

## **Sûreté Industrielle et Retour d'Expérience : le cas des centrales nucléaires françaises.**

FAUQUET-ALEKHINE Philippe, Dr. (1), (2)

(1) Nuclear Power Plant – BP 80 - 37420 – Avoine – France [philippe.fauquet-alekhine@edf.fr](mailto:philippe.fauquet-alekhine@edf.fr)

(2) Lab. for Research in Sciences of Energy – Montagret – France [larsen.sciences@yahoo.fr](mailto:larsen.sciences@yahoo.fr)

### **Introduction**

Les centrales nucléaires françaises, gérées par Electricité De France, se répartissent en 19 sites dispersés sur l'ensemble du territoire français. Toutes ces centrales sont de type « réacteur à eau sous pression » (REP). Cette conception commune favorise une capitalisation du retour d'expérience et une mutualisation de moyens qui doivent être une force pour une exploitation sûre de ce parc nucléaire. Ainsi, si chaque site (de 2 à 6 réacteurs nucléaires chacun) dispose d'une certaine autonomie, il existe un dispositif national dans de nombreux domaines qui favorisent les échanges, la centralisation d'informations, leur analyse, et le redéploiement des solutions innovantes

Le retour d'expérience doit évidemment procéder d'un tel dispositif, et ce à la fois au niveau local comme au niveau national.

Le retour d'expérience est un vaste sujet qui englobe inévitablement de nombreuses thématiques dans une industrie aussi complexe que la production d'électricité d'origine nucléaire. Et comme toute action ou tout projet de l'entreprise, il doit contribuer à renforcer chaque jour la sûreté nucléaire (voir Fauquet 2002, 2003, 2004), pour des raisons évidentes de protection des Hommes et de l'environnement, et parce que la possibilité d'exploitation des systèmes à risques passe par la démonstration continue d'un haut niveau de sûreté (Amalberti, 1996 et 2001). Ceci permet de garantir en cas de problème technique, que le process technique et l'organisation réussiront à maîtriser la situation et les installations.

Rappelons que l'objectif de la sûreté nucléaire est de protéger l'Homme et son environnement de la contamination radioactive par le confinement du cœur et des produits dérivés.

Le retour d'expérience concernant de nombreuses thématiques à divers niveaux, nous ne pourrions ici en exposer l'ensemble. Aussi avons nous choisi de focaliser la présentation sur un grand projet d'entreprise, « le projet REX », en expliquant sa genèse et son déploiement, et en l'illustrant d'exemples concrets issus de l'exploitation de la centrale nucléaire de Chinon. Mais il convient avant tout de bien identifier ce qui est attendu en terme de retour d'expérience.

