

TROIS CONDITIONS SOCIO-TECHNIQUES POUR L'OPTIMISATION DE LA CONCEPTION CONTINUE DU SYSTEME DE PRODUCTION

Françoise Darses *

Résumé. – La conception continue des systèmes de production est un enjeu majeur pour les entreprises. Ceci n'est pas un constat nouveau : les systèmes de production ont toujours évolué sous l'impulsion d'actions permanentes de réajustement et de rénovation en fonction des évolutions des marchés, des réglementations et des techniques. Cependant, la réactivité toujours plus grande et la flexibilité accrue exigées aujourd'hui imposent d'organiser et de systématiser les actions de conception continue. Cet objectif s'inscrit dans un projet de qualité totale, dans la mesure où l'on cherche à accroître le potentiel du système de production. Pour mener à bien un tel projet, nous proposons de respecter trois conditions qui garantissent le succès des actions de conception continue : (i) faire en sorte qu'une vue systémique de l'entreprise soit réellement élaborée par tous les acteurs de la conception continue ; (ii) renforcer l'apprentissage à la conception coopérative ; (iii) institutionnaliser de nouvelles formes de savoirs. Ces trois conditions ont été identifiées lors d'une étude menée dans une usine métallurgique fabriquant des tubes en acier inoxydable. Nous avons, pendant deux ans, suivi le fonctionnement d'un groupe pluri-métiers composé des différents acteurs de la fabrication (y compris les opérateurs), dont la mission était de reconcevoir les outillages de leur ligne de production. Les solutions de reconception étaient élaborées, jugées, et sélectionnées collectivement au cours de réunions bimensuelles. Notre article détaille chacune des trois conditions proposées, en rappelant comment l'analyse ergonomique du travail nous a conduite à les formuler. Ces conditions mettent en évidence l'importance du facteur humain dans les actions de re conception, et visent à replacer la dynamique de la conception continue dans un projet global d'entreprise.

Mots-clés : système de production, rationalisation, conception participative, prise de décision collective, coopération, qualité, compétences.

* Maître de Conférences au CNAM, 41 rue Gay Lussac, Paris.

1. Introduction

La conception continue des systèmes de production est un enjeu majeur pour les entreprises. Ceci n'est pas un constat nouveau : les systèmes de production ont toujours évolué sous l'impulsion d'actions permanentes de réajustement et de rénovation, en fonction des réglementations et des techniques. Cependant, la réactivité toujours plus grande et la flexibilité accrue exigées par les évolutions du marché imposent aujourd'hui *d'organiser* et de *systématiser* les actions de conception continue. Pour mener à bien ce projet, il faut définir précisément les conditions qui favorisent — et celles qui entravent — la mise en oeuvre de la conception continue. Nous proposons, dans cet article, une approche ergonomique de cette question, à travers l'analyse d'une action de conception continue mise en place dans une usine métallurgique fabriquant des tubes en acier inoxydable.

2. La conception continue : un moteur de la « qualité totale » et de l'innovation dans l'entreprise

Classiquement, la conception continue se réalise à travers des transformations technologiques du système de production qui ne sont pas toujours remarquables : modifier un système d'attache sur un outillage, mettre au point une nouvelle procédure de montage, améliorer la topo-maintenance des machines... A première vue, ces transformations sont mineures et visent à ajuster au coup par coup le système de production à des évolutions externes (demandes du marché, implantation d'outils plus récents,...). Les actions de conception continue seraient alors la simple application des nouveaux modes de production promulgués dans l'entreprise. Ce point de vue réducteur sur les actions de conception continue doit être élargi. Tout d'abord, on ne peut oublier que les actions de conception continue sont avant tout l'occasion de mobiliser les ressources internes de l'entreprise pour créer des conditions propices à l'innovation. Ces innovations sont technologiques, mais aussi organisationnelles (Callon *et al.*, 1997). Car, en modifiant ou en reconvertissant les équipements, en enrichissant et en réinvestissant les compétences des travailleurs, c'est l'ensemble du système de production que l'on transforme. La cible d'une action de conception continue, c'est donc la modification *conjointe* des outillages, des procédés, et des organisations.

Pour l'entreprise, cette synergie nécessaire entre transformations technologiques et transformations organisationnelles s'inscrit dans un projet de « qualité totale » : au-delà de la simple maîtrise de la fabrication des produits, on cherche à améliorer et à rationaliser l'ensemble du processus de production (Bengtsson & Ljungström, 1998). Mais les actions de conception continue ne se réduisent pas à une normalisation des pratiques, visant à obtenir une certification internationale du produit et des procédés. Bien plus largement, elles sont l'occasion de *formaliser* les pratiques, avant même de les normaliser. La conception continue est donc le lieu où émergent de nouvelles pratiques, où sont explicités de nouveaux savoirs et où, finalement, sont construites les nouvelles organisations de la production. Une action de conception continue, c'est donc avant tout un vecteur d'innovation dans le système de production. C'est une occasion de construire de nouvelles rationalisations de la production avant d'être un moyen de normalisation des pratiques. Systématiser les actions de conception continue, c'est élaborer un cadre

conceptuel pour leur mise en oeuvre. L'analyse ergonomique contribue à cet objectif : elle permet une évaluation de situations concrètes de conception continue, et elle contribue ainsi, en retour, à identifier les conditions optimales de leur mise en place.

3. Demande de l'entreprise

A la date où nous avons réalisé cette étude, l'entreprise, filiale d'un grand groupe français de la métallurgie, s'est engagée dans un certain nombre d'actions de conception continue. L'usine fabrique des tubes soudés inoxydables à destination de l'automobile, de la chimie, de l'agro-alimentaire, du mobilier médical, de la navigation de plaisance et de l'architecture de bâtiment. C'est à la demande de l'ingénieur de production responsable du département *fabrication* que l'étude ergonomique a démarré : il s'avérait nécessaire de prendre du recul pour évaluer l'intérêt et les limites de ces actions de conception continue, et garantir leur cohérence.

Les actions de conception continue se traduisent concrètement par la mise en place de divers groupes de travail qui se réunissent régulièrement :

- groupes topo-maintenance (TPM) dont l'objectif est l'amélioration de la maintenance quotidienne par les opérateurs des lignes de production eux-mêmes;
- nombreux groupes de progrès dont les objectifs sont l'élimination des nuisances sonores, la création de chariots de transport d'outillages, l'amélioration des procédures de décapage,...
- groupes SMED, orientés vers la diminution des temps de montage/démontage des outillages de la ligne ;
- groupe Procédures, dont la mission est de rédiger collectivement les procédures de montage/démontage des outillages, et de leur réglage au cours du process.

Tous les acteurs de la fabrication ne sont pas impliqués dans ces actions de conception continue. La participation est volontaire ; elle n'est pas directement rémunérée (comme cela se pratique dans l'entreprise automobile par exemple), mais elle l'est indirectement, puisque le référentiel compétences* de chaque métier apprécie la participation à un groupe de travail comme une compétence à part entière. C'est dans une dynamique de promotion de la qualité totale que l'entreprise a engagé ces actions. Cette politique se décline en trois grands objectifs : normaliser les procédés et améliorer les rendements ; améliorer la sécurité et les conditions de travail ; développer les compétences des opérateurs. Nous décrivons rapidement la position de l'entreprise pour chacun d'eux.

* Le « référentiel compétences » est un outil de négociation salariale construit à l'issue de l'accord « A CAP 2000 » conclu entre les partenaires sociaux du secteur de la sidérurgie et de la métallurgie françaises. Ce document régit les évolutions de carrières des travailleurs, non pas sur la base d'une stricte qualification de poste, mais à partir d'une évaluation de compétences acquises au cours de la carrière. « Participer à des groupes de travail » est une des compétences prises en compte par ce référentiel dans les évolutions de carrière.

