

PROPOSITION D'UN MODÈLE DE SYSTÈME POUR L'INTÉGRATION DE LA NOTION DE SITUATION DE TRAVAIL DANS LE PROCESSUS DE CONCEPTION

Raïd HASAN, Alain BERNARD, Muriel LOMBARD

Centre de Recherche en Automatique de Nancy (CRAN),
Université de Nancy 1, BP 239
54506 Vandoeuvre Les Nancy Cedex, France

RESUME : *Le fait que la conception d'équipements et de machines ne puisse plus être détachée de la notion de sécurité des personnes amène à prendre en compte, lors de leur conception, des critères liés à leur exploitation. Dans un premier temps nous présentons la problématique de l'intégration de la sécurité dans la conception le plus tôt possible. Puis nous illustrons l'état de l'art et les travaux connus sur ce problème. Dans un deuxième temps nous présentons brièvement le domaine d'application de nos recherches. Dans un troisième temps nous présentons notre modèle générique de situation de travail. L'objectif final est de donner au concepteur les moyens d'intégrer le contexte potentiel de travail dès le début de la conception. Nous proposons un scénario d'utilisation du modèle de système proposé dans (Hasan et al 2001), et spécifié à l'aide du formalisme entité relation.*

MOTS-CLES : *modèle de système, situation de travail, intégration de la sécurité, processus de conception.*

1. INTRODUCTION

La complexité des systèmes industriels est croissante compte tenu de l'interaction entre les différentes technologies, du nombre important d'acteurs concernés et du niveau d'intervention humaine dans les systèmes automatisés. La nécessité de présence humaine autour de ces systèmes est croissante et la conception représente sur le plan industriel un enjeu socio-technico-économique.

Le système de production, objet de la conception, résulte de l'intégration de différents types de connaissance et vise à réaliser une ou plusieurs fonctions demandées. Le concepteur de système de production aborde habituellement avec un point de vue mécanique et à un niveau fonctionnel la conception du système. Ce dernier est ensuite représenté d'un point de vue géométrique à l'aide de systèmes de CAO disponibles sur le marché. D'autres points de vue interviennent en recouvrement avec le premier comme les points de vue électrique et électronique. Ceux-ci prennent en compte tous les aspects relatifs aux modes de commande, hardware, software et câblage. Le concepteur s'appuie dans ses travaux sur des bases de données techniques, fonctionnelles voire économiques et législatives. Les outils de modélisation sont limités à une modélisation essentiellement géométrique, représentant le dimensionnement du produit et des qualités de surfaces fonctionnelles associées.

La conception de produit et l'utilisation des outils lors de cette conception ne prennent pas suffisamment en

compte les multiples situations dans lesquelles le système se comportera tout au long de son cycle de vie et donc le point de vue sécurité de l'opérateur lié à ces situations (Fadier et Ciccotelli 1999). On maîtrise cependant avec précision la destination, le lieu d'implantation de tels systèmes ; le concepteur peut ainsi exploiter à un premier niveau les contextes d'utilisation imaginés (souhaités) par son client utilisateur.

Notre objectif de recherche est de prendre en compte le point de vue « comportement du système » pour prévenir les risques liés à son utilisation (Hasan et al 2000a). Il s'agit ensuite de modéliser et représenter l'ensemble de ces éléments dans un modèle de produit adapté à la modélisation d'un tel système. Nous avons été amenés à spécifier des modèles pertinents relatifs au système de production et à son processus de conception à trois niveaux (conception-intégration-exploitation), afin de permettre à terme une modélisation prévisionnelle des risques.

Nous cherchons enfin à constituer un support méthodologique et technique permettant d'aider le concepteur à évaluer en termes de risques la pertinence des choix réalisés pour satisfaire les fonctions demandées. Cette base de données peut être attachée à une autre base fonctionnelle. Lors de la sélection d'une solution technique le concepteur peut alors connaître et identifier les risques susceptibles d'être engendrés par les solutions retenues et lorsqu'elles existent, les alternatives ou compromis possibles, figure 1.

