



Systemes d'instruments des opérateurs. Un point de vue pour analyser le rapport aux règles de sécurité

*Operator instrument systems : A standpoint for analyzing the connection with
safety rules*

*Sistemas de instrumentos de los operadores. Un punto de vista para analizar la
relación con las reglas de seguridad*

Christine Vidal-Gomel



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3367>

DOI : 10.4000/pistes.3367

ISSN : 1481-9384

Éditeur

Les Amis de PISTES

Édition imprimée

Date de publication : 1 novembre 2002

Référence électronique

Christine Vidal-Gomel, « Systemes d'instruments des opérateurs. Un point de vue pour analyser le rapport aux règles de sécurité », *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 4-2 | 2002, mis en ligne le 01 novembre 2002, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3367> ; DOI : 10.4000/pistes.3367

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2019.



Pistes est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Systemes d'instruments des opérateurs. Un point de vue pour analyser le rapport aux règles de sécurité

Operator instrument systems : A standpoint for analyzing the connection with safety rules

Sistemas de instrumentos de los operadores. Un punto de vista para analizar la relación con las reglas de seguridad

Christine Vidal-Gomel

Ce travail a été réalisé avec le concours de l'INRS, du service ESE de la RATP et avec la participation de plusieurs opérateurs d'EDF.

- 1 Le rapport aux règles de sécurité a souvent été analysé du point de vue du respect versus la violation des règles (Reason, 1993 ; Battmann et Klumb, 1998, par exemple), ou parfois en s'intéressant au degré d'autonomie laissé à l'opérateur (Hale et Swuste, 1998). Nous proposons ici de l'appréhender plutôt à partir du cadre d'activités avec des instruments (Rabardel, 1995) et, plus précisément, de considérer que les règles de sécurité ne constituent que l'un des moyens dont disposent les opérateurs pour gérer les risques professionnels, l'ensemble de ces moyens formant un système d'instruments (Rabardel, *op. cit.*, Rabardel et Bourmaud, sous presse). Cette approche permet, d'une part, d'analyser la gestion des risques professionnels par l'opérateur non pas uniquement du point de vue d'une règle violée ou respectée de façon isolée, mais aussi de celui de l'ensemble des pratiques de sécurité mises en œuvre et, d'autre part, d'aborder le rapport aux règles de sécurité dans une perspective de développement.
- 2 Nous aborderons d'abord les travaux s'intéressant aux violations, puis nous présenterons différents moyens de gestion des risques professionnels identifiés dans la littérature. Cet ensemble de moyens sera ensuite analysé du point de vue d'activités avec des instruments et nous présenterons un exemple. Pour conclure, nous discuterons des apports de

l'approche instrumentale pour rendre compte du rapport aux règles de sécurité et pour proposer des pistes de réflexion dans le domaine de la formation professionnelle.

1. Le rapport aux règles de sécurité

- 3 Les règles de sécurité sont des principes opérationnels permettant d'atteindre un objectif de sécurité (Leplat, 1998) : elles sont conçues pour protéger l'opérateur de toute atteinte à sa santé. Dans ce sens, elles constituent des aides dans le traitement des situations à risques. Elles sont également un référentiel légal, qui permet plus ou moins précisément d'établir les responsabilités en cas d'accident (Hale et Swuste, 1998). Les règles de sécurité considérées ici s'adressent à des opérateurs définis comme étant des « exécutants » par l'organisation du travail, des « opérateurs de première ligne », selon Reason (1993).
- 4 La littérature a souvent abordé le rapport aux règles de sécurité du point de vue de la violation. Dans un premier temps, pour préciser notre propos, nous différencierons violations et erreurs, puis nous aborderons les travaux qui se sont attachés à identifier des causes de ces violations. Nous reviendrons ensuite sur des travaux d'ergonomie qui ont mis en évidence un ensemble de moyens utilisés par les opérateurs pour gérer les risques et les rapports qui existent entre ces moyens et les règles de sécurité.

1.1. Règles de sécurité, violations et erreurs

- 5 Les violations des règles de sécurité et les erreurs peuvent être définies comme des écarts de la norme. En ce qui concerne les violations qui nous intéressent ici, les règles de sécurité représentent la norme. Violations et erreurs se différencient du point de vue de l'intentionnalité.
 - Non intentionnelles, les violations peuvent être attribuées à la méconnaissance, à l'inexpérience (Reason, 1993 ; Reason et coll., 1998). Nous nous centrons ici sur les violations intentionnelles, en excluant les cas de malveillance ou de négligence. Dans ces termes, on peut rapprocher les violations des règles d'une prise de risque, telle que définie par Goguelin (1988).
 - Les erreurs ne sont pas intentionnelles. Elles « concernent tous les cas, où une séquence planifiée d'activités mentales ou physiques ne parvient pas à ses fins désirées et quand ces échecs ne peuvent pas être attribués à l'intervention du hasard » (Reason, 1993, p. 31).
- 6 Erreurs et violations restent toutefois difficiles à distinguer puisqu'elles peuvent être coprésentes ou non dans une même séquence d'actions. Mais une violation n'implique pas systématiquement la production d'une erreur et, inversement, une erreur n'est pas systématiquement liée à une violation (Reason, op. cit.).
- 7 Reason distingue les violations routinières, les violations d'optimisation et les violations exceptionnelles (Reason, 1993) ou situationnelles (Reason et coll., 1998). Les premières sont habituelles et appartiennent au répertoire des opérateurs, par exemple, porter des gants isolants uniquement dans les situations où l'intensité du courant électrique est jugée élevée. Dans ce cas, le coût de mise en œuvre et la tolérance de l'environnement envers le non-respect des règles en sont des facteurs déterminants d'après Battmann et Klumb (1993) ou Reason (1993). Les violations d'optimisation rendent compte du fait que les opérateurs peuvent viser plusieurs buts, dont certains ne sont pas fonctionnels en regard de la tâche à effectuer ou encore, pas en cohérence avec les buts de l'organisation.

Les violations exceptionnelles ou situationnelles sont produites pour faire face à un concours de circonstances particulier, qui les rendent inévitables. Elles peuvent être provoquées par l'organisation et devenir routinières.