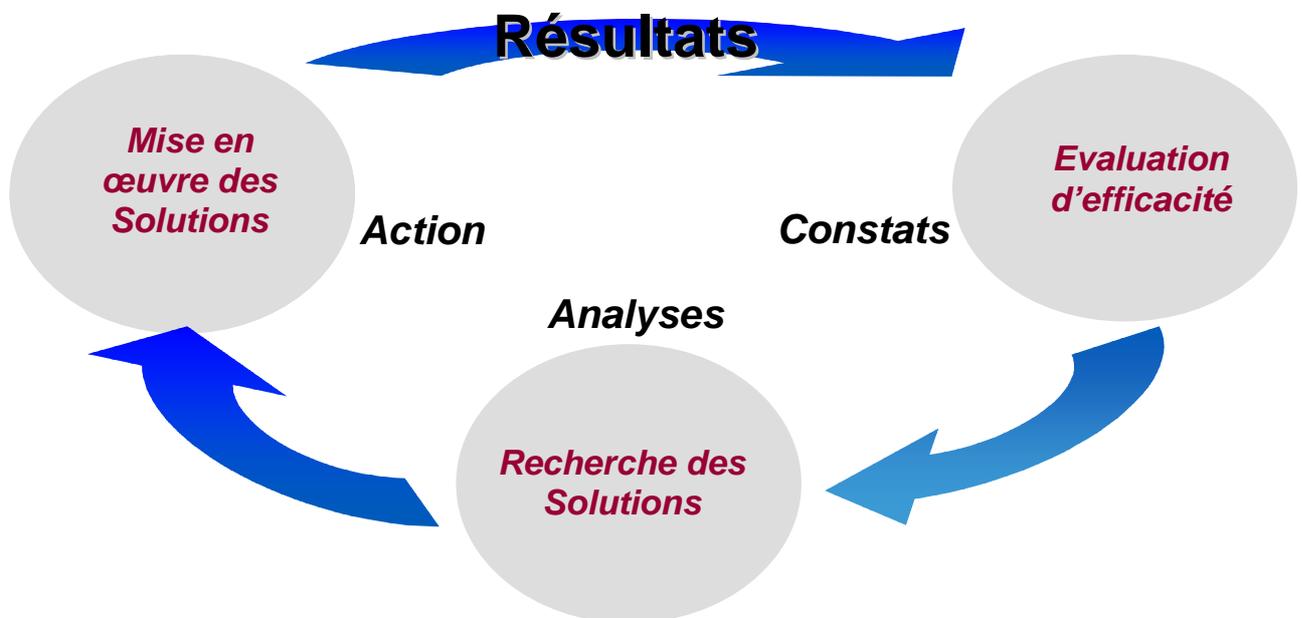
### **Une boucle efficace pour un retour d'expérience efficace**

Le retour d'expérience, ou REX, est issu de l'expérience, comme son nom l'indique. Cette expérience, objectivée sous la forme de résultats, de constats (qualitatifs ou quantitatifs), donne lieu en général à une analyse formelle ou informelle dans un premier temps. Coordonner ainsi, l'expérience est capable d'interpeller et de s'intégrer dans un processus de retour d'expérience.

Comme précisé plus haut, le REX concerne de nombreuses thématiques à divers niveaux. Par exemple, le niveau de l'intervenant dans le cadre d'une activité donnée, le niveau d'un métier par rapport aux pratiques professionnelles et aux savoir-faire, le niveau d'un service par rapport à son organisation, le niveau d'un site industriel par rapport à l'organisation et aux interactions des services, des métiers et des entités extérieures au site... Cette liste non exhaustive ne relève que très peu de la multitude d'exemples possibles.

Le REX et son intégration sont satisfaisants lorsqu'ils s'inscrivent dans un espace à deux dimensions au moins, l'une organisationnelle, et l'autre temporelle. Or nous allons voir que la dimension organisationnelle peut être facilement réduite, et que la dimension temporelle est souvent « dilatée ».

L'idéal de la dimension organisationnelle peut être schématisé ainsi : il s'agit d'une boucle fermée qui utilise les constats portants sur des résultats. Ces constats donnent lieu à une analyse qui produit des solutions qu'il convient de mettre en œuvre. Ces solutions, concrétisant l'intégration de l'enseignement issu des constats, ont un effet sur les résultats donnant lieu à de nouveaux constats et à une évaluation d'efficacité. Et la boucle tourne sans s'arrêter.



Le problème fréquemment rencontré réside en la non-fermeture de la boucle. Cela peut intervenir à différentes étapes ; par exemple :

- les constats existent mais non exploités : la boucle stoppe avant de se poser la question de la nécessité d'une analyse,
- l'analyse est faite, des solutions sont proposées, mais leur mise en œuvre n'est pas effective,
- les solutions sont appliquées, mais leur effet n'est pas analysé car les constats sont mal ciblés.

Quant à l'idéal de la dimension temporelle, il est simple puisqu'il se résume à « le plus tôt possible ».

Ainsi, la boucle fermée de la dimension organisationnelle s'associe au caractère efficace du REX, et l'idéal de la dimension temporelle s'associe au caractère efficient du REX.

Chaque acteur de l'entreprise est conscient de cette nécessité. Pourtant, le vécu, le retour d'expérience en matière de REX, montrent toutes les difficultés des entreprises à caler le processus REX au bon niveau.