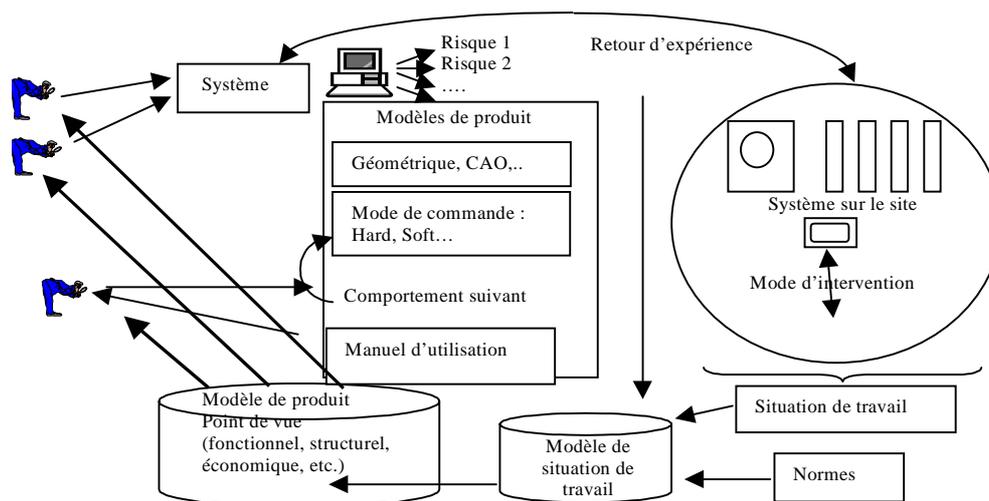


Figure 1. L'intégration du point de vue « sécurité » dans la base de données

2. ÉTAT DE L'ART

Eu égard à la littérature, la prise en compte de la sécurité dans la conception des systèmes de production complexes et automatisés est quasi-absente (Jouffroy 1999), (Benoît et Gauthier, 1999). Considérée en fin de cycle de développement, la sécurité trouve difficilement sa place dans les méthodes de conception séquentielles (Bonnevie et al 1998). Dans les méthodes dites concourantes la sécurité devrait être plus naturellement intégrée (Jouffroy 1999). Dans toutes ces démarches, n'ont été pris en considération ni les activités des utilisateurs ni les contextes d'utilisation potentiels, bien que la méthodologie de conception exprime le cheminement par étapes successives et que les outils permettent de développer avec efficacité une solution pour le problème posé et qui respecte des critères de qualité, de performance, de productivité et naturellement de sécurité.

Au niveau des approches et des modèles de processus et de produit, la sécurité a eu aussi du mal à trouver sa place. La conception de système de production a toujours été engagée sous l'angle technique au travers d'une ingénierie technocentrée (Jouffroy 1999). A l'opposé s'est développée une approche anthropocentrée (Études 1997). Ces deux approches extrêmes ne sont pas capables de prendre judicieusement en compte les deux parties, opérateur et système de production. Nos travaux développent, entre les deux approches : la notion de prise en compte globale de situation de travail où système de production et opérateur coopèrent pour atteindre une performance donnée dans l'accomplissement d'une mission bien déterminée.

En ce qui concerne l'intégration de la sécurité dès le processus de conception, il n'existe pas à ce jour de méthode formelle « universellement reconnue », on procède le plus souvent de façon informelle à partir de retours d'expérience, en étant plus ou moins guidé par les normes. On peut faire le même constat au niveau de

la représentation de la sécurité dans les modèles de produit existants, (Bernard 2000). La raison principale de cette difficulté d'intégration de la sécurité est avant toute liée à l'absence d'une approche efficace. Enfin, la culture technique du concepteur a des influences sur les paradigmes et les raisonnements de conception du fait que la sécurité est considérée comme une contrainte forte à satisfaire en fin de conception. Dans nos travaux la prise en compte de la sécurité revêt une fonction fondamentale à satisfaire au même titre que l'objectif fonctionnel du système.

3. MODÈLE DE SYSTÈME ET ÉLÉMENTS DE SITUATION DE TRAVAIL

Bien que plusieurs modèles de produit soient disponibles dans la littérature (Bernard 2000), chacun d'eux a un objectif différent selon les problématiques envisagées lors de l'élaboration de ces modèles. Aucun n'a, à ce jour, intégré les fonctions de sécurité. Nous travaillons sur une telle intégration dans un modèle de système, en utilisant les principes du modèle générique présenté dans (Harani 1997). Harani a proposé un modèle de produit dans un objectif de capitalisation de savoir-faire et de réutilisation de connaissances. Elle s'est appuyée sur le principe de méta-modélisation pour proposer ce modèle qui représente et regroupe toutes les informations définissant le produit dans une même base de connaissances. Ce modèle de produit permet de supporter la spécification des informations qualitatives et quantitatives du produit pour une réutilisation ultérieure. Nous allons nous intéresser de manière plus détaillée à ce modèle parce qu'il nous a permis de structurer les informations nécessaires pour entreprendre la modélisation des risques et de la sécurité dans un modèle de produit. Bien que nous ayons adopté les définitions présentées dans le modèle générique de Harani, nous avons par ailleurs modifié quelques concepts pour adapter la sémantique propre à notre problématique (comme par exemple le concept de tâche que nous présentons dans la suite). Ce modèle informationnel est

réalisé à partir de nos premières analyses de situations de travail. Ce modèle représente une capitalisation statique des éléments à prendre en compte pour la conception des systèmes sûrs. Le point de vue dynamique d'exploitation du modèle lors de la conception sera étudié lors de la proposition des scénarios d'utilisation du modèle dans le processus de conception. Par contre, le point de vue dynamique lors de l'utilisation du système sur les terrains est partiellement pris en compte dans la notion de situation de travail (tâche, activité,...), (Hasan et al 2000b). Nous présentons ci-après le modèle du système, les éléments relatifs à la situation de travail et leurs relations (Hasan et al 2001). Le modèle proposé est un modèle pour stocker et distribuer les éléments qui peuvent avoir des effets sur la conception des systèmes sûrs. Ce modèle intègre des potentialités d'évaluation et d'estimation du risque à partir des indicateurs issus des travaux de nos partenaires (1).

