plus globalement à l'issue d'arrêts de réacteurs pour maintenance (Dechy et al., 2014) qui conduisent à ne pas réaliser ou dans un format réduit le REX prévu ; la phase de REX est alors une variable d'ajustement dans l'enchaînement des cycles.

- des freins politiques en raison des craintes liées à la révélation des erreurs : les craintes peuvent provenir du personnel (s'il signale des pratiques erronées), du management (si sa responsabilité peut être mise en jeu) et de l'organisme (accentuation des tensions et perte de réputation) ;

- des freins motivationnels liés aux frustrations des personnels et des parties : les personnels ne sont pas associés à la conception, aux remontées d'information et à la diffusion des résultats ; les résultats, incluant les décisions prises, ne sont pas à la hauteur des attentes ; les REX des autorités de contrôle sont insuffisants. Des politiques d'analyses approfondies des événements peuvent être trop sélectives se contentant d'analyser un pourcentage d'événements faible ou très faible par rapport au nombre d'événement déclaré aux autorités, ce qui souligne une ambition d'apprentissage trop modérée. Une motivation non maintenue dans la durée peut conduire à la mise en sommeil du processus ou à un fonctionnement en yo-yo, et, de façon générale, à un sous-investissement, affectant aussi bien le REX continu que le REX événementiel.

Les considérations précédentes conduisent à poser le problème au niveau du management et de la gouvernance du processus de REX. Il faut certes une gouvernance de la donnée, une ingénierie du REX, des outils, des méthodes

d'analyse et de quantification, mais cela est loin de suffire. La représentation d'une organisation comme un système d'information connecté à des bases de données mémorisant l'information atteint ses limites. Les questionnements qui subsistent conduisent à s'interroger sur l'intérêt d'un changement de priorité au niveau managérial (par l'expression d'une « sacralisation » des ressources dédiées au REX) et à celui de la gouvernance globale du REX.

B. « Sacraliser » les ressources humaines dédiées au REX : comment ?

Il est essentiel d'organiser et mettre à disposition clairement les ressources nécessaires au REX. Les défis à relever nécessitent de revisiter l'emploi des ressources humaines du REX afin d'améliorer les bénéfices en matière d'apprentissage et d'amélioration continue.

1) L'apport des outils numériques sans oublier la place des hommes

Les nouvelles techniques (HUMS, Big data et IA) changent drastiquement la question des ressources employées pour l'acquisition et le traitement des données. Au-delà des espoirs suscités et des améliorations apportées, leur développement rapide, orienté sur l'accroissement de la puissance, met sous tension les ressources humaines dans leur capacité à suivre (accès aux données, maîtrise de l'interprétation). Les différents projets IMdR que nous avons évoqués montrent que **le rôle des hommes reste essentiel pour valider les données et légitimer les interprétations**. Ceci requiert de quitter une politique à tendance gestionnaire voire bureaucratique, sans tomber dans l'illusion technologique. Cela veut dire « passer du remplissage des bases de données à l'exploitation des renseignements » et « privilégier le qualitatif sur le quantitatif, dans la mesure où l'interprétation du quantitatif ne doit pas être automatique et où tout n'est pas réductible à du quantitatif » (IMdR, 2016). Aussi, ce développement devrait être davantage orienté sur la facilitation du travail humain pour les différentes activités nécessaires à un bon REX. Il importe de ne pas se laisser déborder par un trop plein de données (Lannoy et Rémy, 2022), les algorithmes et de garder la maîtrise de l'interprétation. Ainsi, selon le projet IMdR « Big data en fiabilité », le succès d'un projet d'IA repose « avant tout sur la création d'un binôme expert – data scientist ». (Bordeau, V., & al., 2020).