Prenons deux exemples issus de la centrale nucléaire de Chinon pour illustrer ces propos.

Le premier concerne la maintenance des réacteurs nucléaires. Annuellement, chaque réacteur est arrêté pour procéder aux opérations de maintenance et pour renouveler le combustible. A chaque arrêt, certaines personnes s'étonnent que « *tout se passe comme si on redécouvrait chaque fois ce qu'est un arrêt, avec les mêmes problèmes* ». Si ces propos ne peuvent être généralisés à l'organisation d'un arrêt, il n'en demeure pas moins que trop nombreux sont les acteurs de l'arrêt qui ont ce sentiment. Dans ce type de situation, le REX est intégré, mais seulement au niveau personnel : en effet, la personne confronté au même problème d'un arrêt à l'autre aura mis en œuvre des solutions qu'elle conserve en mémoire, permettant de gérer plus rapidement le même problème en cas de renouvellement ; mais ce qu'attend la personne, c'est que l'intégration de ce REX se fasse au niveau de l'organisation, de façon à ce que, soit le problème ne se pose plus, soit la solution apportée requière moins d'énergie que la première fois. Ici, au niveau de l'intervenant, le REX est intégré, mais au niveau de l'organisation, ce n'est pas le cas.

Le second exemple concerne le REX au niveau d'un métier dans un service. Les techniciens du service se plaignent de l'absence de REX. Pourtant, une décision a été prise par la direction du service de formaliser une réunion REX annuelle en fin de campagnes d'activités du métier. Le constat est que cette décision est restée à l'état d'intention.

Chaque acteur est conscient de la nécessité de l'intégration du REX et aussi chacun en éprouve un besoin naturel pour toute activité de travail. Une expérience simple a été faite sur une dizaine de groupes de 10 à 20 personnes chacun sur la centrale nucléaire de Chinon. Il a été proposé aux personnes réunies dans une salle de se livrer à une activité de travail un peu particulière. Bien que réalisée en salle et très loin des activités habituelles techniques des personnes, les composantes générales d'une activité de travail classique étaient réunies, à savoir réaliser une activité de travail avec :

- une contrainte de temps,
- une consigne telle un mode opératoire,
- la nécessité de faire appel à un savoir-faire développé de longue date pour chacune des personnes,
- des perturbations rendant l'atteinte du résultat difficile,
- une demande d'atteindre un résultat précis.

L'activité de travail consistait à compter le nombre de « F » dans le texte de 4 lignes qui allait être projeté à l'écran (voir figure suivante). En soit, l'atteinte du résultat semble assez aisée. Cependant, le contexte était le suivant, compliquant la réalisation de la demande en référence aux contraintes énoncées ci-dessus :

- le texte est projeté pendant 20 secondes seulement,
- il faut lire le texte et compter les lettres en même temps, et non pas lire les lettres une par une,
- il s'agit de faire appel à la lecture, savoir-faire développé de longue date pour cette population adulte,
- le texte est en anglais, écrit en majuscules serrées.

```
+++++  
FINISHED FILES ARE THE RE-  
SULT OF YEARS OF SCIENTIF-  
IC STUDY COMBINED WITH THE  
EXPERIENCE OF YEARS  
+++++
```

Pour un groupe qui réalisent ce test pour la première fois, les résultats obtenus varient entre 2 et 6 « F » détectés par personne, avec une plus forte proportion pour les valeurs 3 et 6.

Lors de la réalisation de ce test, les consignes ont été présentées, le texte a été projeté 20 s puis caché, et une discussion a suivi pour comparer les résultats de chacun et échanger sur les difficultés rencontrées. Après cette discussion, l'animateur suggérait de passer à autre chose sans revenir sur le texte pour connaître le résultat exact : « *et maintenant* » proposait l'animateur, « *je propose de passer à la suite de la présentation sans que je vous donne le résultat correct, le bon nombre de F dans le texte. On ne reviendra plus sur ce test, vous ne connaîtrez jamais le résultat, sauf si vous parvenez à trouver un jour le texte ailleurs, mais ce n'est pas moi qui vous donnerai la solution. Que pensez-vous de ça ? Souhaiteriez-vous connaître le bon résultat ?* » A la dernière question, entre 70 et 100% des personnes selon les groupes a répondu être très déçu de ne pas connaître le bon résultat. Lorsqu'il leur était demandé les raisons de cette déception, les participants expliquaient que, même s'il ne s'agissait que d'un test sans conséquence, il leur importait de savoir comment se positionner par rapport à l'attendu, afin de mieux comprendre où ils avaient fait des erreurs, et éventuellement comment faire autrement une prochaine fois.

