

L'homme, les procédures et les automatismes : Evolution de leur place respective au cours de la vie d'un produit¹

Franck BERNARD

SNCF - Direction des Ressources Humaines
Division Ergonomie - 18 rue de Budapest
75436 Paris Cedex 09
Tel : 01 53 25 77 49
Fax : 01 53 25 83 90
Franck.bernard@sncf.fr

Corinne HUMBERT

SNCF - Direction de l'infrastructure
Centre d'Etudes de la Sécurité -
20, rue de Rome - 75008 Paris
Tel : 01 53 42 09 31
Fax : 01 53 42 09 19
Corinne.humbert@sncf.fr

Résumé

En se fondant sur le rapport de 18 années d'exploitation des TGV, on constate que le matériel comme les procédures élaborés en conception ont évolué au fil du temps. Trois éléments sont particulièrement discutés :

- les logiques qui sous tendent ce type de gestion de la fiabilité du système de transport,
- le rôle essentiel du retour d'expérience dans ce processus,
- le rôle des préoccupations centrées sur l'homme au travail dans cette évolution.

Des propositions d'entreprise sont formulées pour centrer la gestion de la sécurité durant la phase d'exploitation sur l'activité de l'homme au travail.

Mots clefs :

Transport ferroviaire, TGV, retour d'expérience, système ultra sûr, gestion de la situation, fiabilité humaine.

Abstract

An evolution between tasks devoted to automata and tasks devoted to operators is shown thanks to the report of the 18 years TGV exploitation. Three issues are specifically discussed :

- the logics underlying this kind of evolution,
- how the expertise report is integrated in the process,
- the part of the human activity centered approach in this process.

Proposals are made to develop a human centered approach.

Keywords :

Railway transportation, High Speed Train, experience report, high reliable system, situation management, human reliability.

¹ Les opinions présentées dans cet article sont celles des auteurs et n'engagent pas leur entreprise.

Introduction

Classiquement, on considère que la fiabilité élevée du transport ferroviaire dépend de la prise en compte de trois éléments :

- L'homme, son activité, ses modes opératoires
- Les procédures, l'organisation, les règles de travail
- Le matériel roulant, les automatismes, les installations sédentaires.

Cette communication présente l'évolution d'une fonction critique pour la sécurité des TGV durant 18 années d'exploitation.

Elle nous permettra, après avoir présenté le principe de cette fonctionnalité et son évolution, de nous questionner sur :

- les logiques qui sous-tendent la gestion de la fiabilité globale du système de transport ferré en phase d'exploitation,
- le rôle essentiel du REX² dans ce processus,
- le rôle des préoccupations centrées sur l'homme au travail dans cette évolution.

La TVM : Description et principe de fonctionnement

Contrairement aux lignes classiques où la signalisation est extérieure à la cabine de conduite et latérale (assurée par des signaux qui jalonnent la voie), sur les lignes à grande vitesse, la signalisation est assurée par un système de Transmission Voie Machine appelé TVM.

Ce système permet de délivrer à l'agent de conduite des informations en continu sur les vitesses à respecter et, le cas échéant, les arrêts à réaliser. L'agent de conduite est tenu de respecter ces informations, qui lui sont présentées via un boîtier de signalisation, situé sur son pupitre.

Le fonctionnement de ce dispositif revêt un enjeu important en terme de sécurité.

En effet, il convient de rappeler que les principales fonctions de la signalisation sont :

- assurer l'espacement des trains (éviter le rattrapage ou le nez à nez),
- protéger les bifurcations (éviter les déraillements et les prises en écharpe).

De plus, un contrôle de vitesse embarqué vérifie constamment que le train ne roule pas plus vite que la vitesse limite fournie au moyen de la TVM.

Pour toutes ces raisons, ce système est donc conçu pour être extrêmement sûr.

Le système de TVM n'est possible que sur un certain type de lignes : les lignes à grande vitesse. Ainsi, au cours d'un même trajet, un TGV qui circule en partie sur ligne classique et en partie sur ligne à grande vitesse (ce qui est quasiment toujours le cas), est amené à utiliser alternativement les deux systèmes de signalisation. Lorsqu'il emprunte la ligne classique, le conducteur dispose de la signalisation latérale, lorsqu'il emprunte la ligne à grande vitesse, le conducteur dispose de la signalisation en cabine (TVM).

Au moment où le TGV emprunte la ligne à grande vitesse, une opération d'armement de la TVM est nécessaire afin de doter le train d'un contrôle de vitesse.

Le paragraphe suivant expose l'évolution de cette fonctionnalité d'armement depuis la mise en service des TGV jusqu'à nos jours.