Une limite actuelle forte de ces approches est le manque d'interprétabilité des résultats obtenus en sortie des algorithmes, même s'ils peuvent être très performants pour résoudre la(es) tâche(s) pour la(es)quelle(s) ils ont été construits. Ils sont souvent qualifiés de « boîtes noires ». Il est souvent difficile de comprendre comment ils procèdent pour obtenir un résultat et d'interpréter et d'expliquer ce dernier. Des travaux sont en cours sur ce sujet important (Artificial intelligence, *Wikipedia*), mais ils ne sont pas suffisamment avancés pour qu'on soit en capacité, aujourd'hui, d'utiliser les résultats de tels algorithmes dans un processus de REX, où des raisonnements de type « causes / contextes \Rightarrow conséquences » sont nécessaires si l'on souhaite comprendre les événements, progresser pour les résoudre et éviter qu'ils ne se reproduisent. Aussi, il reste nécessaire de maintenir un découplage entre les pré-traitements des données, les interprétations des experts et les prises de décision.

2) La culture juste : une condition nécessaire pour protéger la parole authentique et fiabiliser le recueil de données

Le REX fonctionne à condition d'avoir accès à des informations connues de certains acteurs impliqués dans l'événement ou dans l'élaboration des solutions. Ces derniers doivent obtenir l'assurance que leurs propos ne seront pas retournés contre eux sous forme de sanctions. L'authenticité de la parole (Llory, 1996) est essentielle. Le concept de « culture juste » (Reason, 1997; Dekker, 2006) est fondé sur le droit à l'erreur : il vise à sortir d'une culture punitive et de recherche de faute, qui est un obstacle majeur à la communication des informations sur les dysfonctionnements et à la lutte contre des formes de silence des cadres (Llory, 1996) ou organisationnel (Rocha et Daniellou, 2013). Si la recherche de culpabilité est nécessaire pour les actions malveillantes, la recherche du « coupable idéal » parmi les acteurs opérationnels masque la chaîne de responsabilité en amont (« l'arbre qui cache la forêt des causes ») et tend à faire croire que des actions peu coûteuses (perte d'habilitation, formation) sont de nature à traiter des problèmes systémiques.

Des entreprises organisent des voies de remontée originales, quitte à court-circuiter des niveaux intermédiaires de management susceptibles de filtrer le reporting des mauvaises nouvelles. Des réseaux de guetteurs, formels ou informels, remontent des informations à une structure centrale qui dispose de moyens d'investigations et d'accès privilégiés aux décisionnaires (Bringaud et al., 2016). L'Institut de Veille Sanitaire procède ainsi pour l'anticipation des épidémies. Des cellules de veille pilotées par un risk manager s'appuient sur un réseau de personnes stratégiquement disséminées dans l'entreprise.

C. Structurer la gouvernance du retour d'expérience

1) Investir dans une fonction de retour d'expérience et une organisation distribuée

Les processus de REX engagent des moyens techniques, mais ils dépendent surtout du travail des acteurs. Or, certaines tensions organisationnelles traversent l'allocation des ressources humaines. Ainsi, le GTR consacré au REX FOH s'est interrogé : « Concentrer les responsabilités sur une personne versus « le REX c'est l'affaire de tous ? » » ; « Impliquer les managers versus déléguer l'analyse à un collectif ? ». Sa réponse est nette: il faut la mobilisation régulière, au quotidien, des acteurs de terrain qui sont les principaux témoins de l'état de fonctionnement et de dysfonctionnement du système, mais aussi la désignation de responsables du REX (au niveau des ingénieries centrales, en conception et en exploitation, ou directement sur le terrain), car les agents manquent de temps et de ressources pour faire vivre le REX. Par ailleurs, en raison des postures - défensives, vindicatives, punitives - possibles au cours de l'analyse d'un événement et du questionnement des responsabilités, un collectif d'analyse est nécessaire pour réguler les différents points de vue. La composition de ce collectif (avec ou sans manager et regard extérieur) peut évoluer au cours du processus, en fonction du contexte local. (IMdR, 2016).

Le GTR recommande plus précisément : de définir clairement une cellule d'experts du processus de REX (M. ou Mme REX) ; d'impliquer tout le réseau d'acteurs, vertical et horizontal, incluant le management de première ligne qui est fondamental pour un REX productif ; de savoir comment faire si le management (de première ligne ou autre) est clairement impliqué dans un accident ou incident ; d'assurer le retour vers les utilisateurs, pour fournir les explications aux éventuels refus de changements proposés dans les REX. Il convient donc de désigner un responsable REX capable d'animer un réseau composé d'experts et de non experts au sein d'une organisation distribuée, assurant la multiplicité des points de vue et recherchant le consensus.