3.1 Comment lire le modèle

Dans la suite nous présentons notre modèle écrit à l'aide du formalisme **Entité-Relation**. Ce dernier a été utilisé par Harani pour représenter son modèle générique et nous adoptons pour représenter notre modèle le même formalisme, simple et facile à lire et à comprendre, assez riche pour représenter les éléments de la situation de travail que nous extrayons de nos analyses des cas réels et des Normes Européennes. En plus ce formalisme permet de modéliser l'information voulue indépendamment du choix organisationnel pour assurer la généralité de l'utilisation du modèle. Nous avons évité de complexifier ce dernier en utilisant des relations simples pour assurer la non redondance et la cohérence entre les entités et pour assurer la validation et augmenter la facilité de vérification par notre partenaire industriel. Nous représentons dans ce modèle les concepts que nous manipulons par des entités. Chaque concept a trois types de caractéristiques : **Les attributs propres** (ex. pour le concept Système : nom, variante de, version, ...). Ces attributs sont directement liés à l'entité. **Les attributs qui peuvent caractériser un ou plusieurs concepts** (ex. les concepts *Système*, *Situation de travail*, *Tâche*... ont tous des paramètres, des descriptions...). Ces attributs sont assez nombreux, aussi nous avons préféré les regrouper dans des concepts, **Paramètres**, **Descriptions**, représentés par des entités et des relations. L'idée de ce regroupement est de faciliter le classement, la recherche et la gestion des informations stockées. Par exemple, nous avons regroupé tous les paramètres quantitatifs dans une entité nommée **Paramètres**. Et tous les paramètres qualitatifs dans une entité nommée **Descriptions**. A l'intérieur de ces concepts généraux, les données peuvent être classées selon un ordre alphabétique, ou spécialisées à l'aide de sous-types (ex. spécialisation selon un concept manipulé (*sous-types de paramètres* : *paramètres du système*, *paramètres des tâches*,...) ou spécialisation selon un critère ou sa nature (ex. critère mécanique, thermique, électrique, ...)),

Les attributs qui prennent leurs valeurs dans d'autres concepts. Par exemple, une des caractéristiques du concept **Situation de travail** concerne les tâches réalisées, le système et l'équipe de travail concernée, la zone dangereuse caractérisant cette situation de travail. Ces caractéristiques distinguent une **Situation de travail** d'une autre en prenant ses valeurs dans les concepts (**Tâche**, **Système**, **Zone dangereuse**, **Equipes de travail** ...) en relation avec ce concept. Les relations entre les concepts représentent ce type de caractéristique.

3.2 Présentation du modèle

Nous tenons à souligner que nous travaillons sur un modèle unique et cohérent (Hasan et al 2001) mais que pour des raisons évidentes de présentation celui-ci sera présenté partiellement à l'aide d'extraits. Tout d'abord, pour faciliter la lecture et la compréhension de ce modèle nous allons représenter en premier le concept central de **Situation de travail** permettant d'introduire le **Système**, les **Fonctions** et les **Solutions techniques**. Pour éviter la redondance, les relations ayant été représentées entre deux entités dans une première figure ne le seront plus dans les figures suivantes (ex. la relation « **concerne** » entre **Situation de travail** et **Système** sera représentée dans la figure qui illustre la **Situation de travail** et pas dans la figure qui illustre le **Système**). Même chose pour **Paramètres**, **Descriptions** etc. Ces concepts seront définis seulement lors de la représentation de **Situation de travail**.

3.3 Concept « Situation de travail »

Ce concept est désigné dans la norme NF EN 614-1 (NF EN 614-1, 1995), « système de travail » ; le système de travail comprend une ou plusieurs personnes et les moyens de travail, agissant ensemble pour effectuer une (ou plusieurs) tâche(s) à l'intérieur de l'espace de travail dans l'environnement de travail, selon les conditions d'exécution de la tâche à effectuer. Cette situation devient une situation dangereuse si une personne est exposée à un ou à plusieurs risques/phénomènes dangereux. Cette notion représente un ensemble de tâches, activités, et modes d'intervention dans un intervalle de temps. Cet intervalle de temps est déterminé par un changement d'un des éléments de la situation. Par exemple nous sommes dans la même situation de travail lorsque l'équipe de travail est la même ou lorsque le système de travail est dans le même mode d'intervention. Il est indispensable d'indiquer que certaines notions, qui sont le sujet de nos travaux actuels, comme les notions de retour d'expérience ou l'activité des opérateurs, n'apparaissent pas dans le modèle proposé dans cette communication parce qu'ils sont en train d'être finalisés et affinés. Ce concept est représenté par l'entité Situation de travail, cette entité avec ses attributs et ses relations sont illustrées sur les tableaux 1,2, et la figure 2.