Evolution du système

L'évolution du système que nous décrivons repose sur un récent Dossier d'Initialisation³ [Document interne, 1998]. Quelques aspects de ce dossier ont été éclaircis avec des experts du domaine concerné. Cette évolution peut être retracée en 7 épisodes :

1) Initialement, en 1980, lors des études de conception comme lors de la mise en exploitation

² Retour d'EXpérience

³ Document interne rassemblant les éléments nécessaires au lancement d'un projet.

(1981), il est de la charge de l'opérateur humain d'armer la TVM et de vérifier son bon fonctionnement. En l'absence d'informations formalisées sur cette période, deux des trois entrevues effectuées ont précisés que, lors de la mise en service des premiers TGV, l'armement de la TVM était à l'initiative de l'homme.

2) Dès 1982, suite à des remontées concernant le fonctionnement de ce nouvel élément technique que constitue la TVM, les responsables du matériel roulant automatisent la tâche d'armement de la TVM en entrée de LGV⁴. La phase d'entrée en LGV se réalise à pleine vitesse et nécessite beaucoup d'attention de la part de l'opérateur. Dorénavant, l'agent de conduite n'aura plus à armer la TVM en entrée de LGV mais aura encore à sa charge :

- la vérification de cet armement par l'observation du résultat de l'action automatique (affichage d'un taux de vitesse dans le contrôle de vitesse),
- l'armement manuel en cas d'échec de l'armement automatique.

Cette automatisation partielle de la tâche de l'opérateur nécessite la pose de balises sur la voie pour informer l'automatisme de l'approche d'une entrée de LGV.

3) En 1984, un événement critique indique que l'automatisme d'armement de la TVM en entrée de LGV peut être défaillant et, que, dans ce cas-là, la procédure de vérification peut ne pas être appliquée de façon systématique par les opérateurs.

4) Suite à ce constat, la vérification de l'armement qui incombait jusque là au conducteur est transférée à un automatisme informé par de nouvelles balises installées en début de LGV. La tâche de vérification n'incombe donc plus seulement au conducteur mais relève aussi d'un automatisme qui provoque l'arrêt d'urgence en cas d'échec de l'armement automatique. Après l'arrêt, le conducteur se voit chargé de réarmer manuellement la TVM.

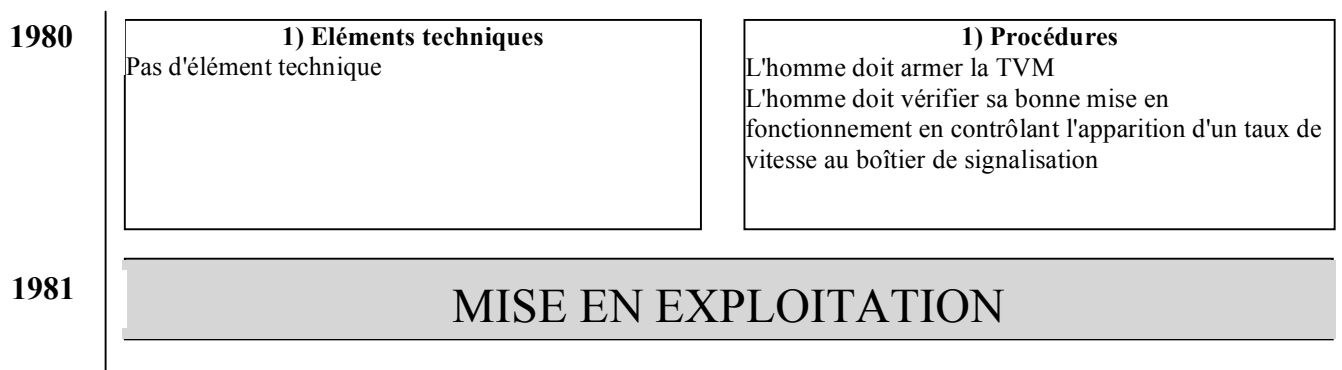
5) De 1991 à 1998, l'armement automatique avec contrôle automatique s'étend progressivement sur plusieurs types de parcours et notamment lors d'alternances entre LGV et ligne classique. Les investissements en balise sur la voie s'amplifient et les situations où l'armement est manuel deviennent de plus en plus rares.

Durant cette période, en 1991, en 1992 et en 1994, trois nouveaux événements sont recensés par le REX. Ils montrent que la procédure humaine de vérification après armement automatique n'est quelquefois pas réalisée et que le réarmement manuel, quand il est effectué, peut ne pas aboutir.

6) En 1998, le REX indique que lors d'un arrêt en pleine ligne pour dépannage (cas non couvert par l'automatisme), l'opérateur a réalisé une réinitialisation du système (ce qui a eu pour conséquence de désarmer la TVM) puis est reparti sans la réarmer. La procédure de vérification de l'armement a été appliquée tardivement.

