



**HAL**  
open science

# Facteurs humains, management des risques et apport des outils de simulation basés sur la réalité virtuelle

Emmanuel Plot

► **To cite this version:**

Emmanuel Plot. Facteurs humains, management des risques et apport des outils de simulation basés sur la réalité virtuelle. Rapport Scientifique INERIS, 2011, 2010-2011, pp.81-83. ineris-01869397

**HAL Id: ineris-01869397**

**<https://ineris.hal.science/ineris-01869397>**

Submitted on 6 Sep 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.



Contributeur



Emmanuel Plot

# Facteurs humains,

## management des risques et apport des outils de simulation basés sur la réalité virtuelle

**D**e 2005 à 2010, l'INERIS a conduit une recherche sur les facteurs humains et le management des risques, principalement sur la définition des règles importantes pour la maîtrise des risques, le test et la formation des équipes, ainsi que sur l'apport des outils de simulation basés sur les technologies de la « réalité virtuelle »<sup>1</sup>.

Cette recherche a été conduite en particulier via un projet européen (VIRTHUALIS – *Virtual Reality and Human factors Applications for Improving Safety*), un projet national – ANR – (V3S – *Virtual Reality for Safe SEVESO Subcontractors*), et un projet régional avec la Picardie.

### Apport de l'INERIS

Le B.A.-BA de la maîtrise des risques est de tester la performance des équipements en situation dégradée. Il devrait en être de même pour les équipes en charge du bon fonctionnement des installations industrielles. Les tests et la formation sur simulateurs semblent d'autant plus incontournables que les systèmes techniques deviennent de plus en plus sûrs et donc les occasions d'« apprentissage » de plus en plus rares, sachant que le libre apprentissage par essais et erreurs est impossible étant donné la gravité des conséquences d'un accident.

On peut considérer que les outils de simulation favorisent :

- le travail sur les situations rares (dégradées, dangereuses) ;

- la répétition des mises en situation contraintes ;
- la mise à jour du niveau réel de compréhension des opérateurs ;
- le travail sur des situations épurées ;
- la contextualisation des connaissances (dans l'espace et dans le temps) ;
- la sensibilisation aux conséquences d'un écart aux standards, en montrant les phénomènes dangereux qui y sont associés (« en pédagogie, il faut aller jusqu'à l'accident ») ;
- les apprentissages (la mémorisation).

L'usage de simulateurs est très répandu pour les activités de conduite. À EDF, par exemple, une partie des tests et des formations se passe sur des simulateurs de salle de commande. C'est également le cas pour les pilotes d'avion. Mais l'usage de simulateurs est quasi inexistant, à quelques exceptions près<sup>2</sup>, pour les activités humaines qui se déroulent auprès des installations industrielles (démarrage d'un équipement critique, maintenance, chargement/déchargement de substances dangereuses, etc.). Cela tient sans doute à la difficulté de modélisation de ces activités : qu'est-ce qui est important à mettre en scène dans une simulation, sachant qu'il n'est pas possible de tout y mettre ? L'INERIS a travaillé à la résolution de cette difficulté en mettant au point une approche de modélisation permettant d'articuler les analyses de risques, les analyses de tâches (modes nominaux et dégradés) dans un langage adapté à la logique des systèmes informatiques. Ainsi, l'INERIS, au sein des projets VIRTHUALIS et V3S, →



Photos 1 et 2

Rendre concrète la modélisation des risques.

## NOTES

1. Une définition parmi d'autres de la réalité virtuelle: « *Domaine scientifique et technique exploitant l'informatique et des interfaces comportementales en vue de simuler dans un monde virtuel le comportement d'entités 3D qui sont en interaction en temps réel entre elles et avec un ou des utilisateurs (...)* » Fuchs, 2006 – *Le Traité de la réalité virtuelle*.

2. L'ENSOSP, par exemple, a développé depuis plusieurs années, des outils de simulation dédiés aux tests des POI (Plan d'Opération Interne) sur sites industriels. Le CEA et EDF ont, autre exemple, mis au point des applications de réalité virtuelle afin de familiariser les opérateurs à des actions difficiles en leur évitant d'affronter inutilement des environnements hostiles comme par exemple les ambiances radioactives.

3. L'INERIS a développé une méthodologie et le prototype d'une solution informatique de support pour la modélisation des BFDF où le modèle de l'activité humaine est le modèle du simulateur, si bien que le travail sur l'un permet d'améliorer l'autre.

4. Nous avons emprunté, en l'enrichissant, la notion de BFDF aux auteurs de l'ouvrage *Les Clés de la santé-sécurité au travail*, Gaëtan Gibeault et al. 2004 Éditions Afnor.

→ a développé et outillé<sup>3</sup> le concept de BFDF (Bonne Façon de Faire)<sup>4</sup>. La recherche s'est conduite au croisement entre sciences de l'ingénieur, sciences humaines, et informatique.

### La notion de BFDF

Une BFDF est un scénario d'action, une solution (meilleur consensus parmi les différents acteurs) au problème de l'intégration des différents enjeux que les opérateurs doivent prendre en compte dans l'espace et le temps où ils devraient être en mesure de réaliser les tâches d'une ou plusieurs Barrière Humaine de Sécurité (BHS) considérées. Ces exigences sont mises à plat par les analyses de risques liés à la production, à la qualité, à la sécurité, à l'environnement, etc. La BFDF est un arrangement de ces exigences en un ensemble de tâches, plus au moins flexibles, selon une stratégie adaptée à la situation.