Attributs	Définitions
Nom de situation	attribut valué sous forme de chaîne de caractères
Type de situation	présente le mode d'utilisation (maintenance, réglage, production normale ou dégradée...) pour le même système.
Organisation	* permet de préciser l'organisation et la répartition dans le temps et l'espace, des tâches et machines appartenant à l'atelier (flowshop, jobshop ...). * prend ses valeurs dans le concept « Environnement ».
Matière première	* précise les matières premières qui dans cette situation vont être fabriquées ou manipulées par l'opérateur et/ou la machine. * prend ses valeurs dans le concept « Consommables ».
Produit fini	représente les produits fabriqués dans la situation de travail.
Type de stock	* présente le type de stock dans la situation de travail. * prend une des deux valeurs suivantes « interne / externe ».

Tableau 1. Les propriétés de l'entité Situation de travail

Concept	Définitions
Système	partie des moyens de travail définis dans la norme NF EN 614-1(NF EN 614-1, 1995). Il représente la ou les machines dans la situation de travail.
Paramètres	représente une des spécifications quantitatives relatives à la description de la situation de travail (inspiré du concept « Paramètres » présenté par Harani (Harani 1997)).
Modes d'intervention	représente une des interactions système - utilisateur c'est-à-dire les modes permettant de réaliser les tâches par l'utilisateur.
Equipes de travail	* représente toutes les personnes chargées d'installer, de faire fonctionner, de mettre au point, d'entretenir, de nettoyer, de réparer ou de transporter une machine (système) (NF EN 292-1, 1991), (NF EN 614-1, 1995). * représente les utilisateurs qui vont travailler dans la situation de travail objet de la conception.
Outils	représente un des outils pouvant être utilisés pour assurer le bon fonctionnement du système dans la situation de travail objet de la conception.
Evénements dangereux	* représente un des événements susceptibles de survenir fortuitement ou non dans la situation de travail, de la part des utilisateurs ou du système ou de tiers. * selon la norme EN 1050 (NF EN 1050, 1997) : événement susceptible de causer un dommage.
Consommables	représente une des matières consommables pouvant être utilisées dans la situation de travail.
Risques ou phénomènes dangereux	représente toute cause capable de provoquer une lésion ou une atteinte à la santé (NF EN 292-1, 1991) de l'utilisateur lors de son travail dans la situation de travail.
Tâches d'utilisation	* représente une des activités nécessaires pour obtenir le résultat fixé par le système (la situation) de travail (NF EN 614-1, 1995). C'est-à-dire les tâches à réaliser par la (les) machine(s) ou (les) l'utilisateur(s) dans la situation de travail. * caractérise la situation de travail selon la tâche à réaliser. *concept différent du concept « Activités de travail » qui représente toute activité accomplie par le travailleur, lors de l'utilisation, pour atteindre les objectifs attendus.
Zone dangereuse	représente toute zone à l'intérieur et/ou autour d'une machine, dans laquelle une personne est exposée à un risque de lésion ou d'atteinte à la santé (NF EN 292-1, 1991), (ENV 1070, 1993). Cette zone peut être engendrée par une ou des solutions techniques dans le système qui satisfont une ou des fonctions demandées.
Environnement	représente l'ensemble des éléments physiques, chimiques, biologiques, organisationnels, sociaux et culturels qui entourent une situation de travail à l'intérieur de son espace de travail (NF EN 614-1, 1995).
Descriptions	représente une des spécifications qualitatives attachées à la situation de travail.

Tableau 2. Les relations de l'entité Situation de travail avec les autres concepts

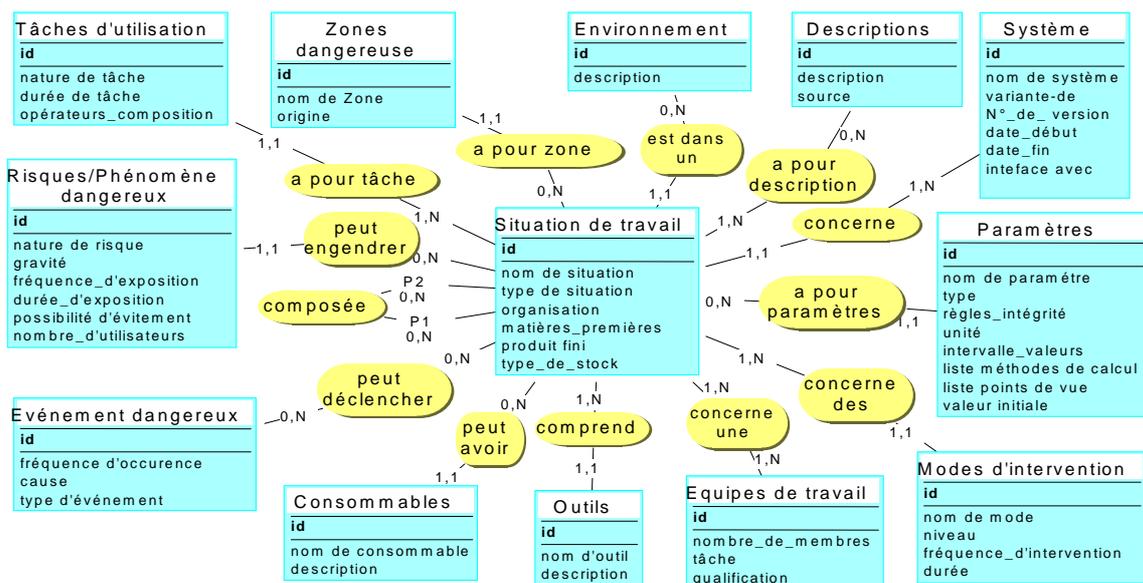


Figure 2. Le concept « Situation de travail » et ses relations avec les autres concepts

3.4 Concept « Système »

C'est, dans notre cas, un système de production de type système complexe comprenant plusieurs machines

automatisées ou semi-automatisées. Le concept système est représenté par l'entité Système et ses relations sur la figure 3 et les tableaux 3,4.