3.1 Normaliser les procédés et améliorer les rendements

Le montage et le démontage des chaînes de soudage occupent une proportion croissante de temps en raison de la multiplication des lots de petite importance. L'entreprise souhaite donc que le temps accordé à ces opérations décroisse et que le réglage des outillages se fasse le plus souvent possible machine en marche. A ces exigences de productivité s'ajoutent les impératifs de la politique qualité qui conduisent à garantir la reproductibilité des produits et des process au travers de la standardisation des procédures de fabrication. Les procédures de démontage/montage des outillages sont en effet jusqu'à présent laissées au libre-arbitre des équipes. Quant aux réglages, les soudeurs appliquent ceux qui sont dictés par leur pratique individuelle (ils les notent dans des carnets personnels). Le problème est qu'il n'y a pas d'homogénéité des réglages, et donc pas de normes applicables, ni de partage des savoirs (les réglages personnellement établis ne sont pas transmis, et les raisons pour lesquelles ces réglages sont choisis ne sont pas explicitées).

3.2 Améliorer la sécurité et les conditions de travail

Les opérations de fabrication, et en particulier celles qui sont liées au démontage/montage des outillages, sont physiquement difficiles du fait du poids des pièces (un galet peut peser jusqu'à 80 kilos et est manipulé en partie à la main) et de la diversification des productions, qui intensifie le nombre de manipulations. Par conséquent, l'entreprise attend des actions de conception continue qu'elles participent à l'amélioration de la sécurité dans l'entreprise et, plus largement, des conditions de travail. Les groupes SMED sont particulièrement concernés par cet objectif.

3.3 Développer les compétences des opérateurs

Les objectifs définis ci-dessus sont, pour l'entreprise, l'occasion d'accroître les compétences des opérateurs, en particulier celles qui sont relatives aux procédures d'utilisation des machines et de conduite du process. Un groupe de rédaction des procédures est investi de cet objectif. L'idée est d'intégrer ces procédures standardisées d'utilisation des machines aux outils de formation professionnelle, ce qui permettrait à l'entreprise de rendre plus courte et plus efficace la formation des opérateurs. Ces procédures seraient également rapportées dans le référentiel compétences, contribuant à la dynamique d'évolution des compétences.

4. Description de l'étude ergonomique

4.1 Objectifs

Une longue phase (six mois) de pré-étude (Rousselle, 1996) nous a conduits à positionner l'intervention ergonomique à deux niveaux d'analyse complémentaires. Le premier niveau concerne l'analyse approfondie du fonctionnement des deux groupes de conception continue qui pratiquent la reconception d'outillages (dits groupes SMED). L'objectif applicatif est de mettre au point une méthodologie qui aiderait ces groupes dans la phase de prise de décision collective

lors du choix des nouveaux outillages. En seconde analyse, le fonctionnement de ces groupes SMED a été mis en relation avec le fonctionnement de l'entreprise elle-même (circuits de communication et relations inter-services, liens avec les autres actions de conception continue, rôle des agents des méthodes, du chef d'atelier, du BE,...). Ce second niveau d'analyse est destiné à alimenter une réflexion globale de l'entreprise sur les stratégies globales de mise en oeuvre de la conception continue dans l'objectif d'identifier les conditions nécessaires à la systématisation des actions de conception continue dans l'entreprise. L'articulation de ces deux niveaux d'analyse permet de répondre à la question traitée dans cet article : quelles sont les conditions socio-techniques qui favorisent le développement et la cohérence des actions de conception continue dans une entreprise ?

4.2 *L'activité de fabrication de tubes*

Les actions de conception continue se déroulent essentiellement dans le département *fabrication* qui compte environ soixante personnes, dont une quarantaine d'opérateurs de fabrication, plusieurs contremaîtres, un chef d'atelier, deux agents des méthodes, et des outilleurs. La fabrication de tubes en acier se réalise sur des lignes TIG (du nom du procédé de soudure), dont le principe est de former une feuille d'acier en un tube d'un diamètre donné. Le formage du tube est réalisé en contraignant la feuille par des galets, qui sont de grosses pièces de bronze emboîtées sur des axes ; la jointure du tube est soudée, puis martelée et brossée ; le tube est recuit et scié en bout de chaîne à la longueur exigée par le client, puis conditionné en bottes.

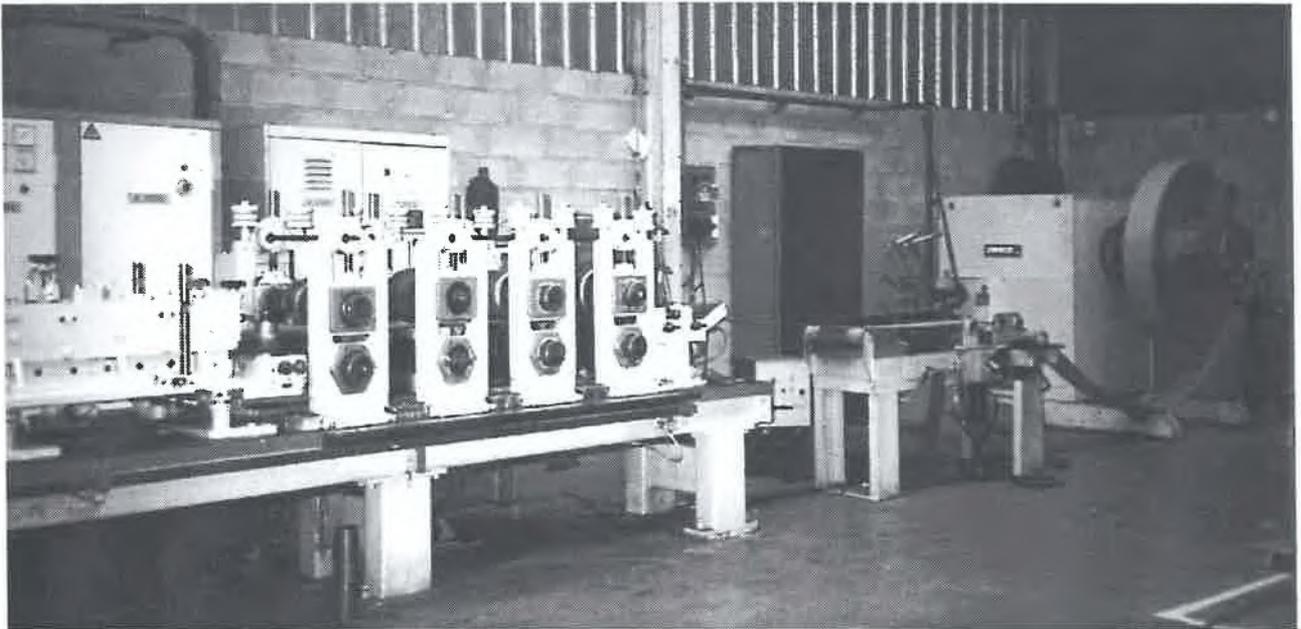


Figure 1 : une ligne TIG de formage de tube

La production de tubes de diamètres différents nécessite le démontage et le montage des outillages de la ligne : galets, outils de dressage, outils de martelage, supports et axes, etc. Ces

opérations sont de plus en plus fréquentes (du fait des lots réduits, parfois très spécifiques à chaque client), sont très longues (au moins huit heures pour un changement complet d'outillage) et physiquement très exigeantes (les outillages manipulés sont très lourds). Les réglages faits durant le montage, puis en cours de process, déterminent la qualité de la production. C'est durant cette activité que se mobilisent toutes les connaissances des opérateurs. Le travail est posté (3*8) et chaque équipe est responsable d'une ligne en particulier.

4.3 *La reconception collective des outillages dans les groupes SMED*

La reconception des outillages de la ligne a été pratiquée durant deux ans dans des réunions bimensuelles qui réunissent en alternance deux groupes de 5 à 7 personnes selon les alternances de postes. Les participants ont des profils variables, en termes de fonction, de statut et d'ancienneté dans l'entreprise : opérateurs de fabrication, contremaîtres, mécanicien d'entretien, techniciens des méthodes, chef d'atelier, dessinateur du BE.

L'objectif prescrit est double : reconcevoir les outillages de sorte que les temps de démontage/montage diminuent et que les modes opératoires soient physiquement moins pénibles. Le fonctionnement des groupes s'inspire de la méthode SMED (Single Minute Exchange Die) dont on peut trouver une récente description dans (Shingo, 1990). A partir d'un film (d'une durée d'environ huit heures) tourné lors d'un changement d'outillages, le groupe a, dans un premier temps, isolé les problèmes liés au démontage/montage, en mesurant le temps pris pour chacune des phases : démontage/montage des patins, démontage/montage de la marteleuse,... Ces problèmes ont été répartis entre les deux groupes et ont ensuite été traités un par un lors des réunions bimensuelles de chaque groupe.