2) Assurer la continuité du pilotage du retour d'expérience et son caractère révisable

Le REX atteint toute son efficacité par le jeu de l'apprentissage (humain ou de la machine) sur la durée pour prendre conscience des problèmes et prendre des décisions progressives. La temporalité s'applique sur différentes dimensions (remontée, diffusion, capitalisation, obsolescence et mémorisation). A l'échelle des systèmes sociotechniques, l'apprentissage se situe ainsi à un niveau organisationnel. On ne peut se satisfaire de dispositifs fonctionnant en yo-yo ou purement temporaires. Il faut une continuité. A cet effet, nous proposons d'insérer le processus de REX dans un calendrier répondant à une double exigence :

- un mécanisme de pilotage des ressources, en 3 temps :

(1) une revue hebdomadaire pour identifier les priorités de déclenchement de REX (sur des temps sacrifiés pour les acteurs opérationnels et avec des acteurs en charge du REX) ;
(2) une revue mensuelle pour piloter les REX déclenchés au vu des opportunités d'apprentissage et des arbitrages avec les ressources, de manière à proportionner les investissements dans le REX,
(3) une revue trimestrielle sur les retours d'expérience réalisés (individuellement ou en mode-balai) pour vérifier la conclusion des enquêtes, engager les prises de décision à différents horizons temporels et éventuellement prévoir des moyens complémentaires d'investigation (par exemple, en vue d'une montée en généralité) ;

- un mécanisme de révision périodique et de reddition de comptes

Par exemple : une révision annuelle, triennale et décennale portant sur le suivi des connaissances acquises et des décisions prises et sur l'évaluation rétrospective de l'efficacité du retour d'expérience pratiqué (REX du REX ou métaREX).

VI. DISCUSSION

A. Questions en débat

1) Des leçons essentielles restant à exploiter

Des écarts de vision ou des débats d'école subsistent sur des points essentiels :

- le décalage est fort entre la « culture juste » (droit à l'erreur) du monde industriel et l'invocation systématique de la responsabilité des acteurs territoriaux,
- alors même que les facteurs conduisant aux grands accidents montrent des récurrences, la facilité consiste à attendre l'accident ou la catastrophe pour aligner politiquement les acteurs plutôt qu'à anticiper par la mise en œuvre de mesures coûteuses face à des signaux faibles,
- le mythe de la « data »: certains sont accros aux bases de REX partagées, tandis que d'autres n'en disposent pas ou se méfient des partages inter-entreprises et des faiblesses dans la gouvernance des données,

- le rapport quantitatif-qualitatif : développer le quantitatif suppose d'en reconnaître les limites (interprétation des informations, « boîtes noires », rôle des narratifs) et de laisser toute sa place au qualitatif.

2) *Un REX sous-exploité : résultat d'une prise de risque assumée ?*

Certains observateurs peuvent se demander si les insuffisances de REX constatées et connus par de nombreux acteurs, ne constituent pas un risque assumé implicitement ou explicitement par les décideurs au regard d'un pilotage des risques mais aussi des bénéfices.

- L'incertitude sur le rapport coût/bénéfice du REX pousse à des arbitrages financiers défavorables.

Le principe du coût acceptable (proportionnalité du coût-bénéfice) soulève des questions préalables pour le REX.

- Quel montant est-il économiquement ou « raisonnablement acceptable » de consacrer à une dépense a priori non productive et consacrée à la maîtrise des risques ?

- Quelle est la « bonne échelle » pour mutualiser des ressources et des compétences en matière de REX (par exemple, pour la recherche de modes communs à plusieurs incidents ou la réalisation de REX collectifs) ?