7) Actuellement, un projet d'amélioration du système vient d'être amorcé pour remédier aux éléments rapportés par les quatre REX aux épisodes 5) et 6).

Le schéma ci-dessous présente graphiquement cette évolution :



⁴ Ligne à Grande Vitesse dédiée aux TGV.

	2) REX informel en 1981	
1982	<p style="text-align: center;">2) Eléments techniques</p> <p>Un automatisme est chargé d'armer la TVM en entrée de LGV Pose de balises d'information sur la voie en entrée de LGV</p>	<p style="text-align: center;">2) Procédures</p> <p>L'homme doit vérifier l'armement automatique de la TVM en contrôlant l'apparition d'un taux de vitesse au CAB SIGNAL L'homme doit armer manuellement la TVM en cas d'échec de l'armement automatique</p>
1984	<p>3) REX "technique" de 1984</p> <p>L'armement automatique de la TVM est quelquefois défaillant. Dans ce cas, l'homme n'applique pas toujours la procédure de vérification.</p>	
	<p style="text-align: center;">4) Eléments techniques</p> <p>Un nouvel automatisme est chargé de contrôler le fonctionnement de l'armement automatique de la TVM et d'arrêter le train en cas d'échec d'armement. De nouvelles balises sont installées sur la voie pour informer le système de contrôle automatique</p>	<p style="text-align: center;">4) Procédures</p> <p>Suite à un arrêt automatique, l'homme doit vérifier l'état de la TVM et l'armer manuellement le cas échéant.</p>
1992	<p style="text-align: center;">5) Eléments techniques</p> <p>L'armement automatique de la TVM couplé avec son contrôle automatique est petit à petit généralisé à tous les TGV et à tous les types d'entrée en LGV (voies d'évitement, gares origine et terminus). Augmentation des investissements en balise d'information.</p>	<p style="text-align: center;">5) REX "métier" de 1991, 1992, 1994</p> <p>L'homme ne vérifie pas toujours la réussite de l'armement automatique. En cas d'arrêt automatique du train, l'armement manuel n'aboutit pas toujours.</p>
1998	<p>6) REX "métier" de 1998</p> <p>Après un dépannage en pleine voie amenant à désarmer la TVM, un mécanicien n'a pas réarmé la TVM. Il n'a pas vérifié immédiatement son fonctionnement.</p>	
1999	<p>7) Initialisation d'une réflexion pour remédier aux événements redoutés issus des quatre derniers REX</p>	

L'évolution en exploitation de la fonctionnalité d'armement de la TVM met en évidence un certain nombre d'aspects caractéristiques qui seront développés plus bas.

Ils ont trait :

- à la logique que cette évolution révèle,
- au rôle du REX dans cette évolution,
- au rôle des préoccupations relatives à l'activité humaine dans ce processus.

Le processus d'exploitation : des phases de "reconception" locales et itératives

A première vue, il est clair que la recherche d'une meilleure fiabilité, dans notre cas, ne s'arrête pas à la phase de conception, mais perdure durant la phase d'exploitation.

Durant ces 18 ans d'exploitation des TGV, l'évolution historique semble guidée par une logique de "reconception" locale et itérative.

Lors de REX, des dysfonctionnements sont rapportés et fournissent la base d'une réflexion destinée à faire évoluer les tâches attribuées à l'homme et aux automatismes. Ces

"reconceptions" sont locales dans la mesure où elles ne portent que sur un aspect très limité de l'activité de conduite et n'ont pas pour ambition d'envisager l'ensemble de l'activité de l'opérateur à cette occasion.

Ces cycles de "reconception" sont également itératifs dans la mesure où :

- un premier cycle a débuté dès la mise en exploitation pour aboutir à l'automatisation de l'armement de la TVM en entrée de LGV,
- un deuxième cycle initié par le REX de 1984 s'est conclu par l'automatisation de la vérification de l'armement automatique de la TVM et le rajout de nouvelles procédures (vérification suite à un arrêt automatique),
- un troisième alimenté par les REX de 1991, 1992, 1994 et 1998 est en cours.

Une première remarque sur cette logique d'évolution concerne son coût. Comme on l'a vu, la constatation d'un événement redouté tel que le non respect d'une procédure ou le dysfonctionnement d'un automatisme amène à la conception, la réalisation et la mise en place de certains automatismes, l'installation de nouveaux éléments d'infrastructure (balises) ainsi que des règles d'utilisation, de maintenance et des formations qui sont liés à ces éléments. Le coût de ces éléments est loin d'être négligeable surtout si on y intègre les nouvelles contraintes qu'ils posent à l'activité des opérateurs. Cependant, une appréciation fine reste difficile en raison de l'absence d'indicateur pertinent, de procédure formalisée de mesure et du fait de la complexité d'une évaluation transverse à plusieurs domaines distincts de l'entreprise.