Lors des réunions, les deux groupes appliquent une méthodologie de résolution de problèmes qui distingue la phase d'analyse du problème de la phase de recherche de solutions. L'*analyse* du problème s'appuie sur une méthode dite QQQQCC. Il s'agit de répondre dans l'ordre aux questions suivantes : *Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ?* La phase de *recherche de solutions* est également structurée : des solutions alternatives sont évoquées et notées au tableau, et, par principe, aucune critique n'est faite d'emblée. La dernière phase consiste en un *vote* individuel : les solutions sont jugées sur la base de huit critères fonctionnels qui ont été définis et pondérés par avance par l'ingénieur de production (*coût, efficacité, délai, accessibilité, sécurité, simplicité du système, fiabilité et délai de mise en place*) ; chaque participant donne une note à chacune des solutions énoncées. C'est la solution la mieux évaluée qui est sélectionnée.

Les groupes sont animés par l'agent des méthodes qui veille à l'application de la méthodologie et qui note au fur et à mesure les problèmes évoqués, les diverses solutions imaginées, et qui fait la synthèse du vote. Ce technicien est également chargé de la mise en forme technique des solutions adoptées. Selon leur complexité, celles-ci sont soumises au bureau des méthodes pour étude, ou directement transmises au département des travaux neufs pour exécution, ou bien réalisées par les techniciens des méthodes eux-mêmes dans les cas les plus simples. Les prototypes sont soumis à des bancs d'essais et les solutions définitives sont ensuite installées sur les lignes.

4.4 Méthodologie

L'objectif d'étude nous a conduit à développer deux formes complémentaires d'analyse (§ 4.1) : (i) une analyse globale du fonctionnement du groupe, en relation avec l'organisation de l'entreprise elle-même (circuits de communication et relations inter-services, liens avec les autres actions) et (ii) une analyse cognitive des décisions de reconception des groupes SMED débattues lors des réunions du groupe.

4.4.1 Analyse globale du fonctionnement d'un groupe de conception continue

Nous avons assisté à toutes les réunions d'un des deux groupes SMED, ainsi qu'à diverses séances d'essais des prototypes imaginés. Nos analyses s'appuient en partie sur ces observations qui ont été complétées par des entretiens collectifs et par des bilans réguliers de l'action du groupe, par des entretiens par métiers, par l'étude des comptes rendus des réunions et par l'étude des transcriptions des réunions.

4.4.2 Analyse cognitive des débats de reconception

4.4.2.1 Recueil des données

Dans l'objectif de comprendre précisément les mécanismes cognitifs de la reconception collective, nous avons réalisé une étude cognitive des débats qui se sont déroulés au cours de cinq réunions de reconception auxquelles participaient le chef d'atelier, l'agent des méthodes (responsable de l'animation du groupe), deux ou trois opérateurs de production, un mécanicien d'entretien, un ou deux contremaîtres. Ces cinq réunions ont porté sur la reconception de deux outillages de la ligne : la *marteleuse* (qui permet d'aplatir le cordon de soudure du tube) et la *tête de dressage* (qui permet de contrôler la rectitude du tube). En accord avec les participants, un enregistrement intégral de ces réunions a été fait. C'est sur leur transcription verbatim (voir un extrait en figure 2), qui représente chacune plusieurs dizaines de pages, que se fonde notre analyse. Nous avons examiné comment l'évaluation des solutions de reconception a été réalisée. Dans cet objectif, on a extrait des dialogues les *critères d'évaluation* des nouveaux outillages, comme ceux qui sont marqués en gras dans l'extrait de protocole ci-dessous.

-
- 1- Acteur 1 : C'est la modification de l'axe et du support...non ?
 - 2- Acteur 3 : Mais là, ça n'empêche pas qu'il **faudra toujours le [le galet] porter.**
 - 3- Acteur 2 : Oui, mais il n'y a plus rien à viser. Là il faut viser les entretoises, les roulements et tout.
 - 4- Acteur 3 : Oui, mais il faudra le soutenir
 - 5- Acteur 2 : Ben, le **soutenir et mettre un écrou**, ouais.
 - 6- Acteur 1 : Il risque pas d'y avoir un problème, si ... ?
 - 7- Acteur 2 : Ah ben, **on y met un petit poil de jeu quand même là, ce qui permet l'assemblage.**
-

Figure 2 : Extrait de dialogue : les critères d'évaluation des solutions sont notés en gras

4.4.2.2 Définition des critères d'évaluation

On a appelé *critère* tout jugement d'une solution étayé par un argument. Par exemple, dans la phrase "*faire des vis de réglage, c'est pas trop cher*", on considérera que l'artefact "*vis de réglage*"

est évalué par le critère "coût". Ces critères sont mis en avant par les participants du groupe au cours de leurs discussions pour comparer les propositions de solutions de reconception des outillages. On a identifié 444 critères différents. C'est à partir de leur analyse détaillée (Darses & Sauvagnac, 1997 ; Darses, à paraître) que les résultats quantitatifs rapportés dans cet article sont obtenus.

5. Résultats : les conditions nécessaires au développement de la conception continue

Notre analyse a abouti à la construction d'un cadre conceptuel pour guider la mise en œuvre des actions de conception continue. Ce cadre se décline en trois conditions qui doivent être appliquées si l'on veut développer de façon durable et cohérente la conception continue dans l'entreprise :

- (i) introduire une *vue systémique* de l'entreprise ;
- (ii) renforcer l'*apprentissage à la conception coopérative* ;
- (iii) *institutionnaliser de nouvelles formes de savoirs*.

Cette section expose chacune de ces conditions, en rapportant les résultats qui les fondent.

5.1 Condition n°1 : introduire une vue systémique de l'entreprise

Le premier principe que nous proposons est de *faire élaborer par les acteurs des groupes de conception continue une vue systémique des problèmes qu'ils doivent traiter*. Comme nous le rappelons dans une première section, ce principe trouve sa source dans la nature même de l'activité de conception. On montre dans une seconde section comment il est effectivement mis en œuvre par les opérateurs-concepteurs au cours de la reconception des outillages.

5.1.1 Reconcevoir, c'est construire une vue systémique du problème à traiter

On pense souvent que l'objectif de la conception (ou de la reconception) est de désigner une réponse optimale à un problème donné. Cette approche de résolution est par définition impossible (Darses, 1997) : il n'y a pas de "bonne" solution, mais des solutions multiples, lesquelles satisfont inégalement aux divers critères d'évaluation (intérêt de la solution pour le process, pour le projet global, pour la sécurité des travailleurs, pour les modes opératoires induits, pour leur maintenance,...). Concevoir, et, *a fortiori*, concevoir en continu, c'est donc trouver une solution acceptable compte tenu de ces différents champs d'application de la solution. Un des enjeux de la conception, c'est donc la construction d'une perspective systémique du problème à traiter, par la prise en compte de tous les paramètres relatifs à l'objet à reconcevoir, dans leurs dimensions techniques, mais aussi sociales et organisationnelles.

L'analyse des dysfonctionnements, des pannes et des cas à la marge, est le meilleur moyen d'accéder à une représentation systémique des problèmes, parce qu'elle renseigne sur les perfectionnements à apporter au système de production. Mais cette approche se heurte à l'approche classique encore couramment répandue dans l'industrie, qui consiste à considérer les

postes de travail indépendamment les uns des autres, sans que les interdépendances entre systèmes soient véritablement traitées (Zarifian, 1992).

5.1.2 Les structures collectives favorisent l'émergence d'une vue systémique des problèmes grâce à la formulation des différents registres de référence de la solution

Notre analyse des débats du groupe SMED a fait apparaître un ensemble de registres de référence auxquels les critères d'évaluation de la solution se rapportent (Blanco *et al.* 1996). Les résultats montrent que, dans le cas industriel considéré, la reconception des outillages conduit à explorer cinq registres de référence différents et complémentaires. Les solutions sont jugées :

- 1- du point de vue de leurs *conséquences sur le process* (telle solution sera rejetée car elle conduira à tordre le tube) ;
- 2- du point de vue des *modes opératoires* (telle solution est jugée intéressante parce qu'elle permet de supprimer les manipulations de guidage des axes) ;
- 3- du point de vue des *conditions de travail* (telle solution est adoptée car elle permettra de diminuer la charge physique) ;
- 4- du point de vue de leurs *avantages et de leurs limites techniques* (par exemple, le bac devra être réglable) ;
- 5- du point de vue de la *conduite du projet de reconception* (telle solution sera évaluée en termes de coût et de retour d'investissement).

