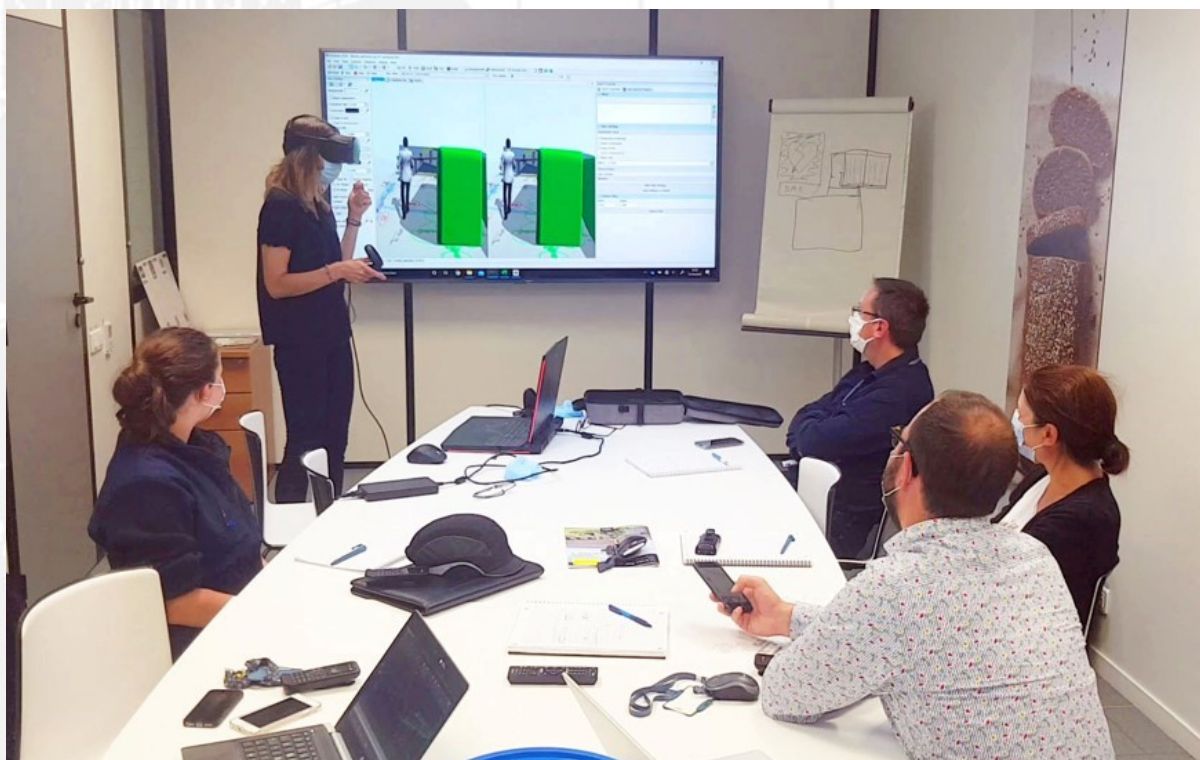


RÉALITÉ VIRTUELLE



Réalité virtuelle et prévention

La réalité virtuelle (RV), souvent associée aux applications ludiques ou aux simulateurs de conduite, a aujourd'hui acquis un degré de maturité qui laisse entrevoir des applications dans de nombreux secteurs professionnels (médecine, industrie, architecture, ingénierie...).

Après avoir défini la notion de système de RV, cet article décrit les éléments constituant un tel objet. En partant de quelques exemples d'applications industrielles, il montre en quoi et comment un lien entre RV et prévention des risques peut être utile.

Dans ce domaine, l'INRS a engagé une réflexion sur l'apport de ces nouvelles techniques et lancé un projet de recherche et développement axé sur deux cibles applicatives, la conception sûre d'équipements et la formation à la prévention du risque professionnel. Un état d'avancement de ces travaux est présenté ainsi que les retombées pratiques attendues. Il cite, en guise de perspective, une extension potentielle à d'autres typologies de risques. Il aborde enfin quelques aspects déontologiques relatifs à l'utilisation de systèmes de RV.

Interfaçage et monde virtuel

Dans le monde réel, l'Homme reçoit des informations du monde qui l'entoure et agit en retour sur ce monde, il est observateur et acteur. Qu'il puisse en RV observer et agir, mais cette fois sur un monde virtuel suppose deux choses : que l'on crée et mette à sa disposition un monde virtuel d'une part, un interfaçage comportemental d'autre part.