- 8 Leplat (1998) différencie les facteurs qui conduisent les opérateurs à violer les règles de sécurité en fonction de deux notions, l'acceptabilité et l'accessibilité, dont nous pouvons retenir les points suivants :
 - Pour qu'une règle de sécurité soit mise en œuvre, elle doit être acceptée par les opérateurs. Plusieurs facteurs entrent en jeu : le coût de la mise en œuvre de la règle, la cohérence entre les règles de sécurité elles-mêmes, et entre les règles et l'organisation du travail. De Brito et Boy (1999) montrent qu'il s'agit également de la cohérence entre les contraintes des activités requises pour réaliser une tâche (pilotage d'avion, par exemple) et les contraintes de mises en œuvre de la règle. Surspécification et sous-spécification des règles sont également des facteurs importants, analysés par exemple par Hale et Swuste (1998). D'autres facteurs sont relevés, dont la tolérance au non-respect des règles (Reason, 1993 ; Battmann, Klumb, *op. cit.*).
 - L'accessibilité renvoie aussi bien à la disponibilité des moyens qu'à la lisibilité au sens large du terme. Veyrac et al. (1997) précisent, par exemple, les notions d' « utilisabilité matérielle » et d' « utilisabilité cognitive » d'une consigne.
- 9 L'examen des facteurs qui conduisent à la violation des règles a pour objectifs l'amélioration de la prescription et la diminution des violations. Or, l'amélioration de la prescription n'est pas suffisante pour supprimer les violations. D'une part, elles peuvent relever des processus en jeu dans les idéologies défensives de métiers (Dejours, 1987 ; Cru, 1995) ou dans les arènes d'habileté (Dodier, 1996). D'autre part, les violations relèvent de l'écart entre la tâche prescrite et la tâche redéfinie, telles que précisées par Leplat (1997). L'opérateur interprète la règle, il ne l'applique pas simplement, comme le rappellent Davezie (1993) ou encore Mayen et Savoyant (1999). Cette interprétation dépend de ses compétences. Et plusieurs auteurs, dont Mayen et Savoyant (*op. cit.*) ou Gaudart et Weill-Fassina (1999), soulignent une évolution du rapport aux règles de sécurité en fonction du développement des compétences des opérateurs.
- 10 Par ailleurs, la règle est forcément imparfaite et incomplète au regard du réel et elle n'est pas toujours le comportement le plus efficace pour assurer la sécurité (Reason et coll., 1998) et elle ne constitue pas le seul moyen dont dispose l'opérateur pour assurer sa sécurité.

1.2. Les opérateurs utilisent différents types de moyens pour gérer les risques professionnels

- 11 L'ergonomie de tradition francophone a très tôt souligné le rôle positif des opérateurs pour la fiabilité des systèmes de travail. Faverge (1967) définissait trois types de fonctions qu'ils assurent au sein de ces systèmes : des fonctions de production, de prévention et de récupération. La fonction de prévention est redéfinie par Rousseau et Monteau (*op. cit.*, p. 11) :

« un mécanisme particulier d'adaptation visant à assurer sa protection contre d'éventuelles atteintes physiques ».
- 12 Dans ce cadre, les travaux de Cru (1955), de Rousseau et Monteau (*op. cit.*) ont conduit à identifier différents moyens pour gérer les risques professionnels dont disposent les opérateurs et les rapports entre ces moyens et les règles de sécurité.

- 13 Si certaines règles de sécurité sont systématiquement respectées, d'autres ne le sont qu'en fonction du contexte (Rousseau et Monteau, *op. cit.*) et les opérateurs développent des savoir-faire de prudence (Rousseau et Monteau, *op. cit.* ; Cru, *op. cit.*). Méconnus des organisations du travail et des préventeurs, ces savoir-faire sont des pratiques informelles de sécurité, qui ont comme particularité de compléter les fonctions de sécurité des règles. (Cru, *op. cit.*). Toutefois, d'une part, toutes les pratiques informelles ne sont pas utilisées en complément des règles, et certaines s'y substituent, comme le relevait déjà Favergé (1967). D'autre part, toutes les pratiques informelles ne constituent pas des savoir-faire de prudence.
- 14 Par exemple, sur des chantiers d'entretien de voies ferrées, réalisés sans que la circulation des trains ne soit interrompue, les annonceurs sont chargés d'assurer la sécurité des opérateurs de maintenance en leur signalant l'arrivée des trains de sorte qu'ils puissent « dégager » les voies à temps. Dans des situations où la détection d'un train est difficile (quand les aiguillages sont nombreux, par exemple), les annonceurs ne s'appuient pas uniquement sur le prescrit, mais utilisent des indices supplémentaires, prélevés dans l'environnement, comme les signaux et les changements de direction d'aiguille. À proximité d'un passage à niveau, ils utilisent les sonneries et l'abaissement des barrières, ce qui leur permet d'anticiper l'arrivée d'un train (De la Garza, 1995). L'utilisation de ces indices peut difficilement être qualifiée de savoir-faire de prudence, bien qu'elle soit complémentaire au prescrit. Elle ne conduit pas systématiquement à adopter un comportement sûr dans la mesure où elle repose sur le fonctionnement de dispositifs qui peuvent être en panne, ce dont l'opérateur ne sera pas forcément informé. De notre point de vue, un savoir-faire de prudence est soit fonctionnellement aussi efficace qu'une règle de sécurité, s'il s'y substitue, soit un complément à la règle de sécurité.
- 15 Les travaux de Cuny (1981) rendent également compte de l'utilisation d'indices prélevés dans l'environnement. Les pilotes portuaires, qui ont besoin de pouvoir identifier de façon fine les distances et les mouvements d'un bateau, utilisent aussi bien des outils de mesure sophistiqués embarqués - le Sylédis, notamment, permet de connaître une position directionnelle - que des repères pris dans l'environnement : des piliers sur les berges, par exemple. Mais il est intéressant de noter que les pilotes privilégient les repères pris dans l'environnement ; les outils de mesure n'interviennent que pour fournir une information redondante (Cuny, *op. cit.*). L'auteur relève les propos suivants :
- « Dès qu'on peut, l'œil reprend le dessus et se permet de prendre une bouée qui défile pour une tache sur la falaise. Vous comprenez, on se fait son petit alignement et on s'y fie, confirmé par le Sylédis. » (p. 236).
- 16 Dans le domaine maritime, ce type d'indicateurs est reconnu et donne lieu à des aménagements spécifiques, mais Cuny note que chaque fois que c'est nécessaire, le pilote se constitue de nouveaux repères
- « avec la première paire d'objets un peu élaborée qui se présente à sa vue » (p. 257).
- 17 Les opérateurs ne disposent donc pas uniquement des règles de sécurité pour gérer les risques professionnels, mais semblent plutôt élaborer un ensemble de moyens dont les fonctions peuvent être complémentaires ou redondantes pour assurer leur sécurité. La redondance et la complémentarité des fonctions, qui constituent des caractéristiques des systèmes d'instruments (Rabardel, *op. cit.*, Rabardel et Bourmaud, *op. cit.*), pourraient expliquer les rapports entre règles de sécurité, savoir-faire de prudence et pratiques informelles dans la gestion des risques.

