

FACTEURS HUMAINS ET ACCIDENTS DANS LES ETUDES DE SECURITE DU DOMAINE MILITAIRE

HUMAN FACTOR AND ACCIDENTS IN MILITARY FIELD SAFETY STUDIES

Céline GERIN-LAVILLE

Société : THALES COMMUNICATIONS
Adresse : 110 avenue du Maréchal Leclerc 49300 CHOLET
Téléphone : +33(0)2 41 29 34 52
E-mail : celine.gerinlaville@fr.thalesgroup.com

Résumé

L'intégration des facteurs humains dans les études de sécurité du domaine militaire a été réalisée à travers une quantification précise de la probabilité d'occurrence provenant de statistiques existantes et une interprétation des conséquences des actions humaines inadaptées ou imprévues.

Les premiers résultats obtenus ont conduit à une nouvelle échelle de cotation des risques et à la mise en place de nouveaux formats de documents.

Summary

Human factors integration in military field safety studies was carried out through a precise quantification of hazard occurrence probability provided from existing figures and an interpretation of unsuited or unforeseen human actions.

The first results obtained led to a new scale of hazards quotation and to the creation of documents new forms.

1 Introduction

D'après la définition de l'International Ergonomics Association, le facteur humain est la *discipline scientifique qui s'occupe de la compréhension des interactions entre les hommes et les autres éléments d'un système*. Par extension, il s'agit aussi de la *profession qui applique les théories, les principes, les données et les méthodes pour concevoir dans le but d'optimiser le bien-être des hommes et la performance du système dans son ensemble*.

La réalisation des études de sécurité est faite sur un vaste champ d'application pouvant comprendre un seul article (radio tactique, par exemple) ou un système complet intégré sur un porteur (système de communication par satellite sur un navire ou un véhicule terrestre).

Voici un exemple de matériels concernés, de la simple radio à un système de communication pouvant être intégré sur différents porteurs et comprenant différents types d'articles.

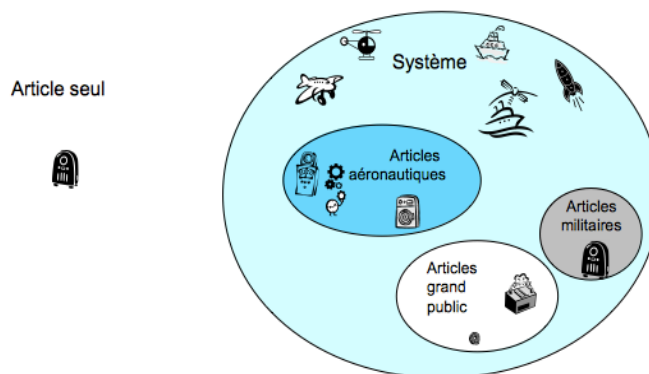


Figure 1 : Articles ou systèmes concernés

Un système complexe peut contenir un nombre variable d'articles militaires, spécifiques à certaines applications (ici, aéronautique pour l'exemple) ou grand public.

Les conclusions des analyses de sécurité réalisées pour des articles destinés au domaine militaire sont incluses dans les documentations fournies avec l'article et retransmises aux utilisateurs à travers des affichages et/ou lors des formations aux tâches d'opérations ou de maintenance.

Outre les risques inhérents à l'article ou au système considéré, il faut donc tenir compte de l'intervention humaine, non seulement à travers les tâches évoquées ci-dessus mais aussi pour une utilisation erronée. Les articles ou les systèmes peuvent devenir potentiellement dangereux s'ils sont utilisés sans respect des consignes de sécurité. Par exemple, dans le cas d'une antenne haute fréquence à forte puissance, un danger d'exposition à des rayonnements non ionisants existe si les utilisateurs ne respectent pas et ne font pas respecter les distances minimales de sécurité.

La réflexion pour l'intégration des facteurs humains dans les études de sécurité a fait l'objet d'un groupe de travail. Ici sont présentés les premiers résultats et la méthode résultante qui pourraient être appliqués, ainsi qu'une quantification plus précise du risque d'accident lié à l'erreur humaine.