Décomposer la problématique d'un système de RV de la sorte, en deux parties, implique que l'on trouve d'un côté, des chercheurs, techniciens et ingénieurs poursuivant comme objectif la conception informatique d'un monde virtuel, de l'autre, ceux se préoccupant du développement de l'interfaçage comportemental.

Nécessairement multidisciplinaire, la prise en charge d'une problématique globale de RV fera appel à des informaticiens, des physiciens des interfaces, des neurophysiologistes, des psycho ergonomes... pour n'en citer que quelques-uns.

Réalité virtuelle et prévention

Les liens avec la prévention des risques professionnels en sont à leurs prémices, pour la majorité d'entre elles encore au stade du laboratoire.

Citons, par exemple, les expériences du NIOSH et du FIOH appliquées à la manutention et au travail en hauteur. Plus récemment, on trouve les travaux du VTT13 dans le domaine de l'analyse de risques et de l'application de mesures de prévention sur des installations industrielles. En matière d'ergonomie, différentes recherches sont également engagées tant au niveau de l'étude du comportement sensorimoteur et cognitif de l'homme que de celui de l'analyse des situations de travail et de la conception d'outils. Signalons enfin le domaine de la formation professionnelle où l'on trouve de nombreuses études et/ou cas d'application relatifs à la sécurité.

Ces différents exemples montrent qu'il existe un réel besoin d'environnements virtuels développés et exploités à des fins de prévention des risques professionnels.

Après une brève présentation de la problématique de prévention intégrée à la conception des équipements de travail, nous montrons l'apport potentiel des techniques de réalité virtuelle dans ce domaine en tant qu'outil de simulation dynamique.

Problématique

La notion de « prévention intégrée », qui consiste à appliquer au plus tôt des principes de conception sûre à un futur équipement de travail, a été largement développée par l'INRS ces dernières années et, plus particulièrement, au sein de projets de recherche pluridisciplinaires qui se sont attachés à développer des méthodologies autour de cas exemples comme les outils à main (CEROM), les lignes d'imprimerie (PROSPER), les machines mobiles (CEMAMO) ou encore les locaux de travail (MECOLTRA). Du point de vue de l'ingénierie, cette démarche a été abordée à la fois selon le point de vue « processus » (qu'entend-on par « concevoir sûr » ?), le point de vue « produit » (qu'entend-on par « système sûr » ?) et les relations produit-processus.

Le concepteur de machines, avant tout concepteur de systèmes techniques, poursuit comme objectif principal le bon fonctionnement du système qu'il conçoit, sa satisfaction à des spécifications et cahiers des charges techniques préalablement élaborés. L'application des principes généraux de conception de machines sûres préconise que le niveau de risque soit réduit par itérations successives en développant des mesures de prévention intrinsèque (annihilation des phénomènes dangereux), de protection (mise en oeuvre de barrières matérielles, immatérielles, symboliques...), d'information à l'utilisation.

Ce phénomène d'itération, qui est très souvent perçu comme un aléa, une perturbation dans le cycle de conception « on s'est trompé, alors on recommence », est en fait une des caractéristiques fondamentales de l'activité de conception et de ce fait, il doit être intégré dans la méthode de conception. À défaut de disposer du produit final qui est par définition absent puisqu'il est en cours de conception, seuls des prototypes sont capables de matérialiser le futur produit à l'esprit des concepteurs.

La réalité virtuelle comme aide pour une conception sûre

En faisant intervenir physiquement, en tant qu'acteur, l'« opérateur » dans le cycle de conception, la RV ouvre la possibilité de mieux appréhender les futures interactions Homme – Système – Environnement. En dotant le concepteur de moyens d'exploitation virtuels, celui-ci peut vérifier, toujours par itérations successives, que les procédures, modes opératoires... envisagés pour l'exploitation n'introduisent pas de risques spécifiques et ne dégradent pas le niveau de sécurité du système.

Le schéma initial s'enrichit d'une boucle de rétroaction permettant d'exploiter les analyses et résultats issus de la simulation dans un environnement virtuel; les niveaux de risques résiduels issus de la conception devraient en être diminués.

Par ailleurs, en tant qu'instrument d'échange d'informations, les maquettes et/ou environnements virtuels jouent un rôle prépondérant dans la communication et la coordination entre préventeurs et spécialistes de l'ingénierie. De même, la mise en réseau de ces environnements virtuels fait émerger de nouvelles possibilités en termes d'ingénierie de conception notamment la conception collaborative. Celle-ci permet aux différents acteurs d'un projet, qui ne partagent pas physiquement le même lieu de travail (notion de plateau projet virtuel), de fonctionner en ingénierie concourante, reconnue comme favorisant l'intégration de la prévention à la conception.