Pour étudier l'apport respectif de ces registres de référence à l'évaluation des solutions, on a catégorisé les critères en fonction du registre de référence auquel il se rapportait. On obtient les proportions d'utilisation figurées en 3.

On note que l'évaluation des modes opératoires est largement représentée (38,5%), ce qui est conforme à l'objectif assigné au groupe, qui est d'optimiser les opérations de montage/démontage des lignes. L'évaluation des solutions de reconception des outillages qui permettront de concrétiser ces améliorations représente en conséquence une part importante des débats (options de solution : 22,8%). En revanche, on s'attendait à ce que certains de ces registres de référence soient peu utilisés, parce qu'ils sont plus éloignés de l'objectif d'optimisation des opérations de montage/démontage des lignes — comme, par exemple, les impératifs de la conduite du projet SMED (retour d'investissement de la reconception, délai de reconception,...) ou même les conséquences de la reconception sur le process. On constate au contraire que ces registres de référence sont explorés à travers l'évaluation des solutions potentielles pour 14% des critères mentionnés : recherche d'amélioration de la qualité de la production, adéquation de l'outillage aux contraintes de l'entreprise, maintenance du produit, coût du produit, transfert possible à d'autres machines, réutilisation d'outillages conçus par ailleurs,... Les situations de conception collective créent donc l'occasion, grâce au débat collectif, de confronter les points de vue sur l'objet à concevoir, d'enrichir les registres de référence d'après lesquels il doit être évalué, et de le considérer sous des angles complémentaires et variés. La

structure collective de discussion favorise ainsi la construction d'une vue systémique des problèmes.

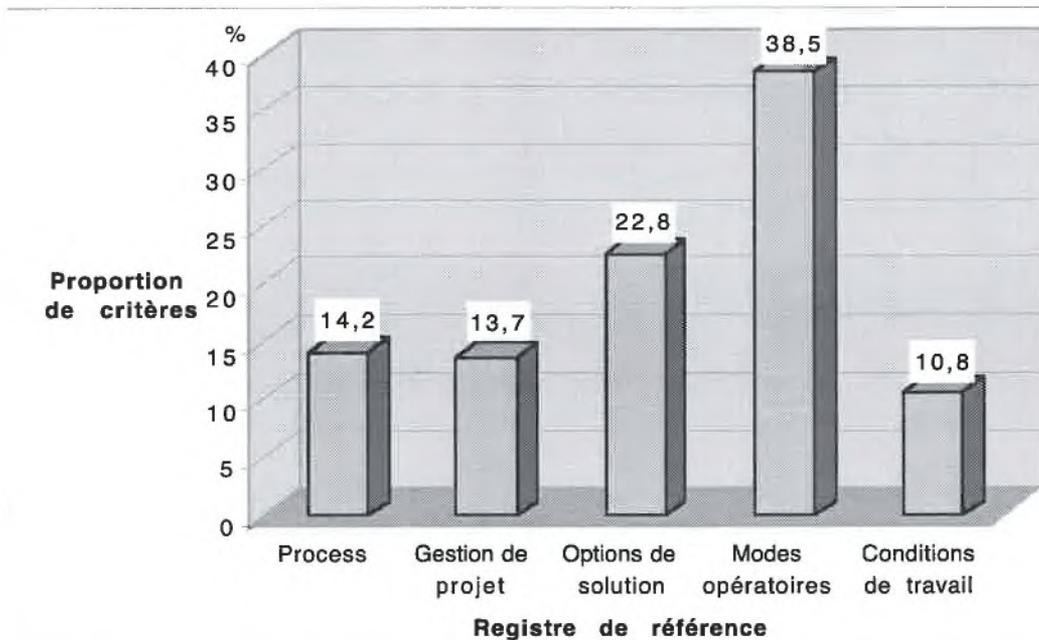


Figure 3 : Les co-concepteurs font appel à des registres de référence complémentaires pour évaluer les différentes solutions de reconception des outillages

Pour développer la conception continue dans l'entreprise, il faut donc favoriser la mise en place de toutes les situations collectives qui permettent de rassembler et de confronter des points de vue d'acteurs d'horizons diversifiés, précisément pour reconstruire le système dans lequel s'inscrivent les objets visés par la conception continue. Il faut multiplier les structures de coopération, de communication et de relations inter-métiers afin de favoriser l'émergence de cette analyse systémique des problèmes à traiter. C'est d'ailleurs ce principe qui est visé par la mise en place d'équipes intégrées et par les organisations en ingénierie concurrente. En rassemblant sur un même plateau les divers partenaires de la conception, on favorise la prise en compte des points de vue des divers métiers, et, ce faisant, on garantit la cohérence de la conception.

5.2 Condition n°2 : renforcer l'apprentissage à la conception coopérative

La seconde condition que nous préconisons pour développer les actions de conception continue est de renforcer l'apprentissage à la conception coopérative. En effet, concevoir en coopération est un exercice difficile, parce qu'il suppose un ajustement permanent des représentations cognitives des différents acteurs de la conception, et parce qu'il oblige à intégrer ces représentations dans les prises de décision. La difficulté est accrue dans les situations de conception participative où les acteurs de la conception ne sont pas concepteurs de métier et

sont concepteurs de leur propre outil de travail, et où ils se trouvent par conséquent dans une situation de *prescription réflexive*.

5.2.1 La conception participative comme vecteur de l'apprentissage à la conception coopérative

Les idées innovantes ne sont pas seulement issues des bureaux d'études : de nombreux acteurs du système de production sont susceptibles de contribuer aux innovations technologiques, dans la mesure où l'on crée les conditions appropriées à la formulation et à la mise en forme des idées. Les situations de conception participative (Kensing & Simonsen, 1998) sont un bon moyen de parvenir à cette fin, si, et seulement si, elles accordent aux participants des groupes une forte implication dans les prises de décision. Le terme "conception participative" recouvre en effet une acception parfois faible de la notion de participation, comme le note Jenssen (1997). Cet auteur distingue cinq degrés de participation, représentés en figure 4.

Degré 1	• informer les opérateurs sur les plans d'action décidés par les managers
Degré 2	• collecter informations et expérience des opérateurs
Degré 3	• consulter les opérateurs pour recueillir leur avis et leurs suggestions sur les actions en cours
Degré 4	• négocier avec les opérateurs dans des comités formalisés
Degré 5	• prise de décision conjointe entre les différentes parties impliquées

Figure 4 : Degrés de participation appliqués dans la conception participative (selon Jenssen, 1997)

Les trois premiers degrés de participation ne sont pas les plus favorables au développement de la conception continue. En effet, ces trois modes de conception participative confinent les utilisateurs finaux (ici, les opérateurs de fabrication) dans le rôle de pourvoyeurs d'informations. Ils ne participent aux décisions de conception qu'indirectement, au travers - dans le meilleur des cas - de représentants. Or on sait que ces derniers rapportent mal les dimensions opératives de l'activité des utilisateurs finaux, parce qu'ils ont un rôle plus fonctionnel que productif (Maugey, 1996). L'avis de ces représentants introduit donc des biais importants quant aux besoins réels des utilisateurs du futur outil. Les formes de conception participative les plus abouties (degrés 4 et 5 en figure 4) autorisent tous les acteurs à prendre le rôle de *co-concepteur* dans le processus de conception. Cette forte implication des opérateurs dans les actions de conception continue est un pré-requis pour construire une vue systémique des problèmes. Elle n'est pas pourtant sans poser quelques problèmes.

5.2.2 La prescription réflexive : une difficulté au cœur de la conception participative

L'action de conception continue que nous avons étudiée s'appuie sur le degré maximal de participation (degré 5 en figure 4) : les décisions de reconception d'outillages sont prises conjointement par tous les participants aux groupes. Tous sont considérés comme des concepteurs, alors que peu d'entre eux le sont "de métier". Ces "concepteurs" ne maîtrisent donc pas les méthodologies classiques de conception, telles que l'analyse fonctionnelle, la simulation CAO, le maquettage,..., qui sont les ressources méthodologiques classiques de l'activité des

concepteurs. Cependant, les groupes de reconception d'outillages se sont forgé un ensemble d'outils méthodologiques qui soutiennent le cycle de développement des solutions : utilisation de la méthode QOOQCC (§ 4.3) en lieu d'analyse fonctionnelle, recherche de critères d'évaluation des solutions lors des débats, réalisation de prototypes évalués lors de bancs d'essais. Ces outils, aussi perfectibles soient-ils, ont été des ressources appréciables pour le processus de conception.