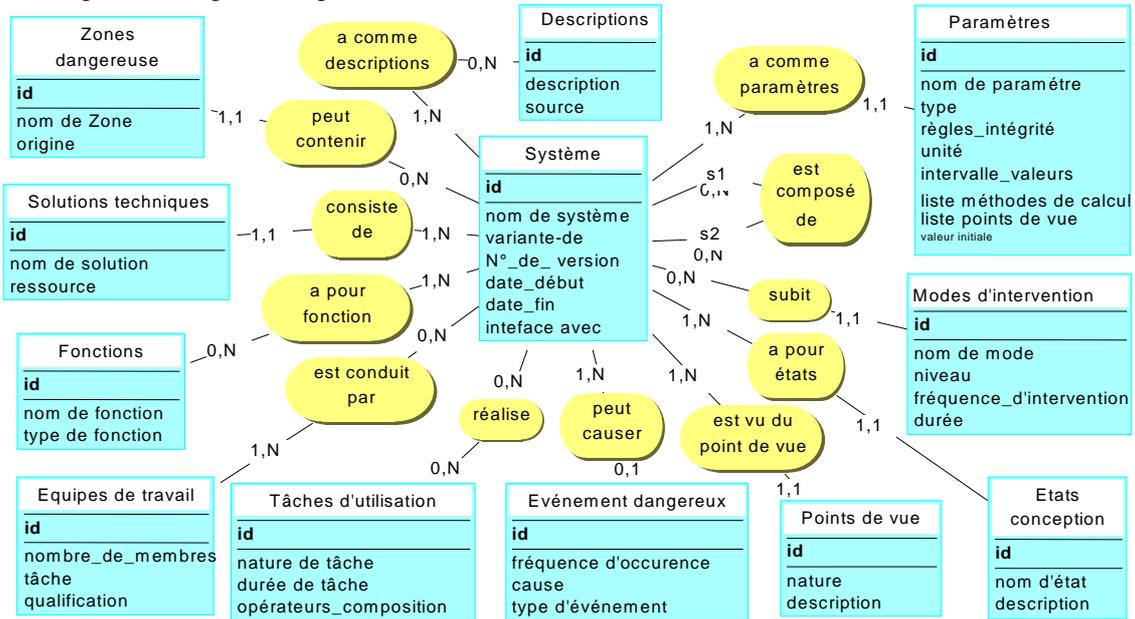


Figure 3. le concept « Système » et ses relations

Attributs	Définitions
Nom	attribut valué sous forme de chaîne de caractères.
Variante de	* indique que le système objet de la conception actuelle est une variante d'un système déjà existant. * prend ses valeurs dans le concept « Système » car un système peut être une variante d'un autre système
Numéro de version	* indique que le système est une version nouvelle d'un système déjà existant. * est une valeur entière.
Date début	* permet de noter la date de lancement de la conception du système. * ses valeurs sont des dates.
Date de fin	* permet de noter la date de fin d'exécution du processus de conception du système. * ses valeurs sont des dates.
Interface avec	représente les interfaces entre le système, projet la conception actuelle, et les autres systèmes dans le même super-système.

Tableau 3. Les propriétés de l'entité Système

Concepts	Définitions
Composant de	permet de spécifier si ce système est un composant d'un autre système plus complexe.
Fonctions	permet de déterminer une des fonctions affectées au système.
Points de vue	permet d'associer l'ensemble des points de vue retenus par le ou les concepteurs du système pour percevoir le système (inspiré d'Harani (Harani 1997))
Etats Conception	représente un des états dans lesquels le système passe lors de sa conception (bien expliqué dans (Harani 1997))
Solutions techniques	représente la solution technique choisie par le concepteur du système objet de la conception actuelle

Tableau 4. Les relations de l'entité Système avec les autres concepts

3.5 Le concept « Fonctions »

Ce concept représente les résultats de l'analyse des spécifications fonctionnelles spécifiées dans le cahier des charges. Il s'agit de représenter les exigences du client en termes de fonctions qui seront l'objectif de la conception. Une fonction dangereuse d'un système est une fonction pouvant engendrer un risque ou un

phénomène dangereux lorsque le système fonctionne (souder, couper, plier). Les fonctions peuvent être classées selon un certain principe et chacune est caractérisée par son nom et son type. Il est possible aussi que la fonction soit décomposable en sous-fonctions jusqu'à la fonction élémentaire. Le concept « Fonctions » est représenté par l'entité Fonctions et ses relations sur le tableau 5 et la figure 4.