2 Objectifs

Les objectifs du travail réalisé sont doubles :

- avoir une quantification précise de la probabilité d'occurrence d'un accident en fonction du type de travaux effectués ;
- replacer l'homme au cœur du système lors de l'analyse des risques et interpréter les conséquences d'actions humaines inadaptées ou de réactions à des comportements non prévus des articles.

Ces travaux ont été réalisés en trois étapes :

- étude du processus existant ;
- recherche sur les nouveaux sujets à aborder ;
- élaboration du nouveau processus à travers les résultats obtenus.

3 Définitions

Avant de commencer, quelques définitions sont nécessaires :

Facteurs humains : dans ces travaux, l'analyse de l'impact de l'activité humaine sur les risques présentés par un système, à travers l'erreur humaine mais aussi à travers les différents comportements qui peuvent être engendrés par des perturbations internes ou externes.

Danger : la propriété ou la capacité intrinsèque d'une chose à causer des dommages, des préjudices ou des effets néfastes sur la santé dans certaines conditions en milieu de travail.

Risque : la probabilité qu'un danger survienne dans une situation donnée. Le risque est la combinaison de la probabilité d'un dommage et de la gravité de ce dommage [01].

Accident : un événement ou une série d'événements imprévus ayant pour conséquence des dommages personnels (blessure, maladie, mort) ou matériels (destruction, dégradation).

Dans le contexte de la Sécurité et de la Santé au Travail, la terminologie liée à la notion de sécurité d'un point de vue humain peut se résumer par les trois termes suivants : danger, risque et accident.

4 Contexte

Dans la démarche d'analyse des risques pratiquée actuellement, l'analyse de sécurité découle de la norme EN 14121-1 Sécurité des machines.

Le travail présenté ici intervient dans l'intégration des facteurs humains dans l'identification des phénomènes dangereux (1) et la modification de l'évaluation des risques (2).

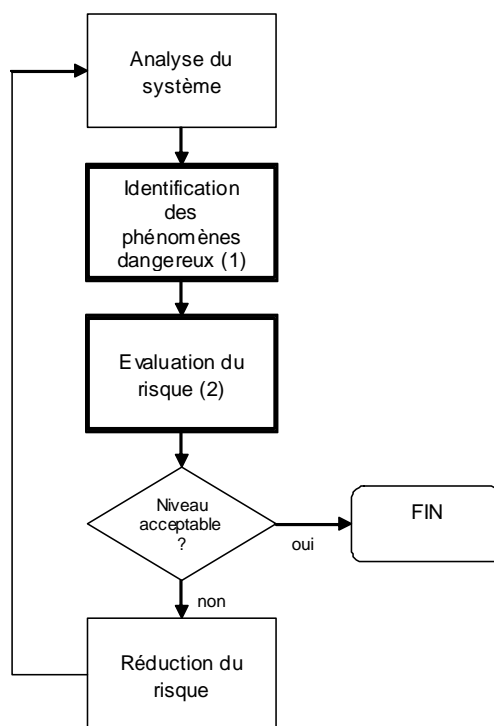


Figure 2 : Processus pour réduire le risque, norme EN 14121-1 [01]

4.1 Appréciation du risque

En premier lieu, les phénomènes dangereux de l'article sont identifiés et les risques encourus par l'opérateur sont estimés. Ensuite, le risque est évalué par la quantification de quatre paramètres [01] :

- la gravité des conséquences (G)
- la probabilité d'occurrence de l'événement redouté (PO)
- la fréquence d'exposition au risque (FE)
- la rapidité d'apparition de l'événement dangereux (RA)

ce qui permet de quantifier le niveau de risque à partir de la formule :