- Les démarches normatives et réglementaires de la maîtrise des risques pourraient-elles tenir compte de la question des ressources et doivent-elles devenir prescriptives ?
- Le REX doit être à la fois ambitieux et pragmatique. Pragmatique, il doit être adapté :

- aux besoins des organisations qui peuvent différer entre secteurs (dans le nucléaire, l'automobile, le spatial ou le ferroviaire et les industries de procédés) ou entre entités structurées et entités néophytes ou à faibles moyens ;

- aux « opportunité(s) d'apprentissage » : des événements « nouveaux » ou « surprenants » peuvent justifier de nouvelles enquêtes exploratoires ; des événements « familiers » peuvent être historisés et analysés pour une recherche d'inflexion de tendance.

B. *Axes de réflexion proposés sur les ressources et la gouvernance du REX*

Nous estimons qu'une prise de recul est nécessaire, pour une réflexion globale sur la problématique du management et de la gouvernance du REX. On propose les axes suivants :

- l'investissement de ressources nécessaires, humaines, financières et temporelles : des actions systématiques de définition du processus de REX, de son financement, des moyens nécessaires et de planification des actions dès la conception du système ou de l'entité,
- la mise en place d'une structure dédiée au pilotage du REX ou « fonction de retour d'expérience », suffisamment autonome pour arbitrer sur les trois temps évoqués ci-avant et devant rendre des comptes, mais fonctionnant en intelligence avec un mode distribué (intégré dans les activités),
- l'engagement dans la mise en place d'un dispositif « ritualisé » pour en assurer la continuité temporelle et satisfaire au besoin d'auto-évaluation en vue d'un meilleur suivi de son efficacité.

VII. CONCLUSION

Le retour d'expérience (REX) est un outil d'évaluation rétrospective de la maîtrise des risques qui est déjà ancien et qui couvre désormais un vaste champ. Notre réflexion émerge essentiellement du domaine industriel, mais intègre aussi des préoccupations issues des risques naturels et de la gestion de crise.

Notre constat est contrasté. Le REX est un processus reconnu depuis plusieurs décennies : il est indispensable pour progresser, que ce soit en sécurité, en fiabilité, en qualité ou en productivité, afin de ne pas reproduire inlassablement les erreurs du passé (même sous des formes différentes). Des évolutions s'observent et elles devaient permettre d'accomplir d'importants progrès au regard de certaines opportunités : le développement des outils numériques (apprentissage machine, Big data et IA) permettant une modélisation plus fine et une démultiplication des moyens de traitement de flux de données ; l'identification des signaux faibles, l'intégration de données hétérogènes (chiffres, textes, images...), la pratique de REX collectif ; la poursuite de l'intégration des facteurs humains et organisationnels ; la prise de conscience de la temporalité comme facteur clé de l'efficacité.

Depuis quelques années, le REX apparaît être plus riche et plus complexe à mettre en œuvre. Le modèle de référence évolue : multi-champs, en flux continu, systémique et dynamique.

Mais les tensions organisationnelles qui émergent de logiques contradictoires restent importantes. Les ressources de REX sont requestionnées au regard des bénéfices escomptés. Le REX reste sous-exploité notamment pour des raisons politiques (craintes liées à la révélation des erreurs et des vulnérabilités, aux frustrations par décalage par rapport aux attentes) et économiques (coût de mise en œuvre en infrastructures et main d'œuvre). Ce sous-investissement induit un double risque d'échec (contribuant à l'échec de la prévention des accidents et catastrophes) et d'essoufflement (conduisant à des abandons ou un fonctionnement en yoyo). Il n'est pas clair, si ce sous-investissement est conscient, voire un risque calculé ou assumé, au regard des incertitudes sur les bénéfices

attendus sur le long terme en face des coûts certains à court et moyen termes. En d'autres termes, ces difficultés ne paraissent pas imputables à une insuffisance d'ingénierie du REX. Elles interrogent le rôle du management et des régulateurs, le mode de gouvernance du REX au regard des efforts qu'il nécessite.

