

ASSISTANCE TECHNIQUE EN ENTREPRISE : RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR UNE DÉMARCHE D'INTERVENTION CENTRÉE SUR L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

- Equipement de travail
- Conception
- Analyse des risques
- Participation

► *Jean-Claude L'HUILLIER,
Jacques MARSOT, INRS, département
Ingénierie des équipements de travail*

IN-COMPANY TECHNICAL SUPPORT: EXPERIENCE FEEDBACK ON AN APPROACH USED IN A TECHNOLOGICAL INNOVATION- BASED OPERATION

This paper describes the approach implemented during our in-company operations, requested by French regional health insurance fund prevention departments, to solve prevention problems on work equipment. This approach is similar to participatory design, in which we involve different stakeholders both internal and external to the company: operator, line management, prevention manager, manufacturer, etc.

We highlight, in particular, the solution seeking phase, during which we must show our creative in order to distance ourselves from the logic of contradiction between operational requirements and risk prevention. To achieve this, we apply different methods based on a functional approach to innovation (seeking precedence, technology transfer, idea association and combination, changing viewpoint, etc.). We also emphasise the importance of company commitment in the success of this type of operation. Finally, we consider the difficulties in promoting technological innovation with manufacturers capable of circulating solutions accepted by users.

- Work equipment
- Design
- Risk assessment
- Participation

Cet article présente la démarche suivie lors de nos interventions en entreprise pour résoudre, à la demande des services prévention des CRAM, des problèmes de prévention sur des équipements de travail. Elle relève des démarches de conception participative dans laquelle différents acteurs internes et externes à l'entreprise sont impliqués : opérateur, encadrement, chargé de prévention, fabricant... Nous insistons plus particulièrement sur la phase de recherche de solution pour laquelle il faut nécessairement faire preuve de créativité afin de sortir de la logique de contradiction entre exigences opérationnelles et prévention des risques. Pour cela, nous mettons en œuvre différentes techniques basées sur une approche fonctionnelle de l'innovation (recherche d'antériorité, transfert de technologie, association et combinaison d'idées, changement de point de vue...). Nous soulignons également l'importance de l'engagement de l'entreprise dans la réussite de ce type d'opération. Enfin, nous abordons les difficultés à promouvoir l'innovation technologique auprès des industriels qui auraient la capacité de diffuser des solutions acceptées par les utilisateurs.

Des accidents répétés sur des scies à ruban, une recrudescence de troubles musculo-squelettiques (TMS) dans un atelier de découpe de sardines, des copeaux de bois qui s'accumulent sur une machine,... voici quelques exemples de constatations qui conduisent les agents de prévention des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) à nous solliciter afin de les assister dans l'amélioration des situations de travail concernées

A travers la présentation de quelques demandes de ce type, et des solutions de prévention proposées, l'objet de cet article est avant tout de décrire la démarche d'innovation afin que les préventeurs de terrain, les responsables d'entreprises, les concepteurs d'équipements de travail puissent se l'approprier et ainsi l'appliquer aux problèmes de prévention auxquels ils sont confrontés.

Voici quelques exemples de situations sur lesquelles nous sommes inter-

venus avec pour chacune d'entre elles, une description sommaire de la situation de travail et du problème de prévention posé.

CAS EXEMPLE N° 1 : DÉCOUPE DE VIANDE

Les scies à ruban sont utilisées fréquemment dans les entreprises de transformation de la viande et du poisson pour la découpe de produits frais ou congelés. Elles sont à l'origine d'accidents souvent très graves, comme des amputations, qui surviennent lorsqu'en fin de passe, ou lors d'opérations de piéçage, les mains de l'opérateur se trouvent très proches de la partie travaillante de la lame de scie à ruban (cf. Figure 1).

Des essais avec des gants de protection de différentes natures (cotte de mailles, Kevlar...) avec des systèmes de détection prévenant le contact de la main n'ont pas permis de solutionner ce problème du fait de la rapidité des gestes des opérateurs, de la vitesse et du pouvoir de coupe des lames utilisées. Il ne faut pas plus 1/10^e de seconde pour couper un doigt.

Alors, comment dans ces conditions protéger les mains des opérateurs ?

CAS EXEMPLE N° 2 : ÉVICÉRATION DES SARDINES

Dans les conserveries, l'étêtage et l'éviscération des sardines s'effectuent avec un couteau (cf. Figure 2). L'outil, le mode opératoire et les cadences de 600 sardines à l'heure font apparaître de nombreuses déclarations de maladies professionnelles, notamment des TMS.

L'automatisation de cette activité n'étant pas envisageable, notamment du fait de la volonté de conserver l'aspect traditionnel de cette activité, que faire pour améliorer les conditions de travail des opérateurs sans pénaliser la qualité et la productivité ?

CAS EXEMPLE N° 3 : ASPIRATION DES COPEAUX SUR UNE DÉFONCEUSE À COMMANDE NUMÉRIQUE

Les défonceuses à commande numérique sont des machines utilisées dans les menuiseries industrielles pour

réaliser rapidement des pièces nécessitant des usinages précis et complexes. Comme toute les machines à bois, elles génèrent des poussières dont la nocivité est aujourd'hui bien connue (cancer de l'ethmoïde).