Cette expérience démontre l'attente spontanée de chacun en terme de REX. Si les participants expriment ce désir pour un test anodin, il est assez aisé d'imaginer à quel point l'attente d'un partage après une activité à enjeu dans le cadre du travail puisse être forte.

Ce qu'il est important de souligner dans cette expérience, c'est :

- le caractère spontané de l'attente,
- l'existence de cette attente même pour une activité anodine.

Le résultat de la démonstration suggère que chacun dans son travail est spontanément en attente de REX et que chacun est prédisposé à y participer.

Dans ce cas alors, pourquoi le REX et son intégration ne fonctionnent-ils pas comme chacun l'attendrait ?

Pour répondre à cette vaste question et apporter des solutions, la Direction de Production Nucléaire (DPN) d'EDF a lancé un projet d'envergure en 2007, le projet REX. En effet, former les personnes (Fauquet-Alekhine & Pehuet, 2011 ; Pastré, 2005) fiabiliser les interventions (Fauquet-Alekhine, 2009 et 2010a ; Colas, 2001 ; Rousseau, 2008), renforcer la sûreté par l'analyse événementielle (Fauquet, 2007 et 2008) ou socio-organisationnelle (Clostermann, 2010 ; Fauquet-Alekhine, 2010b), ne suffisent pas si le système socio-technique se fragilise au fil du temps (De la Garza & Fadier, 2007 ; Heimann, 2005 ; Reason, 1993 et 2008).

### **Du diagnostic à la mise en oeuvre**

Le projet REX a commencé par une étape intégrant un diagnostic et une étude des pratiques et des organisations au niveau international.

La démarche a consisté en :

- La prise en compte des analyses faites par les industries nucléaires.
- Des observations participatives sur sites nucléaires français.
- Un benchmark approfondi aux USA
- L'écoute de nombreux acteurs à tous les niveaux de l'organisation d'EDF (également d'autres divisions que la DPN).
- Un partage approfondi du diagnostic.

Les conclusions majeures ont été les suivantes :

- Un REX tiré par le niveau national au détriment du REX local.

- Un REX parallèle à l'activité opérationnelle, tiré par le traitement des événements importants pour la sûreté et qui est trop peu orienté sur la réussite de l'intervention.
- Des évolutions du dispositif de REX qui se sont superposées dans le temps en oubliant parfois de repenser l'ensemble à partir des besoins locaux.

L'analyse de l'ensemble a conduit à la synthèse de l'image de l'existant et à la synthèse de l'image de la cible que nous comparons dans le tableau suivant.

Les déterminants de l'existant		Les principes fondateurs du modèle cible	
1	Un REX de capitalisation pour le national	1	Un REX basé sur le principe de subsidiarité* au sein d'un Parc standardisé et au service de l'intervenant
2	Un REX limité à l'événementiel	2	Un REX plus anticipatif pour aussi éviter l'événement
3	Un REX tiré par le déclaratif sûreté	3	Un REX multi-enjeux qui maintient la sûreté au premier plan des priorités
4	Un REX d'ingénierie	4	Un REX au cœur des activités opérationnelles, porté par le management avec l'appui des ingénieries
5	Un REX piloté par les « moyens »	5	Un REX piloté par les « résultats »
6	Un REX « boucle longue » et « boucle ouverte »	6	Un REX « boucle temporelle fermée et adaptée aux enjeux »
7	Un REX « autarcique »	7	Un REX aussi ouvert sur l'externe

\* Le principe de subsidiarité vise à privilégier le niveau inférieur d'un pouvoir de décision aussi longtemps que le niveau supérieur n'est pas capable d'agir plus efficacement.