Le manque de familiarité des acteurs de la conception continue avec les méthodes éprouvées des concepteurs n'est cependant pas ce qui rend l'exercice difficile. Le problème essentiel réside dans le fait que les participants aux groupes de reconception deviennent concepteurs de leur propre système de travail. En concevant cet artefact, ils conçoivent aussi l'usage qu'ils en feront (Latour, 1993 ; Rabardel, 1995) et se prescrivent indirectement les modes opératoires qu'ils devront appliquer par la suite. Ils se trouvent dans la situation délicate de *prescription réflexive* et sont conscients que leurs décisions réduisent leur marge de liberté future.

Ce sentiment était par exemple particulièrement vif lors de la rédaction collective des procédures de démontage/montage des outillages. Les opérateurs admettent la nécessité de stabiliser les modes opératoires optimaux pour les opérations de démontage/montage, mais, paradoxalement, ils sont toujours tentés de ne pas stabiliser les décisions, afin de se préserver une marge de manœuvre. De ce fait, les opérateurs cherchent intuitivement à concevoir des artefacts adaptables aux inévitables variabilités futures du contexte et non pas strictement adaptés à quelques situations pré-définies (Opperman, 1994). C'est ce qu'exprimait tel opérateur, qui, lors de chaque décision, insistait pour que des possibilités ultérieures d'ajustement des outillages soient ménagées afin de faire face aux aléas de la production.

5.2.3 La prise de décision collective : confronter des critères d'évaluation de la solution

5.2.3.1 Un ensemble limité et ambigu de critères d'évaluation prescrits

Une des phases cruciales du processus de conception collective est la prise de décision. Cette phase est critique dans toutes les situations de conception, que celles-ci fassent intervenir un concepteur ou plusieurs. Prendre une décision, c'est arrêter un choix sur la base de critères d'évaluation. Ces critères d'évaluation ne préexistent pas à la solution, ils sont au contraire construits au fur et à mesure du processus de conception. Même les critères classiques (comme le coût, la fiabilité, l'efficacité,...) ne sont pas stabilisés au début du processus de conception : leur pondération définitive est établie durant l'élaboration de la solution. La conception collective rend l'établissement des critères d'évaluation encore plus délicat : en effet, la diversité des points de vue des partenaires de la conception oblige à décider collectivement du poids respectif de chacun des critères énoncés. C'est à travers cette pondération collective des critères — établie de manière implicite — que les décisions de solution sont prises. Dans les grands projets de conception, la détermination des critères se réalise en particulier à travers la phase d'analyse fonctionnelle, durant laquelle on définit les fonctionnalités auxquelles le produit doit se conformer. La conformité de la solution à ces critères est alors jugée au sein de réunions pluri-métiers, sous l'autorité d'un chef de projet.

Les groupes de conception continue que nous avons étudiés, parce qu'ils ne s'inscrivent pas dans les cadres classiques de la conception de produit, ne fixent pas eux-mêmes les critères d'évaluation de la solution, mais utilisent un ensemble pré-établi de huit critères fonctionnels prescrits par l'encadrement (coût, sécurité, efficacité, accessibilité, fiabilité, délai de réalisation, temps de mise en place, simplicité du système) dont la pondération n'est pas ajustée en fonction des problèmes traités, mais également prédéfinie par l'encadrement. Les décisions de reconception sont prises selon un fonctionnement strictement démocratique, par un vote individuel des solutions sur la base de ces huit critères prescrits. Le pouvoir décisionnel n'est en effet pas possédé par un métier ou par un acteur. L'animateur de la réunion — l'agent des méthodes — n'a pas un rôle décisionnel prépondérant, et, si le chef d'atelier reconnaît que sa fonction lui permet de donner suite ou non aux décisions prises dans les réunions, il n'a officiellement pas de prérogatives décisionnelles. Les opérateurs, reconnus comme les experts des modes opératoires et du process, peuvent user d'arguments d'autorité, mais n'ont pas non plus le pouvoir des décisions.

Nous avons constaté que cette méthode de prise de décision posait deux types de problèmes. Le premier est que les participants avaient des difficultés à s'accorder sur le sens des critères au moment de la phase de vote des solutions. Par exemple, selon les personnes, efficacité pouvait signifier adéquation de la solution vis-à-vis du process, ou bien facilité d'installation du nouvel outillage. Cette polysémie des critères fonctionnels conduisait à créer des incompréhensions, voire des dissensions, lors de la phase de prise de décision.



Figure 5 : Un exemple de la polysémie des critères fonctionnels : lors de l'évaluation de la solution, les membres du groupe traduisent les critères fonctionnels (à gauche) dans des registres de référence divergents.

Le second problème est que ces huit critères fonctionnels prescrits par la méthode de vote ne recouvraient pas complètement ceux qui étaient spontanément débattus lors des réunions du groupe. En conséquence, les solutions n'étaient qu'incomplètement évaluées à travers ces critères fonctionnels. C'est ce que montre la figure 6 ci-dessous : le registre des modes opératoires, très présent dans les débats pour évaluer les nouveaux outillages, est sous-représenté dans le groupe des critères prescrits. Le registre des conditions de travail est également évalué par les concepteurs presque uniquement au travers de critères qui ne sont pas identifiés dans la liste des critères prescrits.

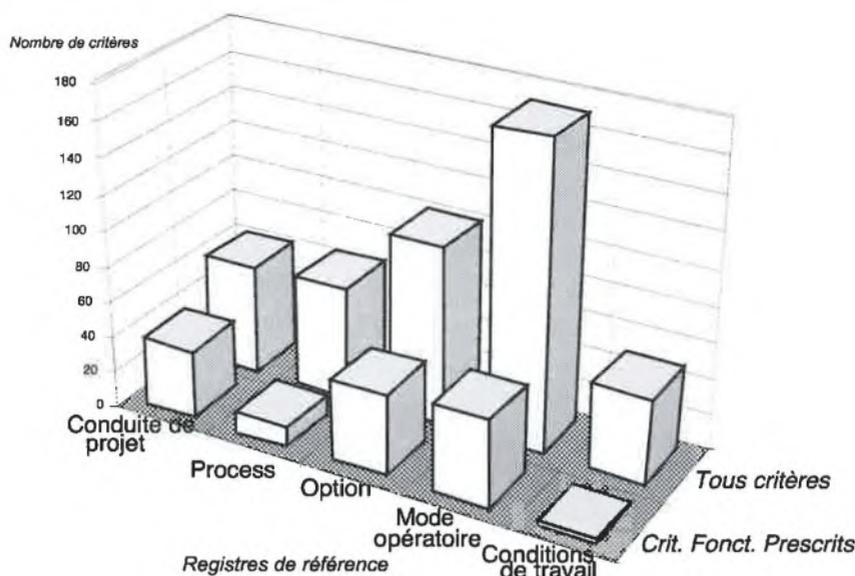


Figure 6 : Comparaison de l'utilisation des critères prescrits et des critères spontanément formulés au cours des débats de conception : on constate que les critères prescrits ne recouvrent qu'une faible partie des critères utilisés pour évaluer les solutions.

5.2.3.2 Nécessité de rendre compte du niveau d'abstraction auquel les critères sont formulés

Une autre caractéristique de l'utilisation des critères est que ceux qui sont évoqués spontanément dans les débats ne sont que rarement exprimés au niveau abstrait et générique utilisé dans l'analyse fonctionnelle : ils sont le plus souvent exprimés à des niveaux concrets, qui renvoient à des descriptions structurelles ou opérationnelles de l'artefact (voir figure 7).