Sur une machine de ce type, pour laquelle le constructeur avait bien repris le principe préconisé par l'INRS d'asservir la buse de captage des poussières à la trajectoire de l'outil [1], les performances d'aspiration se sont révélées à l'usage insuffisantes. En effet, du fait d'une conception (matériau, forme...) inadaptée, la buse se détériore rapidement sous l'effet des particules de bois projetées à haute vitesse (cf. Figure 3).

Comment (re)concevoir cette buse afin qu'elle possède des caractéristiques mécaniques souhaitées, et a priori contradictoires ? (rigide pour ne pas être déformée par le flux d'aspiration ; souple pour ne pas abîmer le panneau de bois en cours d'usinage en cas de contact ; résistante pour ne pas être détruite par les particules de bois projetées).

Comme on peut le constater à travers de ces quelques exemples, les problèmes de prévention auxquels nous sommes confrontés peuvent être très différents. En effet, non seulement les secteurs d'activités sont variés, mais il s'agit de prévenir, soit des accidents (coupure) du fait de la dangerosité intrinsèque de l'équipement qui peut être une machine ou un outil à main, soit l'apparition de maladies professionnelles (TMS, cancer de l'ethmoïde) de fait de conditions de travail, de système d'aspiration, d'outils... inadaptés.

Face à ces situations, pour lesquelles ils n'existaient pas de solutions de prévention connues, nous avons donc été sollicités par les services prévention des Caisses Régionales d'Assurance Maladie afin de trouver des solutions techniques innovantes susceptibles d'améliorer les conditions de travail des opérateurs concernés.

« C'est impossible », « on a tout essayé », « vous n'y arriverez jamais », « nous allons perdre en productivité » telles sont les réactions verbales fréquemment rencontrées lors des premiers échanges avec l'encadrement, les services techniques ou les opérateurs à propos de l'amélioration du niveau de sécurité de ces situations.

FIGURE 1

Exemple d'une opération de piéçage



FIGURE 2

Etêtage et éviscération des sardines



FIGURE 3

Illustration de l'usure de la buse d'aspiration



Pourquoi de telles réactions ? Selon nous, deux raisons peuvent être avancées :

■ la première est liée au fait que la « sécurité » est encore trop souvent perçue comme conduisant nécessairement à la mise en place de mesures correctives, astreignantes (protecteurs, interdiction de certains modes opératoires, diminution de cadence, etc.) qui vont alors nécessairement s'avérer incompatibles avec des exigences opérationnelles de l'entreprise,

■ la seconde raison renvoie à l'expertise du personnel de l'entreprise (opérateur, services techniques, dirigeants). En effet, nous intervenons dans « leur » entreprise, dans « leur » domaine d'activité, sur « leur » process, ce sont donc eux qui ont a priori « le savoir », « l'expérience » des situations concernées et non pas une personne extérieure, si compétente soit-elle en matière de prévention.

La démarche présentée ci-après n'a pas uniquement comme objectif d'innover dans la recherche de solutions de prévention adaptées au plus près des besoins des utilisateurs, mais également de faire en sorte que ces solutions soient acceptées par l'entreprise, notamment en répondant aux inquiétudes, interrogations... évoquées précédemment. Elle est volontairement basée sur une approche fonctionnelle de l'innovation et ce, afin de se rapprocher des processus cognitifs des « technologues » que sont les ingénieurs, techniciens, opérateurs, fabricants,... Ce sont en effet nos principaux interlocuteurs lors de ces actions d'assistance en entreprise. De façon pratique, elle s'apparente à une démarche de (re)conception participative qui peut de se décomposer en quatre étapes :

- observation et analyse de la situation de travail,
- analyse fonctionnelle des besoins,
- innovation, recherche de concepts de solution,
- validation et pérennisation de la solution.

ETAPE N° 1 : OBSERVATION ET ANALYSE DE L'ACTIVITÉ

S'il est bien évident que toute tentative d'amélioration d'une situation de travail ne peut se faire sans observation préalable, l'expérience nous a montré que certaines règles doivent être suivies. En effet, pour obtenir le maximum d'informations utiles à notre action, il faut que l'opérateur entre dans la démarche d'étude de son poste. Vous remarquerez que nous parlons de « son » poste. Malgré les difficultés qu'il peut y rencontrer, il y est attaché, « *touche pas à mon poste de travail !* », pourrait-on avoir comme objection, « *je le connais, je le maîtrise...* ».

Il est donc nécessaire de gagner sa confiance. Cela commence dès la première visite qui se fait généralement accompagnée du contrôleur de la CRAM et d'un ou plusieurs membres de l'entreprise. L'opérateur doit non seulement être prévenu par son encadrement de cette visite, afin de ne pas être étonné de voir apparaître un attroupement autour de lui, mais les tenants et les aboutissants de cette action doivent également lui être expliqués afin de commencer à l'impliquer dans la démarche participative qui va suivre.