Nous estimons qu'une prise de recul est donc nécessaire, pour avoir une réflexion globale sur la problématique du management et de la gouvernance du REX. Nous proposons quelques axes de réflexion à différents niveaux : l'investissement des ressources nécessaires, humaines, financières et temporelles ; la mise en place d'une structure dédiée au pilotage du REX (fonction de retour d'expérience) suffisamment autonome, mais fonctionnant en intelligence avec un mode distribué (intégré dans les activités) ; l'engagement dans un dispositif « ritualisé », pour assurer la continuité temporelle. Dans l'ensemble, le point commun semble être la nécessité de « sacraliser » les ressources humaines du REX. Sans ces investissements et engagements, il nous paraît difficile de mettre en œuvre une réflexivité sur la maîtrise des risques et nous acceptons le besoin d'une auto-évaluation du processus de REX, dans un cadre de reddition de comptes global.

VIII. RÉFÉRENCES

AFNOR. *NF C 20-312 : Collecte et Exploitation du Retour d'expérience en Sûreté de Fonctionnement des systèmes et équipements*. AFNOR Editions. <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/nf-c20312/collecte-et-exploitation-du-retour-dexperience-en-surete-de-fonctionnement/fa191103/84997>

AFNOR. *NF EN 60300-3-2 : Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-2 : Guide d'application – Recueil de données de sûreté de fonctionnement dans des conditions d'exploitation*. AFNOR Editions. <https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/resultats?Keywords=AFNOR.+NF+EN+60300-3-2+&StandardStatelds=1>

AIEA (2011), INSAG25, A framework for an integrated risk informed decision making process, Vienne.

Ashby, W. R. (1956) *An Introduction to Cybernetics*, Chapman & Hall, London,

Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et Technologiques (AFPCNT) et Centre européen de prévention du risque inondation (CEPRI) (2024). *Enquête « Anticiper le relèvement post-inondation des territoires » (en préparation)*. <https://afpcnt.org/>. consulté (éléments) en juin 2024 sur <https://cepri.net/gt-anticiper-la-reconstruction/>

AMARIS avec le concours de l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE) (2023). *Bilan de 20 ans d'application des PPRT*. <https://www.amaris-villes.org/pprt-letat-est-et-doit-rester-responsable/>

Artificial intelligence. Dans *Wikipedia*. (https://en.wikipedia.org/wiki/Explainable_artificial_intelligence),

Bordeau, V., et al. (2019). *Big data in reliability – Big data pour la fiabilité – note de synthèse du « projet IMdR n° 17-4 Big data in reliability*. IMdR.

https://www.imdr.eu/offres/file_inline_src/818/818_pj_030420_144537.pdf

Bordeau, V., et al. (2020). *Big data in reliability* - Congrès lambda mu 23. IMdR

Bringaud V., Journé B., Mbaye S., Saliou G., Tillement, S. (2016) *Le Retour d'Expérience dans les organisations à risques Entre action managériale et dynamique de métier*, Vademecum, Presse des Mines

CAIB (2003). *Report on the Columbia Space Shuttle Accident*, Columbia Accident Investigation Board, NASA.

CULLEN, W. D. [Lord] (2000), *The Ladbroke Grove Rail Inquiry, Part 1 & Part 2 Reports*, HSE Books, Her Majesty's Stationery Office, Norwich, 2000. [Part 2: 2001],

Dechy N., Dien Y., Llory M., (2008), *Rapport INERIS N°DRA-08-95321-15660A du 23/12/2008, Les échecs organisationnels du retour d'expérience* (www.ineris.fr)

Dechy, N., Dien, Y., Llory M. (2010), *Pour une culture des accidents au service de la sécurité industrielle*, Congrès λμ17 de l'IMdR, La Rochelle, 5-7 Octobre

Dechy, N., Dien, Y., Llory M. (2012), *La complexité des systèmes sociotechniques à risques rend-t-elle les accidents inévitables ?* Congrès λμ18 de l'IMdR, Tours, 16-18 Octobre 2012 (primé) www.imdr.fr

Dechy N., Thellier S., Rousseau J.-M., Jeffroy, Pansier J., Lot N., (2014), *Gestion des aléas lors des activités de maintenance : maîtriser les risques malgré l'incertitude*, λμ19, Dijon

Dechy, N., Dien Y., Marsden, E., Rousseau J.-M. (2016). *Un retour d'expérience dynamique à l'épreuve de la réalité* Congrès λμ 20.