2. Analyser le rapport aux règles de sécurité à partir de l'approche instrumentale

- 18 Nous proposons d'analyser l'ensemble des moyens dont disposent les opérateurs pour gérer les risques professionnels comme un système d'instruments. Pour présenter ce point de vue, nous mettrons en rapport les différents moyens de gestion des risques identifiés et les notions d'instrument et de système d'instrument. Nous présenterons ensuite un accident qui sera analysé en fonction de ce cadre.

2.1. Instruments et systèmes d'instruments

- 19 Rabardel (*op. cit.*) considère l'instrument comme une entité mixte, composée d'un artefact et d'un schème d'utilisation. L'instrument médiatise le rapport du sujet à l'objet de son activité. La constitution de ses instruments par le sujet relève d'un processus de genèse instrumentale qui concerne aussi bien l'artefact - instrumentalisation - que le sujet - instrumentation. Ces deux dimensions sont, à la fois, conjointes et distinctes. Rabardel (*op. cit.*) considère en effet que
- « l'un d'eux peut être plus développé, dominant, voire le seul mis en œuvre ».
 - Les règles de sécurité sont ici considérées comme des artefacts. Au cours de leur expérience professionnelle, les opérateurs en développeraient des utilisations formelles, c'est-à-dire conformes à la prescription, ou informelles. De nouveaux instruments seraient ainsi constitués.
 - Les savoir-faire de prudence sont transmis par la collectivité de travail (Cru, *op. cit.*). Ils sont donc externes à l'opérateur qui doit se les approprier, les adapter à ses besoins, comme le note Cru. Nous les considérons ici comme des artefacts, leur appropriation et leur adaptation relevant de la constitution de ses instruments par l'opérateur.
 - Les indicateurs pris dans l'environnement peuvent être qualifiés d'outils sémiqes (Cuny, 1981). Les entités sémiqes sont définies comme tout signe (il s'agit de signes non verbaux et définis au sens large) ayant comme caractéristique d'établir une relation entre « un élément de saisie perceptive (dit aussi élément manifeste) et un élément d'orientation cognitive (dit aussi élément de renvoi), le signifié » (*op. cit.*, p. 7).
 - L'auteur considère qu'une entité sémiqes est un outil quand elle est utilisée « de façon relativement constante dans le travail » et que l'on peut déterminer ses modes de fabrication et d'emploi (*op. cit.*). Les outils sémiqes peuvent également être abordés dans le cadre d'activités avec des instruments (Rabardel et Weill-Fassin, 1985, par exemple).
- 20 Les instruments des opérateurs ne sont pas isolés, ils peuvent former des systèmes (Lefort, 1982 ; Rabardel, 1995 ; Minguy, 1997 ; Rabardel et Bourmaud, sous presse). Il s'agit d'un ensemble structuré en fonction de l'expérience de l'opérateur et composé à la fois d'outils formels, comme les règles de sécurité - dont l'usage est formel ou non -, et informels, comme les savoir-faire de prudence et les repères pris dans l'environnement. Cela rend compte du fait que les opérateurs se constituent des instruments qui remplissent les fonctions prévues par le concepteur et/ou le préventeur, mais aussi d'autres fonctions, et que de nouveaux instruments (informels) sont élaborés. Cet ensemble permet la redondance des fonctions et une plus grande souplesse dans l'utilisation, avec un objectif d'équilibre entre économie et efficacité (Lefort, *op. cit.* ; Rabardel, *op. cit.*). L'opérateur peut jouer sur la redondance des fonctions en mobilisant

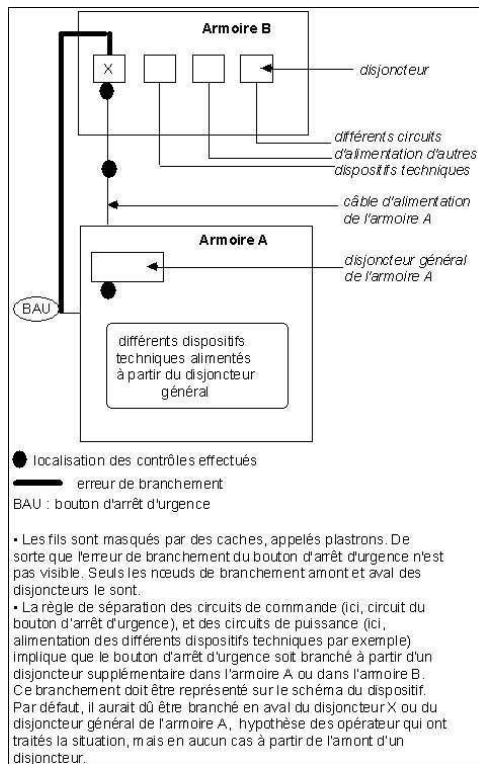
deux instruments pour un même objet de l'activité, comme dans les exemples issus des travaux de Cuny (*op. cit.*), mais aussi en substituant à la règle formelle de sécurité un autre instrument, plus économique et/ou plus adapté aux caractéristiques des situations, ou encore remplissant un plus grand nombre de fonctions.

- 21 L'exemple utilisé ci-après pour illustrer notre point de vue est extrait d'analyses d'accidents et d'incidents d'origine électrique qui concernent des électriciens de deux entreprises du secteur public (Vidal-Gomel, 2001 ; Vidal-Gomel et, Samurçay, 2002).¹ Il s'agit d'analyses cliniques d'accidents qui nous ont permis d'identifier une tâche critique pour la gestion des risques dans le domaine considéré : la mise hors tension. Dans les cas examinés, l'opération de mise hors tension échoue du fait d'une erreur de branchement latente, non identifiée par les opérateurs. Or, l'utilisation d'une règle formelle (la vérification de l'absence de tension) constitue un bon moyen d'identifier de telles erreurs latentes et donc, de gérer le risque qu'elles représentent. Notre objectif est ici moins d'identifier les raisons qui ont conduit les opérateurs à ne pas utiliser cette règle, que de relever les différentes pratiques de gestion des risques utilisées et d'identifier quelques éléments de leur système d'instruments.