Attributs	Définitions
Nom de fonction	attribut valué sous forme de chaîne de caractères
Type de fonction	représente le type de la fonction objet de la conception actuelle (mécanique, thermique, électrique,...).

Tableau 5. Les propriétés de l'entité Fonction

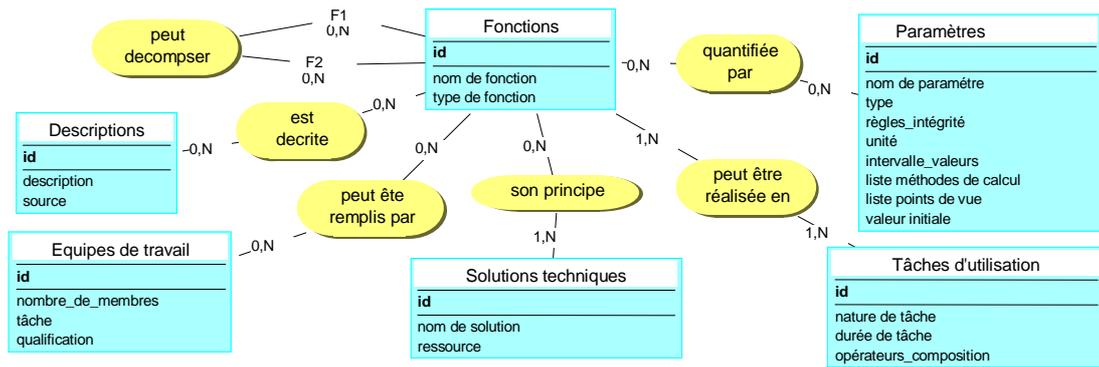


Figure 4 : le concept « Fonctions » et ses relations

3.6 Le concept « Solutions techniques »

Ce concept permet de représenter toutes les solutions techniques nécessaires pour réaliser les fonctions techniques motorisées ou non lors de la conception. Il s'agit de regrouper les principes ou les bases de fonctions dans une entité (ex. lorsque le concepteur a spécifié la fonction plier alors soit cette fonction peut être réalisée par un opérateur manuellement ou par une

solution technique comme des deux rouleaux qui tournent en sens opposés). Les solutions sont classées selon un certain principe et chacune est distinguée par son nom et sa ressource.

Le concept « Solutions techniques » est représenté par l'entité Solutions techniques et ses relations en figure 5 et tableau 6.

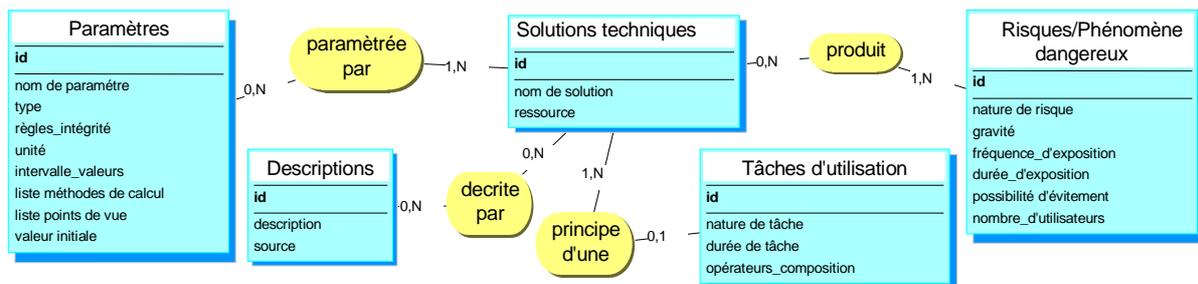


Figure 5 : le concept « Solutions techniques » et ses relations

Attributs	Définitions
Nom de solution technique	attribut valué sous forme de chaîne de caractères.
Ressource	représente les ressources de la solution technique choisie (manuel ou mécanique électrique, magnétique...)

Tableau 6. Les propriétés de l'entité Solution technique

4. COMMENT UTILISER LE MODÈLE

Nous illustrons ici l'utilisation de notre modèle (pourquoi, quand, comment et par qui).

4.1 Pourquoi ce modèle ?

Ce modèle est un modèle conceptuel de données, ayant pour rôle d'aider le concepteur pour la modélisation des systèmes complexes, afin de prendre en compte de façon explicite formelle et si possible systématique, les paramètres liés à la sécurité dans le processus de conception. Ce modèle permet la prise en compte de la notion de situation de travail dans laquelle le système va être exploité et utilisé. Il s'agit des éléments qui peuvent avoir des effets sur la performance du système dans le site d'utilisation. De plus, le modèle proposé constitue une base de capitalisation pour enregistrer l'historique du système dès sa conception et de ses évolutions. Enfin, il

permet également de capitaliser les connaissances acquises pour des conceptions ultérieures.