Dechy, N., Blatter, C. (2018) - *Mieux prendre en compte les facteurs organisationnels et humains dans le retour d'expérience : quels apports et défis pour le Big data et le Traitement automatisé du langage ?* Congrès λμ21. IMdR

Dechy N., Dien Y., Hayes J., Paltrinieri, N. (2020), Failures of Foresight in Safety: Fantasy Risk Analysis and Blindness" in "Enhancing Safety: The Challenge of Foresight" ESReDA Project Group Foresight in Safety

Dien, Y. (2006), Les facteurs organisationnels des accidents industriels, In : Magne, L. et Vasseur, D. (Coordonnateurs), Risques industriels — Complexité, incertitude et décision : une approche interdisciplinaire, p 133-174, Éditions TED & DOC, Lavoisier, Paris.

Dien Y., et Pierlot S. (2006), Cassandre au pays des risques modernes, 29^e congrès national de médecine et santé au travail, Lyon, 30 mai-2 juin

Dekker S. (2006), Just culture, balancing safety and accountability, Ashgate.

ESReDA (2015), Case study analysis on dynamic learning from accidents - The ESReDA Cube, a method and metaphor for exploring a learning space for safety, Van der Vorm and al. www.esreda.org

ESReDA, Ed. (2015), Barriers to learning from incidents and accidents, Marsden E., Dechy N., Dien Y., Druspsteen L., Felicio A., Cunha C., Roed-Larsen S., Tulonen T., Stoop J., Strucic M., Vetere Arellano A.-L., Van der Vorm J. www.esreda.org.

Feature engineering. Dans *Wikipedia*. Consulté en juin 2024 sur https://en.wikipedia.org/wiki/Feature_engineering

GIRAUDEAU, M., DEPIENNE, S., BAYLE, F. (2010). *Exploitation de données de retours d'expérience multi- industriels pour la consolidation des modèles FIDES - Multi-industrial data exploitation of in service feedback for the FIDES models consolidation* – Congrès λμ17 2010 La Rochelle, France. IMdR

GUEZO, B., MERIAN, Y. (2021) *R14 La gestion post catastrophe*, Le memento du maire, Institut des risques majeurs (IRMA). Consulté en juin 2024 sur <https://www.mementodumaire.net/responsabilites-du-maire-2/>

Hansen C. et Hansen J.-C. (2016), 25 ans de d'analyse et de simulation de crises, dans Merad M., Dechy N. Dehouck, L., Lassagne M., Risques, incertitudes et décisions : approche multidisciplinaire et multisectorielle

Institut pour la maîtrise des risques (IMdR) (2016). *Vers un retour d'expérience prenant en compte les facteurs organisationnels et humains*. Ouvrage collectif du Groupe de travail et de réflexion « Facteurs Humains » coordonné par C. Blatter, N. Dechy et S. Garandel. https://www.imdr.eu/shop_818-47337-5300-835/vers-un-retour-d-experience-prenant-en-compte-les-facteurs-organisationnels-et-humains.html

Institut pour la maîtrise des risques (IMdR).). [Projets]. *projets - synthèses (Big data en fiabilité, TAL, signaux faibles, HUMS, fiabilité* IMdR https://www.imdr.eu/shop_818-0-5301-835/projets-imdr.html

IRSN (2014), « Faire du REX aujourd'hui : pourquoi ? comment ? Repères pour un retour d'expérience événementiel, source d'apprentissages », Rapport PSN-SRDS/2014-00019

JOUNIAUX P., HADIDA D., DECHY N., MARLE L., BILLY F., PIERLOT S., PARENNE S., ROUVIERE G., HUSSON D., (2014), Détection, pertinence et amplification des signaux faibles dans le traitement du retour d'expérience, actes de la conférence λμ19, Tours, France.