Ensuite, lors de l'analyse plus fine de la situation de travail, il est préférable de revenir moins nombreux vers l'opérateur, d'établir avec lui une relation de confiance, parfois en lui offrant un objet porteur à la fois d'un message de prévention et de sympathie (DVD, affiche, brochure en lien avec leur travail, objet frappé du logo de l'institution, etc.). Cela renvoie à la notion d'ajustement cognitivo-affectif en vue d'établir un référentiel commun [2]. Il faut ensuite s'intéresser à son savoir-faire, et plus particulièrement à celui que DANIELLOU F. dénomme le savoir « singulier » qui est à la fois propre à l'opérateur et au patrimoine du métier [3]. En effet, toutes améliorations ou innovations qui n'en tiendraient pas compte pourraient se voir rejeter à l'usage car l'opérateur ne retrouverait pas dans la nouvelle situation ses repères, ses marges de manœuvres, son expertise...

Pour cela, il faudra observer l'activité de travail avec attention, avec curiosité, les questions les plus anodines pouvant parfois ouvrir sur des pistes

de réflexions ou de solutions. Plus cet intérêt sera fort, par exemple en faisant l'effort d'utiliser son vocabulaire, celui de sa corporation, plus l'opérateur sera enclin à s'ouvrir et à livrer un nombre impressionnant d'informations permettant de mieux comprendre son travail, sa gestuelle, ses contraintes. Si toutefois vous êtes du même métier que lui, alors là, pas besoin de passeport, l'opérateur le sent, le voit et les échanges s'établissent très rapidement.

Dans certains cas, malgré tous vos efforts, cela ne fonctionne pas. C'est notamment le cas lorsque l'opérateur a, par le passé, été déçu par des actions similaires, il vous le dira alors tout net « *la dernière fois...* » et il sera alors difficile de mener à bien cette première étape.

Après cette phase d'observation et d'analyse de la situation de travail, proche de la démarche ergonomique d'analyse de l'activité, il faut de façon participative redéfinir le besoin et ainsi préparer la phase de recherche de solution.

ETAPE N° 2 : ANALYSE FONCTIONNELLE DES BESOINS

En matière de prévention des risques professionnels, l'intérêt des démarches participatives est largement reconnu. En effet, la réussite d'une action de prévention passe nécessairement par une réflexion collective des différents acteurs concernés par la situation de travail étudiée, acteurs qui peuvent être interne et externe à l'entreprise : opérateur, encadrement, CHSCT¹, chargé de prévention, fabricant de l'équipement de travail... Chacun d'entre eux doit pouvoir donner son avis, son analyse et ses propositions vis-à-vis de la situation à améliorer.

L'appropriation des solutions proposées sera d'autant plus facile qu'elles proviennent des réflexions d'un groupe de travail plutôt que des seules réflexions d'une personne extérieure à l'entreprise, si experte soit-elle.

¹ CHSCT : Comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail.

Pour cela, nous nous appuyons sur la démarche d'Analyse fonctionnelle du besoin (AFB) qui amène à s'interroger sur les réelles attentes des utilisateurs² par rapport à l'objet de l'intervention (outil, équipement, poste de travail...) [4]. Cette démarche est basée sur le recensement, la caractérisation et la hiérarchisation des fonctions du futur produit (cf. Figure 4). Celles-ci doivent être exprimées en termes de finalités et non pas de solutions techniques afin de préserver toutes les chances d'émergence de l'innovation au moment de la recherche de solution, par exemple on parlera d'un « outil pour étêter les sardines » et non pas d'un couteau ou d'une paire de ciseaux. Les résultats sont ensuite formalisés dans un Cahier des charges fonctionnel du besoin (CdCF).

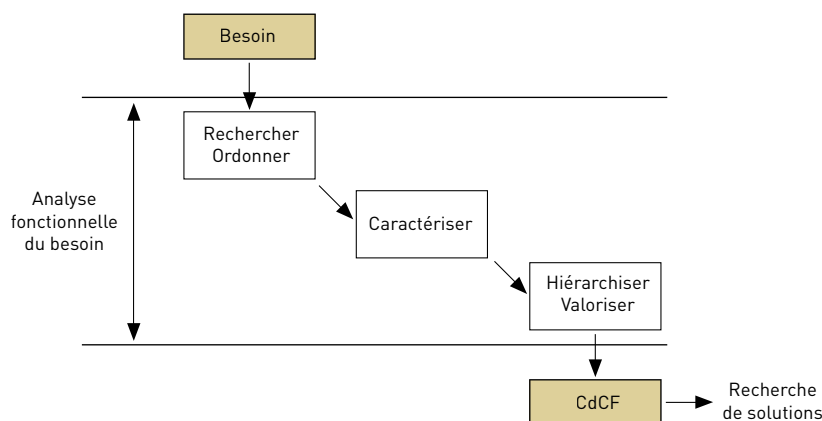
La réussite de cette démarche repose d'abord sur un engagement fort de la direction de l'entreprise dans laquelle s'effectue l'intervention. En effet, il faut non seulement qu'elle assure l'organisation matérielle de ces réunions (salle de réunion adaptée, matériel de projection, etc.), mais également qu'elle permette au personnel concerné de se libérer (opérateurs, agents maintenance, encadrement...). Ensuite, il faut une implication positive de ce personnel, qui doit lui-même se rendre disponible (coupure des téléphones portables par exemple, assiduité...) et avoir une volonté commune d'aboutir au résultat. Les notions de hiérarchie doivent être laissées de côté afin que chacun puisse s'exprimer et faire part de son savoir. De ce point de vue, le rôle de l'animateur est primordial car il doit laisser les personnes s'exprimer librement, inciter les plus réservées à s'exprimer, maintenir l'attention du groupe, relancer les échanges si besoin, les recentrer sur les objectifs de l'analyse fonctionnelle...