4.2 Quand ce modèle sera-t-il utilisé ?

Ce modèle sera utilisé :

- en amont de la conception (ex : dès l'élaboration du cahier des charges, et/ou lors de la réalisation des spécifications fonctionnelles),
- lors de la conception générale ou même préliminaire en intégrant les conditions d'utilisation et les paramètres de sécurité lors de la prise des décisions,
- à la fin de la conception pour évaluer et assurer la bonne satisfaction des fonctions demandées dans les spécifications et la prise en compte de la plupart des éléments de la situation de travail d'un système.

4.3 Comment utiliser ce modèle ? et à qui est-il destiné ?

L'avantage de ce modèle est qu'il n'a pas des contraintes d'utilisation. Nous pouvons l'utiliser à partir de plusieurs points d'entrée selon nos données et nos objectifs. Dans la suite nous proposons un scénario de l'utilisation de notre modèle dans le processus de conception de système de production complexe. Cette proposition est représentée en figure 6. Selon les spécifications normalement fournies, dans un cahier des charges, le concepteur a des objectifs fonctionnels. Ces objectifs doivent satisfaire les exigences demandées soit par le client ou par les ingénieurs responsables du développement du système. La conception de systèmes de production complexes se fait normalement selon les exigences d'un client connu, où à partir des données concernant les conditions d'utilisation sur le site

d'installation. L'idée est de donner au concepteur la possibilité de concevoir un système bien adapté pour un client et non de fournir un système général et qu'après ce soit au client de s'adapter au système.

En fait, la première étape après l'analyse du cahier des charges consiste à définir des fonctions satisfaisant ces exigences puis dans la suite de chercher comment réaliser ces fonctions, par quelle solution technique (une base d'un organe ou d'un système) pour les fonctions motorisées, et quel opérateur dans quelle équipe de travail (production, maintenance...) pour les fonctions manuelles ou même par les deux pour les fonctions semi-motorisées. Le concepteur détermine les paramètres et les descriptions pour les fonctions à l'aide de notre modèle qui lui indique les paramètres à calculer ou à prendre en compte.

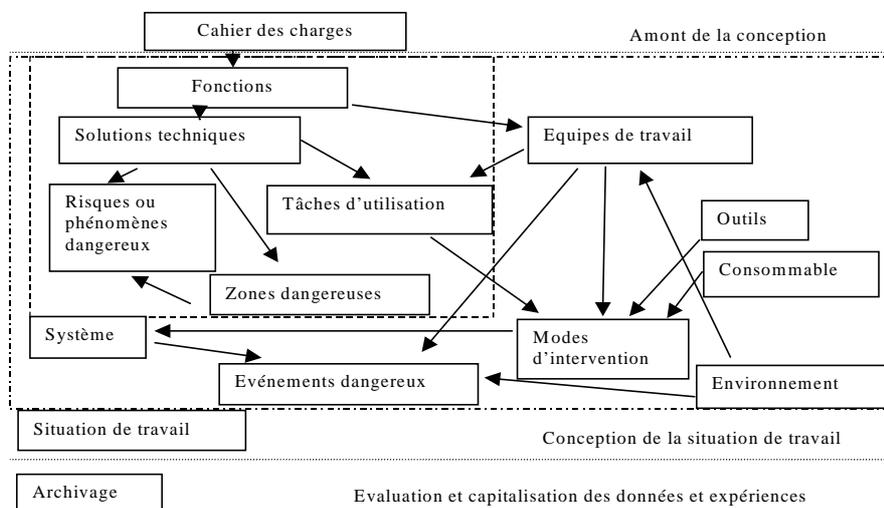


Figure 6: positionnement des éléments d'utilisation du modèle de système

Dans le processus de conception multidisciplinaire les décisions sont prises dans des réunions périodiques tout au long du processus de conception. Dans ces réunions notre modèle met en évidence le suivi du projet (ce qui est fait et ce qui reste à faire). En plus il permet de prendre en compte la plus part des indicateurs pour évaluer une décision. Ainsi le modèle nous montre tous les paramètres à calculer (ex. les deux rouleaux tournant en sens opposés nécessitent le calcul des paramètres comme : couple, inertie (masse et vitesse), dimensions, matériau, écartement, forme et état de surface, température, accessibilité), et les risques engendrés par cette solution (risques d'écrasement, d'entraînement, de brûlure), et les zones dangereuses qui entourent le risque et pour lesquelles le concepteur doit déterminer leurs limites géométriques. De plus le concepteur détermine les tâches réalisées par cette solution pour satisfaire la fonction. Ensuite pour l'équipe de travail, le concepteur peut préciser la qualification de l'opérateur pour réaliser une tâche manuelle précise, et déterminer dans quel mode d'intervention cela va se dérouler, avec quel outil et avec quel consommable. Dans le même temps le

concepteur peut mettre en évidence (matérialiser) le système qui va réaliser la fonction initiale. Enfin, le concepteur doit calculer les événements dangereux pouvant survenir par le système (défaillances et pannes...) et estimer ceux qui viennent de l'opérateur (neutraliser une porte de sécurité, glissement sur un escalier, mauvais jugement d'une procédure...) ou même ceux qui viennent de l'environnement (les machines à côté lors de l'installation de la machine chez l'utilisateur). En fin nous voyons que ce modèle peut être utilisable par les personnes établissant les spécifications, les cahiers des charges ou par les projeteurs ou même les personnes en charge du suivi de la conception.