Une deuxième remarque a trait à l'efficacité et à la généralité des phases de "reconception". En effet, illustrées par ces 18 ans d'exploitation, ces phases de "reconception" ressemblent plus à des résolutions de problèmes par essai erreur qu'à des projets intégrés de conception. Elles naissent lorsqu'un problème limité mais facilement identifiable a été repéré et s'achèvent lorsqu'une solution a été apporté à ce problème local. Cet aspect parcellaire de la "reconception" en exploitation a pour conséquence une hétérogénéité des matériels (épisode 5) avec pour corollaire des contraintes accrues pour la maintenance comme pour l'utilisation de ces matériels. De plus, fonctionnant sur une logique bottom-up, elles ne peuvent pas garantir leur exhaustivité. Ce mode d'organisation amène nécessairement à de futurs cycles de "reconception" (un est en cours).

Si chaque cycle de "reconception" démontre la faible généralité du cycle qui l'a précédé, il pose aussi un problème de capitalisation des connaissances. En effet, toute une organisation serait nécessaire, hors des projets de conception, pour historiser les problèmes initiaux, les solutions envisagées, celles qui furent choisies puis dans quelles mesures ces dernières furent mises en œuvre.

Si ce mode de gestion de la fiabilité du système de transport en période d'exploitation perdure malgré ces limites en terme de coût, d'efficacité, de généralité, et d'ingénierie des connaissances, c'est qu'il nous semble assis sur une logique et des attentes qui dépassent de beaucoup l'entreprise ferroviaire.

En effet, chaque accident ou presque accident conditionne une pression forte des média et du ministère de tutelle. Tout se passe comme si, plus la technologie est fiable, plus le moindre incident était un danger en soi [Amalberti, 1999]. D'autre part, la réalité du problème matérialisée par le REX génère un biais de représentation qui amène à considérer comme prioritaire un aspect qui, en conception, après évaluation de son occurrence, avait été jugé non prioritaire. Il est possible que le fait que l'équipe de conception ne soit pas celle qui décide des évolutions durant la phase d'exploitation aggrave encore ce biais. Tout se passe donc comme si les critères d'évaluation du risque évoluaient entre la conception (où l'incident est prévu et qualifié) et l'exploitation (où l'incident arrive réellement et doit être traité) et comme si les risques évalués en conception devenaient ingérables et voués à être éradiqués en exploitation.

On ne peut cependant pas exclure que ce mode d'organisation puisse être aussi un gage de fiabilité. Néanmoins, il faut souligner que ce gain de fiabilité possible s'appuie sur :

- l'adaptabilité de l'homme qui doit faire face à des matériels divers et des procédures évolutives,
- la raréfaction des interventions humaines ce qui ne peut qu'augmenter le risque d'oubli

ou d'erreur de la part de l'opérateur.

Quelques pistes d'évolution

Pour éviter que la période d'exploitation d'un matériel puisse donner lieu à des tests locaux et itératifs d'amélioration du matériel conçu, des efforts sont actuellement en cours pour mieux connaître ces processus de "reconception" partielle. Pour l'heure, cette démarche se heurte à quelques difficultés (repérage des équipes de "reconception", multiplicité des critères de conception et de mise en œuvre des solutions, absence de capitalisation formalisée des connaissances utilisées, difficultés à prendre en compte dans la réflexion le contexte organisationnel pour rendre compte d'une "reconception",).

La justification et la diffusion des choix de conception semblent également en partie en cause dans ce phénomène de "reconception" locale et itérative. En effet, le circuit d'information de ces équipes de "reconception" gagnerait à être évalué. Néanmoins, le risque d'une baisse de l'enrichissement du travail de ces équipes n'est pas à négliger dans l'évaluation des freins à une quelconque modification organisationnelle.

La recherche d'une meilleure sécurité pourrait être améliorée par une gestion de projet de cette phase d'exploitation capitalisant les divers REX pour n'engager une unique reconception qu'à mi vie ou préparer les spécifications du futur matériel.

Une première évolution qui nous semble favorable réside dans l'organisation de ces équipes de "reconception". Si en 1980, les ingénieurs chargés du matériel roulant constituaient l'essentiel des équipes de "reconception" ; dès 1989, avec la création de structures travaillant dans le domaines des Facteurs Humains et la mise en place de REX "métiers" (cf. plus bas), ces équipes se sont ouvertes à des représentants de la réglementation plus sensibles à des problèmes de sécurité globale et à une approche projet. Cependant, l'approche centrée sur l'homme n'est pas encore intégrée aux réflexions (cf. plus loin).