C'est pourquoi, nous privilégions pour ce rôle une personne extérieure à l'entreprise, experte en analyse fonctionnelle et en animation de groupe de travail mais neutre vis-à-vis de la situation à traiter.

Bien entendu, nous adaptons la mise en place de cette démarche à la complexité de l'intervention et aux spécificités de l'entreprise (taille, moyens...). Elle peut se réduire à sa plus simple expression (groupe de travail restreint de 2 à 3 personnes avec un suivi informel de la démarche par l'expert INRS), comme faire l'objet d'un groupe de travail éten-

FIGURE 4

Illustration de la démarche d'analyse fonctionnelle du besoin



du aux différents services de l'entreprise (achat, production, maintenance, service après-vente...), voire au fabricant de l'équipement concerné et nécessiter alors plusieurs journées de réunions plénières animées par un consultant.

ETAPE N° 3 : INNOVATION, RECHERCHE DE CONCEPTS DE SOLUTIONS

Si, à ce stade, nous disposons de nombreuses données, issues de l'observation du poste de travail et des attentes exprimées dans le cahier des charges fonctionnel, l'essentiel reste à faire : trouver un ou plusieurs concepts de solutions techniques répondant au problème de prévention posé.

NE PAS RÉINVENTER LA ROUE...

Quoi de plus frustrant que de (re) trouver après de longues recherches une solution déjà connue par ailleurs, voire brevetée et de ce fait difficilement exploitable. On ne peut alors que constater une perte de temps et d'argent.

Ainsi, nous commençons systématiquement notre processus de recherche de solutions par un état de la technique sur le sujet par une recherche d'antériorité. Si les possibilités aujourd'hui offertes par Internet permettent un premier niveau de recherche, pour une analyse

plus exhaustive, il est utile de s'adresser à l'INPI³. Comme nous le verrons dans la suite de cet article, le fait d'effectuer personnellement cette recherche est en soit un facteur d'innovation. Si les contraintes temporelles l'interdisent, il est toujours possible de faire appel à des cabinets de conseil en propriété industrielle ou à des organismes tels que les ARIST⁴, qui dépendent des Chambres régionales de commerce et d'industrie, et qui proposent aux PME des aides techniques et financières pour ce type de démarche.

Les résultats de cet état de la technique doivent ensuite être restitués au groupe de travail et discutés en regard des résultats de l'analyse fonctionnelle.

C'est là, le point de départ de la phase de recherche créative de solution.

NAISSANCE D'UNE IDÉE NOUVELLE...

Il existe une foultitude de méthodes et d'outils de créativité en conception industrielle et, comme le souligne Thouvenin [5], il est parfois plus facile de

² Par le terme utilisateurs, nous entendons non seulement les opérateurs, mais également le personnel de maintenance, les achats...

³ INPI : Institut national de la propriété industrielle.

⁴ ARIST : Agence régionale d'information stratégique et technologique.

FIGURE 5

Exemple de protecteur réglable de lame existant

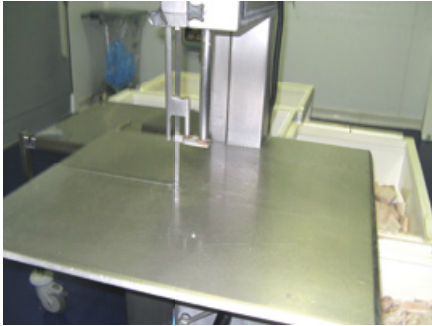


FIGURE 6

Dispositif mis au point pour la découpe de produit en tranche

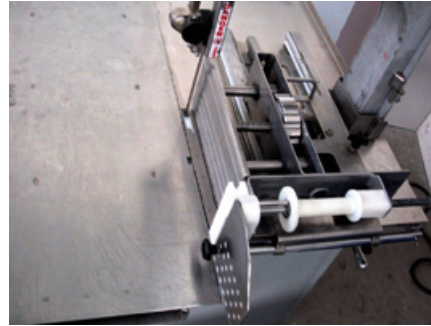


FIGURE 7

Exemples de dispositif mis au point pour différents types de découpe



Découpe de petites pièces



Découpe de coq en deux morceaux



Découpe de jarret

théoriser sur l'innovation que d'apporter des solutions concrètes. Ainsi, plutôt que de revenir dans le détail sur ces méthodes, qui sont par ailleurs amplement décrites dans la littérature [6-7], nous avons choisi dans cet article de présenter les principales logiques mises en œuvre pour traiter les problèmes de prévention précédemment cités.