La moitié des critères (47,7 %) sont énoncés à un niveau concret, témoignant d'une appréciation « incarnée » des objets en débat. Par exemple, les co-concepteurs ne disent pas : « le problème, c'est la fiabilité ». Ils disent plutôt : « les soucis qu'on peut avoir avec ça, c'est que les roulements vont peut-être lâcher » ou bien « avec ça, on va faire des marques sur le tube ». Ce mode de formulation des critères n'est pas une subtilité de langage : cela témoigne d'un ancrage concret de la représentation mentale de l'objet, niveau qui n'est pas préservé par la formulation générique et abstraite des critères prescrits.

Les co-concepteurs utilisent aussi un grand nombre (environ 25 %) de critères « opérationnels », comme par exemple : « la difficulté, c'est de maintenir le galet à la main dans une position pas très confortable ». Ces critères se rapportent directement à une vision d'utilisabilité du futur dispositif, et évaluent généralement les solutions en référence à l'usage des outillages.

Les critères abstraits représentent 27,5 % de l'ensemble des critères utilisés dans les débats. Mais ce chiffre sur-représente l'usage spontané qui est fait de ce niveau de formulation. En effet, environ 10 % d'entre eux sont formulés du fait du passage imposé par la méthode de vote des solutions, qui exige que chaque critère prescrit soit examiné par le groupe pour classer

les solutions. Les critères abstraits spontanément utilisés au cours des débats pour évaluer la solution (par exemple « maintenance, acoustique ou pénibilité ») ne forment que 17 % environ de l'ensemble des critères. Ce résultat assez faible confirme que les co-concepteurs n'évaluent pas volontiers les solutions à un niveau abstrait, lui préférant les deux autres niveaux.

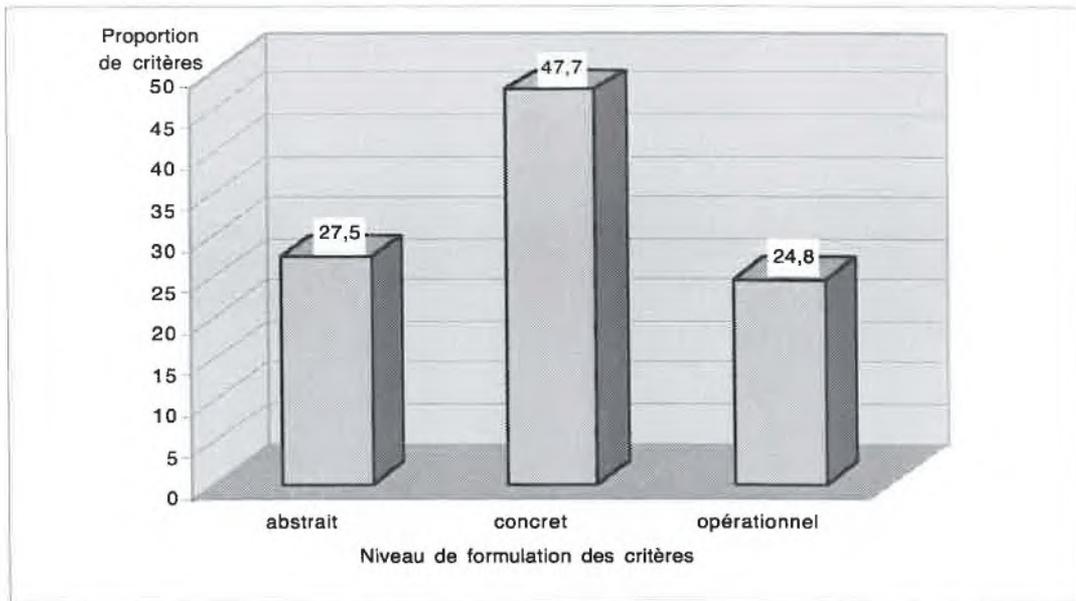


Figure 7 : Les co-concepteurs formulent les critères d'évaluation des solutions de reconception d'outillages selon trois niveaux d'abstraction

5.2.3.3 Caractérisation des critères

On peut donc caractériser les critères d'évaluation des solutions selon deux axes orthogonaux : leur registre de référence et leur niveau de formulation. Nous donnons dans la figure 8 quelques exemples de cette caractérisation.



Figure 8 : Double caractérisation des critères d'évaluation des solutions

5.2.4 Une méthodologie de prise de décision collective pour intégrer les points de vue des partenaires de la conception : CRITERIA

Les critères spontanément utilisés par les participants au cours des discussions formaient un matériau pour la prise de décision collective beaucoup plus riche que ne l'était la liste des 8 critères prescrits. C'est sur ce constat que nous avons proposé une méthode de prise de décision, CRITERIA, dont le principe est d'élargir la palette des critères d'évaluation, afin que ceux-ci reflètent réellement les évaluations faites au cours des débats. On a non seulement enrichi le nombre de critères, mais on a également introduit des *niveaux de formulation* de critères conformes aux trois niveaux spontanément utilisés. CRITERIA préconise trois grandes étapes successives : (i) évaluer les problèmes rencontrés avec l'outillage actuel ; (ii) proposer des solutions et les justifier ; (iii) choisir la solution à l'aide d'une nouvelle grille de vote, dont on présente un extrait en figure 9. On voit que cette grille décline les critères abstraits (par exemple, simplicité du système) en sous-catégories de critères concrets et opérationnels (guidage de la pièce, ne pas devoir viser, pouvoir régler).

REGISTRE DE REFERENCE	Évaluation du nouvel outillage du point de vue du : PROCESS			
	Fiabilité	Risque qualité	Simplicité du système	Efficacité
Formulation à un niveau abstrait				
Formulation à des niveaux concrets et opérationnels	pouvoir corriger	traces sur le tube	devoir viser	pièce ajustable
	tolérance	plats noircis	pouvoir régler	pièce perdable
	éviter de bloquer la production		homogénéité des outillages	pièce démontable
			pas de guidage de la pièce	pièce moins encombrante

Figure 9 : Extrait de CRITERIA : grille de critères d'évaluation des solutions

La méthode CRITERIA a été développée pour répondre à des problèmes locaux, dans un contexte industriel circonscrit. Néanmoins, elle constitue un outil utile d'aide à la décision collective, parce qu'elle permet d'intégrer des points de vue multiples lors de l'évaluation d'une solution de reconception. La décision collective est alors mieux étayée, parce qu'elle est tout simplement mieux argumentée. Les participants des groupes de conception continue ont été sensibles à ces qualités et ont apprécié l'utilisation de CRITERIA pour sélectionner leurs solutions. Les améliorations à apporter à la méthode résident dans sa maintenabilité et dans sa généralité, de sorte qu'elle soit capable de traiter d'autres types de problèmes que la reconception d'outillages de lignes de production de tubes. L'étape suivante serait de permettre l'explicitation et l'établissement des pondérations des critères. Ce point n'a pas été traité dans le cadre de cette étude.

5.3 Condition n°3 : institutionnaliser de nouvelles formes de savoirs

La troisième condition nécessaire à l'optimisation de la conception continue dans l'entreprise est la légitimation de nouvelles formes de savoirs, le développement des structures favorisant leur émergence, et la désignation d'acteurs détenteurs de ces savoirs. Cette question, cruciale pour la conception continue, s'inscrit dans une réflexion plus large, relative aux modalités de l'apprentissage organisationnel dans l'entreprise (Argyris & Schön, 1978 ; Koenig, 1994 ; Charue & Midler, 1994). Permettre l'élaboration collective de compétences est devenu une clé de la compétitivité, et certains analystes (Trépo & Ferrary, 1998 ; Prahalad & Hammel, 1995) affirment que le développement de l'entreprise n'est pas déterminé par les opportunités de marché, mais par le "portefeuille de compétences" qu'elle détient, et par sa capacité à le gérer, à en tirer parti et à le capitaliser pour mieux répondre aux sollicitations du marché.

Notre étude a montré que *les compétences qui garantissent le succès de la conception continue du système de production se construisent sur des savoirs transversaux*. Ces savoirs sont essentiellement produits lors de la résolution collective des problèmes. Ils sont systémiques, en ce qu'ils intègrent conjointement les dimensions organisationnelles et socio-techniques du problème. Ce sont des savoirs de "l'entre-deux" (Moisdon & Weil, 1994, 1995, 1996), composés de savoirs techniques "inter-filières" et de savoirs relationnels nécessaires à la bonne conduite des projets de reconception. L'importance de ces savoirs pour l'innovation et la productivité est communément admise dans les entreprises. Mais ils sont généralement relégués au rang des connaissances

informelles. Ils sont considérés comme des compétences "masquées" des acteurs du système de travail et ne sont pas légitimés. Leur diffusion spontanée est lente, du fait de leur nature tacite et interactive.