Comme obstacle disciplinaire relatif à ce but, il faut noter que si les études concernant la répartition des tâches entre l'homme et les automates se centrent sur la conception par le biais d'approches méta (par les coûts, la faisabilité technique ou l'acceptabilité sociale [Petica, 1999]) ou d'approches psychologiques (statique [Beevis, 1992 in Bost, et al., 1996 ; Fitts, 1951 in Sheridan, 1996] et dynamique basé sur des modèles coopératifs [Hoc, 1997 ; Millot, 1999]), l'essentiel pour les systèmes ultra sûrs⁵ n'est pas seulement à ce niveau. En effet, exposés comme ils le sont à une attente et une pression sociale fortes, c'est l'évolution du système en cours d'exploitation qu'il faut savoir appréhender et modifier pour peser sur les choix.

Dans notre cas, ces choix s'originent toujours dans un REX.

Le REX et la place de l'activité humaine

Historique et présentation du REX

Comme nous venons de le voir, le Retour d'EXpérience joue un rôle central dans le processus de reconception. C'est, en effet, systématiquement suite à un REX, que des évolutions matérielles ou réglementaires ont été entreprises.

Si le REX fait désormais partie intégrante des pratiques de l'entreprise, son contenu a évolué au cours des ans. Un tournant décisif a été pris, suite aux conclusions rendues par la commission d'experts chargée d'analyser le système de sécurité de l'entreprise après les accidents de la fin des années 80 [Document interne SNCF, 1989]. Jusque-là, le seul REX qui existait était géré par la Direction du Matériel et structuré autour d'aspects techniques : dysfonctionnements des organes mécaniques (bogies, freins...), électriques (captage de courant, ...). C'est de cette manière que les premiers événements concernant le réarmement de la TVM ont été connus.

⁵ Dans le sens d'Amalberti dans [Amalberti, 1998].

Par la suite, en 1990, un REX "métier" a été mis en œuvre. Ce second REX est structuré autour de l'agent de conduite et de sa tâche et est géré par les responsables du métier d'Agent De Conduite. Une base de données nationale, répertoriant des fiches "événements conduite", a été constituée. Cette base est alimentée par un réseau d'acteurs de terrain. Elle sert à établir des tableaux de bord synthétiques adressés aux responsables de l'entreprise et à répondre, si besoin est, à des questions spécifiques.

Les fonctions du REX

L'intérêt de ce type de démarche pour l'entreprise est indéniable. On peut souligner ses aspects positifs en présentant les fonctions qu'il assure :

- D'abord, le REX "métier" a permis de recueillir, de conserver, de rechercher et de comptabiliser les différents événements survenus depuis 1990. Il révèle ainsi l'engagement de l'entreprise dans une démarche active de management de la sécurité par la connaissance des dysfonctionnements du système.
- Ensuite, le REX a joué un rôle d'alerte. Il a permis aux dirigeants d'être rapidement informés des événements jugés critiques pour la sécurité. Ce rôle d'alerte signifie pour l'entreprise qu'elle s'autorise à ne pas tout prévoir en conception et qu'elle s'est donné un indicateur pour valider ou pas ses options.
- Enfin, le REX, en tant que seule source structurée d'information renseignant sur les situations de terrain, participe de fait à la recherche de solutions après la détection d'événements non sécuritaires. Le REX a donc en ce sens un certain rôle de pilotage.

Une vision mécaniste de l'homme au travail

Cependant, une analyse plus fine de l'usage et de l'organisation du REX "métier" permet de tempérer ces éléments favorables. Elle met à jour une représentation mécaniste de l'homme qui se repère dans la façon dont chacune des trois fonctions du REX est assumée :

Lors du recueil d'information :

Concrètement, l'agent chargé d'alimenter le REX doit préalablement catégoriser les faits recueillis en terme d'écart au prescrit (i.e. non respect des prescriptions de manœuvre, prise en charge par un automatisme, dépassement de vitesse, etc ...). Il est évident que ce filtre d'analyse influe sur le choix des faits à recenser pour remplir une fiche "événements conduite" au même titre qu'une grille d'observation influe sur les éléments retenus lors de l'observation d'un phénomène. Dans le cadre du REX, on est pleinement en droit d'analyser la situation qu'en fonction de la procédure qui aurait du être appliquée ou de l'automatisme qui aurait du fonctionner en négligeant le fait que si l'automatisme fonctionne "seul", les procédures n'ont de vie qu'animées par l'homme même si l'action humaine n'est pas limitée à cette dimension. La raison d'être de l'homme à son poste de travail qui est de gérer une situation de travail toujours variable et évolutive est ainsi absente.

Le rôle d'alerte :

Comme un REX "technique", le REX "métier" ne relève que les aspects déviants du prescrit. Ainsi, comme on ne s'intéresse pas au fonctionnement nominal d'une machine (puisque dans ce cas elle suit ses prescriptions de conception), on pense qu'il en est de même avec l'homme et ses procédures de travail et que, donc, seule est pertinente l'analyse des écarts à la règle.