La solution retenue pour atteindre le modèle cible est une organisation du REX et son intégration par le PAC : le Programme d'Action Corrective, inspiré du CAP américain (le Corrective Action Program). Le PAC sera présenté dans la section suivante.

Afin de garantir l'adéquation des solutions retenues avec les besoins des sites nucléaires et de vérifier la faisabilité en contexte, la première étape a été suivie en 2010 d'une phase d'expérimentation sur quelques sites, avant d'engager un déploiement global prévu au second semestre 2011.

Pour permettre la réussite du projet, des efforts portent en particulier sur les points suivants :

- Identifier les victoires rapides en 2010 qui redonnent confiance et les socialiser.
- Embarquer l'ensemble des sites dans le projet en 2010 via les réseaux existants et avec l'aide d'un groupe miroir.
- Adapter le déploiement du projet à la situation de chaque site.
- Maintenir opérationnel le dispositif actuel pendant la période transitoire de déploiement.

Ces actions ont en support deux volets transverses incontournables pour l'atteinte des objectifs :

- Un volet « Moyens, méthodes, compétences et outils » pour construire les moyens nécessaires à la mise en œuvre d'un dispositif de REX rénové. Les produits de sortie attendus : un corpus de savoirs, de méthodes et d'outils pour que chaque acteur dispose des pré-requis nécessaires dans le domaine du REX ; des formations pour les acteurs clés (managers, préparateurs, responsables du REX...) et pour les nouveaux entrants.
- Un volet « Conduite du changement, culture et comportements » pour créer les conditions nécessaires au développement du REX. Les produits de sortie attendus : une prise de conscience, à court terme, du chemin à parcourir et à terme, une évolution des comportements, tant au niveau national que local.

## La nécessaire structuration du retour d'expérience et de son intégration

La solution retenue pour atteindre le modèle cible est une organisation du REX et son intégration par le PAC : le Programme d'Action Corrective.

Le PAC est fondé sur une périodicité d'analyse des saisis de constats dans une base de données informatique, et un bouclage constats-analyses-actions-résultats-constats...

L'identification du REX et la matière qui le compose sont faits via les constats chaque jour  $J_i$ . Toute personne sur site est concernée par ce travail de saisie informatique.

La consolidation des saisies est faite à  $J_{i+1}$ . Il s'agit de vérifier la caractérisation des constats de manière à garantir une homogénéité de ces caractérisations. Ce point est fondamental car si il y a hétérogénéité à ce niveau, les analyses de tendance et les analyses statistiques en général sont impossibles.

A  $J_{i+1}$ , les constats sont priorisés, affectés à des acteurs identifiés comme en capacité de traiter le constat.

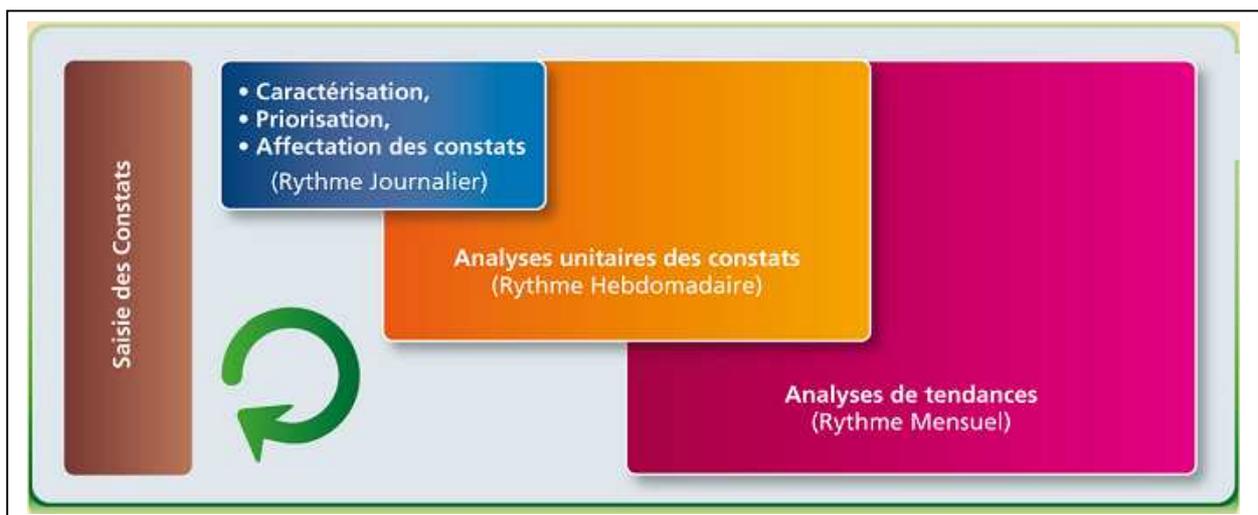
Ceci veut dire que chaque jour, l'ensemble des constats saisis la veille est étudié.