2.2. Un exemple dans le domaine de la maintenance des systèmes électriques

- 22 Le service de maintenance de l'entreprise intervient en maintenance préventive et corrective. Nous nous intéressons ici uniquement à ce dernier point. Les opérateurs interviennent dans la plupart des cas à la demande d'un service d'exploitation qui signale une panne. Celle-ci peut être plus ou moins bien décrite, et de nombreux types et générations de dispositifs techniques cohabitent dans l'entreprise.
- 23 Ce service de maintenance des systèmes électriques est appelé par le service d'exploitation pour traiter le problème suivant : le bouton d'arrêt d'urgence d'une armoire électrique se déclenche à tout moment. Cette armoire, qui contient notamment des « bacs de charge » pour les talkies-walkies et les appareils portables de règlement par carte bancaire, est ainsi difficilement utilisable par les opérateurs de l'exploitation : ne disposant pas d'habilitation électrique, ils ne sont pas autorisés à remettre l'armoire en service. Le dépannage est confié à un binôme d'électriciens expérimentés (plus de cinq ans d'expérience au poste). Sur place, ils constatent la panne : le bouton d'arrêt d'urgence se déclenche à chaque ouverture et fermeture des portes de l'armoire électrique. Ils décident qu'il doit être remplacé. Cette pièce doit être commandée. En attendant, ils décident de le démonter et de le remplacer par un « domino », ce qui permettra au service d'exploitation d'utiliser l'armoire électrique. Pour effectuer le démontage en toute sécurité, ils décident de mettre l'armoire hors tension. Cette opération comprend l'identification de l'organe de coupure pertinent, l'action de la coupure et la mise en œuvre d'une règle formelle de sécurité : la vérification de l'absence de tension. Cette règle permet le contrôle de la réalisation effective de la mise hors tension. Dans le carnet de prescription, il est précisé qu'elle doit porter sur « tous les conducteurs actifs (y compris le neutre) [...] au plus près du lieu de travail », c'est-à-dire ici, sur le bouton d'arrêt d'urgence (figure 1).
- 24 L'armoire électrique concernée (appelée A, figure 1) est alimentée à partir de l'un des circuits d'une seconde armoire (appelée B). La figure 1 représente cette portion du réseau électrique de l'entreprise.

Figure 1. Le dispositif technique



- 25 L'armoire B se trouve dans un local à proximité de l'armoire A. Les opérateurs s'y rendent et utilisent le schéma électrique disponible sur place pour repérer les circuits et sous-circuits visés par l'opération. Ils identifient le disjoncteur de l'armoire B sur lequel ils doivent agir (noté X, figure 1). Ils le coupent et font une vérification d'absence de tension sur les nœuds de branchement en aval de ce disjoncteur avec l'outil approprié (les points de contrôle sont précisés sur la figure 1). Aucune tension n'est détectée. À l'aide du schéma du dispositif, ils identifient le code du câble d'alimentation de l'armoire A. Ils retournent à l'armoire A et vérifient que le câble porte bien le bon code. Ils coupent le disjoncteur général de l'armoire A et font une vérification d'absence de tension sur les nœuds de branchement en aval de ce disjoncteur avec le même outil. Aucune tension n'est détectée. Sur la base des différents contrôles, les opérateurs font l'inférence que tous les circuits de l'armoire A sont maintenant hors tension.
- 26 Le branchement du bouton d'arrêt d'urgence est pris entre la porte et la contre-porte de l'armoire A. Pour y accéder, il faut enlever un grand nombre de petites vis. Cette opération est donc coûteuse. Par ailleurs, les opérateurs ont d'autres interventions à réaliser à la suite de celle-ci et disposent de peu de temps. Ils décident de ne pas faire de vérification d'absence de tension sur le bouton d'arrêt d'urgence, comme le prescrit la règle, et de ne dévisser qu'en partie la contre-porte, juste pour débrancher le bouton. Ils se répartissent les tâches : le premier opérateur débranche le bouton d'arrêt d'urgence, pendant que le second prépare le « domino » à poser. Le premier dévisse la contre-porte en partie et accède au branchement du bouton. Il le débranche et prend les fils à pleines mains. Il ne porte pas ses gants de protection puisqu'il est sûr de travailler hors tension. Il est électrisé. Il a du mal à se dégager et son coéquipier, qui n'a pas compris ce qui se

passait, n'intervient pas. L'opérateur parvient finalement à se dégager. Il est brûlé aux mains. Le courant électrique l'a traversé.