Ces savoirs sont indispensables pour traiter les objets de la conception continue, précisément du fait de leur nature systémique et intégrative. Mais pour qu'ils contribuent au succès de la conception continue, nous pensons qu'ils doivent être débarrassés de leur désignation informelle pour être gérés comme de véritables savoirs d'entreprise. Ceci suppose que leur construction et leur diffusion soient explicitement organisées et encouragées. Deux questions se posent à cet égard. La première est relative aux modes de construction de ces savoirs. La seconde est relative aux acteurs qui seront détenteurs ces savoirs.

5.3.1 Construire des savoirs transversaux

Pour ce qui concerne le mode de construction des savoirs transversaux, il nous semble que seule la multiplication de structures coopératives à tous les niveaux de l'entreprise peut permettre que ces savoirs soient élaborés, puis activement diffusés, à l'ensemble des acteurs, et que se dessinent de nouvelles compétences. En effet, les participants à un groupe de conception collective sont tenus de justifier les raisons pour lesquelles ils préconisent telle solution plutôt que telle autre. Ce faisant, des savoirs implicites sont explicités et sont ensuite examinés, non seulement par les autres mais aussi par soi-même (Sauvagnac, 2000). C'est ce que montrent les deux extraits de dialogues suivants.

Dans le premier exemple — assez classique — un mode opératoire est mis à plat par l'opérateur, afin de justifier la procédure initiale "je ne démonte rien". Cette description est ainsi examinée par le collectif, et sa pertinence sera débattue par confrontation avec d'autres modes opératoires. Mais cette description sert aussi à l'opérateur lui-même, qui bien souvent met à jour pour la première fois sa manière de procéder. Ce type de savoir peut fournir la base d'une procédure standardisée, collectivement rédigée.

"Pour gagner du temps, moi, je ne démonte rien.

Je démonte la tête de turc alors que les chaises du dernier calibrage ne sont pas encore remises. Ça me fait un petit peu de place en plus. Il faut enlever la sonde. On est obligé de monter sur la machine, c'est quand même assez lourd, elle est pile coincée ...

Exemple 1 : Explicitation d'un savoir-faire sur un mode opératoire

"Le galet, c'est une histoire à mon avis de ..., je ne sais pas comment vous dire ça, de résonance, de contrariété ou autre, il suffit qu'on fasse inverser le sens de rotation et le galet il tourne

Exemple 2 : Explicitation d'un savoir-comprendre relatif à la détection d'une panne sur la marteleuse

Le second exemple rend compte d'un savoir plus rarement explicité, qu'on peut caractériser comme un "savoir-comprendre" (Hatchuel & Weil, 1992). L'opérateur cherche à

expliquer comment il détecte une panne en fonction du comportement d'une pièce. On note que ce savoir-comprendre est très heuristique et que son émergence pourrait être mise à profit pour la formation interne des opérateurs en approfondissant les connaissances techniques sous-jacentes et en les intégrant par exemple au manuel de formation destiné aux nouveaux opérateurs.

C'est donc ainsi, par confrontation et partage des savoirs, que se construit une perspective multi-variée du problème, indispensable aux objets traités par la conception continue. Plus qu'une mise à plat technique des diverses dimensions de l'artefact, il s'agit donc de transformer "socio-cognitivement" les points de vue des opérateurs sur l'objet (Garrigou, 1995). Si les contenus techniques de ces savoirs sont mieux ajustés aux problèmes à traiter, c'est parce qu'ils sont enrichis d'une meilleure connaissance des objectifs des autres partenaires, de leurs contraintes et de leurs moyens d'action. Ces savoirs dépassent et enrichissent les savoir-faire techniques traditionnellement valorisés dans les entreprises.

5.3.2 Quels acteurs doivent être détenteurs des savoirs transversaux ?

Qui doit détenir ces savoirs ? Tous les acteurs de la conception continue, ou bien certains acteurs désignés ? Bien évidemment, les bénéfices acquis au travers de la construction de savoirs transversaux concourent à l'évolution des compétences individuelles (prise de conscience de ses propres savoirs, remise en question et approfondissement de ses propres connaissances, structuration de ses savoirs en rapport avec ceux des autres) comme à l'évolution du collectif (traitement systémique des problèmes posés, étayage et stabilisation des savoirs partagés, apprentissage croisé, premiers pas vers la formalisation pour la formation de nouveaux venus). Ce constat conduit parfois à penser que les savoirs transversaux pourraient être développés par tous, sans que soient désignés des acteurs responsables de leur évolution et de leur application aux problèmes traités.

Nous ne partageons pas ce point de vue, car, à l'issue de notre étude, il nous semble que, si certains acteurs n'avaient pas été des détenteurs privilégiés et désignés de ces savoirs transversaux, le projet de reconception d'outillages aurait échoué. Dans notre situation, ce sont les agents des méthodes, responsables de l'animation du groupe de conception continue et du suivi des décisions de reconception, qui ont défini leur domaine d'intervention au croisement des savoirs techniques, organisationnels, et relationnels, et qui ont joué ce rôle d'acteurs transversaux. Sans eux, les produits de la conception continue — les outillages reconçus — n'auraient pu être obtenus.

6. Discussion et conclusion

La mise en oeuvre de la conception continue, pour qu'elle soit profitable à l'entreprise comme aux salariés, doit être réfléchie et organisée. Nous entendons par là que ses objectifs doivent dépasser le cadre local de l'aménagement des postes de travail, et doivent au contraire s'inscrire dans une vision globale du travail où la dimension socio-technique est considérée comme un levier puissant de l'évolution de l'entreprise. En conséquence, la conception continue doit être vue, non pas comme un simple réajustement *ad hoc* des dispositifs de travail, mais

comme un vecteur d'évolution des savoirs et des compétences dont l'entreprise et les salariés peuvent tirer parti. C'est pourquoi des moyens — aides matérielles et ressources humaines — doivent être alloués spécifiquement aux actions de conception continue, et des outils d'assistance — en particulier, des méthodologies — doivent lui être consacrés. C'est dans cet esprit que nous avons proposé un cadre de mise en oeuvre des actions de conception continue qui définit trois conditions à respecter pour garantir le succès d'un projet de reconception.

La première condition est de faire en sorte qu'une vue systémique de l'entreprise soit élaborée par tous les acteurs de la conception continue. En effet, le processus de conception oblige à intégrer tous les paramètres relatifs à l'objet à reconcevoir, qu'ils soient techniques, sociaux ou organisationnels. Parce qu'elles sont l'occasion de confronter ces différents paramètres et de les enrichir, les structures collectives favorisent le traitement systémique des problèmes. C'est ce qu'a montré notre étude : la conception participative élargit les points de vue des acteurs. Ceux-ci manifestent un intérêt étendu au-delà de la fonction qu'ils occupent, qui se concrétise par l'évaluation des solutions de reconception au travers de registres de référence aussi divers que les modes opératoires, le processus de fabrication, ou les impératifs financiers des actions de reconception (retour d'investissement par exemple).

La seconde condition que nous préconisons pour le succès des actions de conception continue découle de celle que nous venons d'exposer, et consiste à renforcer l'apprentissage de la conception coopérative. En effet, la conception coopérative oblige les co-concepteurs à opérer de continus ajustements des points de vue, des négociations et des compromis, qui se concrétisent en particulier au cours de la phase de prise de décision. Ces compétences ne font pas partie de la formation initiale des opérateurs et s'apprennent progressivement. L'ergonomie doit contribuer à leur assistance, par la mise au point de méthodes et d'outils d'aide à la décision, actuellement quasiment inexistantes pour la conception participative. C'est dans cette perspective que nous avons proposé aux co-concepteurs d'utiliser la méthode CRITERIA qui permet d'évaluer une solution de reconception à partir de ses multiples champs d'application. Pour ce faire, CRITERIA propose un niveau d'évaluation des solutions potentielles qui évite les formulations abstraites au bénéfice des jugements concrets ou opérationnels. Par ailleurs, la mise en place de structures de conception participative conduit à faire pratiquer aux opérateurs le difficile exercice de concevoir pour eux-mêmes. Ce faisant, ils se trouvent dans une situation de prescription réflexive : en concevant leur futur outillage, ils conçoivent en même temps l'usage qu'ils en feront. La tension qui naît de cette spécificité doit être prise en considération dans une formation à l'activité de conception.