$$\text{Niveau de risque (NR)} = f_{\alpha}(G, PO, FE, RA) \quad (1)$$

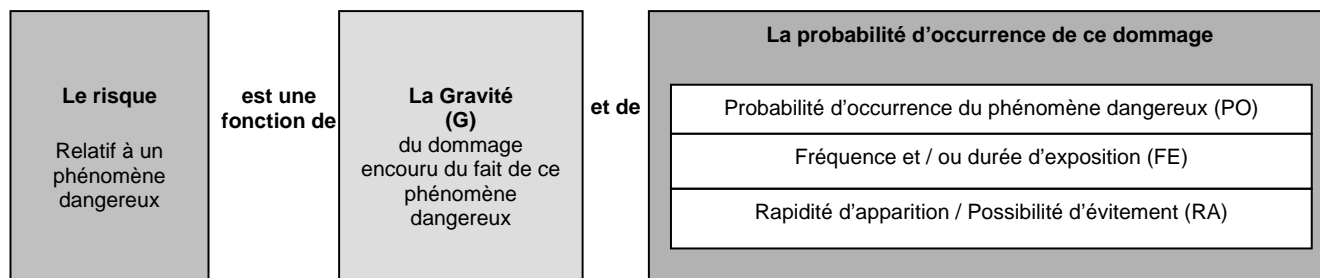


Figure 3 : Représentation de la quantification du risque [01]

Lors de l'évaluation de ce risque, la gravité du dommage dépend de l'accident résultant (brûlure, coupure, cancer, ...). Il est aisé de quantifier la gravité du risque en se basant sur des référentiels en quatre points comme dans la MIL-STD-882, allant du décès d'un individu ou une pollution sévère, voire irréversible à une blessure légère ou un dommage environnemental mineur.

Description	Catégorie	Définition
CATASTROPHIQUE	I	Décès, perte du système ou dommage environnemental sévère et irréversible
CRITIQUE	II	Blessure grave, maladie professionnelle grave, dommages sévères à l'encontre du système ou de l'environnement
MARGINAL	III	Blessure légère, maladie professionnelle bénigne, dommages mineurs à l'encontre du système ou de l'environnement
NEGLIGEABLE	IV	Blessure, maladie professionnelle, dommages du système ou de l'environnement inférieurs à ceux de la catégorie précédente

Figure 4 : Table de gravité du risque, MIL-STD-882D [04]

Pour la probabilité d'occurrence, trois points sont à considérer :

- l'occurrence du phénomène dangereux ;
- l'exposition des personnes au phénomène dangereux (fréquence ou durée) ;
- la possibilité d'éviter ou de limiter les dommages.

Le premier point (occurrence de l'évènement dangereux) est souvent délicat à quantifier. La MIL-STD-882D propose une échelle parfois insuffisante pour une analyse fine.

Description	Niveau	Article individuel spécifique	Ensemble d'articles
FREQUENT	A	Susceptible de se produire fréquemment	Expérimenté de manière continue
PROBABLE	B	Pourrait se produire plusieurs fois dans la vie d'un article	Pourrait se produire fréquemment
OCCASIONNEL	C	Pourrait se produire quelques fois dans la vie d'un article	Pourrait se produire plusieurs fois
ISOLE	D	Peu probable mais pourrait se produire une fois dans la vie d'un article	Peu probable mais peut être raisonnablement supposé se produire
IMPROBABLE	E	Tellement peu probable qu'il peut être supposé que l'évènement ne se produira jamais	Peu probable de se produire mais possible malgré tout

Figure 5 : Table de probabilité d'occurrence du risque, MIL-STD-882 C [04]

Afin de pouvoir quantifier précisément les accidents potentiels, il a été décidé de se baser sur des statistiques existantes, § 5.1. Le second point (fréquence ou durée d'exposition des personnes) dépend du travail à effectuer, de la localisation du personnel ou de sa proximité avec l'élément dangereux (par exemple, un opérateur ayant à faire quotidiennement des tâches de maintenance à proximité d'une antenne RF).

Le troisième point (possibilité d'éviter) dépend des mesures mises ou à mettre en place et de la rapidité d'apparition du phénomène dangereux. C'est sur ce point que les modifications des articles ou les barrières de sécurité agissent directement.