- 27 L'enquête menée dans l'entreprise à la suite de l'accident révèle l'existence d'une erreur de branchement latente : le bouton d'arrêt d'urgence est alimenté à partir de l'amont du disjoncteur X de l'armoire B (figure 1). Le schéma du dispositif n'a pas été mis à jour. Une entreprise sous-traitante a effectué ce branchement. La demande est issue du service d'exploitation, qui est « maître » de l'ensemble des dispositifs implantés dans la station, et qui n'a pas prévenu le service de maintenance des modifications.
- 28 Ce branchement a été réalisé ainsi pour éviter que le bouton ne soit désactivé par la coupure du disjoncteur général de l'armoire A. Dans ce cas, la règle consisterait à le brancher indépendamment, sur un autre disjoncteur de l'armoire A ou de l'armoire B - règle de séparation des circuits de puissance et de commande - ou, au minimum, à le brancher en aval de l'un des deux disjoncteurs du circuit, mais en aucun cas à partir de l'amont d'un disjoncteur.
- 29 Cet accident révèle des problèmes organisationnels (relations entre les différents services de l'entreprise, conflits entre le coût d'une opération, les contraintes temporelles et la sécurité par exemple) et des problèmes de conception (dans ce type d'armoires, les fils sont masqués par des « plastrons » de sorte que les branchements « atypiques » ne sont pas visibles).
- 30 Nous nous intéressons ici plus précisément à l'utilisation de la règle de vérification de l'absence de tension : d'une part, les opérateurs prennent davantage de précautions que ne le prévoit la règle, et d'autre part, ils violent cette même règle. En effet, la règle prescrit de faire la vérification de l'absence de tension « au plus près du lieu de travail ». Or, cette vérification est faite sur deux points non prévus par la règle (nœud de branchement en aval des deux disjoncteurs), et elle ne l'est pas sur le point prévu : le bouton d'arrêt d'urgence.
- 31 Examinons les précautions prises par les opérateurs :
 - La mise hors tension à partir du disjoncteur X de l'armoire B est en soi suffisante dans une situation « normale », c'est-à-dire conforme au schéma électrique et respectant les règles du métier. Les opérateurs contrôlent sa réalisation en faisant la vérification de l'absence de tension sur les nœuds en aval du branchement du disjoncteur, ce qui leur permet d'être sûrs que celui-ci a correctement fonctionné. En effet, l'action sur la manette du disjoncteur ne garantit pas son fonctionnement de coupure, c'est-à-dire l'ouverture des contacts. Ils peuvent rester collés suivant un court-circuit dont l'intensité excède le pouvoir de coupure du disjoncteur. De plus, cette vérification leur permet de contrôler que ce circuit n'est pas réalimenté en conséquence d'une erreur de branchement produite sur le nœud du branchement en aval du disjoncteur.
 - Les opérateurs contrôlent le code du câble d'alimentation allant de l'armoire B à l'armoire A en fonction du schéma du dispositif, et ils coupent le disjoncteur général de l'armoire A. D'une part, ils contrôlent qu'il s'agit bien du bon circuit, alors que d'autre part, l'action sur ce disjoncteur les protège d'une erreur de branchement sur cette partie du circuit. En effet, que ce câble porte le code indiqué par le schéma n'exclut pas l'existence d'une erreur de branchement : il aurait pu être connecté à un autre disjoncteur de l'armoire B.
 - Une seconde vérification de l'absence de tension est effectuée sur les nœuds de branchement du disjoncteur de l'armoire A. Elle permet, comme précédemment, de s'assurer du fonctionnement de ce disjoncteur et de contrôler l'absence d'erreur de branchement sur ce point.

- 32 La fonction de la règle est de contrôler l'élimination du risque électrique sur l'objet de la réparation. Les opérateurs en font une utilisation différente. Elle concerne la détection de certaines erreurs de branchement et de dysfonctionnement des disjoncteurs. L'objet des activités de vérification des opérateurs est différent de celui qui est prévu par le concepteur de la règle. Il ne s'agit pas uniquement de contrôler l'absence de tension, mais de caractériser la situation, en vérifiant qu'il ne s'agit pas d'une situation « anormale ».
- 33 En nous intéressant à l'organisation de l'activité de mise hors tension, nous faisons l'hypothèse qu'il s'agit d'un schème - défini comme une organisation invariante de la conduite pour une classe de situations (Vergnaud, 1985). En effet, la mise hors tension des deux disjoncteurs est organisée de façon identique : coupure du disjoncteur, vérification d'absence de tension sur son nœud de branchement en aval. Ce schème serait associé à la classe des situations de mise hors tension.
- 34 Ces opérateurs disposeraient donc d'un instrument : l'artefact est la règle formelle de vérification de l'absence de tension, le schème d'utilisation pouvant s'exprimer de la façon suivante : couper et faire une vérification de l'absence de tension sur le nœud de branchement en aval du disjoncteur.
- 35 En reprenant les termes de Lefort (*op. cit.*) dans le contexte d'activités avec des instruments (Rabardel, *op. cit.*), cet instrument est composé d'un artefact formel dont l'utilisation est informelle. Il se serait substitué à l'instrument formel - l'utilisation de la règle telle que le prévoient les concepteurs/préventeurs -, pour des raisons d'économie. Elles sont relatives à l'effort pour réaliser l'opération elle-même et à son coût temporel. En effet, pour effectuer une vérification de l'absence de tension sur le bouton d'arrêt d'urgence, correspondant à la mise en œuvre de l'instrument formel, il aurait fallu enlever toutes les vis de la contre-porte de l'armoire A, une opération coûteuse.
- 36 Cet instrument n'est pas utilisé isolément ; un autre moyen de contrôle est mobilisé : le schéma pour identifier le circuit et les organes de coupure ainsi que pour vérifier qu'il s'agit bien du bon câble. Les fonctions attribuées au schéma sont donc complémentaires à celles de l'instrument précédent.
- 37 Cet exemple met en évidence quelques composantes du système d'instruments des opérateurs : un nouvel instrument a été constitué à partir de la règle de sécurité. Il est utilisé deux fois, assurant ainsi des fonctions à la fois redondantes et complémentaires. Les opérateurs disposent également d'instruments élaborés à partir du schéma. Cet ensemble remplit des fonctions complémentaires et redondantes pour gérer les risques attribuables à une situation « anormale », en vérifiant l'absence d'erreur de branchement sur plusieurs points du circuit concerné. Les instruments mis en œuvre par les opérateurs sont économiques, mais ils contribuent à la gestion des risques par la complémentarité et la redondance de leurs fonctions. Ces éléments n'ont pas eu une efficacité optimale, puisque l'erreur de branchement présente n'a pas été détectée. Seule la mise en œuvre de l'instrument formel aurait permis d'identifier son symptôme.
- 38 Si l'instrument formel n'est pas utilisé, l'opérateur gère toutefois des risques en vérifiant l'absence de tension sur la majeure partie des points du circuit. La question est alors moins celle de la violation de la règle que celle des fonctions de sécurité que remplissent ou non les instruments utilisés.
- 39 Considérer les règles de sécurité dans le cadre instrumental permet d'aborder le développement des compétences des opérateurs pour gérer les risques professionnels. La constitution du système d'instruments par un opérateur peut en effet être analysée

comme une genèse instrumentale, ce qui nécessite alors plutôt une méthode longitudinale. La mise en œuvre d'une méthode transversale permet toutefois d'identifier et de caractériser des étapes de développement de ce système.