5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cette communication nous avons présenté le niveau actuel de l'intégration de la sécurité dans le processus de conception de système de production à la fois dans les travaux de recherche académiques et dans le domaine pratique dans l'industrie. Notre objectif est de proposer un outil et une méthodologie pour aider le

concepteur à prendre en compte lors de la conception les exigences de la sécurité. Ce travail et le modèle proposé sont actuellement en cours d'amélioration afin d'être affiné. Dans un avenir proche, un développement partiel d'outils, d'évaluation et de traitement des informations doit être mis en place afin d'être en mesure de valider les concepts nouveaux introduits dans cette étude. Il s'agira aussi de créer des supports méthodologiques (indicateurs, outils de suivi et d'évaluation, points de passage obligés, concepts pour lever des conflits comme la méthode TRIZ et son algorithme ARIZ (Marconi 1998), permettant d'évaluer aux trois niveaux "conception, intégration, exploitation" la pertinence de l'approche. Cet outil devra être capable de faire la liaison entre notre modèle et les outils de CAO existants. A terme, l'outil développé à partir de notre modèle, indiquera au concepteur les risques et les attributs liés au choix d'une solution technique pour réaliser une fonction demandée. Par ailleurs nous recherchons les moyens efficaces pour alimenter la base de connaissance de ce modèle de façon qu'elle soit liée aux bases fonctionnelles existantes.

(1) REMERCIEMENTS

Ce travail fait partie d'un projet mené par le « Groupe Intégration de la Prévention dès la Conception » de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (I.N.R.S.), cofinancé par le CNRS dans son Programme Systèmes de Production (PROSPER).

REFERENCES

- Benoît, R. and F. Gauthier, 1999. Intégration méthodologique des aspects de sécurité du travail au processus de conception des systèmes automatisés utilisés dans les papeteries québécoises. *International Conference on Safety of Industrial Automated System*, Montréal, Canada, 5 pages.
- Bernard, A., 2000. Modèles et approche pour la conception et la production intégrées, *APII- Journal Européen des Système Automatisées*, Productique méthodes et outils, v. 34. 2-3, Hermes Science.
- Bonnevie, L., J. Ciccotelli and J. Marsot, 1998. *Ingénierie de conception et ergonomie : méthodes, outils et proposition d'action pour intégrer l'ergonomie dans le cycle de développement des outils à main*. Rapport interne INRS, n° 467.616/JCI, France.
- Etudes, 1997. *L'Ingénierie centrée sur l'homme*. Ministère de l'Industrie de la Poste et des Télécommunications, Direction Générale des Stratégies Industrielles,
- Fadier, E., J. Ciccotelli, 1999. How to Integrate Safety in Design: Methods and Models. *Journal of Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*. Vol. 9 (4). John Wiley & Sons, Inc. pp.367-380.
- Harani, Y., 1997. *Une approche Multi-Modèles pour la capitalisation des connaissances dans le domaine de la conception*. Thèse de Doctorat, INPG, Laboratoire GIPM, Grenoble.
- Hasan, R., J. Ciccotelli, A. Bernard and P. Martin, 2000a. Representation and evaluation of risks during the design phase of a complex system. *Proceeding of ESREL 2000, Foresight and Precaution*, Cottam, Harvey, Pape & Tate (eds), Rotterdam, Netherlands, pp. 141-147, ISBN 90-5809-140-6.
- Hasan, R., A. Bernard, J. Ciccotelli, and P. Martin, 2000b. Intégration de la sécurité dès la conception de systèmes de Production : modélisation de l'interaction homme- machine dans le fonctionnement du produit lors du processus de conception. *Proceeding of 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering*, Mascle, Fortin & Pegna (eds), Presses Int. Polytechnique, Montréal, Canada, 2° trim. ISBN 2-553-00803-1.
- Hasan, R., A. Bernard, J. Ciccotelli and P. Martin, 2001. Integrating safety into the design process: elements and concepts relative to the working situation. *Journal Safety Sciences Numéro spécial conception*.
- Jouffroy, D., 1999. *Vers une démarche d'intégration de la sécurité à la conception des machines à bois semi-automatisées. Application au développement d'un système de captage des poussières pour défonceuse à commande numérique*. Thèse de Doctorat, Université Henri Poincaré, Nancy I.
- Marconi, J., 1998. ARIZ : the Algorithm for Inventive Problem Solving. www.triz-journal.com, April.
- NF EN 292-1, 1991. Norme Européenne, *sécurité des machines, Notions fondamentales, principes généraux de conception*, Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, décembre.
- ENV 1070, 1993. Norme Européenne, E 09-003, *sécurité des machines, Terminologie*, Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, septembre.
- NF EN 614-1, 1995. Norme Européenne, *sécurité des machines, Principes ergonomiques de conception – partie 1 : Terminologie et principes généraux*, Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, avril.
- NF EN 1050, 1997. Norme Européenne, *Principes pour l'appréciation du risque*, Comité Européen de Normalisation, Bruxelles, janvier.