Cette logique d'attente de l'alerte permet de justifier l'absence d'actions destinées à améliorer la sécurité tant qu'aucun événement particulièrement critique n'est rapporté par le REX.

Seuls sont repérés, archivés et initiateurs d'action, les aspects indésirables de l'activité humaine ; tout une large part de cette activité (savoir faire, élaboration de connaissance sur la gestion la plus efficace de la situation) est oubliée même si un des objectifs du REX "métier" à sa création était également d'en faire un REX "positif".

Est-il nécessaire de souligner que l'analogie entre comportement d'un opérateur (système

ouvert) et fonctionnement d'une machine (système fermé) est erronée par nature puisque c'est à minima grâce à l'interprétation des règles que le travail devient possible ? Cet argument renforce l'intérêt d'une analyse intrinsèque de l'activité (quel que soit son statut par rapport au prescrit), de sorte à ce qu'une compréhension efficace de l'action de l'homme puisse émerger (cf. plus bas).

Lors de la recherche de solutions :

En contre partie de cette action sécuritaire limitée à une veille attentive des indicateurs fournis par le REX, l'organisation se doit de répondre immédiatement à une alerte. Ainsi, le REX participe du mode de fonctionnement que nous déplorions plus haut (reconception locale et itérative).

Lors d'une phase de reconception, avec l'objectif de trouver une solution rapide pour faire disparaître le problème identifié et ainsi retourner à un état de fonctionnement nominal, le REX constitue une source d'information structurée et systématique d'une grande aide. En effet, en plus de fournir une description formatée du dysfonctionnement, il propose deux pistes d'amélioration : l'amélioration du matériel et/ou l'amélioration des procédures. L'enjeu est, là, d'éliminer le symptôme comme s'il s'agissait toujours d'une "simple" panne technique à solutionner.

Il va de soi, dans cette optique, que la recherche de solutions ne peut se concevoir en terme de gestion (humaine) de contraintes diverses, mais seulement en répondant à une question à choix fermé du type : "qui de l'homme (ici réduit à son rôle d'applicateur de procédures) ou de la machine (promu au rôle de miroir de l'homme) doit faire une tâche ?".

Sur la base de cette approche binaire, typique d'une logique technique (dans la mesure où une machine fait ou ne fait pas) et qui exclue l'activité humaine dans sa globalité, on a tendance à extraire l'homme de la situation au lieu de lui donner les moyens de mieux manager les situations qu'il rencontre et ainsi d'éviter de le placer au centre des préoccupations de conception comme de reconception.

Le REX : Un pilotage non symétrique

Contrairement à ce qui se passe lors du recueil des faits où les dysfonctionnements matériels ou les infractions réglementaires sont traités en parallèle ne seraient ce que parce qu'ils sont intimement liés, la recherche d'améliorations n'est pas aussi équilibrée.

Suite à une alerte du REX, à moins, qu'une solution évidente ne s'impose sous forme de réécriture de procédures, un vrai travail de reconception s'engage sur les aspects matériels (considérés comme plus durables), puis, des règles prescrites d'accompagnement sont dérivées.

L'activité humaine est alors traitée de fait comme une simple variable d'ajustement toujours disponible a priori et qui, si elle faisait défaut un jour, démontrerait l'infiabilité de l'homme. Exceptée une recherche de non contradiction entre le corps de procédures existant et la nouvelle règle édictée, il est à souligner qu'aucune étude spécifique n'est jamais engagée pour envisager la faisabilité d'une procédure, questionner l'existant du point de vue de l'opérateur ou évaluer comment un conducteur pourra gérer la nouvelle situation de travail ainsi créée. Le problème de la faisabilité d'une procédure est d'ailleurs souvent exprimé en terme de probabilité d'échec pour une situation générique ce qui s'articule mal à un point de vue ergonomique.

Dans notre cas, pour les deux raisons discutées plus haut (représentation mécaniste de l'homme et non symétrie de la recherche d'amélioration), le REX a conduit :

- à des fonctions de plus en plus nombreuses attribuées aux automatismes au fil du temps (épisodes 2, 4 et 5),
- à raréfier l'activité de l'homme (épisode 5 de généralisation progressive d'une solution locale),
- à garder néanmoins la criticité de l'intervention humaine (la vérification finale et la responsabilité globale du système lors de la remise route après arrêt en pleine voie est du ressort de l'opérateur),
- à complexifier les procédures de travail,
- à éviter une analyse du point de vue de l'opérateur ne serait ce qu'en terme de

faisabilité (e.i. la tâche de vérification par l'homme, toujours signalée comme déficiente, n'a généré aucune modification de l'interface avec l'opérateur).