- 40 Par exemple, dans une situation de simulation présentant une erreur de branchement latente, nous observons que des opérateurs en formation en alternance dans l'entreprise respectent strictement la règle de vérification d'absence de tension après la mise hors tension d'un disjoncteur : ils effectuent leurs vérifications « au plus près du lieu de travail », comme le prescrit la règle (Vidal-Gomel, 2001).² Ils ne mettent en œuvre que l'instrument formel.
- 41 Les opérateurs expérimentés effectuent également une vérification « au plus près du lieu de travail », mais, pour certains d'entre eux, l'instrument mis en œuvre est un savoir-faire de prudence. L'élément à mettre hors tension est un porte-fusibles, raccordé au circuit électrique par deux nœuds de branchement.
- La vérification peut être faite uniquement sur le nœud de branchement en amont, qui est hors tension si l'opération est effective. Pour identifier ce nœud de branchement, les opérateurs peuvent s'appuyer sur une règle du métier : le porte-fusibles doit être branché en fonction de son sens d'ouverture, qui permet d'identifier le haut et le bas.³ Le haut doit être l'amont du porte-fusibles dans le circuit et le bas, l'aval. Utiliser l'instrument formel consiste à ne faire une vérification que sur le nœud en amont. L'opérateur contrôle alors l'absence de tension. Il peut en inférer l'existence ou non d'erreurs de branchement, mais, au moyen de l'information prélevée, il ne peut pas les localiser.
 - L'utilisation du savoir-faire de prudence consiste à effectuer la vérification sur les deux nœuds de branchement du porte-fusibles. Étant donné la panne simulée dans la situation, le nœud de branchement en aval est hors tension. Faire la vérification sur les deux points permet de l'identifier de façon sûre. L'opérateur se protège ainsi de ses propres erreurs d'identification des nœuds de branchement et d'erreurs de branchement du porte-fusibles - le haut correspondrait à l'aval, dans le circuit. Ces erreurs pourraient conduire à inférer que le dispositif est hors tension alors que ce n'est pas le cas, ce qui constitue une cause d'accident. Les fonctions de sécurité de cet instrument sont plus étendues que celles de l'instrument formel : identification de la mise hors tension, de plusieurs types d'erreurs de branchement et de leur localisation, et de ses propres erreurs. Il permet de gérer des risques externes, mais aussi internes au sens d'Amalberti (1996). Pour des opérateurs expérimentés, ces instruments peuvent être complétés par un ensemble d'instruments de contrôle informels, dont la vérification de l'absence de tension sur les nœuds en aval de branchement du disjoncteur coupé, l'instrument présenté dans l'exemple précédent. Ici, il est complémentaire de l'instrument formel (utilisation de la règle de vérification prévue par le concepteur) ou du savoir-faire de prudence. Pour des opérateurs expérimentés, nous identifions donc deux instruments informels, dont un savoir-faire de prudence, constitués à partir d'un même artefact : la règle de vérification de l'absence de tension.
- 42 Les opérateurs en formation disposent d'un système d'instruments plus pauvre pour assurer leur sécurité pendant une mise hors tension. Les opérateurs expérimentés disposent d'un ensemble de moyens qui permettent, à la fois, l'efficacité - ils sont en mesure de détecter des dysfonctionnements des disjoncteurs et des erreurs de branchement - et l'économie. En effet, dans la simulation, l'élément à mettre hors tension (le porte-fusibles d'un panneau de sortie lumineux) et l'armoire électrique contenant le disjoncteur, qui permet d'effectuer cette opération, sont situés chacun à une extrémité d'un quai de métro. Une partie des instruments informels des opérateurs expérimentés

permet de détecter certaines situations « anormales » sans qu'ils aient à se déplacer jusqu'au panneau de sortie, dès la coupure du disjoncteur.

- 43 Les instruments de contrôle dont disposent les opérateurs expérimentés sont donc plus nombreux, leurs fonctions de sécurité sont complémentaires. Avec l'acquisition de l'expérience, les objets de l'activité sont également différents. En effet, si l'instrument formel permet de contrôler l'atteinte du but, les instruments informels utilisés par les opérateurs expérimentés permettent également de caractériser la situation traitée et le savoir-faire de prudence, de se protéger de ses propres erreurs. Cette évolution de l'objet de l'activité rend compte d'un plus grand nombre de situations « anormales » que les opérateurs expérimentés se représentent et du développement de moyens pour gérer les risques internes que sont les propres erreurs de l'opérateur (Amalberti, 1996). Les évolutions des instruments et des objets de l'activité sont liées à la conceptualisation des situations du domaine professionnel.

3. Apports de l'approche instrumentale

- 44 S'intéresser aux violations des règles de sécurité peut conduire à masquer les activités de gestion des risques de l'opérateur. Considérer ces règles comme des artefacts pouvant donner lieu à plusieurs instruments intégrés dans un système conduit à mettre en évidence l'ensemble des moyens de gestion des risques, et non pas des aspects isolés les uns des autres. De ce point de vue, la question centrale est alors quelles fonctions de sécurité remplissent les instruments des opérateurs, leur redondance et/ou leur complémentarité. Ce sont des points clé de la gestion des risques professionnels, que masque une approche en matière de violation.
- 45 Notre approche conduit en outre à différencier différents cas de ce que l'on considère comme étant des « violations ». Violer une règle peut signifier qu'elle n'est pas utilisée, qu'elle peut être remplacée par un autre instrument, plus ou moins efficace. Cela signifie également que plusieurs instruments, non prévus par le concepteur-préventeur, peuvent avoir été constitués au cours de l'expérience à partir d'une même règle comme artefact. Nous relevons ici que l'un des instruments remplit davantage de fonctions de sécurité que l'instrument formel, et nous considérons qu'il s'agit d'un savoir-faire de prudence. Pour synthétiser, violer une règle de sécurité ne signifie pas une absence de gestion efficace du risque.
- 46 Les accidents que nous avons analysés (Vidal-Gomel, 2001 ; Vidal-Gomel et Samurçay, 2002) concernent tous des situations « anormales » et, dans plusieurs cas, les opérateurs ont fait face à des erreurs de branchement latentes. Les actions de prévention concernant les erreurs latentes restent problématiques, du fait même de la nature de ces dernières. Dans ce contexte, le développement de représentations de situations « anormales », de ses propres possibilités d'erreurs et d'un système d'instruments permettant d'y faire face paraissent être des dimensions critiques des compétences opérationnelles pour gérer les risques. Ces systèmes semblent d'autant plus efficaces que les instruments qui les composent ont des fonctions au moins aussi efficaces que les règles de sécurité, ou leur sont complémentaires.
- 47 Analyser les règles de sécurité dans le cadre des systèmes d'instruments élaborés par des opérateurs permet de rendre compte du développement des compétences pour gérer les risques professionnels. Nous relevons ici qu'avec l'expérience, les opérateurs disposent

d'un plus grand nombre d'instruments pour assurer leur sécurité, et les fonctions de ceux-ci pouvant être redondantes et/ou complémentaires, l'objet de leur activité évolue. En même temps, l'expérience n'est pas suffisante en soi pour devenir un bon professionnel (Bouthier et coll., 1995). Notamment, les instruments utilisés par les opérateurs en situation peuvent s'avérer insuffisants, ce qui conduit à questionner la formation en gestion des risques professionnels.