Les acteurs de ces actions à  $J_{i+1}$  sont une partie des managers de service et se livrent à l'exercice pour leur service.

L'intégration du REX est faite via les analyses de deux types : analyses spécifiques et analyses de tendance. Celles-ci sont faites à  $J_{i+2}$  et validées à la maille hebdomadaire et suivi aux mailles hebdomadaire et mensuelle. Il s'agit ici de noter si les constats sont archivés pour mémoire sans action, ou pour action simple, ou pour analyse spécifique. L'ensemble donne lieu à des analyses de tendance.

Ces constats étant réalisés quotidiennement à tous les niveaux et dans tous les métiers, puis suivis à diverses échelles de temps, les effets induits par des actions donneront lieu à des constats ce qui fermera la boucle.

En outre, une revue d'efficacité est programmée chaque mois. En parallèle, les conclusions sont reversées dans des revues périodiques de performance.



Cette structure cible n'est pas encore atteinte dans l'organisation de Chinon. Il a été choisi de passer par une phase transitoire, avec une intégration progressive des objectifs. Dans un premier temps, la qualité de l'outil informatique de saisie des constats et d'extraction de

données a été optimisée. En parallèle, la présence des managers sur le terrain a été travaillée afin d'atteindre un niveau d'exhaustivité et de pertinence adapté à l'enjeu. Dans un second temps, une analyse hebdomadaire des constats a été mise en œuvre. Le troisième temps est à venir en vue d'atteindre le modèle cible.

### **Conclusion**

Nous constatons que la prise en compte du retour d'expérience et son intégration ne sont pas des activités évidentes à mettre en œuvre efficacement et de manière efficiente dans l'industrie. Elles sont quotidiennement mises à mal par les contraintes industrielles induites par le temps réel, souffrent facilement d'un manque de coordination du traitement du REX, et en amont, peuvent rester à l'état d'intention si le cadre n'est pas clairement défini.

Leur remise à niveau implique un diagnostic solide, et un déploiement des solutions envisagées intégrant à la fois une planification rigoureuse et des moyens adaptés.

Selon la solution envisagée, en l'occurrence le Programme d'Actions Correctives (PAC), les effets induits peuvent heurter les pratiques en place et la culture d'entreprise ou de métier. Dans ce cas, un volet d'accompagnement du changement est nécessaire. Ceci implique d'inscrire le projet dans la durée : un changement brutal et décrété pourrait conduire à l'échec. Le retour d'expérience du retour d'expérience lui-même nous alerte en outre sur la pérennité de la solution envisagée : si l'état actuel du retour d'expérience souffre d'une accumulation d'actions mal coordonnées et de décisions qui restent à l'état d'intention, en quoi le nouveau système organisationnel va-t-il éviter cela dans le temps ?

Un autre danger potentiel s'affiche : la dérive du système. Il faudra veiller à ce que le PAC ne se transforme pas en une machine à accumuler des constats et des actions non soldées. L'organisation prévue devrait éviter de telles dérives.