CAS EXEMPLE N° 1 : DÉCOUPE DE VIANDE

... changement de point de vue sur la notion de protection et association d'idées

Comme rappelé en début d'article, les scies à ruban utilisées pour la découpe de viande sont à l'origine d'accidents graves du fait de la proximité des mains de l'opérateur de la partie travaillante de la lame. Pour faire face à ce type de risque, ces machines sont équipées d'une pièce de tôle, appelée « protecteur », censée limiter l'accès à la partie travaillante de la lame (cf. Figure 5).

Voilà le mot lâché : protecteur. Culturellement les protecteurs, et plus particulièrement ceux protégeant les éléments mobiles concourant au travail, sont généralement perçus par les utilisateurs comme contraignant et en contradiction avec des exigences opérationnelles de productivité. Attention, il n'est pas question pour nous de remettre en cause la politique de prévention, bien au contraire, mais il faut reconnaître que les aspects prévention des risques sont encore trop souvent abordés en fin du processus de conception des équipements de travail. Les protecteurs et autres dispositifs de protection mis en place sont alors principalement destinés à satisfaire le point de vue réglementaire. Certes, l'équipement est conforme mais on ne peut pas considérer qu'il s'agisse là d'une réelle intégration de la sécurité à la conception prenant en compte l'activité des opérateurs. C'est notamment le cas de la scie à ruban évoquée. On observe en effet sur le terrain que le protecteur réglable de la lame reste maintenu en position haute, il est de ce fait inefficace (cf. Figure 1). Pour comprendre ce constat, il faut revenir sur les résultats de l'analyse d'activité.

Dans l'agroalimentaire, les scies à ruban sont surtout utilisées pour réaliser des découpes au poids. L'opérateur doit alors mentalement transformer en poids (parfois au gramme près) le volume de la pièce de viande, optimiser sa découpe afin de réduire les pertes de matière et respecter les cadences imposées. On comprend dans ces conditions que la zone de découpe doit être dégagée et que l'opérateur doit avoir une bonne visibilité pour placer judicieusement et rapidement la pièce à scier. Les protecteurs réglables existants gênant cette visibilité, et par ailleurs peu pratiques, ne sont donc pas utilisés.

Afin de sortir de ce blocage entre protection et productivité nuisible à la créativité du groupe, nous avons adopté un autre point de vue, en parlant non plus de « protecteur » mais « d'outil d'aide au travail », sous entendu d'aide pour la productivité et pour la prévention des risques. Les réactions du groupe ont alors été toutes autres, chacun pouvant alors exprimer des idées en rapport avec ses attentes (outil, travail, production, protection...), idées qui se sont combinées comme la superposition de calques pour finir par ne faire plus qu'un seul objet.

C'est ainsi qu'en associant des fonctions d'aide au travail (réglage fin de l'épaisseur de découpe, table coulissante...), à la maintenance (nettoyage, démontage et remontage rapide sans outil) et à la prévention (éloignement des mains de l'opérateur même pour les tranches fines, protection en début et fin de coupe, réduction des efforts de poussée...), un premier dispositif pour découper des produits en tranche a vu le jour (cf. Figure 6).

A la suite de ce premier développement, la même logique de raisonnement a été reprise avec succès dans d'autres entreprises pour la mise au point de dispositifs adaptés à différents types de découpe (cf. Figure 7).

CAS EXEMPLE N° 2 : ÉVISCÉRATION DES SARDINES

... transfert de technologie

Il s'agissait dans ce cas de rechercher un nouveau mode opératoire pour l'ététagé et l'éviscération des sardines afin que cette opération soit moins sollicitante du point de vue biomécanique.

Comme souvent, tout a commencé sur le terrain lors de l'observation de la gestuelle des opérateurs(trices). Cette opération s'effectue au couteau. Dans un premier temps, l'opérateur exerce une légère pression avec le pouce sur le ventre de la sardine, puis ajuste la lame du couteau sous les ouies. Par un mouvement du poignet, il coupe la tête en faisant attention de ne pas sectionner l'œsophage qu'il va ensuite pincer et tirer délicatement pour enlever les viscères. Enfin, dans un dernier geste, il reprend les intestins au plus près de la coupe pour les tirer jusqu'à la rupture.

L'observation de cette activité nous a rappelé la pratique des électriciens pour dénuder un câble avec un outil tranchant. L'entaille de la peau au niveau de la tête de la sardine, c'est celle pratiquée sur la gaine ; l'œsophage qu'on ne doit pas couper, c'est le fil de cuivre. Si des outils tels que les pinces à dénuder ont permis de remplacer avantageusement l'utilisation du cutter pour dénuder un câble électrique, pourquoi ne pas reprendre le même principe pour notre opération d'éviscération et d'étêtage ?

C'est en suivant cette logique de transfert technologique d'un secteur industriel vers un autre que nous avons mis au point une paire de ciseaux spécifiques. Celle-ci est composée de deux lames qui présentent chacune une excavation en forme d'arcs afin de ne pas couper la partie abdominale (cf. Figure 8). L'éviscération se fait alors par un mouvement latéral du ciseau. Dans la même logique de transfert, l'extrémité des lames forme une pince pour retirer des éléments de viscères résiduels. Cette fonctionnalité avait en effet été demandée par les opérateurs lors de l'analyse fonctionnelle, qui avait dans ce cas été réalisée de façon très légère. Cette fonction supplémentaire s'est par ailleurs révélée utile pour une autre opération : le désarrêtage des sardines cuites.