Ainsi, une analyse plus fine des trois fonctions du REX amènent à relativiser leur aspect positif :

- le recueil de données initial ne se réalise qu'en terme d'écart à la règle (dysfonctionnement pour l'automate, non respect de la procédure pour l'homme),
- le rôle d'alerte autorise une certaine atonie tant qu'aucun dysfonctionnement notable n'est repéré grâce au REX,
- la recherche de solutions est orientée vers l'amélioration du matériel ou l'amélioration des procédures sans se préoccuper de la gestion de la situation par l'homme.

Quelques pistes d'amélioration : le souci de l'activité humaine

En se fondant sur une vision de l'homme au travail différente de celle supportée par des pratiques sociales au sein de l'entreprise, le problème posé à l'ergonome d'entreprise est le même que celui évoqué dans [Bernard, 1998] lors d'analyse d'accidents et [Bernard, 1999b] lors de la conception d'un nouveau contrôle de vitesse :

- Soit amender la situation actuelle (le REX et l'organisation de gestion de la sécurité) pour permettre une prise en compte de l'homme,
- Soit élaborer de nouvelles pratiques conçues "par construction" pour placer l'homme au centre de l'approche.

Ainsi, dans le premier cas, il serait intéressant d'envisager des REX hors de tout incident (par exemple, centré sur les savoir faire, l'expérience positive, la gestion de tel ou tel aspect d'une situation métier sans se limiter aux éléments comportementaux ou à des inférences sans cadre de référence formalisé, ...). Même si cela commence à se réaliser dans l'entreprise, ces deux aspects (contre performance et expérience positive) sont traités disjointement avec des niveaux de formalisme et une reconnaissance collective différente. Il va de soi que le contenu d'un REX rapportant également les aspects favorables de l'activité humaine devrait donner lieu à adaptation.

Dans le deuxième cas, on peut envisager l'usage du REX à des fins de modélisation ou compléter et approfondir les données qu'il fournit par des études FH transverses destinées à clarifier les compromis qu'utilisent les opérateurs pour gérer leurs situations de travail.

Si l'absence d'une approche centrée sur l'homme est évidente à l'analyse de ces 18 années d'exploitation, le besoin d'une telle approche doit être soulignée.

Une rapide considération du problème du point de vue de l'homme permet déjà de souligner :

- Le lien rare (pour le mécanicien) qui est fait en LGV uniquement entre la mise en service d'un contrôle de vitesse et sa vérification grâce à une indication de signalisation qui n'est généralement pas de l'initiative du conducteur mais fourni dans l'environnement ou en cabine par des moyens indépendants de sa volonté,
- Le caractère illusoire de vouloir signaler une information aussi importante que le non armement de la TVM sans alarme intrusive, mais seulement par l'absence d'une information si souvent présentée qu'elle fait partie du décor pour l'opérateur (c'est ce même type de défaut de conception qui a fortement aggravé l'accident de la centrale de Three Miles Island [Reason, 1993]),
- L'intérêt d'éviter de s'engager sur une solution locale (garantir l'armement de la TVM en entrée de LGV, et, plus tard, de "faire toujours plus de la même chose [Watzlawick et al., 1975] (étape 5 : généralisation de balises d'armement sur d'autres voies), alors que le problème n'est pas spatialement situé mais relatif à la gestion de la situation d'armement de la TVM par l'homme quelque soit son environnement d'apparition,
- Un des écarts importants entre conduite classique et à grande vitesse qu'il conviendrait d'approfondir au moment où cette conduite se diversifie [Bernard, 1999a] et où les contraintes économiques amènent à ne pas spécialiser les personnels de conduite,
- L'éloignement de la représentation fonctionnelle des ADC par rapport à ce qui se

passé réellement lors d'un dépannage (épisode 6 de l'évolution de la fonctionnalité d'armement).

Il est vrai que de nombreux obstacles se dressent devant la reconnaissance de ce besoin. Si certains ont pu être explicités dans le cadre de cette communication (pression sociale exercée sur les domaines ultra sûrs, logique de reconception dans l'entreprise, contenu et mode d'utilisation du REX, ...), d'autres ne pourront n'être que listés (statut social de l'ergonome bien inférieur à ses interlocuteurs, responsabilité faible voire inexistante de l'ergonome dans ce type de situation, "solitude" de l'ergonome qui est souvent le seul à problématiser ces thématiques, absence de connaissances formalisées sur l'action ergonomique sur la fiabilité en cours d'exploitation, complexité des connaissances et du contexte métier à acquérir pour une réelle reconnaissance et une réelle pertinence, absence d'un plan FH lors de projets transport permettant de capitaliser, fédérer, et coordonner les études portant sur les activités concernées⁶, quasi absence de connaissances ergonomiques capitalisées par activités ou métiers plutôt que par discipline académique, ...).