Par ailleurs, la RV, ou plus précisément la Réalité Augmentée (RA) peut apporter aux opérateurs et aux agents de maintenance, une assistance en ligne leur permettant d'accéder, sur leurs postes de travail, à des informations pertinentes en termes de santé et de sécurité. Il est important de rappeler que la conception des documents nécessaires à l'utilisation (notice d'instructions, manuel...) fait partie intégrante de la conception sûre d'une machine, et que depuis des décennies, la façon de les concevoir est inchangée, il s'agit de supports papiers, voire de CD-ROM contenant une version informatique de ces textes. Une étude dans le secteur industriel a montré que ces informations sont rarement lues avant la mise en service de l'équipement concerné.

Par rapport à la RV, la RA se caractérise par le fait qu'elle enrichit le monde réel au lieu de le remplacer. Du point de vue opérationnel, les informations graphiques et/ou textuelles de nature à guider l'opérateur dans sa tâche sont superposées à la scène réelle soit au travers de lunettes semi réfléchissantes, soit via une tablette PC équipée d'une caméra miniature.

Des premières applications pilotes ont montré l'applicabilité de cette technique dans le secteur de la maintenance industrielle.

Enfin, au-delà d'une conception technique du système de travail, il faut savoir concevoir son utilisation. À ce titre, la formation représente un élément essentiel du dispositif de prévention. Là encore, la réalité virtuelle ouvre de nouvelles perspectives pour former. Elles peuvent être regroupées selon trois niveaux principaux.

Conception d'équipements de travail : la réalité virtuelle comme outil de simulation dynamique

Pour mener à bien cette action, l'INRS s'est doté d'une plate-forme immersive en réalité virtuelle avec interface à retour d'effort, projection stéréoscopique, capture de mouvement et son spatialisé.

Elle permet de visualiser à l'échelle 1 une maquette numérique "réaliste" d'un équipement de travail (ici, une presse plieuse), de manipuler physiquement des objets virtuels et ainsi d'évaluer en termes de risques (accidents et maladies professionnelles) la pertinence des choix réalisés lors de la conception.

Par ailleurs, la réalité virtuelle étant fondée sur l'interaction en temps réel entre un environnement virtuel et un utilisateur réel, il est nécessaire que tout ou partie de ce dernier soit représenté dans son apparence, son interaction dynamique... Dans le cas exemple retenu, la partie du corps qui nous intéresse plus particulièrement est l'ensemble "main-avant-bras". C'est pour pallier cette absence de modèle temps réel « réaliste » du membre supérieur qu'une recherche doctorale a été engagée entre l'INRS, le CEA et l'IRCC.

Enfin, au-delà de la construction de modèles virtuels, il s'agit dans cette action de développer un cadre de formalisation et de modélisation du système permettant d'opérer les meilleurs choix (technique et/ou organisationnel) vis-à-vis des risques potentiels. Nous exploitons pour cela les recherches récemment menées sur la conception de systèmes complexes et leur modélisation, et plus particulièrement le concept de « Modèle de situation de travail ».

Conclusion

En démystifiant ce que recouvre la notion de réalité virtuelle, cet article montre l'intérêt que le secteur professionnel porte à cette nouvelle technique.

En matière d'outil d'aide à la conception, une mutation de la CAO vers la CARV s'opère actuellement. Ces nouveaux outils permettront aux concepteurs de mieux appréhender les futures fonctions d'usage du produit conçu.

Pendant plusieurs années, la RV, vue comme un outil technologique, a été accaparée par les spécialistes des sciences de l'information. Elle suscite aujourd'hui un engouement croissant de la part de la communauté des sciences du comportement et des spécialistes en psychologie ergonomique qui perçoivent de nouvelles manières de conduire des études expérimentales sur la sensori-motricité.

Qu'il s'agisse de conception d'équipements ou de locaux, de formation d'équipes à la maintenance, à la conduite d'installations ou d'engins, d'échanges dans un contexte d'ingénierie collaborative, les aspects relatifs à la prévention des risques professionnels n'en seront que mieux intégrés.

Alors que le projet EVICS est à mi-parcours, les premières démonstrations réalisées sur la plate-forme de RV laissent déjà imaginer de nouveaux champs d'application, dans des secteurs où des outils d'assistance et de simulation sont attendus tels que l'organisation d'un chantier de BTP, l'intervention en présence de risque biologique, la simulation de conduite d'engins de chantier...

Une diffusion de ces techniques, en termes d'applications pratiques sur le terrain, devrait être entreprise avant même la fin du projet en s'appuyant sur les contacts industriels établis au sein de réseaux spécialisés et en impliquant les acteurs de la prévention à la fois sur le plan national et au travers de nos homologues européens.