CAS EXEMPLE N° 3 : ASPIRATION DES COPEAUX SUR UNE DÉFONCEUSE À COMMANDE NUMÉRIQUE

... curiosité, et ténacité

Comme rappelé en début d'article, le problème posé concerne la (re)conception d'une buse d'aspiration sur une défonceuse à commande numérique.

FIGURE 8

Ciseaux à étêter et éviscérer les sardines



Sa forme doit permettre un captage efficace du jet de poussières émis par la machine. Ensuite, son matériau doit à la fois être souple pour ne pas endommager les éléments environnants (outils, panneaux de bois, etc.), résistant pour ne pas être abîmé par les particules de bois projetées à grande vitesse (100 m/s ou plus) et rigide pour ne pas être happé par le flux d'aspiration. Enfin, il faut qu'elle puisse être fabriquée industriellement et adaptée aux machines existantes pour un coût raisonnable.

Si la résolution de ce problème a largement fait appel aux deux notions précédemment évoquées (changement de point de vue et transfert industriel), nous avons souhaité la présenter pour illustrer une autre caractéristique indispensable à l'innovation : la curiosité et la ténacité.

Comme le rappelle ALTHUSSER H., fondateur de la méthode d'innovation TRIZ, ce qui caractérise un inventeur, c'est sa capacité d'observation et sa faculté mentale à appliquer tout ce qu'il observe pour résoudre le problème auquel il est confronté et ce, jour après jour, mois après mois [8]. L'histoire des inventions foisonne d'anecdotes illustrant cette démarche, pour n'en citer qu'une, Pierre Gilles de Gènes⁵, qualifié de chercheur « visuel », n'hésitait pas à dire dans ses interviews que certaines de ses découvertes furent influencées par l'observation de la mousse de son bain.

C'est également pour cette raison que, dans le paragraphe relatif à la recherche d'antériorité, nous avançons que le fait de l'effectuer personnellement est en soit un facteur d'innovation. En effet, le chercheur à l'esprit visuel et curieux fera des associations de principes ou d'idées entre son problème et les documents qu'il consulte, même si ceux-

ci semblent a priori éloignés du sujet de sa recherche. C'est comme un dialogue avec le support, un questionnement continu avec l'invention répertoriée.

Revenons à notre buse d'aspiration, à partir d'une idée de départ qui consistait à répartir et canaliser le flux d'aspiration, différentes formes et matériaux (caoutchoucs naturels et synthétiques, latex, silicone...), ont été testés sans succès : trop rigide, trop souple, pas assez résistant, pas industrialisable, etc. (cf. Figures 9a et b). Alors que nous nous trouvions dans une impasse technologique, c'est lors d'une visite sur un salon professionnel que l'association d'idées s'est faite en observant des soufflets de protection pour machine outil. Aucun rapport a priori, si ce n'est que le matériau utilisé doit également être souple pour pouvoir se plier en accordéon, rigide pour conserver sa forme et résistant aux agressions.

Des premiers échanges ont alors été engagés avec le fabricant de ces soufflets, toutefois le procédé de fabrication très spécifique ne permettait pas de réaliser la forme souhaitée pour la buse d'aspiration. Cette idée aurait pu s'arrêter là si ce fabricant n'avait pas également eu de son côté une démarche d'innovation. Et si on en réalisait deux à la fois ? La forme obtenue serait alors réalisable et il suffirait de la découper après fabrication.

Ce problème de faisabilité résolu, la démarche d'innovation s'est poursuivie selon les mêmes raisonnements que ceux exposés précédemment (association d'idées et transfert de principes

⁵ Pierre-Gilles de Gènes, physicien français (1932-2007), prix Nobel de physique en 1991 pour ses travaux sur les cristaux liquides et les polymères.