Conclusion

Cette réflexion rétrospective sur 18 années d'exploitation nous a permis de montrer que l'exploitation d'un matériel :

- suit des phases de "reconception" locales et itératives,
- s'appuie sur des REX qui fournissent un tableau partiel de la réalité,
- n'utilise pas l'apport d'une approche centrée sur l'homme pour améliorer la sécurité globale du système contrairement à ce que laisserait penser le modèle affiché comme garant de la haute fiabilité ferroviaire (homme / organisation / matériel, cf. introduction).

Ces constats nous ont amenés à émettre des propositions concernant :

- l'organisation du travail dans l'entreprise (rendre plus accessible les choix de conception, analyser les phases de reconception, gérer l'exploitation comme un projet en capitalisant les REX pour n'engager qu'une reconception à mi vie),
- la démarche de retour d'expérience (rendre plus exhaustif le recueil de données, l'éloigner d'un rapport exclusif au non respect de procédures, en modéliser les résultats, l'initier hors de situations incidentelles)
- l'intégration d'une approche centrée sur l'activité humaine (capitaliser les connaissances ergonomiques lors des phases d'exploitation, capitaliser les connaissances ergonomiques par métier, élaborer un plan FH pour les projet transport).

Nous espérons que ces propositions, formulées à dessein de façon souvent générale pour être transposables dans d'autres secteurs, contribuent à enrichir les réflexions dans les entreprises concernées et désignent des axes de progrès pour une réelle prise en compte de l'homme dans les domaines d'activité économiques ultra sûrs.

Bibliographie :

Amalberti, R. (1998). Les facteurs humains à l'aube de l'an 2000. Phoebus. Numéro spécial pp. 5-12.

Amalberti, R. (1999). Les effets pervers de l'ultra sécurité. La Recherche. Avril 1999.

Beevis, D. (1992). Analysis techniques for man-machine systems design (NATO Technical Report AC/243 [Panel 8] TR/7, Vols. 1 & 2. Brussels : NATO Defense Research Group.

Bernard, F. (1998) Trois représentations de la même activité : Le cas de la gestion de la signalisation ferroviaire par le conducteur de trains. In actes du 11^{ème} Colloque λμ "Fiabilité et Maintenabilité". 29 septembre - 2 octobre. Arcachon. (58-67).

Bernard, F. (1999a) L'incidence de l'évolution technologique sur la situation de travail : Le

⁶ Un des auteurs participe à un groupe de travail inter entreprise sur ce thème actuellement.

- cas des contrôles de vitesse de la SNCF. A paraître in actes des Assises Européennes de Psychologie Appliquée aux Transports. Angers.
- Bernard, F. (1999b) L'analyse des supports de communication utilisés par des concepteurs comme moyen d'accéder à leurs représentations. A paraître in actes du XXXIVème Congrès de la SELF "Un congrès ... des colloques". Caen.
- Bost, J. R. & Oberman, F. R. (1996) Why function allocation and why now ? pp.29-43 In Beevis, D., Essens, P. & Schuffel, H. (1996). State-of-the-art-report : Improving function allocation for integrated systems design. CSERIAC SOAR 96-01. Defense Technical Information Center. USA.
- Document interne (1989). Rapport de la commission d'experts chargée d'un audit sur les systèmes de sécurité de la SNCF.
- Document interne (1998). Dossier d'initialisation projet V3. SNCF.
- Fitts, P. M. (1951). Human ingeening for an effective air navigation and traffic control system. Washington DC : National Research Council. USA.
- Hoc, J. M. (1999). Conditions et enjeux de la coopération homme-machine dans le cadre de la fiabilité des systèmes. In Sécurité et Cognition. Ed. Hermès. Paris. (pp. 147-164).
- Millot, P. (1999) La supervision et la coopération homme-machine dans les grands systèmes industriels ou de transport. In Sécurité et Cognition. Ed. Hermès. Paris. (pp. 125-145).
- Petica, S. (1999). La réaction des utilisateurs et de la société à la technologie intra-véhicule. A paraître in actes des Assises Européennes de Psychologie Appliquée aux Transports. Angers.
- Reason, J. (1993) L'erreur humaine. PUF.
- Sheridan, T. B. (1996). Allocating functions among human and machines. Pp. 7-27. in Beevis, D., Essens, P. & Schuffel, H. (1996). State-of-the-art-report : Improving function allocation for integrated systems design. CSERIAC SOAR 96-01. Defense Technical Information Center. USA.
- Watzlawick, P., Weakland, J. & Fisch, R. (1975). Changements, paradoxes et psychothérapie. Ed. Seuil.