La BFDF doit répondre à trois critères:

1. L'ensemble des enjeux doit être pris en compte. Il ne s'agit pas de « faire de la sécurité » d'un côté, de la « production » d'un autre côté, puis encore de la « qualité », mais de réaliser les activités avec la qualité requise, tout en assurant la sécurité. La force de la BFDF réside dans le fait que les compromis sont documentés et choisis, de sorte que l'exécutant n'a pas à faire intervenir différentes règles pour réaliser correctement son travail.

2. Les conditions d'acceptation d'un fonctionnement dégradé sont précisées: sa durée acceptable, les conduites à tenir en cas de

dépassement de cette durée acceptable (mise à l'arrêt, information du management, analyses spécifiques des risques particuliers), les sécurités compensatoires à mettre en œuvre, la nature des informations à traiter et à transmettre (avec un circuit de transmission des informations définies).

3. La BFDF doit être appropriable par les acteurs en charge de son application ou du contrôle de sa bonne application. Ceux-ci doivent être capables de réaliser un diagnostic de la faisabilité des actions prévues: vérification de la compatibilité des opérations avec les conditions concrètes de leur exécution (disponibilité des ressources humaines et matérielles, synchronisation des tâches souvent définies séparément les unes des autres et affectées à des individus différents et « isolés » les uns des autres).

Une BFDF est un pont entre la manière dont les opérateurs pensent et vivent leur activité, et les analyses des ingénieurs. La difficulté est d'intégrer les analyses entre elles (risques, tâches, etc.) au bon niveau de détail, ainsi que les préoccupations et capacités contingentes des acteurs: capacités d'abstraction et de représentation, confiance en soi, fatigue, stress, etc., tout ce qui est utile à l'élaboration des compromis cognitifs de chacun.

Le concept de BFDF donne un cadre pour évaluer des barrières humaines de sécurité. C'est la performance des BFDF compte tenu de l'activité réelle des acteurs qu'il faut évaluer pour en déduire la performance des BHS.

## ABSTRACT

From 2005 to 2010, INERIS has developed a research on human factors and risk management mainly dedicated to the definition of rules, their testing and the training of operators as well as the contribution of simulation tools based on virtual reality. An innovative concept was explored and enriched: RWTD (Right Way To Do). It is defined as the pragmatic and consensual solution to the issue of integration of all the production, safety and environment requirements an operator faces at work. It includes the necessary adjustments that are needed to operate safely and maintain the performance of human safety barriers in degraded environments.

Eliciting the RWTD requires to establish the correspondence between risk and task analysis at the right detail level. It also requires to take into account the constraints and capacities of operators in terms of abstraction and representation, self-confidence, resistance to fatigue and stress. All these aspects contribute to the emergence of cognitive trade-offs.

The objective is to avoid creating a system that actors couldn't appropriate.

The research, based on three case studies in which virtual environments were developed and used, shows that the main contribution of simulation tools lies in this capacity to offer a support for dialogue between actors of the system both during its specification phase and during its use for training, making explicit aspects that are usually hidden or ignored by most actors involved in the design of rules and management systems.

Une BFDF aide à concevoir et rédiger des procédures, ainsi que les contenus de tests et de formation des acteurs de terrain.

### BFDF et simulation: premier bilan

Dans la perspective d'une BFDF, la simulation consiste à placer les opérateurs dans des situations réalistes, rares mais plausibles, où ils auront à contrôler les points critiques, à anticiper les dégradations éventuelles, et à répondre aux problèmes avérés en restant dans le scénario d'action proposé par la BFDF. Les questions seront alors les suivantes : la BFDF est-elle bien conçue ? Si oui, les opérateurs l'ont-ils bien assimilée ?

À travers plusieurs cas d'études, l'INERIS a développé et testé une méthodologie et des outils d'aide à la conception, à la formation et

aux tests des BFDF. Le résultat déjà constaté est que, avant d'être des supports de formations pratiques, les outils de simulation semblent relever le niveau d'exigence en matière de modélisation de activités humaines. Ceci pour deux raisons :

1. La conception d'un environnement virtuel de simulation suppose d'être précis sur ce qu'il faut :

- voir;
- toucher;
- entendre;
- sentir;
- dire;
- manœuvrer;
- ... sous certaines CONDITIONS;
- ... dans l'ESPACE et le TEMPS.

Ce qui oblige à lever de très nombreuses ambiguïtés et/ou incohérences dans les analyses de risques et les analyses de tâches.

2. Les résultats (environnements virtuels, contenus des tests et des formations) sont une épreuve critiquable par toutes les parties prenantes. Autrement dit, les opérateurs ont un accès direct aux analyses de risques et aux analyses de tâches, et peuvent plus facilement apporter leurs expertises pour participer à leur amélioration.

La recherche est à poursuivre, par exemple sur l'utilisation des environnements virtuels comme outils de comparaison des options de la maîtrise des risques. Elle est également à poursuivre sur la modélisation des agents humains virtuels «autonomes» et «intelligents», ou sur le développement d'une physique plus réaliste. Cependant, on peut considérer que les technologies disponibles sont d'ores et déjà suffisantes pour formaliser efficacement les BFDF, et, par ce biais, améliorer la performance des équipes en charge du bon fonctionnement des installations industrielles.

Figure 3

La BFDF : une solution pour l'appropriation des procédures.