- 48 Les formations en prévention des risques professionnels, en milieu scolaire comme en entreprise, restent encore souvent axées sur la certification des opérateurs et s'intéressent peu au développement des compétences impliquées dans la gestion des risques professionnels, dont les systèmes d'instruments constituent une des dimensions. Par exemple, les formations observées dans le domaine de la prévention des risques électriques ne s'intéressent qu'aux connaissances des règles formelles nécessaires pour obtenir une habilitation électrique. Seuls les artefacts formels sont ainsi pris en compte. Il est attendu que les opérateurs connaissent les règles et les appliquent. Dans ce contexte, comme le remarquent Mayen et Savoyant (1999), il ne s'agit pas de discuter de la règle au regard de l'expérience des formés, ni de la remettre en cause. L'examen des fonctions de sécurité que remplissent les instruments des opérateurs peut constituer une voie pour la formation, en soulevant des discussions collectives sur les artefacts formels et informels, et sur leurs utilisations. Il s'agirait d'examiner leurs fonctions de sécurité, en prenant en compte leur redondance et leur complémentarité, leur pertinence au regard des caractéristiques des situations, notamment des situations critiques révélées par des accidents, et de s'appuyer sur l'expérience des opérateurs.
- 49 Mayen et Savoyant (1999) considèrent que l'évolution du rapport aux règles de sécurité au cours de l'expérience relève de la conceptualisation du domaine professionnel. De notre point de vue, conceptualisation du domaine professionnel et développement des systèmes d'instruments sont des questions qui ne sont pas indépendantes. Concernant les contenus des formations, l'examen des fonctions des instruments des opérateurs doit alors être articulé avec la « théorie » de sécurité du domaine professionnel considéré. Concernant le développement des compétences, il s'agirait alors de s'intéresser à l'articulation entre l'élaboration des systèmes d'instruments et celui des représentations des opérateurs, notamment des situations « anormales », en prenant en compte les concepts pragmatiques (Samurçay et Pastré, 1995 ; Pastré, 1999) qui sont transmis dans les communautés professionnelles. Avec le développement des compétences, ces concepts s'inscrivent dans un réseau de relations avec les différentes variables du système technique à contrôler, réparer... Ils constituent ainsi une dimension importante de la conceptualisation du domaine du travail et sont l'un des points clé de la structure conceptuelle des tâches d'un domaine (Rogalski, 1995 ; Samurçay et Pastré, 1998 ; Pastré, 1999).

BIBLIOGRAPHIE

- Battmann, W., Klumb, P. (1993). Behavioural economics and compliance with safety regulations. *Safety Science*, 16, 35-46.
- Bouthier, D., Pastré, P., Samurçay, R. (1995). Éditorial. *Éducation permanente*, 123, 7-12.
- Cru, D. (1995). *Règles de métier, langue de métier : dimension symbolique au travail et démarche participative de prévention. Le cas du bâtiment et des travaux publics*. Mémoire, EPHE, Paris.
- Cuny, X. (1981). *La fonction sémiotique dans le travail. L'élaboration et l'utilisation de systèmes non verbaux chez l'adulte*. Doctorat d'État ès Lettres et Sciences humaines, Université de Bordeaux II.
- Davezies, P. (1993). Éléments de psychodynamique du travail. *Éducation permanente*, 116, 33-46.
- De Brito, G., Boy, G. (1999). Situation awareness and procedure following. Dans *Proceedings of CSAPC'99*, 21-24 septembre, Villeneuve d'Ascq, Presses universitaires de Valenciennes, 9-14.
- De La Garza, C. (1995). Modes de gestion collective du travail et de la sécurité dans les chantiers d'entretien des voies ferrées. *Performances Humaines et Techniques*, 78, 22-27.
- Dejours, C. (1987). Approche du risque par la psychopathologie du travail, in *La société vulnérable*, eds J.-L. Fabiani et J. Theys, Presses de l'école normale supérieure, Paris, 225-230.
- Dodier, N. (1996). Ce que provoquent les infractions. Dans *La transgression des règles au travail*, eds J. Girin et M. Grosjean, collection Langage et Travail, L'Harmattan, Paris, 11-37.
- Faverge, J.-M. (1967). *Psychosociologie des accidents du travail*. PUF, Paris.
- Gaudart, C., Weill-Fassina, A. (1999). L'évolution des compétences au cours de la vie professionnelle : une approche ergonomique. *Formation et Emploi*, 67, 47-62.
- Goguelin, P. (1988). Risque et prise de risque. In *La prise de risque dans le travail*, eds P. Goguelin et X. Cuny, Octarès Entreprise, Marseille, p. 21-38.
- Hale, A. R., Swuste, P. (1998). Safety rules : procedural freedom or action constraint ? *Safety Science*, 29, 163-177.
- Lefort, B. (1982). L'emploi des outils au cours de tâches d'entretien et la loi ZIPF-Mendelbrot. *Le Travail humain*, 45, 2, 307-316.
- Leplat, J. (1997). *Regards sur l'activité en situation de travail. Contribution à la psychologie ergonomique*. PUF, Paris.
- Leplat, J. (1998). About implementation of safety rules. *Safety Science*, 29, 189-204.
- Mayen, P., Savoyant, A. (1999). Application de procédures et compétences. *Formation et Emploi*, 67, 77-92.
- Mhamdi, A. (1998). *Les activités de réflexion collective assistées par vidéo : un outil pour la prévention*. Thèse d'ergonomie, CNAM, Paris.
- Minguy, J.-L. (1997). Concevoir dans le sillage de l'utilisateur. *International Journal of Design and Innovation Research*, 10, 59-78.
- Pastré, P. (1999). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. *Éducation permanente*, 139, 13-35.

- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approches cognitives des instruments contemporains*. A. Colin, Paris.
- Rabardel, P., Bourmaud, G. (sous presse). From computer to instrument systems : a developpemental perspective. *Interacting with computer, special issue : Computer mediated activity at work*, eds P. Rabardel et Y. Waerm.
- Rabardel, P., Weill-Fassina, A. (1985). Le dessin technique, un instrument graphique de pensée et de communication professionnel : points de repères. *Le travail humain*, 48, 4, 301-305.
- Reason, J. (1993). *L'erreur humaine*. PUF, Paris (1^{re} édition : 1990 ; traduction : J.-M. Hoc).
- Reason, J., Parker, D., Lawton, R. (1998). Organizational Controls and Safety : The varieties of rule related behavior. *Journal of Occupational and Organisational Psychology*, 71, 289-304.
- Rogalski, J. (1995). Application of Piaget's theory in corporate settings : from genetic epistemology to work analysis. *2nd Workshop on work process knowledge : Theoretical approaches of competences at work*, 19-21 octobre, Courcelle-sur-Yvette.
- Rousseau, C., Monteau, M. (1991). *La fonction de prévention chez l'opérateur. Mise en évidence de conduites sécuritaires au cours d'une activité de chantier*. Rapport n° 88, INRS, Paris.
- Samurçay, R., Pastré, P. (1995). La conceptualisation des situations de travail dans la formation des compétences. *Éducation permanente*, 123, 13-31.
- Samurçay, R., Pastré, P. (1998). L'ergonomie et la didactique. L'émergence d'un nouveau champ de recherche : didactique professionnelle. In *Actes des 2^{èmes} Journées « Recherche et ergonomie » : L'ergonomie et les sciences cognitives. L'ergonomie et les sciences de l'homme. Qu'est-ce que la recherche en ergonomie ?* SELF - LTC - CNRS - Université Toulouse-le Mirail, 9-11 février, p. 105-112.
- Vergnaud, G. (1985). Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation. *Psychologie française*, 30, 3-4, 245-251.
- Veyrac, H., Cellier, J.-M., Bertrand, A. (1997). Modèle de l'opérateur et modèle du prescripteur. Le cas des consignes de résolution de situations incidentelles pour les conducteurs de trains. *Le Travail humain*, 60, 4, 387-407.
- Vidal-Gomel, C. (2001). *Le développement des compétences pour la gestion des risques professionnels. Le domaine de la maintenance des systèmes électriques*, Thèse de psychologie ergonomique, Université Paris-VIII - Saint-Denis. <http://ergoserv.psy.univ-paris8.fr>
- Vidal-Gomel, C., Samurçay, R. (2002). Qualitative analysis of accidents and incidents to identify competencies. The electrical maintenance system case. *Safety Science*, 40, 6, 479-500.

NOTES

1. Les données sont tirées d'entretiens avec l'un des deux opérateurs du binôme impliqué dans la situation d'accident. Il a été demandé à l'opérateur de décrire et d'expliquer l'accident de son point de vue. Il s'agit donc d'une reconstruction de son activité. Les détails de la méthodologie sont présentés dans Vidal-Gomel (2001) et Vidal-Gomel et Samurçay (2002).
2. La simulation a été élaborée en transposant plusieurs caractéristiques de situations d'accidents, dans ce même domaine : nécessité de réaliser une opération de mise hors tension, présence d'une erreur de branchement latente qui met cette opération en échec, schémas du dispositif non remis à jour. La simulation a été entièrement filmée. Le film est utilisé pour réaliser une autoconfrontation. La population qui effectue la tâche de simulation est composée d'opérateurs plus ou moins expérimentés dans le métier (« jeunes », en formation par alternance,

« jeunes » opérateurs, opérateurs expérimentés) et dans le domaine de la tâche (expérience dans le domaine de l'électromécanique ou du réseau de distribution de l'énergie). La tâche est effectuée sous le contrôle d'un formateur (pour plus de détails, cf. Vidal-Gomel, 2001).

3. Chez un particulier, les porte-fusibles sont placés verticalement. Pour changer un fusible, on ouvre le porte-fusibles de haut en bas. Dans la situation de simulation, il est posé horizontalement et il n'est pas aisé de différencier les deux nœuds de branchement.

RÉSUMÉS

Les opérateurs élaborent et utilisent différents moyens pour gérer les risques professionnels : règles de sécurité, savoir-faire de prudence, pratiques informelles de sécurité. Nous proposons d'analyser cet ensemble de moyens comme un système d'instruments constitué par ces travailleurs au cours de leur expérience professionnelle. Un accident du travail d'un opérateur de maintenance des systèmes électriques est analysé de ce point de vue. Cette approche permet de dépasser le cadre de la violation des règles de sécurité, de prendre en compte l'ensemble des moyens développés par les opérateurs pour gérer les risques, de considérer leurs relations et d'inscrire leur rapport aux règles de sécurité dans une approche de développement.

Operators develop and use different means to manage professional risks: safety rules, precautionary measures, and informal safety practices. We consider this set of means as an instrument system that operators develop through their professional experience. An occupational accident involving an electrician is analyzed. Our approach allows us to go beyond the framework of safety rules violations and consider all the means that operators develop to manage risks, including their relations, and regard them from a developmental standpoint.

Los operadores elaboran y utilizan medios diferentes para gestionar los riesgos profesionales: reglas de seguridad, destreza de prudencia, prácticas informales de seguridad. Proponemos analizar este conjunto de medios como un sistema de instrumentos constituido por estos trabajadores a lo largo de su experiencia profesional. Desde este punto de vista, se analiza el accidente laboral de un operador de mantenimiento de los sistemas eléctricos. Este enfoque permite superar el marco de la violación de las reglas de seguridad, tomar en cuenta el conjunto de los medios desarrollados por los operadores para gestionar los riesgos, considerar sus relaciones e inscribir su relación con las reglas de seguridad en el contexto de un desarrollo.

INDEX

Mots-clés : règles de sécurité, savoir-faire de prudence, pratiques informelles de sécurité, instruments, systèmes d'instruments

Palabras claves : reglas de seguridad, destreza de prudencia, prácticas informales de seguridad, instrumentos, sistemas de instrumentos

Keywords : safety rules, precautionary measures, informal practices, instruments, instrument systems

AUTEUR

CHRISTINE VIDAL-GOMEL

Université Paris VIII – Saint-Denis, Laboratoire : Cognition et activités finalisées, 2, rue de la
Liberté, F-93256 Saint-Denis Cedex, vidal@univ-paris8.fr