### **Références**

Amalberti., R. (1996). *La conduite des systèmes à risque*. Paris : PUF.

Amalberti, R. (2001). The paradoxes of almost totally safe transportation systems. *Safety Science*, 37(2-3), 109-126

Clostermann, JP. (2010). *La conduite du navire marchand. Facteurs humains dans une activité à risques*. Ed. Infomer.

Colas, A. (2001). Human contribution to overall performance in EDF. In *Safety Culture in Nuclear Power Operations*. Itoigawa, N. & Wilpert, B. Ed. Taylor & Francis Ltd, London, UK.

De la Garza, C., & Fadier, E. (2007) Le retour d'expérience en tant que cadre théorique pour l'analyse de l'activité et de la conception sûre. *@ctivités*, 4 (1), 188-197, <http://www.activites.org/v4n1/v4n1.pdf>.

Fauquet, Ph., Buessard, MJ. (Sept. 2002). Impact de la prescription sur les activités de travail en centrale nucléaire. *Proceedings of the 37<sup>th</sup> SELF Congress*, Aix-en-Provence, France. 326-335

Fauquet, Ph. (Sept. 2003). Analyse de risques des activités de travail en centrale nucléaire : du contexte de l'apprentissage à l'application. *Proceedings of the 38<sup>th</sup> SELF Congress*, Paris, France. 636-646

Fauquet, Ph. (May-june 2004). Importance of decentralized organization for safety sharing. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> Int. Symp. Loss Prevention & Safety Promotion in Process Industries*, Praha, CZ, 1378-1380

Fauquet, Ph. (Dec. 2007). Développement des pratiques de fiabilisation sur simulateur de pilotage de réacteur nucléaire. *Proceedings of the Colloque de l'Ass. Int. des Sociologues de Langue Française : Risques industriels majeurs*. Toulouse, France. 129-135

Fauquet, Ph. (May 2008). Analyzing training activity on simulators : the complementarity of clinical approach and regulations approach. *Symp. Activity2008 - Activity analyses for developing work*. Helsinki, Finland. 32

Fauquet-Alekhine, Ph. (Oct. 2009). Надежность рабочего сообщения для операторов ядерных реакторов: изучение на тренажерах, анализ случаев и укрепление безопасности. (Reliability of operational communication for pilots of nuclear reactors: studies on simulators, events analysis, and reinforcement of safety). *Proceedings of the XXXI<sup>st</sup> Coll. Int. de Linguistique Fonctionnelle*, Minsk, Belarus.

Fauquet-Alekhine, Ph. (2010a). Use of simulator training for the study of operational communication – the case of pilots of French nuclear reactors : reinforcement of reliability. *Int. Conf. on Simulation Technology for Power Plants*, San Diego, USA.

Fauquet-Alekhine, Ph. (2010b). Facteurs Humains dans l'industrie nucléaire française. *La Revue Maritime*, déc. 2010, n° 490, pp 4-11

Fauquet-Alekhine, Ph. ; Pehuet, N. (2011). *Améliorer la pratique professionnelle par la simulation*. Toulouse : Octarès.

Heimann, L. (2005). Repeated failures in the management of high risk technologies. *European management J. Elsevier Ed.*, Vol. 3, N° 1, pp 105-117

Pastré, P. (2005). *Apprendre par la simulation. De l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Toulouse : Octarès.

Rousseau, JM. (2008). Safety Management in a competitiveness context. Eurosafe – IRSN. [http://net-science.irsn.org/net-science/liblocal/docs/docs\\_minerve/Eurosafe2008SafetyManagement.pdf](http://net-science.irsn.org/net-science/liblocal/docs/docs_minerve/Eurosafe2008SafetyManagement.pdf)

Reason, J. (1993). *L'erreur humaine*. Paris : PUF.

Reason, J. (2008). *The Human Contribution : Unsafe Acts, Accidents and Heroic Recoveries*. Farnham (UK) : Ashgate Publishing Ltd.