Lagadec, 1991 La gestion des crises : outils de réflexion à l'usage des décideurs, McGraw Hill

LANNOY, A., PROCACCIA, H. (1994). *Méthodes avancées d'analyse des bases de données du retour d'expérience industriel*, Éditeur Eyrolles

LANNOY, A., (1998) *Définitions du retour d'expérience*, IMdR

LANNOY, A., (2010). *Le retour d'expérience : ses enjeux, ses limites, son évolution*, IMdR

LANNOY, A., (2011). *Retour d'expérience technique* , Techniques de l'ingénieur ;

LANNOY, A., (2021). *Le retour d'expérience, un outil incontournable pour la gestion de crise*, IMdR,

LANNOY, A., REMY E. (2022), « du trop peu au trop plein, l'impact du big data », volume 14, La fiabilité des centrales nucléaires, méthodes, données et applications, ISTE éditions.

Llory, M. (1996) Accidents industriels : le coût du silence, Opérateurs privés de parole et cadres introuvables, Éditions L'Harmattan,.

Llory M., Dien, Y. (2006), Les systèmes sociotechniques à risques : une nécessaire distinction entre fiabilité et sécurité. Partie 1, Performances n°30 septembre-octobre, pp. 20-26 : partie 2, performances n°31, novembre-décembre, pp. 9-13 ; partie 3 (2007), performances n°31, janvier-février, pp. 20-26.

- Llory M. et Montmayeul, R. (2010) coordinateurs en collaboration avec Cru D., Dechy N., Dien Y., Fanchini H., Flori A., Fucks I., Merad M., Voirin M. L'accident et l'organisation. Editions Préventique. 175 pages.
- Merian, Y. (2022). *Apports et difficultés du retour d'expérience (RETEX / REX) pour la gestion de crise et la résilience*, IMdR
- MERRITT, C. W. (2007). "Striking Similarities in Causes of BP Texas City Tragedy and Prudhoe Bay Pipeline Disaster." *Témoignage devant le sous-comité sur l'investigation et la surveillance du Comité de l'énergie et du commerce de la Chambre des représentants des États-Unis*, 16 mai 2007.
- MEUNIER, S., CLEMENT, O. (2020). *Collecte et exploitation du retour d'expérience en sûreté de fonctionnement des systèmes et équipements*. Congrès Lambda Mu 22 " Les risques au cœur des transitions " (e-congrès) - Institut pour la Maîtrise des Risques, Oct 2020 (e-congrès), France. <https://hal.science/hal-03453656/document>
- PERROW, C. (1984). *Normal accidents: Living with high risk technologies*. 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- REASON, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*, Ashgate, Aldershot.
- Rocha (2015), *Du silence organisationnel au développement du débat structuré sur le travail : les effets sur la sécurité et sur l'organisation*, thèse de doctorat, ergonomie.
- ROUSSEAU, J.-M., LARGIER, A., & DECHY, N. (2016). "Maîtriser le changement pour maîtriser les risques : quand l'amélioration continue devient illusoire." Actes du congrès λμ 20, Saint-Malo.
- ROUX-DUFORT C. (2003). *Gérer et décider en situation de crise: Outils de diagnostic, de prévention et de décision*. Dunod. Paris
- TURNER, B. (1978). *Man-Made Disasters*, Wykeham Publications U.S. Chemical Safety Board (US CSB) (2007). *BP America (Texas City) Refinery Explosion – Final Report*. <https://www.csb.gov/bp-america-texas-city-refinery-explosion/>
- VAUGHAN, D. (1996). *The Challenger Launch Decision. Risky Technology, Culture, and Deviance at NASA*, The University of Chicago Press.
- ZURBUCH, K., GIRAUDEAU, M., WONG, S. (2012). *Exploitation de données de retours d'expérience multi-industriels pour la consolidation des modèles FIDES -Multi-industrial data exploitation of in service feedback for the FIDES models consolidation* – Congrès λμ18 2012 Tours, France. IMdR <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=Exploitation+de+donn%C3%A9es+de+retours+d%E2%80%99exp%C3%A9rience+multi-industriels+pour+la+consolidation+des+mod%C3%A8les+FIDES+>