FIGURE 9

Exemples de dispositif mis au point pour différents types de découpe

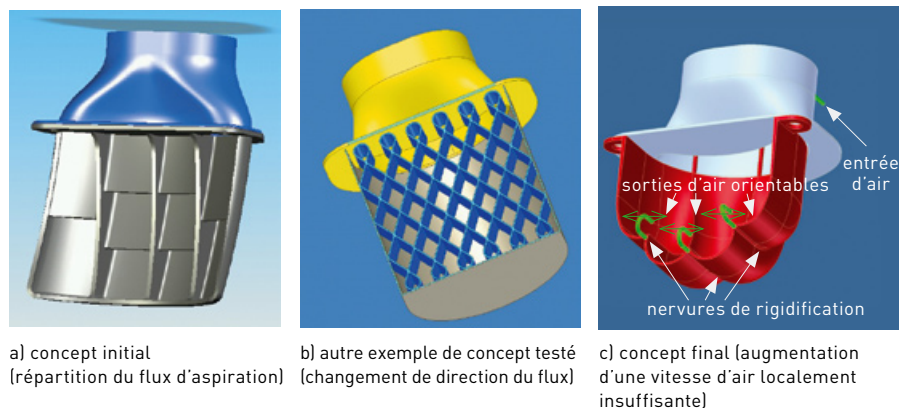
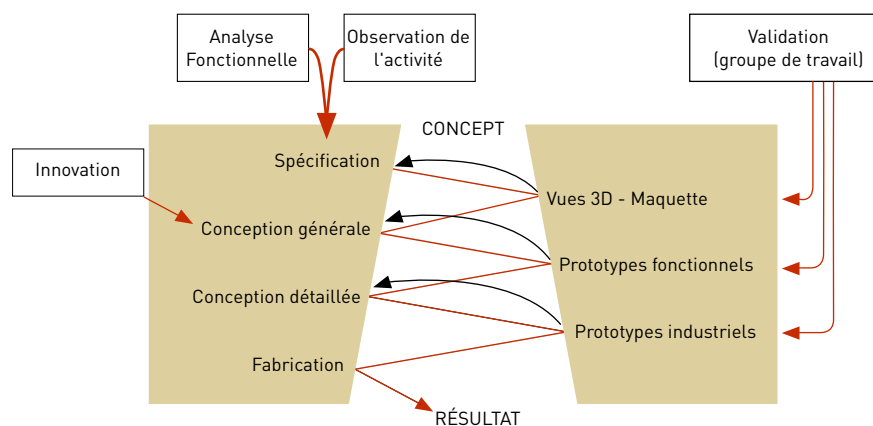


FIGURE 10

Illustration de la démarche d'analyse fonctionnelle du besoin



techniques). Ainsi, des tuyaux d'air comprimés ont été utilisés pour à la fois jouer le rôle de nervures de renfort et créer un effet « push-pull » palliant la perte de charge dans la partie la plus éloignée de l'aspiration des poussières. Un nouveau concept de buse était créé et testé avec succès (cf. Figure 9c).

ETAPE N° 4 : VALIDATION ET PÉRENNISATION DE LA SOLUTION

A ce stade de notre intervention, nous disposons d'un ou plusieurs concepts de solution, encore faut-il les transformer en un produit industriel accepté par les futurs utilisateurs.

Pour cela, nous suivons une démarche de conception itérative (cf. Figure 10) basée sur l'alternance de phase de conception et de mise en situation à l'aide de maquettes numériques (plans CAO 3D pouvant être animés) ou physiques (prototypes). En effet, ces objets sont

accessibles et compréhensibles par tous et de ce fait, ils jouent un rôle de coordination et de médiation entre les acteurs [9]. Le groupe de travail se sent alors impliqué dans la réalisation du produit final et son appropriation en est facilitée. De même, si l'entreprise dispose d'un atelier, d'un service maintenance, nous essayons de l'associer dans la réalisation matérielle de la solution proposée.

C'est alors que le groupe de travail, qui aura tant dépensé d'énergie pour se constituer et pour atteindre son objectif, va affronter la réalité du terrain avec le test de la solution proposée auprès d'utilisateurs qui n'auront pas forcément participé aux travaux précédents. Une analyse du besoin bâclée, un acteur influent non consulté, un manque de communication seront autant d'éléments qui risquent de mettre en péril cette phase de test, d'autant plus que face à la nouveauté, certaines personnes adoptent naturellement une attitude défensive par crainte du changement.

L'expérience acquise dans ce domaine confirme qu'un dispositif « lâché » en production avec un strict minimum d'information, sans suivi technique et période transitoire vis-à-vis des objectifs de production a peu de chance d'être encore utilisé après quelques jours ou semaines.

Ainsi, de façon systématique, il faut inciter l'entreprise dans laquelle s'effectue l'intervention à définir une stratégie pour la mise en production du dispositif (choix des opérateurs, information/formation, phase d'adaptation, montée en production...). Bien que nous l'accompagnions dans cette étape, la réussite finale dépend là encore essentiellement de l'engagement de l'entreprise. La direction et l'encadrement qui ont été parties prenantes de la démarche doivent être les porteurs de la solution mise en place.

Arrivé à ce stade de l'intervention, dans le meilleur des cas, une solution (innovante) a été trouvée et mise en service, notre action est-elle terminée pour autant ?

Oui si on se limite à la satisfaction de l'entreprise à l'origine de la demande, non si l'on veut pérenniser cette solution et en faire profiter d'autres entreprises qui utilisent des équipements de travail similaires. En complément des actions traditionnelles de valorisation (brevets, articles...), deux scénarios sont envisageables. Le premier débouche sur un nouveau concept de produit et de ce fait, il n'y a pas de fabricant identifié : c'est par exemple le cas de la paire de ciseaux à étêter les sardines. Il faut alors rechercher des partenaires industriels qui veulent bien s'engager dans cette aventure.

Le second, est celui où un équipement de travail existant a été modifié. Là encore deux cas de figures se présentent :

- il est possible d'impliquer son fabricant dans le groupe de travail, toutes les conditions sont alors réunies pour réussir ce transfert. Ce fut par exemple le cas du constructeur de scie à ruban et les dispositifs mis au point font maintenant partie de sa gamme de produit,

- malgré tous les efforts de persuasion, nous n'arrivons pas à impliquer le fabricant, soit parce qu'il est difficilement accessible (constructeurs étrangers), soit parce qu'il n'est pas intéressé : sa machine est conforme aux normes en

vigueur et il ne juge pas utile d'en faire plus. Il faut alors redoubler d'efforts en terme de communication, d'information et d'actions auprès de la normalisation pour faire évoluer l'état de l'art. Il faut souvent plusieurs années pour aboutir au résultat qui demeure incertain. Certaines innovations restent ainsi inexploitées alors que les situations dangereuses, elles sont toujours présentes.