4.2 Introduction des facteurs humains dans l'analyse des risques

D'après la norme NF ISO 14121-1 (Sécurité des Machines [01]), les facteurs humains pouvant avoir un effet sur le risque doivent être pris en compte dans l'estimation du risque à travers :

- a) l'interaction de(s) personne(s) avec la machine ;
- b) l'interaction entre personnes ;
- c) les aspects liés au stress ;
- d) les aspects ergonomiques ;
- e) la capacité des personnes à percevoir les risques dans une situation donnée en fonction de leur formation, de leur expérience et de leur aptitude ;
- f) les aspects de fatigue physique.

Dans l'évaluation des risques d'autres types de facteurs sont à prendre en compte en plus des tâches opérationnelles ou de maintenance (erreur de manipulation, oubli de maintenance, dysfonctionnement grave et non perçu du système) :

- Ergonomie ;
- Produits dangereux ;
- Stress, fatigue, vigilance, faiblesses ;
- Ambiance générale (charge de travail, pression, interruptions) ;
- Erreur humaine.

Une analyse bibliographique a permis de détailler ces points.

4.2.1 Ergonomie [07]

L'ergonomie est au centre de la conception d'un article ou d'un poste de travail. Plus ils sont adaptés aux différentes tâches qu'un opérateur doit effectuer, plus les erreurs seront évitées.

En premier lieu, l'ergonome fait une étude de faisabilité qui a pour but de définir le champ des activités futures souhaitables. Il s'agit de la première étape d'analyse, de recherche d'informations, à un stade précoce du processus de conception.

Il travaille sur la possible quantification des activités visuelles, gestuelles ou posturales et la mise en évidence des différences individuelles lors de la réalisation de la tâche principale.

La deuxième étape est le choix de différents avant projets, en tenant compte du cahier des charges et de la définition du champ des activités futures validée.

La troisième étape est la validation du concept retenu qui sera ensuite optimisé pour correspondre précisément au cahier des charges.

4.2.2 Produits dangereux : alcool, tabac, drogues [05]

La consommation de certains produits peut altérer les facultés humaines et par là même engendrer des risques :

- L'alcoolémie provoque la diminution des performances (sensorielle, mentale), un état de fatigue, l'altération du jugement, l'augmentation des délais de réponse.
- L'arrêt de la consommation chronique de tabac provoque une réaction de manque se traduisant par une altération de la vigilance, une instabilité de l'humeur, une sensation d'ennui.
- Les effets de la drogue peuvent aller de la simple altération de l'humeur à de véritables hallucinations. Ce sont cependant des cas très limités dans le monde du travail.

4.2.3 Stress [05]

Il existe quatre types de facteurs qui le déclenchent :

- Les agressions physiologiques provoquent une perturbation de l'activité en cours, il existe deux types de stressors physiologiques :
 - externes (bruit, température) particulièrement nombreux dans la vie moderne,
 - internes (faim, fatigue, manque de sommeil).
- Les facteurs professionnels liés aux situations de travail : ces stressors sont appelés stressors cognitifs, car ils dépendent des connaissances professionnelles de l'opérateur. Le stress dépend d'une double évaluation cognitive, l'évaluation de la situation et de ses propres capacités à faire face. Il peut y avoir des distorsions lors de l'interprétation, entre la réalité et l'idée qu'on s'en fait.
 - l'amplitude de la réponse de stress dépend des caractéristiques personnelles du sujet.
 - le pouvoir stressant d'une situation dépend en premier lieu du sujet lui-même. Quand le sujet connaît la procédure de traitement de cette situation particulière, le stress est fugace, même pour une situation réputée délicate.
 - le stress correspond à une interaction particulière environnement/sujet.
 - dès que la situation est jugée inconnue ou difficile à gérer avec les compétences possédées, le stress se déclenche pour élaborer une réponse, la réaction demande du temps. Dans une situation dynamique, ce temps va en lui-même constituer une source complémentaire de stress.

- Les facteurs personnels non professionnels : tout événement de vie provoque un stress. Il peut aussi s'agir de tous les stressors de la vie quotidienne, conflits familiaux, frustrations ou préoccupations. Ces agressions sont identiques quel que soit le domaine d'activité de la personne.