La troisième et dernière condition que nous préconisons d'appliquer dans les projets de conception continue est d'institutionnaliser de nouvelles formes de savoirs. Notre étude a en effet montré que les compétences qui garantissent le succès de la conception continue se construisent essentiellement sur des savoirs systémiques. L'importance de ces savoirs est communément admise, mais ils sont rarement gérés comme de véritables savoirs d'entreprise. Un tel projet suppose qu'on encourage la construction de ces savoirs, qu'on organise leur diffusion et qu'on désigne des acteurs détenteurs de ce type de savoirs.

On notera que la mise en place de structures coopératives est au coeur de ces trois principes. Le sous-développement actuel des rapports de coopération dans les entreprises constitue en effet un obstacle majeur au développement de la conception continue, freinant non seulement la confrontation et l'intégration des points de vue, mais aussi l'évolution et la diffusion des compétences. C'est pourquoi le renforcement de la coopération nous semble être un vecteur essentiel du développement de la conception continue.

La systématisation de la conception continue s'inscrit dans un réel projet de qualité totale, dans la mesure où l'objectif poursuivi est bien d'accroître le potentiel du système de production. Mais on ne doit pas perdre de vue que les principes que nous avons exposés ne sont pas motivés par la normalisation et la standardisation du processus de conception, même s'ils y contribuent indirectement du fait de la mise à plat des pratiques qu'ils suscitent. Le cadre que nous proposons a d'abord pour but de replacer les actions de conception continue dans une vue globale de l'entreprise, car la conception continue ne peut fonctionner si on la réduit à un périmètre local. Si des incohérences existent entre ces deux "sphères", les actions de conception continue les révéleront, et en pâtiront. Ce cadre est bâti sur une approche socio-technique du développement de l'entreprise, à laquelle se substitue trop souvent une approche purement technique.

Le programme de recherche qu'ouvre cette étude va dans deux directions : (i) l'aide à la prise de décision collective et (ii) l'apprentissage à la conception. Il faut renforcer l'assistance à l'évaluation des solutions de reconception en élaborant des méthodologies d'aide à la prise de décision collective. Il peut s'agir de méthodologies de conduite de réunion qui favoriseraient le jugement des alternatives de conception à des niveaux concrets, comme nous l'avons imaginé dans CRITERIA. Mais on peut aussi développer des outils plus sophistiqués de traçabilité des décisions, en lien avec les récents développements de la recherche sur la logique de conception. Le second axe à approfondir concerne la formation à la conception : on ne s'improvise pas concepteur, on apprend à être en s'appuyant sur des acquis dont ne disposent pas toujours les acteurs de la conception participative. Les opérateurs, les chefs d'atelier, les préparateurs, les représentants de la qualité se trouvent engagés dans des processus de conception auxquels ils sont peu préparés. On doit par conséquent définir les besoins en formation de ces co-concepteurs. C'est en poursuivant ces objectifs que l'ergonomie peut contribuer à la mise en oeuvre de la conception continue dans les entreprises.

7. Références

- Argyris, C. & Schön, D. (1978) *Organizational learning : a theory of action perspective*. Reading, MA : Addison Wesley.
- Bengtsson, L. & Ljungström, M. (1998) Total quality management and work organization: relationship between quality quality management strategies and work organization in Swedish industrial companies. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, 8 (4), 351-366.
- Blanco, E., Garro, O., Brissaud, D. & Jeantet, A. (1996) Intermediary object in the context of Distributed Design. *Proceedings of CESA'96 Colloque IEEE-SMC*, Lille, juillet.

- Callon, M., Larédo, P. & Rabeharisoa, V. (1997) Que signifie "innover" dans les services ? *La Recherche*, 295, 34-36, Février.
- Charue, F. & Midler, C. (1994) Apprentissage organisationnel et maîtrise des technologies nouvelles. *Revue française de Gestion*, Janvier-Février, 84-91.
- Darses, F. (1997) L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec le processus cognitif de conception. In P. Bossard, C. Changevriér & P. Leclair (eds) *Ingénierie concourante : de la technique au social*. Economica : Paris.
- Darses, F. (à paraître) A framework for continuous design of production systems and its application in collective redesign of production line equipment (to appear in *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*)
- Darses, F. & Sauvagnac, C. (1997) *Les critères de prise de décision pour la conception continue du système de production*. Rapport d'avancement T12, Mai, Projet CNAM-UGINE. Paris : CNAM.
- Garrigou, A., Daniellou, F., Carballeda, G. & Ruaud, S. (1995) Activity analysis in participatory design and analysis of participatory design activity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 15, 311-327.
- Hatchuel, A. & Weil, B. (1992) *L'expert et le système*. Editions Economica : Paris.
- Jenssen, P. (1997) Can participatory ergonomics become "the way we do things in this firm" ? *Ergonomics*, 40 (10), 1078-1087.
- Kensing, F. & Simonsen, J. (1998) Participatory design : issues and concerns. *Computer Supported Cooperative Work : The Journal of Collaborative Computing*, 7 (3/4), 243-271.
- Koenig, G. (1994) L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux. *Revue française de Gestion*, Janvier-Février, 73-83.
- Latour, B. (1993) *Petites leçons de sociologie des sciences*. Ed. La Découverte (Collection Points) : Paris
- Maughey, B. (1996) *Etude de la phase d'analyse fonctionnelle en conception*. DEA d'Ergonomie, CNAM : Paris
- Moison, J.C & Weil, B. (1996) Dynamique des savoirs dans les activités de conception : faut-il compléter la gestion de projet ? *Revue Française de Gestion Industrielle*, 15 (3-4), 23-31.
- Moison, J.C & Weil, B., (1995) Current problems relating to design, coordination and know-how. In Jacques Perrin et Dominique Vinck (eds). *The role of design in the shaping of technology. Proceedings of COST A3 Workshop*, Lyon, France, February 3-4.
- Moison, J.C. & Weil, B. (1994) Collective design : lack of communication or shortage of expertise ? *Proceedings of COST A3, Management and new technology : design, network, strategies*, Donald MacLean, Paolo Saviotti et Dominique Vinck (eds) Grenoble, France, June 14-17.
- Opperman, R. (1994) Adaptatively supported adaptability. *International Journal of Human-Computer Studies*, 40, 455-472.
- Prahalad, C. K. & Hammel, G., (1995) *La conquête du futur* (Paris: Interéditions).
- Rabardel, P. (1995) *Les hommes et les technologies : approche cognitive des instruments contemporains*. Ed. Armand Colin : Paris
- Rousselle, M. P. (1996) *Evaluation de la mise en place d'une méthode de production*. Rapport de stage du DESS d'Ergonomie : Université Paris V.

- Sauvagnac, C. (2000) *La construction de connaissances au cours de l'utilisation de procédures. Contribution au cadre théorique des activités métafonctionnelles*. Thèse de doctorat, Spécialité Ergonomie. Paris : CNAM.
- Shingo, S. (1990) *Le système SMED*. Paris : Dunod.
- Trépo, G. & Ferrary, M. (1998) La gestion des compétences : un outil stratégique. *Sciences Humaines*, 81, 34-37, Mars
- Zarifian, P. (1992) Acquisition et reconnaissances des compétences dans une organisation qualifiante. *Education Permanente*, Octobre, 15-22.

8. Remerciements

Cette étude a été réalisée de 1996 à 1998 dans le cadre d'un contrat de recherche avec le groupe USINOR. M. Franchot et M. Dewinter ont joué, à des titres divers, un rôle déterminant dans la mise en œuvre de cette réflexion sur le facteur humain dans l'entreprise. Catherine Sauvagnac y a été associée et a contribué à certains des résultats rapportés dans cet article. Nous l'en remercions. Ce texte a également bénéficié de la lecture critique de Sophie Dusire, Pierre Falzon, Maurice de Montmollin et Willemien Visser. Notre reconnaissance va tout particulièrement aux membres des « groupes SMED » qui ont bien voulu nous associer à leurs réunions.