CONCLUSION

Comme nous venons de le voir, nous sommes dans le cadre de notre activité d'assistance aux entreprises, confrontés à des problèmes de prévention très divers. Par la présentation de quelques exemples, cet article décrit la démarche suivie pour les résoudre. Celle-ci s'apparente à une démarche de conception participative dans laquelle sont impliqués différents acteurs internes et externes à l'entreprise : opérateur, encadrement, chargé de prévention, fabricant...

Cette intervention consiste ensuite à aider ce groupe dans les différentes étapes de cette démarche, de l'analyse des besoins à la mise en service de la solution proposée. Nous insistons plus

particulièrement sur la phase de recherche de solution pour laquelle il faut nécessairement faire preuve de créativité, l'innovation en étant le résultat... non systématique. Nous décrivons les principales techniques mises en oeuvre dans ce domaine, techniques qui sont par ailleurs largement décrites dans la littérature [6-7].

Dans un premier temps, nous nous assurons par une recherche d'antériorité, un état de la technique que ce problème n'a pas déjà été traité par ailleurs. Ensuite, nous utilisons différentes logiques de transfert de technologie, d'association et de combinaison d'idées, de reformulation qui vont aider le groupe de travail à sortir de la logique de contradiction entre exigences opérationnelles et prévention des risques.

Bien entendu, la naissance d'une nouvelle idée ne repose pas uniquement sur la simple utilisation de ces techniques, la créativité reste essentiellement une activité humaine et certaines personnes sont naturellement plus créatives que d'autres.

Enfin, il faut avoir conscience que la réussite d'une telle démarche ne repose pas uniquement sur la qualité et les performances techniques de la solution proposée mais aussi, et surtout, sur son

acceptation par l'ensemble des acteurs et plus particulièrement des opérateurs, d'où la nécessité de les intégrer tout au long de la démarche, ce qui implique un engagement fort du management de l'entreprise qui doit considérer cela comme un investissement et non pas comme une dépense.

Si cette démarche d'innovation permet de résoudre des problèmes de prévention sur des équipements en service, où les marges de manœuvre sont nécessairement limitées car il faut s'adapter à l'existant, il serait encore plus judicieux qu'elle soit appliquée lors de la conception de ces équipements. Si, de nombreux progrès ont été faits par les concepteurs pour améliorer le niveau de sécurité des équipements qu'ils conçoivent, la prévention est encore trop souvent vue comme opposée aux objectifs fonctionnels. Ce n'est que par l'innovation qu'il sera possible de sortir de cette logique de contradiction et franchir un nouveau cap dans la mise en application de la démarche de prévention intégrée [10].

Reçu le : 07/01/2010

Accepté le : 03/05/2010

BIBLIOGRAPHIE

[1] MULLER J.-P., L'HUILLIER J.-C. - Conception de dispositifs de captage performants sur scie radiale et défonceuse à commande numérique. INRS, *Cahiers de Notes Documentaires*, ND 2177-188-02, 2002, pp. 53-69.

[2] GIBOIN A. - La construction de référentiels communs dans le travail coopératif in J.-M. Hoc, F. Darses *Psychologie ergonomique : tendances actuelles, le travail humain* P.U.F., novembre 2004, pp.119-139.

[3] DANIELLOU F. - *Développement des TMS : désordre dans les organisations et fictions managériales*. 2ème congrès francophone sur les troubles musculo-squelettiques : de la recherche à l'action, Montréal, 2008.

[4] AFAV - *Exprimer le Besoin - Application de la démarche Fonctionnelle*. AFNOR, Paris, 1989, ISBN 2-12-476911-1, 372 p.

[5] THOUVENIN E. - *Modélisation des processus de conception de produits et développement de la capacité d'innovation : application au cas des PME-PMI*. Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, thèse, 2002, 163 p.

[6] ALBERTI P. - *La créativité en conception industrielle : notions et méthodes*. Techniques de l'Ingénieur, 2009, AG 2 225v2, p. 21.

[7] LABRUFFE A. - *La créativité, ça se manage aussi !* - AFNOR, janvier 2006, ISBN 978-2-12-475589-9, 195 p.

[8] ALTSCHULLER G. - *And Suddenly the Inventor Appeared* - Technical Innovation Center, INC. Worcester, Massachusetts, 1996, ISBN 0-9640740-2-83, 171 p.

[9] MARSOT J., CLAUDON L. - Design and Ergonomics - Methods and Tools for integrating ergonomics at the design stage of hand tools. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics* (JOSE) 2004, vol. 10, No. 1, pp. 11-21.

[10] MARSOT J. - Prévention et innovation - Perspectives d'application de TRIZ. INRS, *Cahiers de Notes Documentaires* N° 183, 2001, PR 6. pp. 69-75.