Dans la figure ci-dessous, les facteurs de stress sont classés de 1 à 100, le maximum étant représenté par la mort d'un conjoint et le minimum par une amende ou une contravention. Cette figure montre également que le stress n'est pas lié uniquement à des événements négatifs (licenciement, décès ou séparations) mais que le stress peut être aussi provoqué par des événements positifs (vacances, naissance, mariage) entraînant des bouleversements dans les habitudes de vie.

100	Mort d'un conjoint
73	Divorce
65	Séparation
63	Mort d'un proche parent
53	Blessure ou maladie
50	Mariage
47	Licenciement
39	Naissance
38	Modification d'une situation financière
26	Exploit personnel marquant
25	Changement des habitudes alimentaires
13	Vacances
12	Noël
11	Amendes ou contraventions

Figure 6 : Echelle d'ajustement social de Holmes et Raye [05]

- L'anxiété, un stress purement mental lié aux capacités intellectuelles d'imagination (stressors « imaginés »).

L'homme est non seulement sujet à la peur qui est un sentiment provoqué par un danger réel et précis, mais aussi par un état qui est plus diffus, qui fait naître ou qui prolonge la réaction de stress. Elle est provoquée par l'impression qu'un événement dangereux ou très déplaisant va se réaliser sans qu'on puisse contrôler ses effets. Il s'agit d'une impression d'appréhension, de nervosité et de tension. L'anxiété est souvent alimentée par la « mémoire du stress ».

4.2.4 Fatigue [06]

La fatigue se traduit par un malaise physique qui se manifeste sous différentes formes : maux de tête, vertiges, palpitation/arythmie, respiration rapide, perte de l'appétit, insomnie, suees soudaines, douleurs ou crampes aux jambes, problèmes gastro-intestinaux.

L'homme a besoin de sommeil, celui-ci participe à la restauration physique de notre organisme et à la reconstitution des réserves énergétiques. Les besoins en sommeil sont variables d'un sujet à l'autre.

Pendant de nombreuses années, le fait que la fatigue puisse être une cause de l'erreur humaine ou y contribuer a été écarté. Cette méconnaissance était due à un mythe selon lequel diverses caractéristiques pouvaient prévenir la fatigue, comme par exemple, la personnalité, l'intelligence, la motivation, la carrure physique, la résistance, le café. Cependant, les récentes données et recherches sur les accidents mettent en avant la fatigue comme une cause directe ou un facteur contribuant à l'erreur humaine, précisément à cause de son impact sur la performance.

Dans le tableau ci-dessous, il est décrit quelques effets [2] possibles de la fatigue. Il est difficile de reconnaître chez soi les symptômes de la fatigue, car elle affecte le jugement.

Réduction de la performance	Signes/symptômes
— Réduction de l'aptitude à prendre des décisions	L'individu <ul style="list-style-type: none"> — juge mal les distances, la vitesse, la durée... — n'apprécie pas la gravité de la situation — choisit des options présentant des risques
— Réactions lentes	L'individu <ul style="list-style-type: none"> — réagit lentement (ou ne réagit pas du tout) devant une situation normale, anormale ou critique

Réduction de la performance	Signes/symptômes
<ul style="list-style-type: none"> — Perte de la maîtrise des mouvements 	L'individu <ul style="list-style-type: none"> — peut sembler ivre — ne peut pas rester éveillé — éprouve de la peine à parler : parole indistincte, lente, confuse — a du mal à faire un effort physique pour soulever, pousser ou tirer — fait tomber plus fréquemment des objets (outils, pièces détachées)
<ul style="list-style-type: none"> — Changement d'attitude 	L'individu <ul style="list-style-type: none"> — n'anticipe pas le danger — ne remarque pas les signes avertisseurs et n'agit pas en conséquence — semble ne pas se rendre compte de la détérioration de son travail — est trop disposé à prendre des risques — ne tient pas compte des contrôles et procédures normaux

4.2.5 Charge excessive de travail [05 et 06]

La charge de travail est définie par le niveau de ressources investies dans l'action. Elle dépend de la situation, de l'ergonomie du système et encore plus des savoir faire de l'opérateur.

Le manque de charge de travail, la sous charge, peut aussi entraîner des problèmes sérieux pour l'opérateur. En l'absence de stimulation, l'opérateur s'endort. L'homme a besoin d'un certain état de stimulation et de charge pour rester éveillé et être suffisamment réactif à l'environnement.

Quelque soit le domaine professionnel, une charge de travail constamment élevée est une cause de fatigue, qu'elle prenne la forme d'horaires de travail excessifs ou de travail physique ou mental intense ou stressant, ce qui peut avoir des effets négatifs tels que :

- augmentation des taux d'accidents et mortalité,
- dépendance accrue à l'égard des drogues, tabac ou de l'alcool,
- mauvaise qualité du sommeil, perturbations des cycles de sommeil,
- fréquence accrue des troubles cardiovasculaires, respiratoires, gastro-intestinaux,
- risques accrus d'infections, perte de l'appétit.

4.2.6 Erreur et fiabilité humaine [05]

L'erreur fait partie intégrante des comportements humains, celle-ci est perçue comme quelque chose de négatif, comme le signe d'un échec, d'une défaillance. Elle est dévalorisante pour celui qui la commet, dans certains domaines l'erreur est devenue tabou.

Les mécanismes d'erreur sont répartis en deux catégories :

- L'erreur par défaillances des capacités de base de l'opérateur
 - Les erreurs perceptives
 - Le manque de connaissance
 - L'erreur de raisonnement
- L'erreur par défaillance du contrôle cognitif
 - La distinction entre ratés et fautes
 - Les erreurs d'attention
 - Les violations

Les facteurs déclenchants

- Facteurs personnels au sujet, dépendent de ses caractéristiques personnelles, de son histoire passée (faiblesses, erreurs précédentes) et présente (état de fatigue, stress).
- Facteurs contextuels, qui augmentent la difficulté de réalisation d'une situation (météo défavorable, difficulté dans le management, pression temporelle, interruptions, hasard).

Tous ces facteurs sont intégrés dans l'analyse des risques, voir ci-dessous.

5 Premiers résultats

5.1 Quantification de la probabilité d'occurrence des risques

Pour quantifier la probabilité d'occurrence des risques, peu de statistiques sont disponibles en interne. Afin de pouvoir quantifier de manière réaliste et non alarmiste, des recherches ont été faites sur les chiffres des accidents du travail en France, des décès annuels en fonction des catégories professionnelles, des statistiques de Grande-Bretagne, les chiffres de l'Assurance maladie ou de l'INRS (Institut National de la Recherche et de la Sécurité).

Les compilations de ces chiffres publiés par ces différents organismes de référence ont permis de réaliser une nouvelle quantification pour les paramètres de la formule (1). Pour le niveau de gravité, la probabilité d'occurrence et la fréquence d'exposition, les paramètres considérés sont les suivants :

Niveau de gravité (G)	Probabilité d'occurrence (PO)	Fréquence d'exposition (FE)
<i>Mineur</i> : accident du travail avec arrêt	<i>Fréquent</i> : > 30%	<i>Régulière</i> : exposition quotidienne à hebdomadaire
<i>Critique</i> : accident du travail ayant entraîné une incapacité permanente	<i>Probable</i> : 15 – 30%	<i>Espacée</i> : exposition mensuelle à annuelle
<i>Catastrophique</i> : décès ou maladie grave	<i>Occasionnel</i> : 10 – 15%	<i>Exceptionnelle</i> : une ou deux fois dans la vie du système
	<i>Isolé</i> : 2 – 10%	
	<i>Improbable</i> : 0 – 2%	

Tableau 1 : Nouvelles données de quantification pour le personnel

Par exemple, pour une analyse de risques concernant une tâche de maintenance mensuelle sur une antenne faisceaux hertziens demandant une intervention d'un opérateur en haut d'un mât, parmi les risques identifiés il est possible de retenir les suivants :



- Chute du travailleur
- Chute des équipements de travail (outils) ou d'une partie de l'antenne sur laquelle sont effectuées les interventions (dépose et repose)
- Contact avec une tension dangereuse
- Exposition au rayonnement

D'après les chiffres des accidents du travail comptabilisés et l'analyse de sécurité réalisée, les probabilités d'occurrence des accidents en fonction des niveaux de gravité mineurs, catastrophiques et critiques ont été quantifiés comme ceci :

Accidents	Mineur	Critique	Catastrophique
Chute du travailleur (hauteur)	5,39%	0,54%	0,001%
Chute de l'équipement de travail (hauteur / dépose et repose)	4,64%	0,21%	0%
<i>Contact direct/tension dangereuse</i>	<i>27,14%</i>	<i>2,52%</i>	<i>0,3%</i>
Exposition rayonnement micro ondes	3,85%	0,00%	0%

Tableau 2 : Nombres d'accidents du travail répertoriés en France en 2007 et 2004 (rayonnements) [03]

Soit des probabilités d'occurrence isolées pour un accident de gravité mineure consécutif à une chute du travailleur ou l'exposition aux rayonnements micro-ondes. Pour le contact avec une tension dangereuse, deux types d'accidents sont à considérer :

- Accident mineur probable
- Accident critique isolé.

Dans le cas des accidents de gravité mineure avec une probabilité isolée, une mesure d'évitement simple pourrait être mise en place (formation, avertissements supplémentaires en haut du mât par exemple) pour diminuer la fréquence d'apparition du risque. Cependant, les valeurs statistiques indiquées ci-dessus sont génériques et demandent bien sûr d'être adaptées en fonction de chaque cas particulier (la chute du haut du pylône, par exemple, peut avoir une probabilité d'occurrence pour la gravité catastrophique plus importante que ce qui est indiqué dans le tableau selon les manœuvres à effectuer en hauteur ou le type d'équipement de sécurité utilisé).

Dans le cas du contact avec la tension électrique, le niveau de risque est trop élevé (gravité *critique* – probabilité *isolé*) pour se contenter de ce type de mesure, il sera donc nécessaire de mettre en place des modifications du système interdisant tout contact de l'opérateur avec la tension dangereuse.

Après la mise en œuvre de ces modifications, une nouvelle quantification du risque sera effectuée pour vérifier la diminution de son niveau de gravité.

5.2 Facteurs humains dans les études de risques

La prise en compte des facteurs humains dans les études est réalisée à travers la création de nouveaux documents. Un "Human Factor Engineering Plan" dérivé des exigences de la MIL-HDBK-46855A [02] est édité au début de chaque analyse d'article ou de système. Il comprend :

- la présentation des analyses de sécurité et d'environnement ;
- les ressources utilisées durant tout le cycle de vie des articles ou des systèmes étudiés ;
- l'analyse des tâches et les interactions entre ces différentes tâches dans les différentes phases d'utilisation des articles ou des systèmes ;
- l'analyse des procédures et des outils nécessaires pour les articles ou les systèmes ;
- les différents aspects des facteurs humains à travers les capacités physiques et mentales, les charges de travail et la fiabilité humaine.

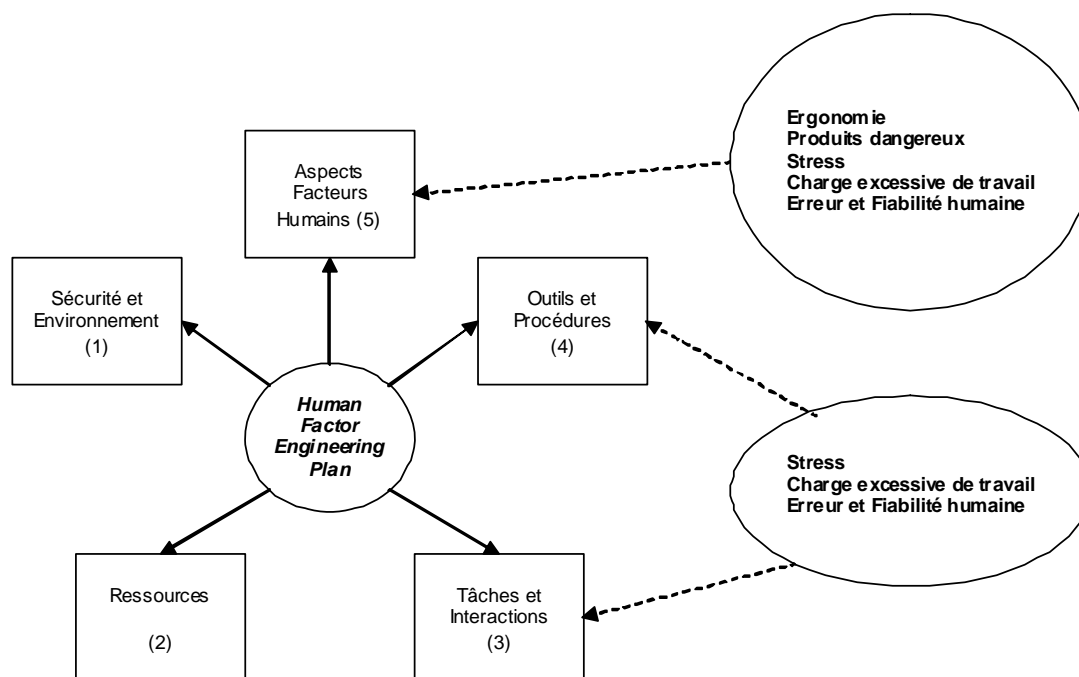


Figure 7 : Intégration des facteurs humains dans les documents

Par rapport aux études précédentes :

- les points (1) et (2) sont identiques : impact de l'article ou du système sur la sécurité ou l'environnement, ressources impliquées ;
- les points (3) et (4) ont été enrichis : étude du stress, de la charge excessive de travail et de l'erreur et la fiabilité humaine, comme décrits aux paragraphes précédents ;
- le point (5) a été ajouté : prise en compte de l'ergonomie, des produits dangereux, du stress, de la charge excessive de travail et de l'erreur et la fiabilité humaine.

Avec la cotation des accidents décrite au paragraphe précédent, ceci permet de répondre aux différentes demandes sur les problèmes de facteurs humains.

6 Conclusion

En conclusion, les résultats de l'étude effectuée ont permis d'appréhender les paramètres liés aux facteurs humains dans les analyses de sécurité.

Pour les facteurs humains, les résultats apparaissent à travers les documents associés aux études de sécurité (voir le « Human Factor Engineering Plan » au § 5.2) qui ont été remaniés afin de prendre en compte tout ou partie de ces facteurs en fonction de l'article ou du système utilisé et du cahier des charges du client.

Les risques d'accidents ont été classés en six catégories : ergonomie, produits dangereux, stress, fatigue, charge excessive de travail et erreur humaine.

Une table des dangers et accidents est associée à ces catégories de risques et elle contient des valeurs permettant de quantifier les accidents plus précisément par rapport à des statistiques publiées par des organismes de référence.

La probabilité des accidents a été calculée avec trois niveaux de gravité. Ces chiffres sont affectés comme occurrence des accidents dans la table des accidents.

La suite des travaux prévus concerne :

- L'enrichissement de la classification des risques au fil du temps ;
- L'utilisation systématique de l'analyse des risques incluant les facteurs humains dans les nouvelles analyses ;
- L'amélioration de la méthode utilisée au fil des études.

7 Références

- [01] AFNOR, 2005, NF EN ISO 14121-1 : *Sécurité des Machines – Appréciation des risques – Partie 1 : Principes*
- [02] Department of Defense, 1999, MIL-HDBK-46855A : *Human engineering program process and procedures*
- [03] INRS, 2009, *Accidents du travail : bilans et statistiques nationales avec INRS*, http://www.inrs.fr/securite/accidents_du_travail.html
- [04] Department of Defense, 1999, MIL-STD-882D : *Military Standard, Standard Practice for System Safety*
- [05] J. Pariès et al., 1996, *Facteurs humains*, Institut aéronautique Jean Mermoz
- [06] K. Merbouth, 2004, *Le facteur humain dans la sécurité maritime*
- [07] J.C. Sagot, 2003, *Intégration des facteurs humains dans la démarche de conception*, Cahiers de notes documentaires – Hygiène et sécurité du travail, Institut National de la Recherche et de la Sécurité